

**n. 7, novembre 2011**

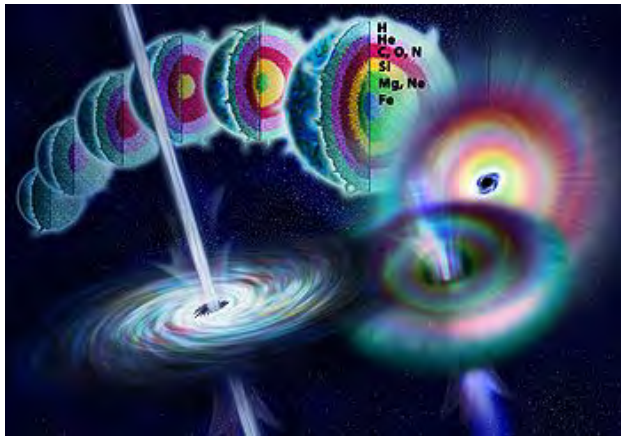
**Webzine gratuita**

www.eanweb.com

info@eanweb.com



**ASTRONOMIA & INFORMAZIONE**



## INDICE

- Editoriale
- Corrado BARTOLINI, Giuseppe GRECO, *Il Mistero Buffo dei Gamma Ray Burst.*
- Lorenzo BRANDI, *Il calcolo della distanza delle nebulose planetarie*
- Corrado BARTOLINI, *Come osservare la prossima supernova galattica*
- Felice STOPPA, *breve storia della cartografia celeste occidentale*
- RECENSIONE: Rodolfo CALANCA, “La parrucca di Newton” di Jean-Pierre Luminet
- RECENSIONE: Rodolfo CALANCA, “Universo , conoscerlo per vederlo” di Salvatore Albano

REDAZIONE

**Direttore editoriale: Rodolfo Calanca,** [rodolfo.calanca@gmail.com](mailto:rodolfo.calanca@gmail.com)

**Co-direttore: Angelo Angeletti,** [angelo.angeletti@virgilio.it](mailto:angelo.angeletti@virgilio.it)

**Redattore responsabile: Manlio Bellesi,** [manlio.bellesi@libero.it](mailto:manlio.bellesi@libero.it)

**Redattore: Lorenzo Brandi,** [lbrandi.fi@gmail.com](mailto:lbrandi.fi@gmail.com)

**Responsabile dei servizi web: Nicolò Conte** [tecnonico@gmail.com](mailto:tecnonico@gmail.com)

SPONSOR



[www.reginato.it](http://www.reginato.it)



WAMGROUP®



[www.tecnosky.it](http://www.tecnosky.it)



CPL CONCORDIA

Group



STRUMENTI PER L'ASTRONOMIA



IL CIELO SOPRA DI NOI - UNA VISIONE IN UN UNIVERSO - FATTURA & CO.

[www.astronomia-co.eu](http://www.astronomia-co.eu)



OMEGALAB

[www.atcr.altervista.org/ita](http://www.atcr.altervista.org/ita)



La qualità, la tradizione.



PROGETTI EAN



**EDITORIALE A CURA DELLA REDAZIONE EAN**

E siano arrivati al numero 7 della webzine ASTRONOMIA NOVA!

Mesi fa, molti pronosticavano una fine assai prematura di questa mini-avventura editoriale, anche sulla scorta di quanto accaduto ad altre iniziative simili, che purtroppo si sono perse nei profondi meandri del web per non aver capito che non è possibile prendere una rivista in stile “cartaceo” e portarla, pari pari sul web.

Noi riteniamo però che ASTRONOMIA NOVA possa avere un destino diverso e che possa godere di una lunga vita. Siamo abbastanza ottimisti per almeno due ragioni. In primo luogo, stiamo sperimentando un modo di proporre la webzine che sembra raccogliere l’approvazione dei lettori. Risulta particolarmente gradita l’accoppiata tra la webzine e i video esplicativi, per la maggior parte della durata di pochi minuti, che su Youtube, mettono in contatto diretto l’autore con il lettore. In seconda battuta, gode di un buon successo, sempre sul canale Youtube EAN, [www.youtube.com/user/rudycalanca#g/u](http://www.youtube.com/user/rudycalanca#g/u), l’idea di realizzare degli approfondimenti video successivi, a supporto degli articoli, attraverso interventi mirati che si esprimono nella rubrica video l’ESPERTO RISPONDE. Gli autori, in genere con interventi di 45 - 60 minuti dal vivo, rispondono alle domande dei lettori ed approfondiscono gli argomenti trattati nella webzine. Il fatto che, lanciando una ricerca, all’interno del browser CHROME di Google, della stringa: “Canale Youtube astronomia”, il canale EAN appare nelle primissime posizioni, vuol dire (non solo a nostro avviso) che l’iniziativa, nel suo insieme (ASTRONOMIA NOVA + video supporto + ESPERTO RISPONDE) ha buone possibilità di continuare a riscuotere l’approvazione di chi ci legge.

Il numero di novembre presenta articoli di spiccato interesse. Particolarmente significativo l’articolo del Prof. Corrado Bartolini e del dr. Giuseppe Greco (del dipartimento di Astronomia dell’Università di Bologna) sulla ricerca dei lampi gamma, GRB. L’articolo è accompagnato da ben tre video, uno descrittivo sullo stato della ricerca dei GRB gli altri due sono interventi del prof. Corrado Bartolini e del prof. Adriano Guarnieri che ampliano l’orizzonte dei lettori su di un argomento di punta della moderna ricerca astronomica. Ovviamente, sono tutti visionabili sul canale Youtube EAN.

Di piacevole lettura l’altro articolo del prof. Bartolini su come ci si dovremmo comportare se dovesse apparire in cielo la tanto attesa supernova galattica. Ovviamente tutte le cose che il prof. Bartolini scrive varranno solamente se la supernova esploderà a distanza di sicurezza dal sistema solare. Se esploderà invece alle nostre porte, allora potrebbe essere l’Armageddon: tutto potrebbe finire, spazzati via da un apocalittico sbuffo di gas incandescente!

L’articolo di Lorenzo Brandi riguarda un argomento ancora dibattuto e di grande importanza scientifica: quanto distano davvero le nebulose planetarie?

Brandi espone in modo dettagliato, i diversi metodi oggi utilizzati.

Infine, un ampio articolo di Felice Stoppa, esperto a livello internazionale di cataloghi ed atlanti astronomici storici, che ricostruisce la storia ultramillenaria della cartografia stellare. Apprendiamo dall’Autore che, spesso, particolarmente nel passato, gli atlanti stellari erano delle autentiche, splendide, opere d’arte.

**LA REDAZIONE DI ASTRONOMIA NOVA**



Da sinistra: Rodolfo Calanca, Angelo Angeletti, Manlio Bellesi, Lorenzo Brandi, Nicolò Conte

## Il Mistero Buffo dei Gamma Ray Burst

Corrado Bartolini, Giuseppe Greco

### Cosa sono i GRBs?

I lampi gamma, in inglese *Gamma-Ray Bursts* (GRBs), sono considerate le più potenti esplosioni nell'universo dopo il Big Bang: si è calcolato che in poche decine di secondi essi emettono tutta l'energia che il Sole ha emesso in 5 miliardi di anni.

### Quando furono scoperti?

L'esistenza dei GRB fu scoperta il 2 luglio de 1967 dai satelliti militari Vela che gli Stati Uniti misero in orbita per vigilare che l'ex Unione Sovietica rispettasse il trattato di non proliferazione atomica *Treaty Banning Nuclear Weapon Tests in the Atmosphere In Outer Space And Under Water*.

### Chi ha infranto il trattato?

Invece di registrare test nucleari clandestini, questi satelliti spia osservarono brevi lampi di raggi gamma senza riuscirne a determinare con un sufficiente grado di accuratezza la direzione di provenienza.

*Nessuno fra i militari americani fu in grado di spiegare questi eventi e la notizia fu tenuta in stretto riserbo fino al 1973!*

### In quale regione dell'universo si formano?

La localizzazione nello spazio di questi rapidi ed intensi lampi di luce gamma fu a lungo un mistero. Dal 1973 fino al 1996 fiorirono più di duecento interpretazioni teoriche; alcune di queste ipotizzarono che i GRBs si originassero dalla nube di Oort, altre ancora dall'alone galattico ed altre infine dalle regioni remote del nostro universo. Naturalmente al crescere della loro distanza dalla Terra  $r$ , l'energia emessa cresce drasticamente ( $10^{51}$ - $50^{54}$  erg assumendo un'emissione isotropa).

### GRB 970228 e GRB 970508: la svolta

Solo nel 1997, quando si riuscì ad osservare per la prima volta la controparte ottica *afterglow* di un lampo gamma (per il GRB 970228) e successivamente a farne lo spettro (per il GRB 970508), si capì che essi sono localizzati in galassie remote distanti miliardi di anni luce

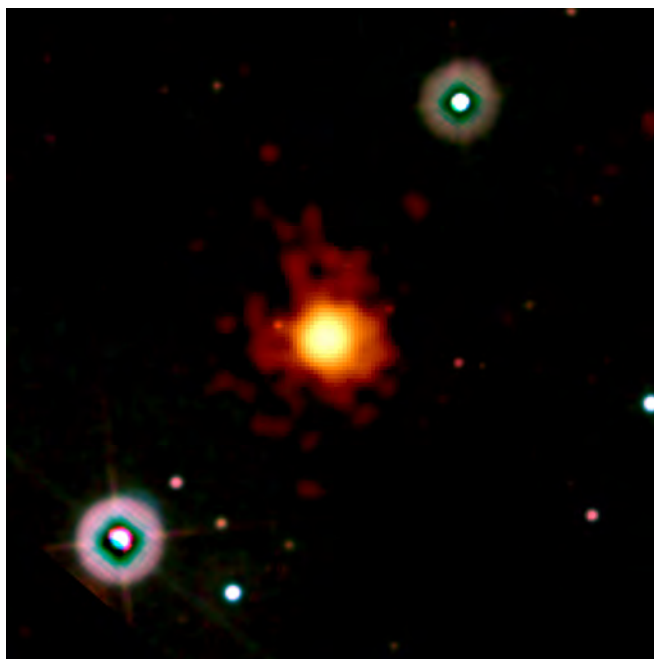
con redshift  $z$  spesso molto superiori ad uno (il record oggi è rappresentato dal GRB 090429B con  $z \sim 9.4$ ).

### Il contributo del telescopio G. Cassini di Loiano

La prima immagine di un *afterglow* fu effettuata all'osservatorio di Loiano dal Prof. Adriano Guarnieri la sera del 28 febbraio 1997, ma il primo a compiere l'identificazione fu l'astronomo olandese Jan van Paradijs che aveva fotografato lo stesso GRB all'osservatorio delle Canarie 4 ore più tardi.

### L'attuale stato dell'arte

Oggi sappiamo che non tutti i GRB hanno la stessa durata e dunque la stessa origine fisica; alcuni durano pochi decimi di secondo (short GRBs,  $T_{90} < 2$  s), altri anche più di un minuto (long GRBs,  $T_{90} > 2$  s). Si pensa che i primi derivino dalla fusione di due oggetti collassa-



*Il GRB 090423 è un lampo gamma, della durata di 20 secondi, osservato dal telescopio spaziale Swift il 23 aprile 2009, nella costellazione del Leone. Con i suoi 13 miliardi di anni luce di distanza, è uno dei GRB più lontani. L'immagine è tratta dal sito ufficiale del telescopio Swift: [www.nasa.gov/mission\\_pages/swift/main/index.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/swift/main/index.html)*



*Fase di assemblaggio di uno dei satelliti della rete "Vela", messi in orbita dagli Stati Uniti con l'obiettivo di monitorare il rispetto del Trattato del 1963 sul bando parziale dei test nucleari.*

ti (stelle di neutroni o buchi neri), mentre i secondi dalla collasso di una stella di grande massa rapidamente rotante.

### **Un GRB può distruggere la vita sulla Terra?**

I lampi gamma interni alla nostra galassia sono piuttosto rari; se si formassero a distanze minori di sei mila anni luce potrebbero essere molto pericolosi per la vita sulla Terra, perché modificherebbero l'atmosfera con due effetti molto nocivi: in primo luogo farebbero reagire l'ossigeno con l'azoto creando ossidi velenosi e opachi che offuscherebbero il Sole provocando glaciazioni; in secondo luogo distruggerebbero l'ozono che protegge il DNA degli esseri viventi. Si pensa che l'estinzione dei trilobiti alla fine del periodo Ordoviciano 443.7 milioni di anni fa sia dovuta ad un GRB scoppiato nelle vicinanze del Sole.

### **I telescopi Robotici**

Per avere tempestive informazioni sulla curva di luce della controparte ottica di un GRB sono stati costruiti nel corso degli anni diversi telescopi robotici. Tali telescopi sono in grado di puntare la regione di cielo dove improvvisamente è esploso un GRB solo dopo 10-30



*Il telescopio "G.D. Cassini", dell'Osservatorio astronomico INAF di Bologna, presso la stazione astronomica di Loiano, ha un diametro di 152cm ed è stato inaugurato nel 1976.*

secondi dall'arrivo del segnale gamma. Inoltre questi telescopi non hanno risoluzioni temporali sufficientemente adeguate per campionare -con dovizia di particolari- queste rapidissime emissioni.

### **GRB 080319B: l'oggetto più brillante fino ad oggi osservato**

Il GRB 080319B è il più brillante oggetto astrofisico fino ad oggi osservato; raggiungendo una magnitudine assoluta al massimo di  $M_v = -38.4$  si è lasciato ammirare



*Il prof. Adriano Guarnieri durante un'intervista per il canale EAN su Youtube: [www.youtube.com/watch?v=vpQvjUzrEHo](http://www.youtube.com/watch?v=vpQvjUzrEHo)*

ad occhio nudo per circa un minuto nella costellazione di Boote. Di questa esplosione, *avvenuta 7.5 miliardi di anni fa quando il Sistema Solare non si era ancora formato*, il telescopio TORTORA ha acquisito ben 460 immagini in un solo minuto, misurando due pulsazioni molto rapide della durata di circa 8 e 1.2 secondi, rispettivamente. Questa ricerca è stata inclusa dalla Società Americana di Fisica fra i dieci risultati scientifici più importanti del 2008 assieme al Large Hadron Collider di Ginevra, ed è stata pubblicata, oltre che dalla prestigiosa rivista *Nature*, anche dai quotidiani di tutto il mondo.

***Ma prima di arrivare a questo importante risultato, diversi anni di studio e di ricerche furono spesi per mettere a punto un “congegno” che fosse in grado di “catturare” i rapidi bagliori ottici provenienti dall’esplosioni GRBs.***

#### Dal FIP al TORTORA

Negli anni 80, il gruppo bolognese dell’Alma Mater Studiorum (*nota n. 1*), in stretta collaborazione con il team dello Special Astrophysical Observatory (*nota n. 2*), dell’Accademia delle Scienze Russe, comincia ad elaborare tutta una serie di strategie di ricerca per misurare *tempestivamente e con grande accuratezza* le emissioni ottiche contemporanee ai GRBs. Dagli inizi del 1989 e fino all’estate del 1996 fu progettato e costruito il fotometro FIP (Fast Imaging Photometer). Nel 1998, si pensò di eseguire ripetute scansioni di varie regioni di cielo con differenti telescopi ed esaminare i dati acquisiti. Nella primavera del 2000 ci fu l’idea di utilizzare gli specchi dei telescopi Čerenkov che assicuravano un’ampia copertura della volta celeste. Dal 2001 fino al 2003, con vari sostegni della Comunità Europea, si fece uno studio di fattibilità sull’utilizzo astronomico della Piattaforma Solare di Almeria (Spagna), durante le ore notturne.

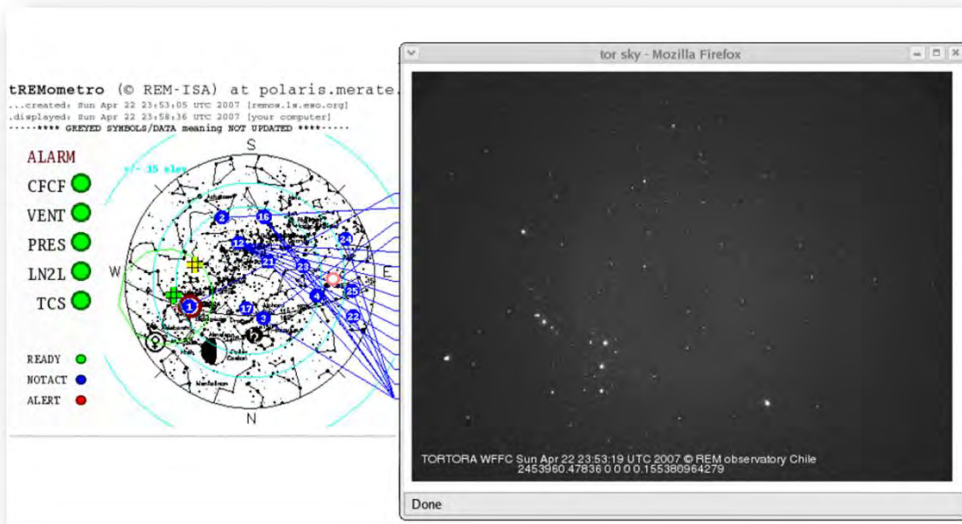
dell’Accademia delle Scienze Russe, comincia ad elaborare tutta una serie di strategie di ricerca per misurare *tempestivamente e con grande accuratezza* le emissioni ottiche contemporanee ai GRBs. Dagli inizi del 1989 e fino all’estate del 1996 fu progettato e costruito il fotometro FIP (Fast Imaging Photometer). Nel 1998, si pensò di eseguire ripetute scansioni di varie regioni di cielo

con differenti telescopi ed esaminare i dati acquisiti. Nella primavera del 2000 ci fu l’idea di utilizzare gli specchi dei telescopi Čerenkov che assicuravano un’ampia copertura della volta celeste. Dal 2001 fino al 2003, con vari sostegni della Comunità Europea, si fece uno studio di fattibilità sull’utilizzo astronomico della Piattaforma Solare di Almeria (Spagna), durante le ore notturne.



*Il telescopio a grande campo TORTORA installato sulla montatura del telescopio robotico REM, ESO-La Silla, Cile.*

Dal 2005 in poi, dal progetto FIP, con un campo di vista relativamente modesto, si passò al TORTORA e al suo prototipo FAVOR, con campi di vista considerevolmente più ampi. La chiave di volta, per ottenere sia un largo campo di vista e sia un elevato potere di risoluzione temporale, si ebbe combinando opportunamente un intensificatore di immagini e un TV-CCD commerciale. Questa combinazione permette di ottenere 461 immagini al minuto, ciascuna con una dimensione pari a circa un sesto dell’intera sfera celeste. Tutte le immagini sono consecutive (l’*intervallo* tra ogni *scatto* è minimo) e il rumore di lettura è trascurabile. TORTORA, acronimo di Telescopio Ottimizzato per la Ricerca dei Transienti Ottici Rapidi, vide la sua prima luce nel maggio del 2006 presso L’European South Observatory (ESO) in Cile, dove è attualmente operante. Installato sulla montatura del telescopio robotico REM (*nota n. 3*), come mostra la figura sopra, il TORTORA è in grado di monitorare zone di cielo osservate simultaneamente dai telescopi gamma a bordo dei satelliti Integral, Swift, Agile e Fermi. La figura in alto, nella pagina a fianco, mostra



Interfaccia grafica del sistema REM e TORTORA. La finestra grafica del TORTORA si attiva cliccando sull'icona REM point; [www.rem.inaf.it](http://www.rem.inaf.it)

l'interfaccia grafica del sistema REM e TORTORA; la zona di cielo monitorata dal TORTORA può essere visionata in tempo reale cliccando sull'icona *REM point*.

L'hardware e il software del TORTORA, in una notte media di osservazione, registrano ed analizzano, in maniera del tutto automatica, più di duecentoventimila immagini, per un totale di quasi 600 Gigabyte di dati processati. Centinaia tra satelliti, meteoriti, asteroidi, stelle variabili, fenomeni transienti, come anche detriti e rottami spaziali, sono quotidianamente monitorati e catalogati, ma il 19 Marzo del 2008, il TORTORA uscì dalla sua ordinaria routine.

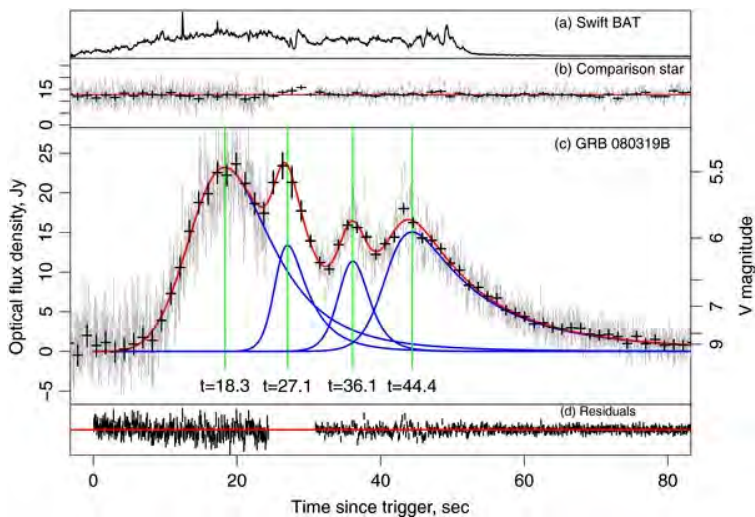
Alle ore 05:45:42 UT, Swift rivela il GRB 080319A, il primo dei quattro GRB osservati in quello stesso giorno. Dopo circa 22 minuti, ed ad una distanza di  $10^\circ$  dal primo, esplose un secondo GRB, 080319B, appunto.

TORTORA, grazie al suo campo di vista di 768 gradi quadrati, stava già inquadrando da 26 minuti la regione di cielo dove si sarebbe accesa improvvisamente la nuova esplosione, catturando informazioni fisiche estremamente precise sulle morte violenta delle stelle di grande massa, sulla formazione di nuovi buchi neri

nell'universo e sull'evoluzione dei loro dischi di accrescimento e dei loro getti relativistici. L'eccezionale luminosità di questo fenomeno può essere spiegata ricorrendo alla teoria del *getto ad energia struttura*. Un cono di piccole dimensione ed estremamente energetico è contenuto all'interno del un cono più ampio e relativamente poco energetico. Se la linea di vista cadesse all'interno del cono più piccolo, osserveremmo un evento estremamente brillante, così come è avvenuto nel caso del GRB 080319B, se invece la nostra linea di vista intersecasse solo il cono più grande e meno energetico, osserveremmo una luminosità analoga a quelle misurate fino a questo momento. La figura sotto mostra l'*Artist's Impression* del getto di emissione del GRB 080319B. La figura a pagina 8 mostra la curva di luce del TORTORA confrontata con quella a più alte energie ottenuta dal telescopio BAT a bordo della missione satellitare Swift. Le due curve mostrano differenti comportamenti durante la fase di salita e di discesa (accensione e spegnimento della sorgente). La parte centrale presenta strutture simili, ma spostate le une rispetto alle altre di quasi due secondi.

Artist's Impression del getto di emissione del GRB 080319B.





Curva di luce del naked-eye GRB 080319B (GRB visibile ad occhio nudo) acquisita dalla camera ottica a grande campo TORTORA (riquadro c) confrontata con quella a più alte energie ottenuta dal telescopio BAT a bordo della missione satellitare Swift (riquadro a). Nel riquadro b è rappresentata la curva di luce della stella di confronto utilizzata per la calibrazione nel sistema fotometrico V di Johnson.

Al momento non ci sono spiegazioni fisiche convergenti. Inoltre, i dati del TORTORA misurano oscillazioni “quasi” periodiche. La scala di tempo della prima variabilità riflette il comportamento del motore interno che ha originato il GRB, molto probabilmente un fenomeno di hyperaccrescimento di massa da parte di un disco che circonda un buco nero di poche masse solari.

Il secondo fenomeno quasi periodico può essere il risultato di un particolare effetto relativistico chiamato *Lense-Thirring* e generato dalla rapida rotazione del buco nero (di Kerr) appena formatosi. Infatti, la teoria della Relatività prevede che un corpo dotato di massa produca una distorsione dello spaziotempo dovuta al proprio campo gravitazionale -come nel classico esempio della palla da bowling su un telo elastico- e che, se il corpo è in rotazione su un proprio asse, lo spaziotempo subisca una ulteriore curvatura, deformandosi in maniera particolare, come se il tessuto spaziotemporale si avvolgesse attorno all'asse di rotazione. È la prima volta che si misura una tale effetto per un oggetto posto a distanza cosmologica.

A compendio di questo articolo sono proposti tre video di approfondimento. Nel primo video è data una breve panoramica storica sul fenomeno GRB focalizzando il lavoro svolto dal gruppo di ricerca del Dipartimento di Astronomia dell'Alma Mater Studiorum. Nei restanti due filmati, i Profs. Corrado Bartolini e Adriano Guarnieri ci racconteranno brevemente della loro quarantennale esperienza personale presso l'Università degli Studi di Bologna.

Il materiale video è stato realizzato grazie alla collaborazione di Giovanni Scala studente presso l'istituto **ITIS “Luigi Di Maggio” di San Giovanni Rotondo (FG)**.

Video canale Youtube EAN correlati:

[www.youtube.com/watch?v=ZfC8xBX4c1Q](http://www.youtube.com/watch?v=ZfC8xBX4c1Q)  
[www.youtube.com/watch?v=oXFg5VCroOA](http://www.youtube.com/watch?v=oXFg5VCroOA)  
[www.youtube.com/watch?v=hjuCh68GOjE](http://www.youtube.com/watch?v=hjuCh68GOjE)  
[www.youtube.com/watch?v=6aFssKteEME](http://www.youtube.com/watch?v=6aFssKteEME)  
[www.youtube.com/watch?v=IRWpJT2p540](http://www.youtube.com/watch?v=IRWpJT2p540)  
[www.youtube.com/watch?v=EtMIBgg2gsE](http://www.youtube.com/watch?v=EtMIBgg2gsE)

NOTE:

**Nota 1:** Il gruppo di ricerca del Dipartimento di Astronomia di Bologna è composto da: A. Guarnieri, C. Bartolini, A. Piccioni e G. Greco.

**Nota 2:** Il gruppo di ricerca dell'Accademia delle Scienze Russe è composto da: G. Beskin, S. Karpov e S. Bondar.

**Nota 3:** Il team del telescopio robotico REM è composto da: G. Chincarini, E. Molinari, F. M. Zerbi, L. A. Antonelli, S. Covino, P. Conconi, L. Nicastro, E. Palazzi, M. Stefanon, V. Testa, G. Tosti, F. Vitali, A. Monfardini, F. D'Alessio, P. D'Avanzo, D. Fugazza, G. Malaspina, S. D. Vergani, S. Campana, P. Goldoni, D. Guetta, N. Masetti, E. J. A. Meurs, L. Norci, E. Pian, A. Fernandez-Soto, L. Stella, G. Tagliaferri, G. Ihle, L. Gonzalez, A. Pizarro, P. Sinclair e J. Valenzuela.



Il prof. **Corrado Bartolini** (a sinistra), all'Università di Bologna, ha insegnato Astronomia Generale, Astronomia 2 e Fisica Stellare; attualmente tiene i due corsi di Fisica dei pianeti e Astrobiologia. Dal 1969 è membro delle commissioni 27 (stelle variabili) e 42 (stelle doppie strette) dell'Unione Astronomica Internazionale. Dal 1976 ha studiato le stelle binarie emittenti raggi X, successivamente si è interessato di Pianeti extrasolari e di Gamma-Ray Burst (GRB).

**Giuseppe Greco** (nella foto a destra) si è laureato nel 2004 presso l'Università di Bologna, dove, nel 2009, ha terminato gli studi di dottorato con una borsa di studio dell'ASI. Dal 2003 collabora con lo Special Astrophysical Observatory dell'Accademia delle Scienze Russe per la costruzione e messa in opera di camere ottiche a grande campo con alto potere di risoluzione temporale. Attualmente ha una posizione di postdoctoral presso l'INAF-Osservatorio Astronomico di Bologna.

## Il calcolo della distanza delle nebulose planetarie

Lorenzo Brandi

lbrandi.fi@gmail.com

Come appare ormai consolidato, le stelle della nostra Galassia, che ad uno sguardo superficiale potrebbero apparire tutte uguali, mostrano al contrario un'ampia varietà di dimensioni, temperature, masse. Il parametro che riveste maggiore importanza nell'evoluzione stellare è proprio quest'ultimo. Tutte le stelle che, grosso modo, hanno una massa compresa fra 0.8 e 1.5 masse solari (circa l'80% di quelle conosciute) evolvono verso uno stadio definito *nebulosa planetaria*, breve, transitorio ma interessante per tutta una serie di conseguenze, legate tra l'altro anche all'eventuale arricchimento di elementi pesanti del mezzo interstellare.

Chi ha scoperto le nebulose planetarie? E' difficile rispondere ad una simile domanda. Charles Messier, che nel suo catalogo ne ha introdotte quattro? Oppure William Herschel che al profondo cielo ha dedicato ampia parte della sua carriera e che coniò il termine?

Sta di fatto che salirono agli onori della cronaca alla fine del XVIII secolo; con la risoluzione dei telescopi dell'epoca questi oggetti apparivano simili ai dischi dei pianeti come Urano e poi Nettuno e questo fu il motivo per cui si guadagnarono l'aggettivo "planetaria" pur non avendo niente a che vedere con i pianeti.

E' infatti chiara la differenza anche nell'aspetto fra una nebulosa diffusa ed una nebulosa planetaria (si veda al proposito la figura 2). Tuttavia si deve attendere il XX secolo per avere un'idea un po' più chiara sull'evoluzione stellare e sulla vera natura di questi affascinanti oggetti.



Figura 1: il cielo stellato acquisito con una posa fotografica.

Le planetarie scaturiscono da un processo durante il quale una stella espelle nello spazio sottoforma di involucro gassoso parte della propria massa. Mentre la stella centrale collassa verso lo stato finale di nana bianca emette radiazione ultravioletta che ionizza l'involucro gassoso in espansione. Gli atomi colpiti dalla radiazione ultravioletta ritornano allo stato di minima energia emettendo radiazione luminosa. Il gas emesso è in gran parte idrogeno ma vi sono tracce di molti altri elementi quali l'ossigeno, il neon, l'azoto, l'elio. A seconda delle abbondanze chimiche e della potenza della radiazione della stella la nebulosa assume colorazioni con tonalità tendenti al rosso, al verde, al blu.

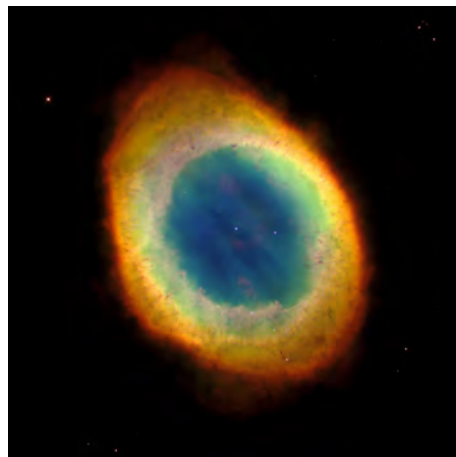


Figura 2: due nebulose a confronto. A sinistra la nebulosa diffusa in Orione, a destra la nebulosa planetaria M 57 nella Lira.

Lo spettro è ad emissione, con righe evidenti in corrispondenza alle serie degli elementi presenti, ma anche con righe peculiari. Una riga molto intensa si trova a 500,7 nm. Ai tempi della scoperta nessun elemento sulla terra emetteva tale riga, così si ipotizzò la presenza di un elemento nuovo, il nebulio, non presente sulla terra. Alcuni decenni più tardi si è scoperto invece che si tratta di una “riga proibita” dell’[O III].

Le velocità tipiche di espansione della *shell* gassosa spaziano tra i 20 ed i 30 km/s e le dimensioni sono, come ordine di grandezza, intorno all’anno luce. Data la relativamente rapida rarefazione dell’involuppo, la prospettiva di vita di questi oggetti si aggira sui 10000 anni. Questo è il motivo per cui le nebulose planetarie sono relativamente rare. Possiamo capire meglio questo fatto con un’analogia: anche se i frutti cadono dagli alberi è difficile assistere all’istante in cui cadono! Nei dintorni del Sistema Solare non ce ne sono e complessivamente nella Galassia se ne contano di sicure circa 2000. D’altra parte l’alta luminosità intrinseca ci permette di individuarne anche di lontane. Lontane quanto? Certamente siamo abili ad individuarne addirittura in galassie esterne alla nostra, ma se ci limitiamo alla Galassia potremo restare incerti sulla risposta da dare, visto che la distanza si conosce solitamente solo in maniera molto approssimativa. Paradossalmente abbiamo meno incertezza nella determinazione delle planetarie extragalattiche che di quelle galattiche, dal momento che tutta la galassia nella quale si trovano ospiti ha

praticamente la stessa distanza, ricavabile dalle cosiddette *candele standard*.

Se già dal XVIII secolo sono state osservate, nel XIX sono state classificate come categoria, nel XX secolo si è capito qualcosa sulla loro natura, il XXI secolo deve essere quello in cui troveremo la loro distanza con un alto grado di precisione.

Abbiamo intanto capito che studiare le nebulose planetarie è importante perché conoscerle significa aprire uno squarcio nelle conoscenze della maggior parte delle stelle, fra le quali anche il nostro Sole, oltre tutto in un momento di svolta, “appena” prima che incominci la contrazione definitiva verso lo stato finale di nana bianca.

Purtroppo tutti i parametri sono conosciuti a meno di un fattore di proporzionalità perché non sappiamo quantificare la loro distanza. Se avessimo la possibilità di determinarla saremmo capaci di trasformare questa variabile indipendente in un coefficiente moltiplicativo noto.

Il secolo appena trascorso ha approntato una serie di metodi per dedurre la distanza ma tutti hanno dato risultati incerti, oppure hanno dato risposte accurate ma per un numero troppo ristretto di oggetti. Ancora oggi dunque conoscerne le distanze rappresenta una delle maggiori sfide.

E’ un vero peccato dal momento che esse rappresentano l’evoluzione delle più comuni stelle che popolano l’Universo e, al tempo stesso, offre pure un’anteprima sull’aspetto che verosimilmente mostrerà il Sole fra circa cinque miliardi di anni. Probabilmente l’avvento dei nuovi strumenti, in particolare dei telescopi spaziali, po-

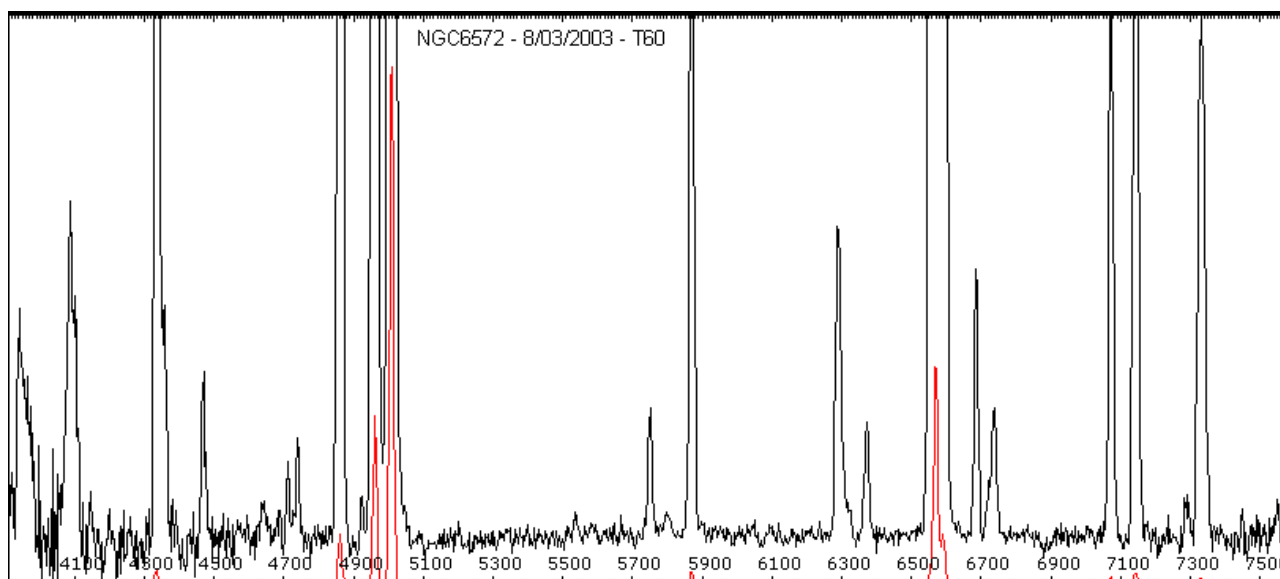


Figura 3: profilo spettrale della nebulosa NGC 6572 ottenuto con due scale di amplificazione verticale. In tale spettro predominano le righe  $H\alpha$ ,  $H\beta$ , della serie di Balmer e l’[O III]. (immagine prelevata dal sito [www.astrosurf.com](http://www.astrosurf.com))

trebbe cambiare la situazione nel giro dei prossimi dieci, quindici anni.

Alla fine del secolo l'interesse degli astrofisici per la distanza delle nebulose planetarie galattiche si era andato raffreddando, forse in virtù della consapevolezza delle difficoltà a cui si andava incontro. Gli ultimi lavori erano una pubblicazione di Mal'kov e Yu del 2000 ed un lavoro di Zhang consistente in una determinazione basata su metodi statistici.

Qualche anno dopo però, in seno alla comunità scientifica, le cose cambiarono. Finalmente l'interesse per le planetarie riprese vigore tanto da avere ben due simposi nel giro di soli 5 anni. L'ultimo simposio dell'International Astronomical Union si tenne in aprile 2006 alle isole Hawaii. Per la cronaca i precedenti si erano tenuti in Cecoslovacchia (1967), negli Stati Uniti (1976), nel Regno Unito (1982), in Messico (1987), in Austria (1992), in Olanda (1996) ed in Australia (2001). Durante il simposio hawaiano una sessione fu dedicata proprio alla distanza delle nebulose planetarie galattiche. Nell'occasione si registrarono due interventi, uno di D. J. Frew della Macquarie University (Australia) e Q.A. Parker dell'Anglo-Australian Telescope ed un altro di A.R. Hajan del U.S. Naval Observatory. Anche se obiettivamente tali interventi non hanno portato contributi significativi, se non altro sono serviti a risvegliare l'interesse per l'argomento. Frew e Parker si concentrarono principalmente sulle planetarie vicine (entro 1 kpc dal Sole). Il loro report mise in luce la delicatezza da prestare per rimuovere le candidate che ad una più attenta analisi si sono rivelate essere sfere di Strömgren. Poi si è trattato di adottare una variante del metodo di Shklovsky, di cui parleremo più avanti. A proposito delle sfere di Strömgren ci basti sapere solamente che si tratta di oggetti, la cui esistenza è stata dapprima supposta teoricamente, associati a stelle giovani di tipo O o B, avviluppate in *shell* di idrogeno ionizzato. Il metodo di Shklovsky appena nominato sopra, assume costante la massa ionizzata. Esso, come vedremo, non risulta molto affidabile. Tende infatti a sottostimare le distanze. Approfondiremo più avanti il metodo. I due autori hanno così pensato di ricavare il valore di massa ionizzata dalla brillantezza superficiale ma non in luce visibile, bensì sull'intensità nella riga dell'eccitazione dell'idrogeno, detta H $\alpha$ . Questa variante voleva scongiurare anche il rischio di perdere gli oggetti più deboli. Il calcolo è stato eseguito calibrandolo su un campione di prova di circa cento planetarie, di cui si aveva una stima della distan-



*D.J. Frew ( a sinistra) e Q.A. Parker sono due astrofisici australiani che si sono occupati della determinazione delle distanze delle nebulose planetarie.*

za, anche se approssimativa, ricavata con altri metodi. Anche se parte del lavoro attende ancora di essere pubblicato, estrapolando l'accurata quantificazione del numero di nebulose planetarie nel nostro vicinato (tenendo conto pure di quelle perse per estinzione), l'ipotesi dei due autori era che la Galassia contenga tra 23000 e 33000 planetarie. L'altro contributo fu quello di Hajan, il quale espose il proprio lavoro basato sul metodo della velocità statistica, definito talvolta anche metodo parallattico di espansione. L'intervento mise in evidenza alcune cause d'errore del metodo come l'assunzione di una velocità d'espansione della *shell* costante, l'espansione uniforme lungo le varie direzioni, le onde d'urto che si instaurano e che possono dare origine a getti con velocità variabile. Per cercare di ovviare a questi problemi Hajan dedusse la velocità di espansione dal gradiente della brillantezza nebulare, ad una data epoca. Il resto dell'intervento si concentrò sulle metodologie presenti in letteratura.

Abbiamo detto che i due contributi sono serviti a riprendere in considerazione la questione della distanza. I lavori presentati sono solo delle varianti su filoni d'indagine già utilizzati, ma attendiamo che vengano pubblicati i risultati definitivi visto che sono stati eseguiti grazie a nuove osservazioni, come al solito più accurate delle precedenti. A cinque anni di distanza però sembriamo essere ancora una volta fermi. Eppure il congresso hawaiano sembrava aver dato nuova linfa alla determinazione delle distanze delle nebulose planetarie! Ci sentiamo in dovere di fare una considerazione: solitamente uno sviluppo significativo in un qualunque filone d'indagine coincide o con una metodologia rivoluzionaria o con uno sviluppo tecnologico di notevoli proporzioni, come ad esempio il passaggio dall'occhio nudo al telescopio.

Sarebbero ben accetti metodi originali, ma anche i metodi tradizionali potrebbero condurre a buoni risultati perché siamo alle soglie di una svolta rivoluzionaria dal punto di vista tecnologico che dovrebbe aprirsi nel nuovo decennio con l'entrata in funzione di telescopi davvero speciali, come i giganti terrestri (E-ELT, GMT, il mastodontico ma ancora piuttosto fantascientifico OWL) e di missioni come SIM e GAIA direttamente nello spazio. Per sapere cosa chiedere e cosa aspettarci dagli strumenti del futuro può tornare utile rivedere le tecniche utilizzate finora e confrontarle.

Comunque è interessante notare che per quanto i telescopi sempre più grandi consentano di avere delle determinazioni più accurate (oltre a scoprire nuovi oggetti), anche telescopi modesti potrebbero dire la loro. La maggior parte dei metodi escogitati non necessitano di grandi aperture, pertanto, in condizioni di cieli bui e di montature stabili, in teoria sarebbero alla portata anche degli astrofili più evoluti. Essi potrebbero così portare un contributo significativo alle planetarie già conosciute accollandosi il lavoro di acquisizione dati e perché no anche di riduzione.

A beneficio di tutti, astrofili e non, riassumiamo quelli che sono i metodi oggi in uso per determinarne la distanza.

Esistono essenzialmente due filoni attraverso i quali determinare la distanza: quello della determinazione individuale diretta e quello della determinazione indiretta. Per una maggiore comprensione noi divideremo le metodologie sotto tre casistiche: la prima prende come riferimento la nebulosa planetaria e la tratta come una normale stella, la seconda prende in esame le loro peculiarità, la terza prende sempre le mosse dalle peculiarità che contraddistinguono le nebulose ma assume uno dei parametri come noto, imponendolo da fonti diverse, solitamente statistiche.

Bisogna considerare anzitutto che le planetarie sono pur sempre stelle (anche se in età molto avanzata) e in quanto tali possiamo stimare la loro distanza con i metodi tradizionali adottati per le altre stelle. Un metodo come quello parallattico, però, non è quasi mai applicabile perché le nebulose planetarie sono oggetti molto appariscenti, si vedono bene anche se sono a grande distanza. La parallasse allora, teorica-

mente sempre applicabile, ha al tempo stesso una quantificazione così piccola da confondersi entro gli errori sperimentali.

Per di più una nebulosa planetaria è una stella avviluppata in una *shell* gassosa che dunque disturba nella determinazione accurata della sua posizione.

### Parallasse

Il primo, più immediato, metodo è quello della parallasse annua. E' sufficiente osservare lo spostamento angolare dell'oggetto in due distinte serie di osservazioni separate di circa sei mesi e valutare lo spostamento dell'oggetto rispetto alle stelle di campo (che dovrebbero mantenere praticamente immutata la loro posizione).

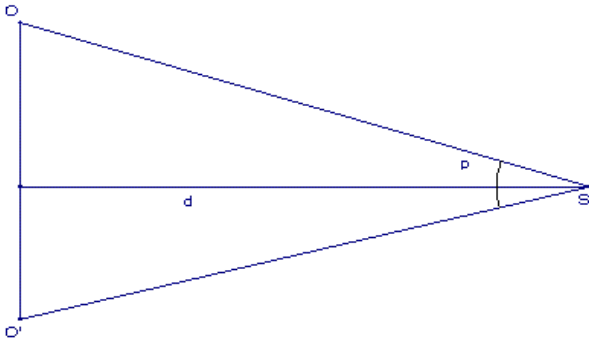
La distanza, facendo riferimento alla figura nella pagina seguente, è data da:

$$d = OO' \cot(p/2) \approx \frac{OO'}{p/2}$$

dove l'angolo (p) deve essere espresso in radianti e la distanza viene fornita nelle stesse unità della base (OO'). Nella parallasse annua la base è l'orbita terrestre e quindi OO' si aggira sui 300 milioni di km.

Anche se l'inviluppo gassoso disturba l'osservazione della radiazione stellare, il metodo è sempre possibile, in linea di principio. Sfortunatamente le planetarie note sono così distanti dalla Terra che il loro moto apparente è minore dell'incertezza stessa di posizione, per cui questo metodo, prima dell'entrata in funzione del satellite Hipparcos nell'agosto del 1989, aveva fornito una stima di distanza solo per NGC 7293. La parallasse stimata era di 0.020" corrispondente ad una distanza di 50 parsec. Grazie ad Hipparcos oggi si hanno valutazioni di parallasse di due decine di questi oggetti. Ma se è vero che la Galassia ne contiene più di 20000 è un po' pochino. L'avvento di telescopi più sofisticati e precisi posizionati in orbita (cioè fuori dell'atmosfera) può aumentare il numero ma non in maniera significativa, tanto più che le ottiche adattive già oggi rendono le prestazioni da Terra paragonabili a quelle nello spazio.

Una variante del metodo è quella del moto proprio (o parallasse secolare). Se consideriamo un sistema (ad esempio un ammasso aperto o globulare) e facciamo l'assunzione che il moto medio del centro di massa dell'oggetto sia trascurabile rispetto a quello di rivoluzione nella Galassia, possiamo determinare la sua distanza considerando la variazione della posizione rispetto allo



Con il metodo della parallasse, la distanza ( $d$ ) viene dedotta dalla conoscenza della base ( $OO'$ ) e dall'angolo di parallasse ( $p$ ).

sfondo, non basandosi su osservazioni distanziate di sei mesi (come nella parallasse annua) ma su un intervallo, teoricamente grande a piacere, così da allargare il più possibile la linea di base ed ottenere valori più accurati. Considerando che la Terra si muove attorno al centro galattico ad una velocità di 250 km/s per ottenere uno spostamento angolare più consistente di quello della parallasse annua sarebbe sufficiente una quindicina di giorni. Naturalmente la faccenda risulta moto più complessa perché i moti propri degli oggetti perturbano significativamente la determinazione del vero effetto parallattico rispetto a tutti gli altri, ecco perché si prediligono i sistemi stellari, quasi privi di moto proprio. Comunque con una base di alcuni anni si ottengono valutazioni discrete. Qualora l'astro si trovi isolato la determinazione diviene più incerta perché dobbiamo attribuire *a priori* una stima del moto proprio. Ancora una volta, non ci sono planetarie abbastanza vicine per applicare il metodo su tempi ragionevoli, per cui alla lista non se ne aggiungono che poche unità. Purtroppo ci sentiamo di dire che il metodo non porterà frutti neanche nei prossimi decenni per il semplice motivo che ormai le planetarie che sono così vicine da valutarne la distanza con metodi parallattici sono quasi esaurite.

### Sistema doppio o multiplo

Sappiamo che un numero consistente di stelle (probabilmente la maggior parte) appartiene a sistemi binari o multipli (si veda a proposito la figura 3). Qualora una planetaria concorra a formare un sistema doppio, la sua distanza può essere determinata dalla distanza della compagna. Non certo mediante la paral-



un sistema doppio, nella fattispecie Mizar e Alcor.

lasse, ma se si tratta di una stella "normale", vale a dire una stella della sequenza principale del diagramma H-R (come risulta dallo studio dello spettro), la sua distanza può essere determinata con una buona affidabilità, considerando la differenza fra magnitudine apparente ed assoluta, desunta dall'osservazione spettrale. Questo metodo si può applicare teoricamente a tutte le planetarie di sistemi doppi, che sono circa il 10%, ma sembra sottostimare un po' la distanza. Meglio ancora l'appartenenza ad un sistema multiplo, ad un gruppo di stelle legate gravitazionalmente, come un ammasso, dal momento che in questo caso almeno una stella di sequenza principale si trova, oltre a poter operare una media fra le indicazioni di tutte le stelle visibili nell'ammasso. Questo sistema, oltre a dare una presunta sottostima, serve con poche planetarie. In altre parole si ottiene una stima incerta (perché non può tener conto delle eventuali peculiarità delle stelle costituenti l'ammasso) e per un numero esiguo di oggetti.

### Velocità di gruppo

Questo metodo si situa a metà strada fra i metodi appannaggio delle stelle comuni e quelli statistici. Assumiamo ancora che il nostro oggetto appartenga ad un ammasso. In questo caso si suppone che i moti propri, caotici, siano a media nulla e che pertanto la loro media corrisponda alla velocità del gruppo. La componente radiale viene stimata mediante l'effetto Doppler e la componente tangenziale dallo spostamento angolare. Il trucco consiste nell'andare a cacciare delle planetarie lungo i bordi degli ammassi dove la contaminazione delle altre stelle è minore. Come si può arguire lo spostamento angolare, ammeso che sia misurabile (che di norma non lo è almeno per un breve intervallo di anni), stima la velocità solo se si conosce già la distanza. Si può uscire dal circolo vizioso facendo delle assunzioni *a priori*.



*L'ammasso globulare M 80.*

Ancora una volta la penuria di nebulose vanifica la tecnica, visto che la sola Ps-1, scoperta nel 1928, è chiaramente facente parte dell'ammasso globulare M 15 e quindi con una distanza ben stimata di 10 kpc. Si sospetta che al più una seconda candidata, NGC 2818, possa aggiungersi alla lista.

Veniamo finalmente ai metodi che coinvolgono le peculiarità fisiche delle planetarie.

### **Espansione della shell**

Laddove è possibile, si cerca di valutare l'espansione radiale della *shell* gassosa, preferibilmente con metodi spettroscopici, ma anche per altre vie.

La strada forse che sembrerebbe più immediata consiste nel determinare la velocità di espansione lineare mediante l'effetto Doppler e di compararla con l'espansione angolare. Questa strada non è percorribile perché l'espansione angolare, per oggetti così distanti, è talmente lenta che risulta apprezzabile solo nell'arco di almeno qualche decennio.

La velocità di espansione lineare viene comparata con la velocità di espansione angolare ottenuta tramite immagini dello stesso oggetto, prese in date diverse, il più possibile separate nel tempo.

Questo metodo presenta numerosi inconvenienti dovuti sia al fatto che le vecchie foto sono poche, di risoluzione bassa e non di rado ulteriormente degradate dal tempo, sia alla non uniforme distribuzione dell'emulsione sulle lastre fotografiche, sia alla difficoltà di trovare peculiarità ben nette e definite. Infine, non va dimenticato, che il passaggio da uno strumento all'altro introduce un'altra fonte di incertezza. Una via alternativa, che però sconfi-

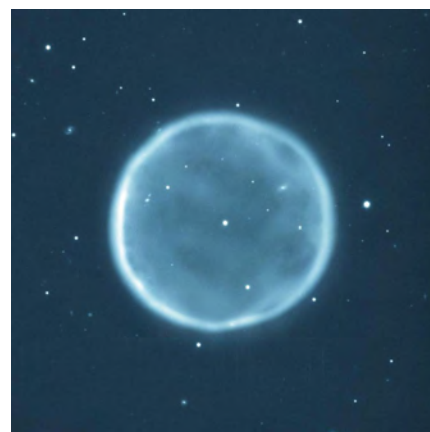
na nei metodi statistici, attribuisce all'espansione il valore costante di 20 km/s.

### **Atmosfera della stella centrale**

Un altro espediente per valutare la distanza sfrutta l'atmosfera della stella centrale. Il principio si basa sul confronto del profilo ad alta risoluzione delle righe spettrali di assorbimento della stella centrale, con le predizioni di modelli teorici computati. Da questo confronto si evincono parametri quali la temperatura, l'abbondanza di elio nell'atmosfera e la gravità alla superficie. La gravità accoppiata con una stima della massa fornisce il raggio e da esso la magnitudine assoluta. Il confronto tra la magnitudine assoluta e quella apparente osservata dà la distanza. La limitazione proviene dal fatto che si può applicare solo a nebulose relativamente vicine, per cui lo spettro della stella centrale sia ben evidente e con poco disturbo nebulare.

### **Estinzione**

Il metodo dell'estinzione si basa sull'assunzione che le polveri interstellari, che provocano assorbimento della radiazione, siano distribuite in modo abbastanza uniforme in un intorno sufficientemente piccolo della direzione in cui si trova l'astro in questione, lungo la distanza tra noi e le stelle presenti in tale intorno (si faccia riferimento alla figura 6). Si cerca preliminarmente di risolvere la questione a proposito di un numero consistente di stelle in un intorno piccolo del campo occupato dalla planetaria. Le stelle, sperabilmente a varie distanze, consentono di tracciare la curva di estinzione, lungo tutta la linea di vista, dalla stella più vicina fino alla più lontana. Indipendentemente, ad esempio dai rapporti tra le righe spettrali, si deduce l'assorbimento della pla-



*Tipica immagine di nebulosa planetaria (nella foto Abell 39) dall'involuppo gassoso ben netto.*

netaria e per interpolazione ne possiamo stabilire la distanza, attraverso la formula

$$M-m-5+A=-5 \log d$$

dove  $M$  e  $m$  sono le magnitudini assoluta ed apparente,  $A$  l'estinzione e  $d$  la distanza. Per determinare l'estinzione della nebulosa planetaria si hanno più metodologie che spaziano dall'ottico al radio. Dal momento che l'assorbimento è selettivo, maggiore sulle alte frequenze e minore sulle basse frequenze, gli oggetti in esame, stelle e nebulosa, vengono arrossate e quindi il metodo viene spesso definito, all'inglese, *reddening*.

Nel suo complesso il metodo è semplice ma incontra alcune difficoltà. Intanto, per ovviare a disomogeneità del mezzo, il cono di vista deve essere molto piccolo, ma in questo modo vi cadono poche stelle. Poi siamo sempre costretti a fare un'interpolazione lineare fra la stella immediatamente più vicina e quella più lontana.

Per giunta il metodo funziona tanto meglio quanto più l'immagine è assorbita. Questo limita la considerazione a quelle nebulose di bassa latitudine galattica, ovvero nelle regioni maggiormente "polverose". Infine, il problema forse più grave, è l'autoassorbimento prodotto entro la nebulosa stessa.

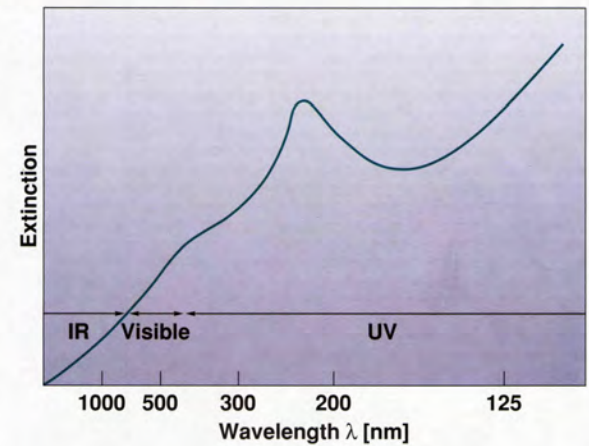
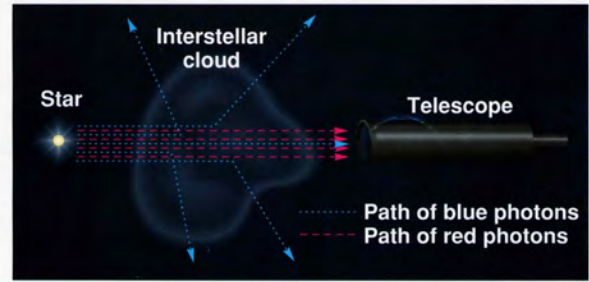
Analogamente alle analisi ottiche ed infrarosse, si può sfruttare l'assorbimento prodotto dal mezzo interstellare della riga a 21 cm dell'idrogeno (nel campo radio) dove la nebulosa emette un continuo.

L'intensità ricevuta a terra dipende dall'emissione e dall'assorbimento prodotto dall'idrogeno neutro presente lungo la linea di vista, oltre naturalmente alla distanza. Il metodo sembra dare risultati accettabili per una certa quantità di oggetti anche se sussistono gli stessi problemi presenti nell'ottico, come la determinazione della densità dell'idrogeno neutro che varia lungo la linea di vista alle varie distanze.

### Righe spettrali di pseudorisonanza

La pseudorisonanza è quel fenomeno per cui certe frequenze della radiazione elettromagnetica sono eccitate a transizioni da alcuni livelli metastabili ad altri di energia superiori, con il conseguente assorbimento di un fotone. Tale eccitazione si manifesta nello spettro come una riga di assorbimento. Combinando insieme questa informazione spettrale con la profondità ottica, si può, in linea di principio, desumere la distanza della nebulosa.

Fino ad oggi questo metodo è stato poco usato per cui mancano indicazioni sulla sua affidabilità.



Interstellar reddening and interstellar extinction.

*Immagine esemplificativa dell'effetto reddening. Una nuvola interstellare diffonde più efficacemente i fotoni blu rispetto a quelli rossi che raggiungono il telescopio.*

Nei metodi statistici, abbiamo già accennato, una quantità significativa ai fini della determinazione della distanza viene considerata costante in tutte le nebulose.

### Massa costante

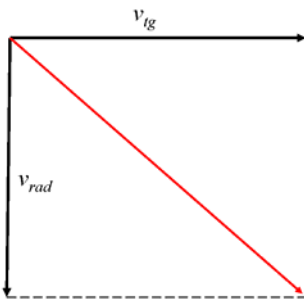
Il metodo di Shklovsky (detto della massa costante), ampiamente usato da quasi mezzo secolo, fonda la propria consistenza nella correlazione, peraltro alquanto debole, fra la massa ionizzata ( $M_i$ ), la luminosità assoluta e il volume occupato. Il raggio ( $r$ ) della *shell* è dato da:

$$r = M_i^{2/5}$$

Zhang, alla fine del secolo scorso, desunse questa legge empirica. I parametri furono forniti da Zhang stesso ricavandoli da quelle (poche) planetarie in cui tali parametri erano noti per via indipendente.

La comparazione fra il volume effettivamente occupato e le dimensioni angolari osservate, assumendo una simmetria sferica del gas, danno la distanza.

Le osservazioni vengono eseguite nell'ottico o in qualche banda del visibile, come nelle righe dell'ossigeno, dell'azoto o dell'idrogeno.



schema esemplificativo del metodo della velocità statistica. Assumendo uguali le componenti di velocità radiale e tangenziale si finisce per attribuire un moto a 45° rispetto al riferimento.

Esso non tiene conto del fatto che l'astro è un oggetto in evoluzione, dal momento che si tratta di gas in espansione. L'aumento delle dimensioni provoca una rarefazione la quale ha come conseguenza un aumento di massa ionizzata. Infatti la principale causa della ionizzazione è la radiazione della stella centrale e ad una diminuzione di densità aumenta il cammino libero medio dei fotoni.

Oltre tutto, a parte l'assunzione costante della massa ionizzata e la correlazione debole col volume, un ulteriore limite di applicabilità è determinato dalle irregolarità locali dell'involuppo gassoso, cioè dal fatto che non tutto il volume è riempito in modo uniforme dal gas. Di conseguenza la stima della distanza porta con sé un'ampia dispersione. Ciononostante il metodo ha goduto di vasto credito negli anni '60 e '70 grazie ad un estensivo uso di esso da parte di O'Dell, Seaton, Cudworth, Milne ed Aller.

### Velocità statistica

In questo caso si assume che l'astro abbia la componente tangenziale e quella radiale di moto rispetto alla Terra, sostanzialmente uguali. La velocità radiale viene ben valutata mediante l'effetto Doppler. Attribuendo questo valore anche al moto tangenziale si ricava il rapporto fra spostamento angolare ed effettivo, da cui poi la distanza. Le controindicazioni sono evidenti: niente giustifica *a priori* un moto dell'astro a 45° rispetto al riferimento della Terra.

### Magnitudine costante

La metodologia suddivide le nebulose in due gruppi, quelle otticamente sottili e quelle otticamente spesse. La divisione si rende necessaria per rendere ragione delle proprietà fisiche. La prima categoria comprende gli og-



Il russo Iosif Shklovsky (1916-1985) è stato uno dei maggiori astronomi del secolo scorso.

getti di bassa densità e per questi oggetti vale ancora la formula del metodo di Shklovsky, della massa ionizzata costante ricadendo così in esso, mentre nella seconda (quelli a densità maggiore) viene fatta l'assunzione che sia la magnitudine assoluta nebulare costante. Comparando la magnitudine apparente con quella assoluta si ricava la distanza, sempre mediante la (1).

Il metodo in generale può applicarsi a qualsiasi tipo di oggetto, ma ha un certo grado di affidabilità solo per certi specifici casi limitati. Infatti non tiene conto dell'ampia variabilità dei valori individuali di magnitudine.



Lorenzo Brandi si è laureato in Astronomia all'Università di Bologna, presso la stessa Università, nel 2006 ha conseguito un Master di II livello: 'Matematica per le applicazioni'. Ha acquisito una certificazione per attività didattiche e divulgative delle scienze che gli ha permesso di collaborare per alcuni anni con l'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze. Dal 2003 è Tutor (referente scientifico) a villa Demidoff presso il Laboratorio di Didattica Ambientale. Ha tenuto lezioni del Planetario di Firenze, presso la Fondazione Scienza e Tecnica. Le effemeridi astronomiche da lui prodotte sono state fornite alle edizioni Chiaravalle e a Frate Indovino per la realizzazione dei loro almanacchi e calendari e dal 2007 collabora con la rivista 'le Stelle' e con 'la Stampa' di Torino per l'inserito 'Tutto Scienze & Tecnologia' per la pubblicazione di articoli di carattere astronomico. E' docente precario di matematica e fisica nella scuola secondaria superiore.

## Come osservare la prossima supernova galattica

Corrado Bartolini

Nel 1054, nella costellazione del Toro, apparve un astro talmente luminoso da essere visibile anche di giorno, (fig. 1). Altri due astri di poco meno brillanti comparvero nel 1572 (fig. 2) e nel 1604, rispettivamente nelle costellazioni di Cassiopea e di Ofiuco (fig. 3). Sono state queste le ultime tre supernovae esplose nella nostra galassia mentre centinaia di supernovae sono state osservate nelle altre galassie molto più distanti e meno luminose.

### Quando apparirà la prossima supernova galattica?

Nessuno può dirlo: forse fra un mese forse fra un secolo. Dipende dalla distanza della stella e da quanto tempo è avvenuta l'esplosione, ma è probabile che i fotoni di tutte le frequenze siano già partiti e si stiano avvicinando alla Terra a 300 mila chilometri al secondo. Quello che è sicuro è che nel cielo apparirà un astro luminosissimo, brillante forse più del pianeta Venere e che di esso parleranno anche i quotidiani. E' probabile che compaia in vicinanza della Via Lattea, ad esempio nelle costellazioni del Sagittario, dell'Aquila, del Cigno, del Toro, di Orione o di Cassiopea che in autunno brilla alta nel cielo verso nord. La supernova è un fenomeno che distrugge completamente una stella con due differenti



Fig. 1: La nebulosa M1 è il residua della supernova esplosa nel 1054 d.C., che fu osservata con costanza dagli astronomi cinesi.

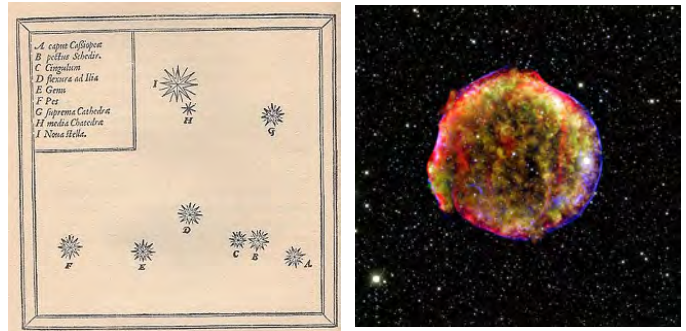


Fig. 2: Nel disegno a sinistra, sono raffigurate alcune stelle in Cassiopea e, indicata con la lettera I, è riportata la supernova osservata da Tycho Brahe a partire dall'11 novembre 1572. Il disegno è tratto dall'opera, composta dallo stesso Tycho: "De Nova stella", nella quale sono raccolte le sue numerose osservazioni della nuova stella e nella quale troviamo formulata la rivoluzionaria affermazione che non esiste alcuna inalterabile sfera cristallina sulla quale sono trapuntate le stelle. Nell'immagine a destra, i resti della Supernova di Tycho nei raggi X, sovrapposta ad un'immagine ottenuta nel visibile. Qualche studioso di storia dell'astronomia afferma che non fu Tycho ad osservarla per primo: probabilmente fu preceduto da Wolfgang Schuler (? - 1575) che la vide cinque giorni prima.

modalità: un astro singolo di massa superiore a 8 masse solari che, giunto alla fine della sua evoluzione, non avendo più combustibile nucleare, esplose in modo catastrofico lanciando nello spazio, a 20 mila km al secondo, gran parte della materia di cui è composto, oppure si tratta di una stella doppia: una nana bianca di circa 1.4 masse solari con una compagna che le cede massa. Quando la massa della nana bianca supera il valore critico di 1.44 masse solari, le forze di pressione dovute agli elettroni non riescono più a controbilanciare la forza di gravità e la stella esplose come un gigantesco fuoco artificiale. Nel primo caso si forma un corpo collassato: una stella di neutroni o un buco nero, nel secondo invece non resta niente.

Quando questo astro luminosissimo apparirà, che cosa è opportuno fare? Circa quaranta anni fa posi questa domanda al Prof. Leonida Rosino (fig. 4), direttore dell'osservatorio di Asiago e lui rispose:

"Caro Bartolini, la prima cosa che deve fare è di telefo-

narmi a qualsiasi ora del giorno o della notte”

In prima battuta anche io darei stesso lo consiglio: il numero di telefono dell'osservatorio di Loiano è 051 6544434, quello dell'osservatorio di Asiago 0424 600011. L'astronomo di turno quella notte comincerebbe a prendere spettri dell'oggetto, che sarebbero preziosi perché rapidamente variabili; da essi si capirebbe di quale tipo è la supernova. Ma anche senza spettrografo un astrofilo può compiere importanti osservazioni cercando di costruire le curva di luce dell'oggetto (fig. 5), che in questa prima fase è ancora piuttosto misteriosa, non essendo mai stata osservata. Sarebbe molto utile avere con sé un foglio su cui scrivere l'ora e la magnitudine apparente stimata confrontando l'oggetto con gli astri più brillanti del cielo.

La magnitudine è una misura della debolezza di una stella: le stelle appena visibili ad occhio nudo sono di magnitudine +5, le più brillanti di magnitudine +1, come Aldebaran, l'alfa del Toro, o addirittura o come Vega l'alfa della Lira, che in autunno si vede verso nord ovest. Corpi più brillanti di Vega, come certamente sarà la supernova galattica, hanno magnitudine negativa: il Sole -26.7, la Luna piena -12, Venere, che fra poche settimane sarà visibile ad ovest poco sopra l'orizzonte, è ora di magnitudine -3.8, ma allontanandosi dal Sole diverrà sempre più brillante fino a raggiungere magnitudine -4.8 ai primi di maggio. Giove, che alla sera brilla verso est, è di magnitudine -2.9; al mattino esso è ancora visibile alto sull'orizzonte verso ovest, mentre ad est sotto la costellazione di Orione, inconfondibile per la sua simmetria, c'è Sirio, la stella più luminosa del cielo di magnitudine -1.4. Quando sarà il momento, non fatevi cogliere impreparati a questo evento rarissimo e le vostre osservazioni, sommate a tutte le altre, aiuteranno a scoprire i misteri dell'universo.



Fig. 4: Leonida Rosino (1915-1997), eminente astronomo, per decenni direttore dell'Osservatorio astronomico di Padova, svolse attività di ricerca in numerosi campi dell'astronomia, dalle stelle variabili agli ammassi globulari; scoprì ben 23 supernovae.

### Supernovae storiche

- **anno 185 d.c.:** esplosione della SN 185 nella costellazione del Centauro, osservata da astronomi cinesi.
- **anno 1006 d.c.:** esplosa nella costellazione del Lupo, osservata da astronomi europei ed orientali.
- **anno 1054:** nella costellazione del Toro esplosione della SN 1054 e formazione della Nebulosa del Granchio. Osservata dagli astronomi cinesi e forse dagli indiani d'America.
- **anno 1181:** esplose nella costellazione del Cigno la SN 1181, con la probabile formazione della pulsar 3C 58, osservata da astronomi cinesi e giapponesi.
- **anno 1572:** SN esplosa nella costellazione di Cassiopea, fu la supernova osservata da Tycho Brahe, il cui libro in latino: "Sulla stella nuova" dette origine al nome "nova" per queste stelle.
- **anno 1604:** supernova nell'Ofiuco, SN 1604, osservata da Keplero e Galileo, spesso è chiamata la stella di Keplero. E' l'ultima supernova osservata nella Via Lattea.
- **XVII° secolo:** una ulteriore supernova è esplosa nella costellazione di Cassiopea dando origine alla potente sorgente radio Cassiopea A. Poiché la supernova è stata fortemente oscurata dalle polveri galattiche non è stata osservata dagli osservatori dell'epoca. Forse solamente John Flamsteed la osservò il 16 agosto 1680 come una debole stella.

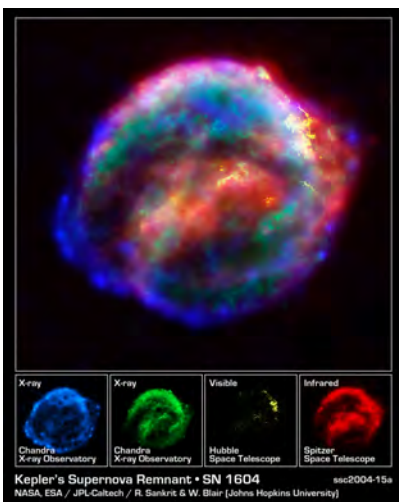
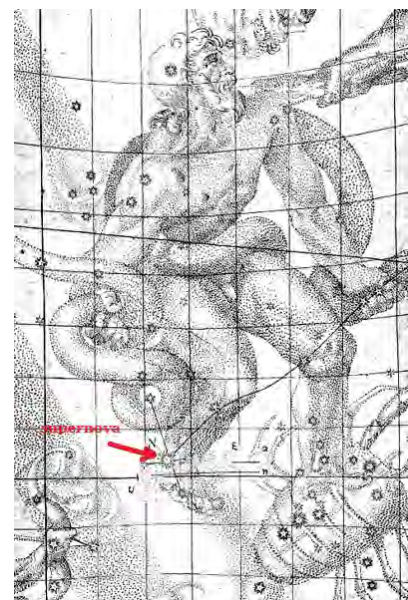


Fig. 3: A sinistra, immagine in falsi colori dei resti della supernova 1604 che fu osservata, tra gli altri, da Keplero e Galileo (immagine del telescopio spaziale Hubble).

A destra, la posizione della supernova, riportata in una stampa inserita da Keplero nella sua opera dedicata alla nuova stella: "De Stella Nova in Pede Serpentarii". Essa fu indicata da Keplero con la lettera "N". La SN fu visibile ad occhio nudo per ben 18 mesi. Si è trattato dell'ultima supernova osservata nella nostra galassia, si veda anche la curva di luce di fig. 9.



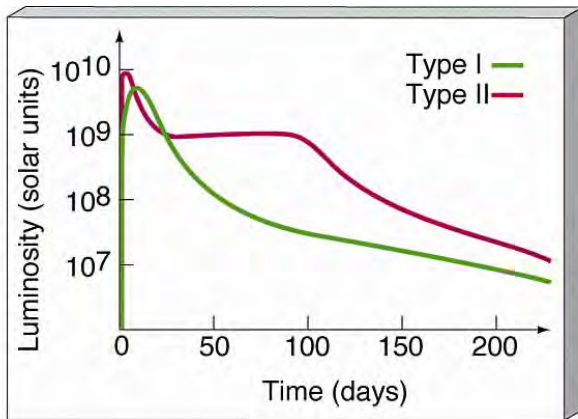


Fig. 5: Curve di luce delle supernovae di tipo I e II.

### Supernovae recenti particolarmente luminose

**1987** – Supernova 1987a (fig. 6 in basso, i residui) osservata entro poche ore dopo la sua esplosione, è stata la prima occasione per testare le moderne teorie sulla formazione di supernovae con le osservazioni.

**2006** – Supernova SN 2006gy osservata la prima volta il 18 settembre 2006, si trova nella galassia NGC 1260 a circa 240 milioni di anni luce. Nel 2007 scienziati della NASA descrissero questo fenomeno come "la maggiore esplosione stellare mai registrata". La stella originaria, che aveva una massa pari a 150 volte quella del sole, presenta analogie con la vicina Eta Carinae.

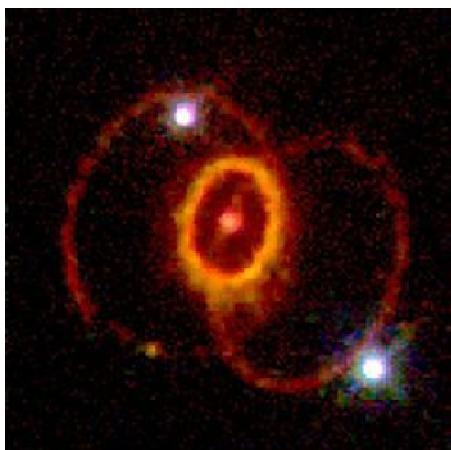
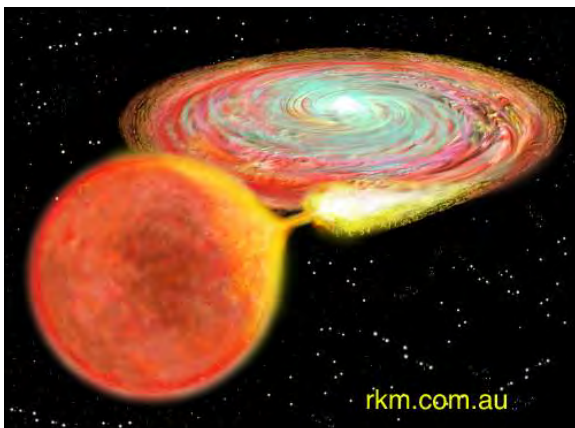


Fig. 6: a sinistra, in alto: SN di tipo Ia; sotto, residuo della SN 1987a. E' una SN di tipo II-p

### Supernovae di tipo I e II

L'esplosione di una supernova è un fenomeno relativamente raro: in effetti si osservano solamente, in media, tre supernovae per secolo in una galassia.

La prima supernova extragalattica è stata osservata nel 1885 in M31, nella costellazione di Andromeda (fig. 7).

Nel momento del suo massimo splendore una supernova può divenire luminosa quanto la galassia che la ospita, fino a dieci miliardi di volte quella del Sole e l'energia liberata è enorme, pari a circa  $10^{45}$  Joule. La maggior parte della massa è eiettata nel corso dell'esplosione, dando origine ai resti della supernova (si vedano le figg. 1,2,3).

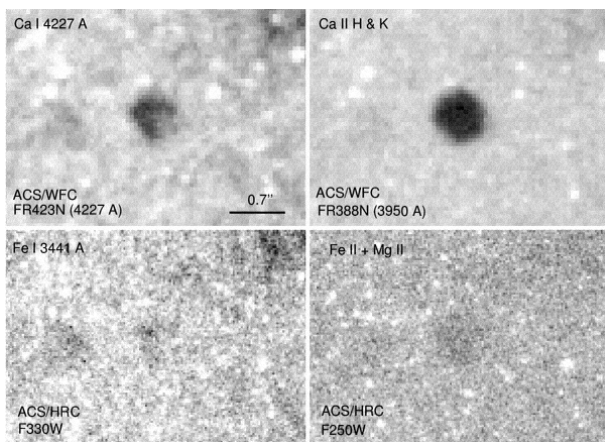
Si distinguono due tipi di supernovae che differiscono per la curva di evoluzione della loro luminosità in funzione del tempo.

Le Supernovae di tipo I non si originano da stelle singole ma da sistemi binari, costituiti da due stelle vicine che ruotano intorno ad un centro di gravità comune, una nana bianca e da una stella compagna. La materia di cui è composta la nana bianca, a causa della densità e della pressione molto elevate, si trova in uno stato "degenere" che è stabile solo se la massa della stella è inferiore a un valore limite detto "massa di Chandrasekar", pari a 1,4 volte la massa del Sole. Nel caso in cui la nana bianca si trova in un sistema binario il suo campo gravitazionale può essere così forte che, se le stelle sono sufficientemente vicine, la stella compagna comincia a trasferire massa sulla nana bianca, che si accresce fino a superare il limite di Chandrasekar e quindi si contrae. La contrazione fa innescare le reazioni nucleari che trasformano il carbonio e l'ossigeno in nichel e l'energia rilasciata è sufficiente per far esplodere la stella.

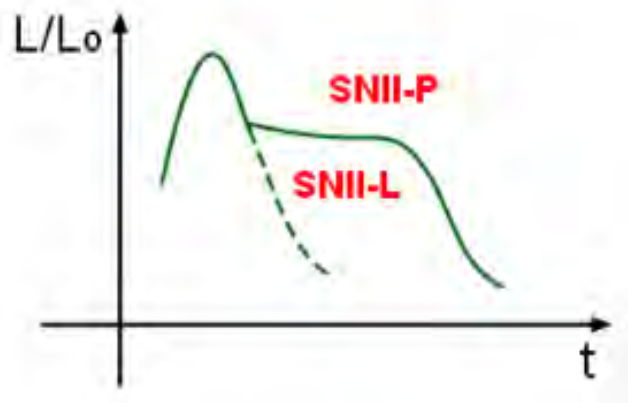
Le Supernovae di tipo II si originano da stelle molto massicce (8-10 volte la massa solare), che vivono fino a 10 milioni di anni producendo energia dalla fusione di idrogeno in elio e poi successivamente di elio in carbonio e ossigeno, e così via fino al ferro. Ogni volta che il combustibile nucleare al centro della stella finisce perché si è trasformato in un altro elemento, il nucleo si contrae sotto l'azione della gravità e riesce ad innalzare la temperatura fino ad innescare il bruciamento del nuovo elemento. Ma il ferro non può essere ulterior-

mente fuso e questa volta la contrazione del nucleo prosegue in maniera irreversibile, fino a raggiungere un valore limite, quando cioè i protoni e gli elettroni degli atomi si fondono a formare neutroni e ogni reazione è accompagnata dalla produzione di un neutrino. Poche decine di secondi sono sufficienti per contrarre il diametro del nucleo da circa metà del raggio terrestre a poco più di 10 km. L'onda d'urto prodotta si propaga velocemente attraverso gli strati esterni della stella e, quando raggiunge la superficie, la stella esplose ed il suo materiale viene proiettato nello spazio circostante, lasciando come residuo il nucleo di neutroni che, a seconda della massa, può rimanere una stella di neutroni (pulsar) o diventare un buco nero.

Le supernovae di tipo II sono classificate in due sottotipi principali: le supernovae di tipo II-L, che presentano una curva che mostra una costante diminuzione di luminosità con l'avanzare del tempo (fig. 8) e quelle di tipo II-P, che danno luogo ad una curva che mostra un appiattimento, seguito poi da una diminuzione di luminosità simile a quella del tipo L.



*Fig. 7: S Andromedae è una supernova esplosa nella Galassia di Andromeda, M31, l'unica osservata finora in quella galassia, nonché la prima osservata in una galassia diversa dalla Via Lattea. Fu scoperta il 19 agosto 1885 dall'astrofilo irlandese Isaac Ward e, il giorno successivo, fu osservata da Ernst Hartwig al Dorpat Observatory in Estonia. Al suo massimo raggiunse una magnitudine apparente uguale a 6, al limite estremo della visibilità ad occhio nudo, per poi scendere al di sotto della magnitudine 16 già dal febbraio 1890. Nel 1988 un team di astronomi, capeggiati da R. A. Fesen, scoprirono il suo residuo, ricco di ferro. Le quattro immagini sopra mostrano i resti della SN e sono state ottenute, a diverse lunghezze d'onda, dallo Space Telescope. E' stato possibile appurare che le dimensioni apparenti del residuo dell'esplosione, alla lunghezza d'onda della riga del Fe II, ammontano ad appena mezzo secondo d'arco.*



*Fig. 8: le due diverse curve di luce delle SN di tipo II-P e II-L*

### Stima visuale della luminosità della Supernova

Supponiamo che uscendo di casa in una bella serata otobrina, alzando gli occhi al cielo, scopriate un oggetto luminoso, forse la supernova tanto agognata!

Una delle prime cose da fare è stimare la sua magnitudine e annotare l'ora dell'osservazione. Non abbiamo però a portata di mano né un telescopio e neppure una macchina fotografica: come faremo allora a stimare la magnitudine della sospetta supernova?

E' utile ricordare brevemente cosa intendiamo quando parliamo di magnitudini delle stelle. Oltre duemila anni fa, l'astronomo greco Ipparco fu il primo a suddividere le stelle visibili ad occhio nudo in sei classi di magnitudine: le stelle più luminose erano dette di prima magnitudine, quelle brillanti la metà di queste erano di seconda magnitudine, e così via fino alla sesta magnitudine. Questo metodo piuttosto approssimativo di indicare la grandezza delle stelle fu utilizzato anche da Tolomeo nell'Almagesto nel 150 d.C. Alla metà dell'Ottocento, Norman Robert Pogson (1829-1891) formalizzò il sistema definendo una stella di prima magnitudine come una stella 100 volte più luminosa di una di sesta magnitudine, perciò, una stella di prima magnitudine si trova ad essere 2,512 volte più luminosa di una stella di seconda. La scala di Pogson fu fissata in origine assegnando alla stella Polare una magnitudine di 2, oggi però si preferisce utilizzare la stella Vega, soprattutto dopo che si è scoperta la variabilità della Polare. Le magnitudini possono anche essere negative. Così, per esempio Sirio, la stella più brillante della sfera celeste, ha una magnitudine apparente -1,4. La Luna, quando è piena, è di magnitudine -12, mentre il Sole raggiunge la magnitudine -26,7.

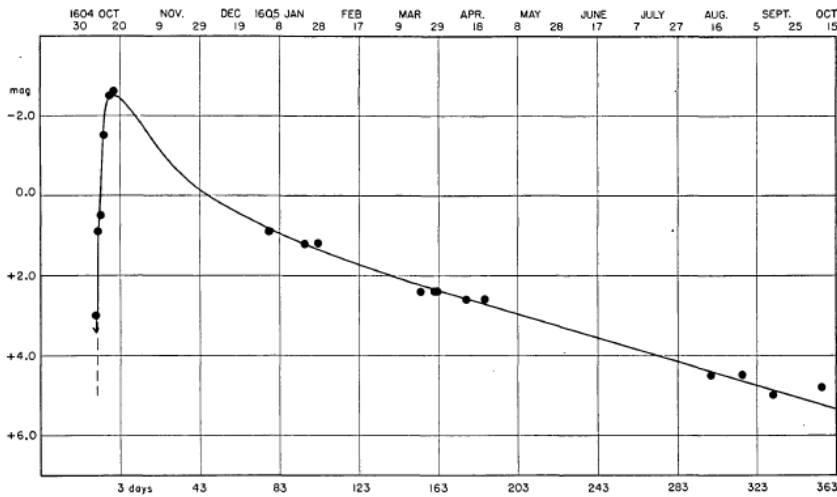


Fig. 9: La curva di luce della Supernova 1604 ricostruita da W. Baade nell'articolo del 1943: "Nova Ophiuchi 1604 as a Supernova", apparso sull'Astrophysical Journal. Le osservazioni riportate nel grafico sono state tutte ottenute ad occhio nudo (il telescopio sarebbe stato introdotto da Galileo solamente sei anni dopo) e coprono un periodo di circa un anno. Uno degli osservatori più attenti fu Keplero che utilizzava però un metodo di stima delle magnitudini assai più semplice di quello descritto in questa pagina.

Il metodo più semplice per una stima della magnitudine consiste nel trovare due stelle (oppure si possono utilizzare, per una stima approssimata, anche pianeti come Giove e Venere) in prossimità della sospetta supernova SN che presentino una luminosità poco più grande (stella o pianeta A) e una poco più debole (stella o pianeta B).

Si stima la differenza di luminosità tra le coppie A-SN e SN-B, assegnando:

1 *Gradino*: quando le due stelle al primo colpo d'occhio sembrano uguali, e solo dopo un certo tempo ci si accorge che una è più luminosa dell'altra;

2 *Gradini*: quando le due stelle sembrano uguali al primo colpo d'occhio, ma quasi subito dopo si nota una differenza di luminosità;

3 *Gradini*: quando già al primo colpo d'occhio si nota una certa differenza;

4 *Gradini*: quando alla prima occhiata la differenza è ben evidente;

5 *Gradini*: quando si ha una notevole sproporzione di luminosità nella coppia in esame.

Dopo il 5° gradino il metodo perde rapidamente di precisione e di affidabilità; qualora non si notino differenze di luminosità è possibile assegnare "zero" gradini. In caso di incertezza si possono assegnare mezzi gradini.

Da questo duplice confronto si ottiene una stima del tipo:

$$A (g(ASN)) \text{ SN } (g(SNB)) \text{ B}$$

dove  $g(ASN)$  e  $g(SNB)$  sono i gradini stimati rispettivamente per la coppia A-SN e per la coppia SN-B. Da questa stima si risale alla magnitudine:

$$M_{SN} = M_A + (g(ASN)/(g(ASN)+g(SNB)) * (M_B - M_A))$$

dove  $M_A$  e  $M_B$  sono le magnitudini delle stelle di confronto A e B note, ovviamente, a priori.

Ora facciamo un esempio. Supponiamo che a metà strada tra Giove (lo assumiamo come stella A) e Aldebaran, (stella B) si sia accesa una stella molto luminosa.

Ora, noi sappiamo che Giove nel mese di ottobre 2011 è di magnitudine  $M_A = -2,9$  e  $M_B = 1$ ,

Se la nostra stima ci fornirà:  $g(ASN) = 2$  e  $g(SNB) = 4$ , allora avremo:  $M_{SN} = -1,6$

Ripeteremo le osservazioni anche nelle ore e nelle serate successive, in modo da ottenere una curva di luce complessiva dell'evoluzione del fenomeno simile, per quanto possibile come estensione temporale, a quella di fig. 9.



Il prof. **Corrado Bartolini**, all'Università di Bologna, ha insegnato Astronomia Generale, Astronomia 2 e Fisica Stellare; attualmente tiene i due corsi di Fisica dei pianeti e Astrobiologia. Dal 1969 è membro delle commissioni 27 (stelle variabili) e 42 (stelle doppie strette) dell'Unione Astronomica Internazionale. Dal 1976 ha studiato le stelle binarie emittenti raggi X, successivamente si è interessato di Pianeti extrasolari e di Gamma-Ray Burst (GRB).

## Breve storia della cartografia celeste occidentale

Felice Stoppa

felice.stoppa@fastwebnet.it

Gli atlanti stellari moderni ci hanno abituato a classificare le stelle e a denominare le costellazioni che osserviamo con nomi propri ben identificati. Non è sempre stato così, o almeno lo è soltanto dal 1922/1930, quando l'Unione Astronomica Internazionale formulò dei criteri per rendere omogenea e comparabile la produzione delle carte celesti. Negli anni e nei secoli precedenti, la scienza astronomica si era preoccupata di identificare con precisione inoppugnabile la posizione in cielo delle stelle in termini di coordinate, ma aveva lasciato abbastanza libero lo spirito artistico dell'astronomo di collocarle in confini immaginari e di dare un nome ai raggruppamenti stellari.

Si era potuto così evolvere un sistema complesso di abitudini e tradizioni che nell'arco di qualche centinaio di anni aveva visto nascere, morire, rinascere e trasformarsi un insieme in movimento di decine e decine di nomi di costellazioni i cui confini non sempre erano, nei diversi atlanti, confrontabili.

L'Unione Astronomica nel 1922, riunita in assemblea a Roma, stilò un elenco definitivo di 88 costellazioni che comprendeva quasi tutte quelle descritte da Tolomeo nell'*Almagesto* più una selezione significativa di quelle utilizzate dagli astronomi a partire dal 1603, data di pubblicazione dell'*Uranometria* di J. Bayer, il primo atlante che propose nuovi raggruppamenti di stelle per descrivere in particolare il cielo dell'emisfero sud.

Il compito di definirne i confini venne affidato nell'Assemblea di Cambridge del 1925 a E. Delporte (fig. 1) che, a Leyden nel 1928, presentò il suo lavoro, ottenne l'approvazione della comunità astronomica internazionale. Il lavoro di Delporte venne infine pubblicato nel 1930 a Cambridge con il titolo di *Delimitation scientifique des constellations (tables et cartes)*, fig. 1. L'astronomo belga delimitò le costellazioni entro confini geometrici formati da archi di cerchi orari e linee parallele di declinazione calcolate per l'equinozio del 1875. Nel suo lavoro ebbe cura di rispettare al massimo i dati contenuti nei diversi cataloghi allora più utilizzati e dovette allargare o restringere i confini di alcune costellazioni al fine di poter salvare e rendere ancora riconoscibile il nome di molte stelle, in particolare le variabili, (identificate da una lettera e dal genitivo del nome della costellazione di appartenenza) utilizzato nella vasta letteratura scientifica del secolo diciannovesi-

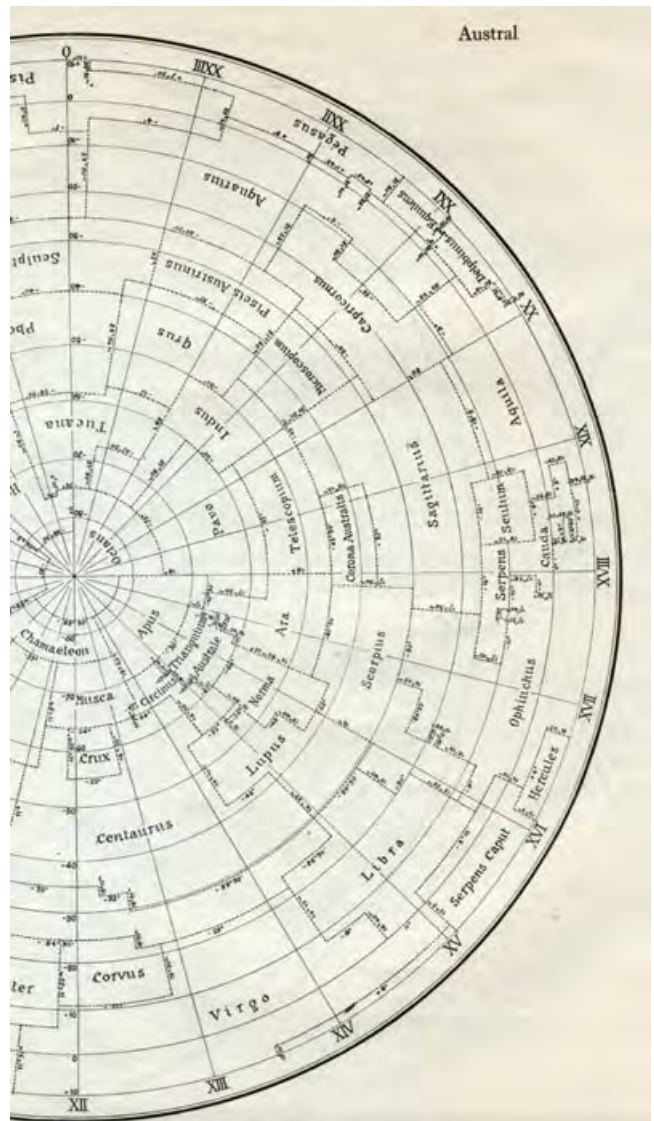


Fig. 1: Delporte, "Délimitation scientifique des constellations", Cambridge University Press, London 1930, particolare dell'emisfero meridionale.

mo. Con il preciso e metodico lavoro di Delport si dava in eredità alla ricerca futura degli astronomi un rigido ed indeformabile cielo pronto a ricevere milioni di posizioni stellari la cui unica storia sarebbe dipesa soltanto dalla maggior precisione generata dall'evoluzione tecnologica degli strumenti osservativi utilizzati.

Nello stesso tempo si chiudeva drammaticamente una lunga epoca in cui arte, storia, mito, poesia e scienza, in un unico quadro di riferimento, avevano concorso a produrre le più belle opere scientifiche della tradizione occidentale.

Possiamo iniziare questa lunga storia con le parole del poeta greco Arato, 310-240 a.C. circa, che in questo modo, nel suo poema didascalico in esametri *Le cose che appaiono*, la più antica tra le opere occidentali a noi giunte che descriva le già millenarie conoscenze celesti greche, rappresenta l'esigenza di comprendere il cielo stellato denominandolo e suddividendolo in costellazioni:

*Molte sono le stelle in ogni dove e di molte identica  
è la grandezza e la luminosità nelle loro corsa.  
Per questo parve bene rendere gli astri  
raggruppati, affinché, disposti gli uni presso gli altri,  
rappresentassero delle figure, in questo modo le stelle  
divennero nominabili.*  
(vv. 377-382)

Le stelle divengono nominabili non in virtù di un nome che viene loro singolarmente abbinato, ma in quanto appartenenti ad un punto di una figura, ispirata sempre alla mitologia greca, che le raggruppa in una costellazione. La storia antica della rappresentazione delle stelle in cielo è pertanto una storia di nomi e posizioni di costellazioni e non di stelle. E anche quando queste vengono raramente singolarmente nominate, il significato della traduzione del loro nome greco o delle successive tradizioni latina e araba, identifica quasi sempre la posizione anatomica che la stella occupa nella figura o una sua qualità: *Aldebaran* = il rosso occhio del Toro, *Rigel* = il piede sinistro di Orione, *Betelgeuse* = la mano del gigante etc...

La complessa storia degli atlanti celesti antecedente al lavoro di Delporte può essere suddivisa in tre grandi periodi.

Il primo periodo, che precede la pubblicazione nel 1603 dell'*Uranometria* del Bayer, è caratterizzato da un doppio filone creativo, rappresentato da una parte dalla produzione scientifica di astronomi e filosofi greci quali Eratostene (fig. 2), Ipparco e Tolomeo, con i quali si realizza il primo grande catasto del cielo che culmina con la produzione dell'*Almagesto* di Tolomeo, catalogo dove l'astronomo greco numera progressivamente ognuna delle 1022 stelle ricominciando da capo per ogni costellazione. Con il termine *Informata* indica invece quelle stelle, vicine ad una costellazione, per le quali la posizione è calcolata ma che, per esigenze grafiche, non sono state inserite nel disegno della costellazione stes-



Fig. 2: Il cielo di Eratostene in PLANISFERO, CODICE NLW 735C, f. 10v, circa anno mille, National Library del Galles.

sa. Tale catalogo, che rappresenterà l'eredità scientifica per tutto il Medioevo e il Rinascimento, verrà aggiornato dalle ricerche originali di astronomi arabi quali Abd-al-Rahman al-Sufi (fig. 3) che nel suo *Liber locis stellarum fixarum* del 964 rivedrà la posizione delle stelle e la loro magnitudine definendone persino il colore.

E' di Al-Sufi la prima menzione storica di un oggetto celeste del profondo cielo, si tratta della galassia di Andromeda, M 31, che viene descritta nella sezione riguardante il *Grande Pesce*, nella zona della costellazione di *Andromeda*. Di questo filone scientifico ci rimane una esigua documentazione iconografica che si può riassumere in un unico esemplare di globo celeste romano, il cosiddetto *Atlante Farnese* del Museo Archeologico Nazionale di Napoli (fig. 4), statua di Atlante che sostiene sulle spalle un globo celeste sul quale sono rappresentate le costellazioni tolemaiche, e in un limitatissimo numero di globi in metallo arabi dei quali il più antico è quello dell'anno 1080 appartenente all'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze, scoperto e descritto da Ferdinando Meucci nel 1878 nel suo celebre *Il Globo Celeste Arabico del secolo XI* (fig. 5).



Fig. 3: Al Sufi, *Andromeda e M31* da "Liber locis stellarum fixarum", 964, Pergamenthandschrift M II 141, Forschungsbibliothek di Gotha in Germania

L'altro filone di questo periodo è quello rappresentato dalle traduzioni latine dell'opera di Arato e dalle numerose edizioni della raccolta di favole di C. Julius Hyginus, il *Poeticon Astronomicum* (fig. 6-7), la cui prima apparizione a stampa è quella del 1482 di Ratdolt.

In queste opere poetiche, rappresentate in meravigliosi manoscritti, le preoccupazioni estetiche ed astrologiche prevalgono, le posizioni delle stelle non sono indicate con precisione, anzi a questa viene privilegiata l'interpretazione filologica e letteraria al punto che il posizionamento delle stelle viene asservito all'esigenza di far coincidere la loro posizione con il disegno di un particolare anatomico della figura mitologica che le include. Questa tradizione durerà per tutto il Medioevo ed il Rinascimento.

Nel secolo sedicesimo troviamo tre lavori che rompono con questa tradizione e parzialmente anticipano le innovazioni presenti nell'atlante di Bayer, si tratta delle opere del tedesco Albrecht Dürer (fig. 8) e degli italiani Alessandro Piccolomini e Giovanni Paolo Gallucci.

Le due tavole che Dürer incide su legno nel 1515, una per l'emisfero sud e una per quello boreale, seguono ancora la tradizione tolemaica in quanto a contenuti e precisione. Negli angoli della tavola boreale sono ritratti Arato, Manlio, Al-Sufi e Tolomeo ai quali l'autore si ispira. Esse hanno però il vantaggio di presentare per la prima volta tutto il cielo conosciuto in due sole tavole piatte, particolarmente curate quanto all'aspetto artistico.

La tavola del cielo boreale è, tra le due, la più ricca ed è la sola che riporta le costellazioni zodiacali. L'autore segue la scuola di Arato e di Vitruvio nel denominare alcune costellazioni, come nel caso del Cigno che viene chiamato Avis. Dürer rispetta la tradizione, tipica della produzione di globi a tre dimensioni, di tracciare le costellazioni come fossero viste dall'esterno del cielo, mentre le stelle vengono identificate da un numero progressivo seguendo l'*Almagesto* di Tolomeo. Le coordinate e il posizionamento degli astri sulle tavole furono curate da due astronomi del periodo, Stabius e Heinfogel, i nomi dei quali trovano posto, con quello di Dürer, nel cartiglio nell'angolo in basso a sinistra di una delle versioni della tavola australe. La tavola del cielo boreale è quasi sicuramente ispirata ad un manoscritto di anonimo risalente a circa il 1440. Questa preziosa e unica mappa, per alcuni aspetti tecnici più ricca di quella del Dürer è di proprietà della Biblioteca Nazionale Austriaca di Vienna e può essere considerata la più antica rappresentazione su carta del cielo stellato.

Nel 1540 viene stampato a Venezia il *Delle stelle fisse* di Alessandro Piccolomini (fig. 9). Il volume si presenta come una vera guida al riconoscimento delle stelle nel cielo notturno: le quarantasette tavole riportano le costellazioni senza preoccupazioni artistiche, scompare il disegno tradizionale a vantaggio della precisione con la quale vengono collocate le stelle, divise in quattro grandezze, e denominate con lettere dell'alfabeto latino in progressione, a partire dalla stella più luminosa. Le ta-



Fig. 4: *Atlante Farnese*, Museo Archeologico Nazionale di Napoli

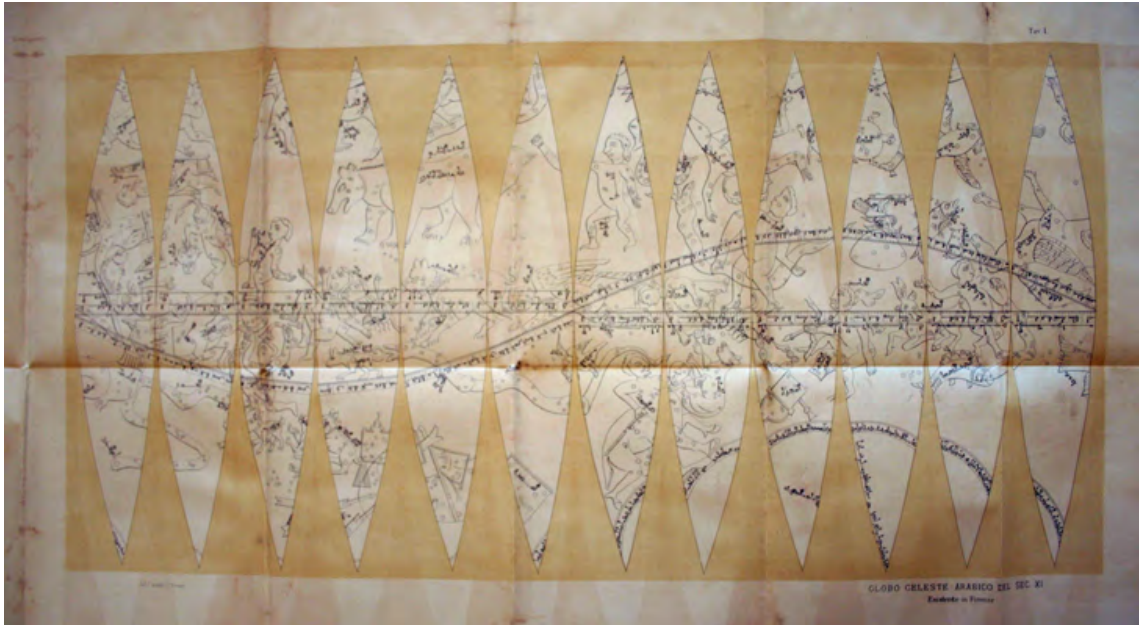


Fig. 5: Meucci, *Il Globo Celeste Arabico del secolo XI*, Firenze 1878

vole sono completate da una scala graduata, non sempre uguale e dall'indicazione relativa alla posizione del polo nord, in modo tale che, guardando verso sud e direzionando il libro verso la volta celeste, la costellazione nel cielo reale e quella della tavola coincidono. Le tavole sono precedute da una sezione dove ogni costellazione viene brevemente descritta elencandone le stelle, la loro posizione e i più importanti riferimenti mitologici.

Concludono il volume le tavole altazimutali dove, per le stelle più luminose, vengono riportate le coordinate celesti, mese per mese e per tutto l'arco della notte. L'ultima sezione indica "con qual grado del zodiaco naschino et tramontino, le principali stelle del cielo".

Sempre a Venezia, ma nel 1588, viene pubblicato il *Theatrum mundi, et temporis*, di Giovanni Paolo Gal-

lucci, fig. 10). Se il *Delle stelle fisse* di Piccolomini ha il pregio di essere una guida alla lettura del cielo stellato, il testo di Gallucci si distingue per essere una vera enciclopedia di conoscenze astronomiche. La descrizione del firmamento appare soltanto nel Libro V, soffermandosi gli altri libri a descrivere le teorie tolemaiche del movimento dei pianeti, del Sole, della Luna con relative eclissi. Vi si trovano poi due tavole del globo terrestre e una dell'inferno dantesco.

Alle tavole per il calcolo del passaggio al meridiano del Sole ne seguono altre sugli influssi astrologici ma anche delle tavole per il calcolo del numero aureo e quelle trigonometriche del seno.

Curioso è il libro VI che comprende una bella tabella con la previsione della precessione degli equinozi dal 1588 al 1800.



Fig. 6: Hyginus, "Poeticon Astronomicum", Basileae 1570: Eridano e Fetonte



Fig. 7: Iginò, "Poeticon Astronomicum", Arhard Ratdolt, Venezia 1485: Hercules.

Un vero compendio delle conoscenze astronomiche e astrologiche del periodo. Nel libro V sono raffigurate le quarantotto costellazioni in altrettante tavole indipendenti. La novità è rappresentata dalle coordinate latitudinali e longitudinali, i dati delle quali sono ripresi dal *De Revolutionibus* di Copernico, che appaiono ai bordi e al centro delle tavole alle quali sono riferite le posizioni molto precise delle stelle suddivise in quattro magnitudini. Alcune figure vengono disegnate dal Gallucci di spalle ribaltando la tradizionale rappresentazione greco tolemaica, rendendo così impossibile il metodo di descrivere la posizione delle stelle rifacendosi ai particolari anatomici delle figure. Questa scelta verrà confermata da alcuni successivi autori di carte celesti ma fortemente contrastata da altri.

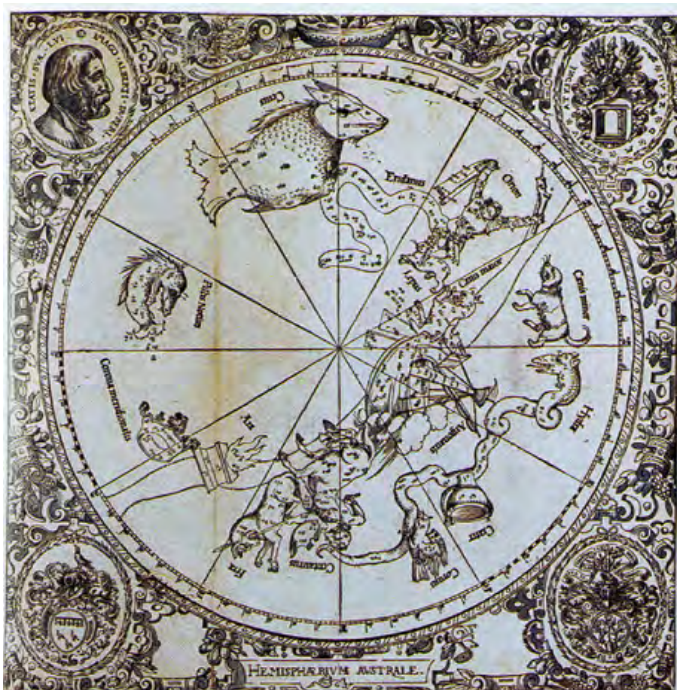


Fig. 8: Durer, "Imagines coeli meridionales" versione del 1527.

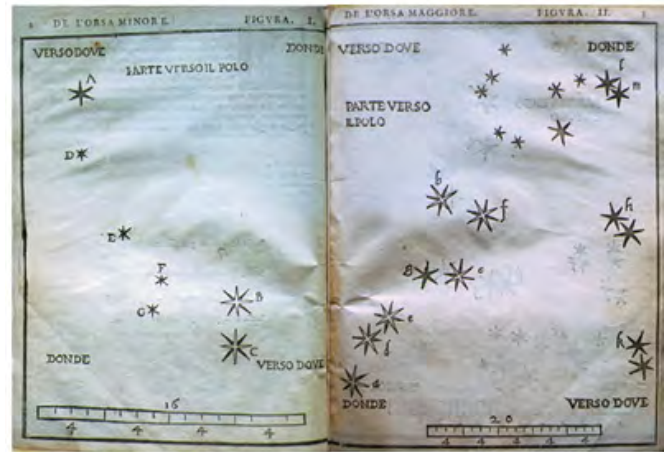


Fig. 9: Alessandro Piccolomini, "De le stelle fisse", Venezia, 1570: Orsa Maggiore e Orsa Minore.

Flamsteed nell'introduzione del suo *Atlas Coelestis* del 1729 si vanterà, avendola contrastata, di aver ripristinato la tradizione greca e lo stesso Keplero, nel *De stella nova* del 1606, dovendo segnalare la posizione della stella Nova apparsa nel 1604 nella costellazione dell'Ofiuco, utilizzerà sì i criteri introdotti dal nuovissimo atlante del Bayer, l'ultima e più aggiornata delle produzioni cartografiche, ma farà disegnare la costellazione capovolgendola nuovamente e ristabilendo il canone tradizionale.

Tra le tavole vengono intercalate le tabelle quantitative che indicano, oltre alle coordinate, anche il numero progressivo della stella, la sua magnitudine e anche la "natura" astrologica. Curiosa è la tavola di pag. 209, quella dell'Aquila, dove è disegnato anche *Antinoo*, per le stelle del quale il catalogo ricomincia la numerazione dall'inizio, anticipando così la tradizione, affermatasi successivamente per quasi due secoli, di rappresentare autonomamente questa costellazione.

L'*Uranometria* del Bayer apre il secondo periodo della storia della cartografia celeste.

Questo ciclo tanto per la maggior esattezza della posizioni delle stelle, che sono ricavate dai cataloghi redatti dai migliori osservatori, quali ad esempio Tycho Brahe, quanto per la spettacolarità estetica raggiunta nella rappresentazione delle figure delle costellazioni, viene definito il periodo d'oro dell'uranometria.

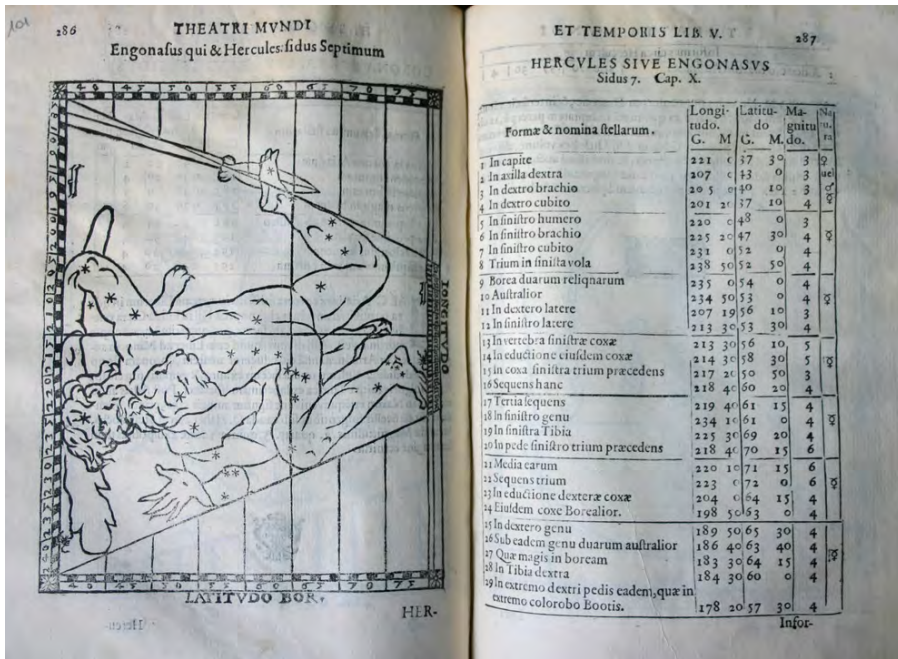


Fig. 10: Joanne Paulo Gallucio, "Theatrum mundi et temporis, Venezia 1588: Hercules.

E' rappresentato dal lavoro di astronomi e artisti quali Andreas Cellarius, Julius Schiller, Joannes Hevelius, John Flamsteed e si conclude nel 1801 con l'*Uranographia* di Bode.

L'opera del Bayer si situa in un periodo storico particolarmente delicato per la ricerca astronomica.

Il cannocchiale non è ancora stato scoperto, pertanto sono da collocare nel cielo un numero di stelle non particolarmente superiore a quello dei cataloghi precedenti, basti ricordare che quello tolemaico, riferimento per tutti gli astronomi prima di Tyco Brahe, ne elenca 1022 e quello di Bayer ne contiene 1706. Cresce però l'esigenza di precisione e di denominare le stelle con nomi o

simboli non ambigui. Ricordiamoci che è della fine del sedicesimo secolo il primo significativo contributo di ricercatori per ampliare la descrizione della volta stellata inserendo stelle e costellazioni nuove osservate nei cieli del sud. Delle 1706 stelle classificate dal Bayer 135, relative all'emisfero meridionale, appaiono per la prima volta in un atlante.

Inoltre fenomeni come quelli osservati da Tycho Brahe e poi da Keplero di apparizioni di *stelle nove* nel firmamento, apparizioni quasi premonitrici di quello che sarebbe successo nel 1610 nei cieli di Padova per opera di Galileo, richiedevano di catalogare le stelle fisse con precisione incontrovertibile.



Fig. 11: Frontespizio dell'*Uranometria* del Bayer (Augusta 1603). Nell'immagine a fianco, la costellazione di Cassiopea e la Nova del 1572, nota anche come Nova di Tycho, dal nome del grande astronomo danese che fu tra i primi ad osservarla e la descrisse nell'opera "Stella Nova", con queste parole: " Il giorno 11 novembre, la sera dopo il tramonto, stavo contemplando le stelle in un cielo chiaro. Ho notato che una stella nuova e insolita, superando le altre stelle in brillantezza, brillava quasi direttamente sopra la mia testa ...". Per maggiori informazioni su questa "stella nova", si veda l'articolo di Bartolini in questo numero di *ASTRONOMIA NOVA*, pp. 17-21.

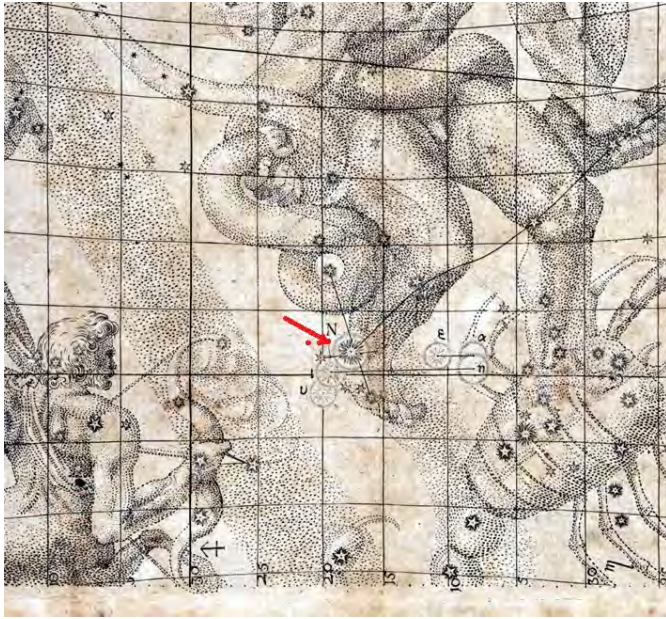


Fig. 12: Keplero, "De stella nova in pede serpentarii, et qui sub ejus exortum de novo iniit", Trigono Igneo. Per Pragae 1606, particolare con la Nova del 1604 (indicata dalla freccia rossa). Per maggiori informazioni si veda l'articolo di Bartolini, pp. 17-21.

L'atlante del Bayer dà un contributo significativo proprio in questa direzione. Con l'*Uranometria* di Johann Bayer del 1603 (fig. 11) si apre l'età d'oro dei grandi atlanti celesti; da questo momento il catalogo delle stelle verrà pubblicato in un volume separato, mentre l'atlante vero e proprio, di grandi dimensioni, sempre più curato artisticamente, vivrà di vita propria.

L'opera del nostro autore, disegnata da Alexander Mair e pubblicata ad Augusta, comprende 51 tavole rettangolari di 38,2 x 28,2 centimetri di lato. Queste sono nu-

merate alfanumericamente da lettere latine maiuscole che, al loro esaurimento, vengono prima duplicate e poi triplicate con lettere minuscole in modo tale che la prima tavola viene numerata con A, la venticinquesima con Aa e la cinquantesima con Aaa.

Le tavole sono incorniciate da scale graduate con tacche di un grado, numerate ogni cinque e con una linea che viene tracciata ogni trenta gradi; la fascia intorno all'eclittica viene evidenziata per otto gradi a nord e otto a sud aggiungendo un grigio continuo di fondo che identifica pertanto il limite entro il quale possono essere distinti i pianeti. Le coordinate e le linee sono quelle polari; viene però riportato un reticolo incentrato sui poli zodiacali che mette in evidenza l'eclittica.

Le stelle vengono collocate utilizzando i dati che Tycho Brahe aveva calcolato nel suo osservatorio danese raggiungendo una precisione vicina al minuto d'arco e vengono denominate per la prima volta, iniziando così una tradizione che continua ancora oggi, da lettere dell'alfabeto greco e ad esaurimento di queste da lettere latine in ordine crescente di magnitudine.

La fama di questo atlante è legata anche all'apparizione delle due più importanti *Stelle Nove* del periodo: ho già detto di quella del 1604 (fig. 12) osservata da Keplero e dell'uso che questi fece dell'atlante del Bayer. L'altra è quella del 1572 (fig. 11 a destra) osservata da T. Brahe a Uraniborg e per la quale l'astronomo danese aveva stimato una distanza pari a quelle delle stelle fisse non essendo riuscito ad osservare alcuno spostamento parallattico.

La *Nova* del 1572 fece sicuramente tremare l'impalcatura teorica aristotelica e creò una forte impressione se, a distanza di più di trenta anni dalla sua scomparsa, Bayer volle collocarla ancora nella tavola K del suo atlante, che rappresenta *Cassiopea*, luminosissima e con un simbolo grafico più grande di quello di *Sirio*.

Le *Stelle Nove* non sono l'unico segno dei tempi che cambiano registrati da Bayer. La tavola Aaa è infatti dedicata alle nuove costellazioni osservate nel cielo australe. Sono dodici: *Phoenix, Grus, Indus, Pavo, Toucan, Dorado, Hydrus, Piscis Volans, Chamaleon, Apis Indica, Triangulum Australe* e *Apis* che si ripartiscono le 135 stelle osservate e catalogate con una certa precisione, circa due gradi, dai navigatori P. D. Keyser e F. de Houtman durante un loro viaggio nell'Oceano Indiano. Nella tavola sono disegnate anche la *Piccola* e la *Grande Nube di Magellano*, proprio come due nuvolette e quindi con caratteristiche ben diverse da quelle uti-



Fig. 13: Julius Schiller, "Coelum Stellatum Christianum", Augusta Vindelicorum 1627, Tavola con titolo.



Fig. 14: Andrea Cellario, "Atlas coelestis seu armonia macrocosmica", Amsterdam 1661, *Coeli Stellati Christiani Haemisphaerium Prius*.

In questa tavola, differentemente da quelle delle costellazioni, le stelle non vengono denominate, dando così l'idea della provvisorietà delle informazioni che l'autore utilizza. Le ultime due tavole sono dedicate al cielo boreale e a quello australe: vi sono riassunte tutte le stelle riportate nelle tavole precedenti, escludendo però il disegno delle costellazioni.

Il *Coelum Stellatum Christianum* (fig. 13) dell'astronomo gesuita Julius Schiller viene pubblicato ad Augusta nel 1627. E' un'opera che rappresenta un vero stacco dalla tradizione precedente perché, al progredire del

contenuto scientifico, (le tavole sono ancora più grandi di quelle del Bayer, 27x33 cm, e la posizione delle stelle è calcolata sulle osservazioni di Brahe e di Keplero), associa una vera rivoluzione per quanto riguarda la denominazione delle costellazioni.

Già il titolo dell'atlante avvisa il lettore dell'obiettivo che si pone l'autore, cancellare il mondo mitologico greco dai cieli per sostituirlo con la visione biblica e cristiana. Le costellazioni zodiacali vengono denominate con i nomi dei dodici apostoli, quelle boreali e australi con i nomi dei personaggi del *Nuovo* e *Antico Testamento*. Il fiume *Eridano* diventa il *Mar Rosso*, la *Via Lattea* il *Sentiero di S. Giacomo di Compostella*, la *Nave degli Argonauti* diventa l'*Arca di Noè*, l'*Orsa Minore* è *S. Michele*.

La rivoluzione non ebbe molti seguaci e si esaurì in un certo senso all'apice del suo successo nel 1661 quando Andrea Cellario propose il suo *Atlas Coelestis seu Harmonia Macrocosmica* (fig. 14), pubblicato ad Amsterdam. L'autore, in questa opera, dedica due delle ventinove tavole al cielo cristiano, una per ogni emisfero e nelle pagine dedicate al commento di queste si dilunga sul progetto di Schiller, presentando delle tabelle di riscontro tra vecchie e nuove denominazioni dalle quali risulta come il gesuita volesse sostituire anche i nomi dei corpi del sistema solare, *Sole-Cristo*, *Mercurio-Elia*, *Venere-Giovanni Battista*, *Marte-Giosuè*, *Giove-Mosè*, *Saturno-Adamo* e la *Luna-Beata Maria*.



Fig. 15: Hevelius, "Firmamentum Sobiescianum, sive uranographia", particolare Bootes.

La presenza di queste due tavole nel lavoro del Cellario non implicano che questi avesse aderito alla nuova visione di Schiller ma sono soltanto un atto dovuto. Infatti *l'Atlas Coelestis seu Harmonia Macrocosmica* si propone come il compendio di tutti i sistemi proposti, quello tolemaico, quello copernicano e quello di Tycho Brahe; li descrive, ne presenta i vantaggi ma senza mai affermare la supremazia di uno sull'altro. Inoltre, a differenza di Schiller, in queste due tavole Cellario ripristina il nome tradizionale delle costellazioni e lo affianca a quello cristiano.

Le ventinove tavole dell'atlante, di grande formato 52x42 cm circa in doppia pagina, scandiscono altrettante sezioni della *Pars Prior dell'Harmoniae Macrocosmiae*, dove l'autore compendia, in latino, ogni aspetto delle teorie proposte fino a tutto il 1661. Il contenuto di queste sezioni è molto tecnico ma senz'altro ancora troppo legato alle teorie del secolo precedente: non vi appare un capitolo riguardante i nuovi strumenti di osservazione e tantomeno riferimenti al telescopio.

La fortuna successiva di questo atlante sarà rappresentata dal forte contenuto artistico di alcune tavole che, sebbene stampate su carta a un colore, il nero, verranno riprese e colorate a mano da diversi artisti, tanto che le biblioteche europee e americane che ospitano un Cella-

rio colorato, possiedono delle vere e proprie copie uniche.

Il *Firmamentum Sobiescianum, sive uranographia*, in *Prodromus astronomiae* (fig. 15), viene stampato a Danzica nel 1690. Hevelius, possedendo una tipografia, lo progetta in proprio, preoccupandosi di incidere personalmente le tavole in rame. Non vedrà però l'opera conclusa: verrà data alle stampe dalla moglie a tre anni dalla sua morte. Degli atlanti che ho descritto, il *Firmamentum* è senz'altro il più raro e il più bello. L'atlante comprende cinquantasei tavole dove sono distribuite 1564 stelle; alle costellazioni tolemaiche ne vengono affiancate undici nuove, amplificando notevolmente la tendenza, che si stava affermando in quei tempi, di affollare il firmamento con personaggi nuovi, spesso creati per godere del favore del dedicatario politico al quale la costellazione veniva associata. Attualmente, di queste nuove undici costellazioni, ne rimangono sette, tra le quali anche lo *Scudo*, che Hevelius aveva però denominato *Scutum Sobiescianum* in onore di Giovanni III Sobieski, re di Polonia.

L'autore colloca le stelle seguendo i dati prodotti da proprie osservazioni integrati da quelli tratti dalle *Tabulae Rudolphinae*, pubblicate da Keplero nel 1627 utilizzando le osservazioni effettuate da Ticho Brahe.



Fig. 16: J. Flamsteed, *Atlas coelestis*, Londra Edizione del 1753 colorata a mano da Giuliana Stoppa, Toro. Tavola di proprietà del Liceo Classico Legnani di Saronno.

Il loro numero però non è molto maggiore di quello degli atlanti precedenti e anche la precisione della loro posizione avrebbe potuto essere migliorata se Hevelius avesse adottato il telescopio per determinarla. Per le stelle del cielo australe, l'autore utilizzò i dati osservativi prodotti da Halley nel 1679 in seguito alla sua spedizione scientifica all'isola di Sant'Elena. Un'altra scelta operata da Hevelius, e che Flamsteed gli contesterà fortemente, fu quella di rappresentare le costellazioni viste dall'esterno della sfera ideale dove queste si collocano, scelta che porta al risultato di ribaltarne specularmente la posizione e di perdere la corrispondenza con il cielo reale. L'*Atlas Coelestis* di John Flamsteed (fig. 16) riproduce in 25 tavole di formato 62x 48 cm tutto l'emisfero boreale. Le ultime due tavole, di scala diversa e disegnate da un'altra mano, sintetizzano la volta boreale e quella australe rappresentandole fino all'equatore. Vide la luce a Londra nel 1729 ad opera degli esecutori testamentari del Flamsteed e completa la *Historia Coelestis Britannica* edita negli anni precedenti e che raccoglieva il lavoro svolto dal primo direttore dell'Osservatorio Reale di Greenwich nei suoi quarantatré anni di osservazioni. Questo di Flamsteed può essere considerato il primo atlante moderno; riporta circa 3300 astri, il doppio di quello dell' Hevelius, e per la prima volta le stelle vi vengono collocate attraverso le loro coordinate

equatoriali: ascensione retta e declinazione, il cui reticolo viene sovrapposto nelle tavole a quello polare. Questa innovazione fu possibile attraverso l'introduzione nell'osservazione dell'orologio a pendolo, che permetteva di risalire alla differenza di ascensione retta partendo dalla differenza fra i tempi del passaggio delle stelle al meridiano. La precisione delle posizioni degli astri è corretta entro il margine di 10" e ciò fu ottenuto dall'autore utilizzando un cannocchiale collegato ad un enorme cerchio murale di due metri di raggio, i cui gradi riportavano suddivisioni di cinque minuti primi. Agevole diventa l'uso delle tavole che, riportando delle scale graduate le cui tacche misurano il quarto di grado, permette di apprezzare subito ad occhio la posizione della stella. L'atlante è introdotto da una prefazione a cura di Margaret Flamsteed e di James Hodgson che traccia una breve storia della cartografia celeste a partire da Ipparco ed Aristarco, presentando i vantaggi dell'opera di Flamsteed e le sue innovazioni, in particolare l'uso della tecnica della proiezione sinusoidale messa a punto soltanto qualche anno prima da Sanson d'Abbeville, geografo di Luigi XIV; riprende la polemica con Hevelius circa la rappresentazione esterna al globo delle stelle, soffermandosi non poco a sottolineare come nell'*Atlas Coelestis* siano stati ripristinati dei criteri che diano continuità alla tradizione classica greca.

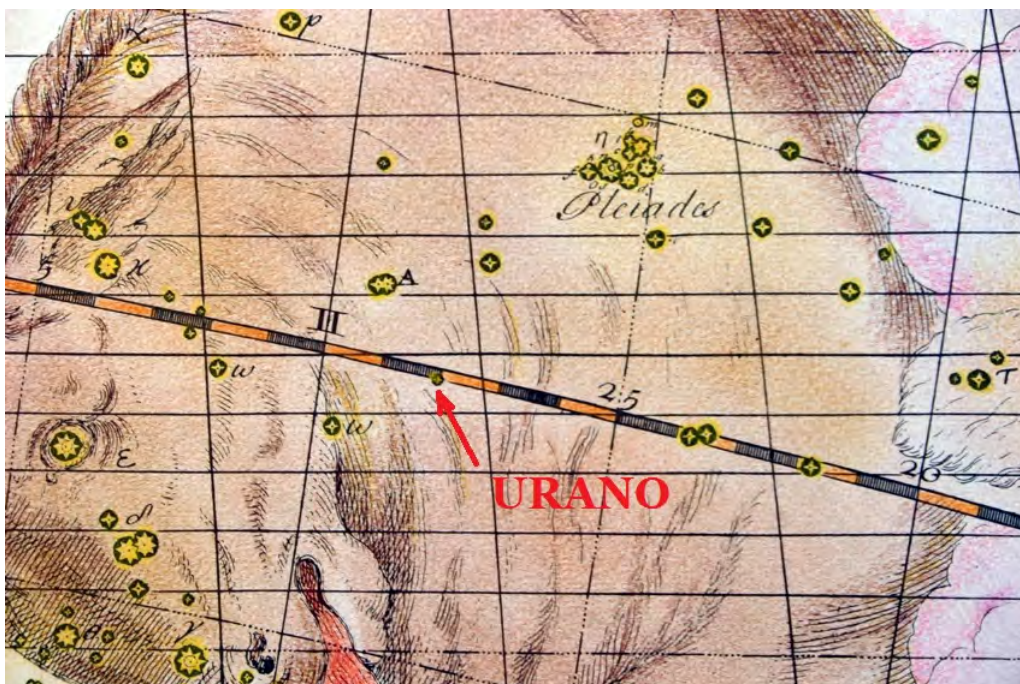


Fig. 17: Flamsteed, "Atlas coelestis", Londra Edizione del 1753 colorata a mano da Giuliana Stoppa, Toro particolare con Urano non riconosciuto. Flamsteed lo osservò la prima volta il 23 dicembre 1690 e lo riportò nel suo catalogo stellare con la denominazione di "34 Tauri". Nell'Atlas è riportato invece come una stellina anonima (si veda anche la fig. 20). La posizione sull'eclittica del pianeta e la sua identificazione certa, la si può ottenere anche con un moderno software di calcolo delle effemeridi.

Un secolo prima Bayer inseriva nel suo atlante le due *Nubi di Magellano*, ora Flamsteed, nella tavola dedicata ad *Andromeda*, alla destra di *nu Andromedae*, disegna come una stellina la galassia M31, l'unico oggetto esterno alla nostra *Via Lattea*, ad esclusione delle due *Nubi di Magellano*, visibile a occhio nudo.

Nella tavola dedicata alla costellazione del *Taurus* (fig. 17), a metà strada tra le Pleiadi e le *Hyadi*, appena sotto la linea dell'eclittica in corrispondenza della spalla del Toro, l'astronomo reale aggiunge una stellina di settima magnitudine che nel relativo catalogo riporta il nome di *34 Tauri*. Le ricerche di astronomi di fine Settecento evidenziarono che si trattava del pianeta *Urano* che Flamsteed aveva inconsapevolmente osservato quasi novanta anni prima della sua scoperta ufficiale. Questa sfortunata vicenda venne ricordata in moltissimi atlanti del primo ottocento, ad esempio nella tavola XIV del *Celestial atlas* di Alexander Jamieson, dove è possibile osservare il pianeta nella stessa posizione indicata da Flamsteed doppiamente denominato: con la data della scoperta inconsapevole, il 1690 e con un simbolo, quello con cui si è soliti indicare il pianeta.

Il terzo periodo, che inizia con l'atlante di Bode e si chiude con quello di Delporte (1930), è caratterizzato dallo sviluppo professionale degli atlanti. L'*Uranographia* di Bode rappresenta il momento culminante della tradizione precedente ma, nel contempo, segna l'inizio della divisione di percorso tra gli atlanti

destinati agli astronomi di professione e quelli destinati al pubblico più vasto degli amatori dell'astronomia. E' per questa seconda categoria di fruitori che sono pensate le opere dove rimane ancora l'immagine iconografica rappresentante la costellazione; oltre all'atlante di Bode conviene ricordare le opere di J. Fortin, Alexander Jamieson (fig. 18), K.F.V. Hoffmann e Eduard Heis.

Con l'*Uranographia* del Bode (fig. 19), pubblicata a Berlino nel 1801, si conclude pertanto l'epoca dei grandi atlanti che conciliano nello stesso tempo l'esigenza di scientificità e la qualità artistica. Suddivise in otto magnitudini compaiono più di 17.200 stelle, vengono segnalate le stelle doppie, gli ammassi stellari e circa 2000 nebulose; nelle 20 tavole di grande formato viene sintetizzato il lavoro svolto da una trentina di astronomi del periodo, tra i quali Lacaille, Lalande, Messier e in particolare William Herschel per il contributo relativo alle nebulose.

Nell'atlante di Bode sono rappresentate più di cento costellazioni, le quarantotto tolemaiche, le prime dodici australi identificate da Keyser alla fine del cinquecento, le undici di Hevelius, altre quattordici collocate nell'emisfero sud da Lacaille in seguito alle sue ricerche effettuate a Città del Capo dove, tra il 1751 e il 1752, classificò circa diecimila nuove stelle. L'*Uranographia* contiene tutte quelle costellazioni che man mano i vari astronomi avevano proposto durante gli ultimi due secoli, anche quelle che ebbero una vita effimera, come il *Glo-*

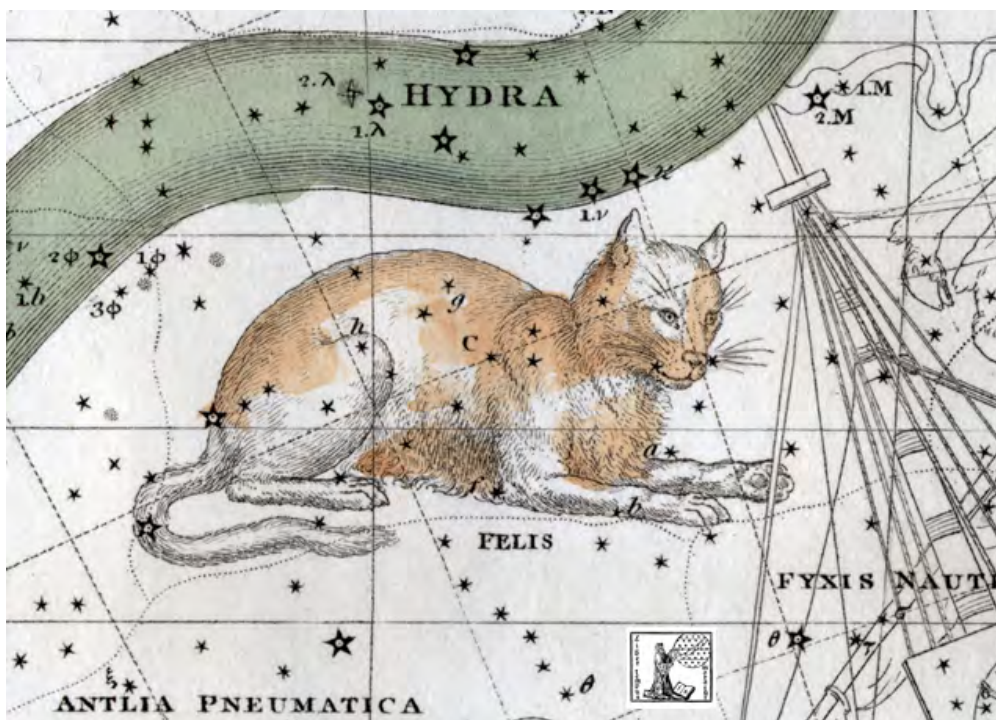


Fig. 18: Jamieson, "Celestial Atlas comprising a systematic display of the Heaven", London 1822, particolare della costellazione del Felis



Fig. 19: Bode, "Uranographia", Berlino 1801, colorato a mano, particolare delle nuove costellazioni nell'emisfero australe.

bus Aerostaticus e il Felis proposte da J.J. de Lalande o la Machina Electrica e il Lochium Funis o l'Honores Friderici e l'Officina Typographica, ma anche la Musca borealis e la Robur Carolinum con lo Sceptrum Brandenburgicum. L'invenzione di nuove costellazioni, dettata dalle scoperte derivate dalle ricerche degli astronomi del settecento, continuò anche con gli atlanti successivi, in particolare con le due edizioni dell'Atlas Céleste del Fortin. Un primo gruppo appare già nell'edizione del 1776 ed è composto dallo Scudo di Sobiesky, dal Ramo e dal Cerbero, tratti dall'opera dell' Hevelius, la Renne, proposta dal Lemonnier nel 1746 per ricordare la spedizione scientifica che gli astronomi francesi realizzarono nel 1736 al circolo polare artico con lo scopo di determinare la misura della Terra.

Un secondo nutrito gruppo lo troviamo aggiunto nella seconda edizione del 1795, il Solitaire del Lemonnier 1776, Le Messier, tratto dal Globo di Lalande del 1779, Le Taureau de Poniatowsky dell'astronomo polacco Poczobut.



Fig. 20: Fortin, "Atlas céleste", Parigi 1795, particolare del Toro con il pianeta Urano (Herschel)

Suggerite dalle Ephémérides de Vienne del 1790 curate da Hell troviamo *Les telescopes de Herschel* e *l'Harpe de George*, mentre il *Trophée de Frédéric* è preso da un lavoro del Bode del 1787. Infine *Le Mural* per ricordare lo strumento utilizzato da Lalande allo scopo di determinare la posizione di almeno trentamila stelle del cielo boreale, un vero monumento dell'astronomia del settecento. Gli atlanti di Fortin, maneggevoli, curati, aggiornati furono il riferimento principale di molte delle opere dei successivi decenni, dal portoghese *Atlas celeste aranjado por Flamsteed...* - Lisbona, 1804 all'inglese *A celestial atlas comprising a sistematic display of the Heavens* di Alexander Jamieson, London 1822, a quello russo, scritto in cirillico, disegnato da Kornelius Reissig a San Pietroburgo nel 1829, al curioso *Atlas Celeste* del bernese Franz Niklaus König, Berna 1826, le cui tavole, stampate su carta diafana con sfondo nero, opportunamente illuminate, proiettavano sulle pareti le immagini ingrandite delle costellazioni. Lo stesso Bode, prima di cimentarsi nella sua *Uranographia*, produsse a Berlino, nel 1782, un'opera intitolata *Worstellung der Gestirne* in 34 tavole praticamente identiche a quelle della prima edizione del Fortin. Questa continua proliferazione di nuovi segni insieme all'esigenza di catalogare stelle sempre meno luminose, scoperte da telescopi sempre più potenti, porrà ostacoli alla rappresentazione in disegno del personaggio della costellazione, e andranno così a definirsi nell'arco dei primi cinquant'anni dell'ottocento le regole che detteranno la produzione di atlanti ad uso scientifico, dove il disegno in poco tempo scomparirà, e quelli a scopo amatoriale, dove ancora per qualche decennio rimarrà a fini ornamentali. Bode inserì per la prima volta delle linee punteggiate per delimitare le costellazioni. Anche queste muteranno nel tempo, fino al 1922 quando, all'interno della prima Assemblea Generale dell'Unione Astronomica Internazionale, si decise di congelare l'evoluzione dei nomi del cielo fissando i confini delle definitive ottantotto costellazioni.



Fig. 21: Reissig, "Sozvezdiia Predstavleniia na XXX tablitsakh", San Pietroburgo 1829, Particolare del Cane Maggiore.



Fig. 22: König, "Himmels Atlas", Bern 1826, particolare del Toro.

## Bibliografia

**Ludwig Ideler**, *Untersuchungen über den Ursprung und die Bedeutung der Sternnamen: Ein Beytrag zur Geschichte des gestirnten Himmels* (Johann Friedrich Weiss, Berlin, 1809)

**Ferdinando Meucci**, *Il Globo Celeste Arabico del secolo XI* (Tipografia dei Successori Le Monnier, Firenze, 1878)

**Richard Hinckley Allen**, *Star-Names and their Meanings* (G.E. Stechert, New York, 1899)

**Basil J.W. Brown**, *Astronomical Atlases, Maps & Charts: An Historical & General Guide* (Search Publishing Company, London, 1932)

**Deborah Jean Warner**, *The Sky Explored: Celestial Cartography 1500-1800* (Alan R. Liss/Theatrum Orbis Terrarum, New York/Amsterdam, 1979)

**André Le Boeuffle**, *Hygin, L'Astronomie* (Société d'édition Les belles Lettres, Paris, 1983)

**George Sergeant Snyder**, *Maps of the Heavens* (André Deutsch, London, 1984), Edizione italiana, *Le mappe della volta celeste*, (SugarCo Edizioni, Milano, 1984)

**Gotthard Strohmaier**, *Die Sterne des Abd ar-Rahman as-Sufi* (Gustav Kiepenheuer Verlag, Leipzig und Weimar, 1984)

**Paul Kunitzsch & Tim Smart**, *Short Guide to Modern Star Names and their Derivation* (Otto Harrassowitz, Wiesbaden, 1986)

**Giuseppe Maria Sesti**, *Le dimore del cielo: Archeologia e mito delle costellazioni* (Novecento, Palermo, 1987)

**Helmut Werner & Felix Schmeidler**, *Synopsis der Nomenklatur der Fixsterne/Synopsis of the Nomenclature of the Fixed Stars* (Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, 1986)

**Felice Stoppa**, *John Flamsteed, Atlas coelestis, Londra Edizione del 1753, Ristampa filologica* (Pegaso Edizioni, Milano, 1987)

**Owen Gingerich**, *John Bevis, Atlas Celeste* (Archival Facsimiles Limited, Alburgh, 1987)

**Ian Ridpath**, *Star Tales* (Lutterworth Press, Cambridge, 1988)

**Julius D.W. Schaaf**, *The New Patterns in the Sky: Myths and Legends of the Stars* (McDonald & Woodward Publishing Co., Blacksburg, 1988)

**George Lovi**, *Men, monsters and the moderne universe* (Wilmann-Bell, Inc. Richmond, 1989)

**Gerd Grasshoff**, *The history of ptolemy's star catalogue* (Springer Verlag, New York, 1990)

**Carole Stott**, *Celestial Charts: Antique Maps of the Heavens* (Studio Editions, London, 1991)

**Paolo Galluzzi**, a cura di, *Storia delle Scienze, Gli strumenti* (Giulio Einaudi Editore, Torino, 1991)

**Paolo Galluzzi**, a cura di, *Storia delle Scienze, Le scienze fisiche e astronomiche* (Giulio Einaudi Editore, Torino 1992)

**Autori Vari**, *Il Cielo, Intorno alla Cosmologia di Plinio capolavori delle rappresentazioni miniate nei codici delle principali biblioteche del mondo* (Umberto Allemandi, Torino, 1994)

**Peter Whitfield**, *The Mapping of the Heavens* (British Library/Pomegranate Artbooks, London/San Francisco, 1995)

**Patrizio Domenicucci**, *Astra Caesarum, Astronomia, astrologia e catasterismo da Cesare a Domiziano* (Edizioni ETS, Pisa, 1996)

**André Le Boeuffle**, *Astronomie, Les noms des étoiles*, (Burillier, Paris 1996)

**Theony Condos**, *Star Myths of the Greeks and Romans: A Sourcebook containing 'The Constellations' of Pseudo-Eratosthenes and the 'Poetic Astronomy' of Hyginus* (Phanes Press, Grand Rapids, 1997)

**Marc Lachièze-Rey & Jean-Pierre Luminet**, *Figures du ciel: De l'harmonie des sphères à la conquête spatiale* (Bibliothèque Nationale de France, Paris, 1998)

**Pascal Charvet**, *Le Ciel, Mythes et histoire des constellations* (NiL editions, Paris, 1998)

**D. Domini e M. Milanese**, *Vincenzo Coronelli e l'Imago Mundi* (Longo Editore, Ravenna, 1998)

**Felice Stoppa**, *Iohann Bayer, Uranometria, Augusta 1603, ristampa con introduzione* (Edizioni [www.atlascoelestis.com](http://www.atlascoelestis.com), Milano, 2000)

**Felice Stoppa**, *Andrea Cellario, Atlas Coelestis seu Harmonia Macrocosmica, Amsterdam 1661, ristampa delle tavole* (Edizioni [www.atlascoelestis.com](http://www.atlascoelestis.com), Milano, 2000)

**Roland Lafitte**, *Héritages Arabes: Des noms arabes pour les étoiles* (Librairie Orientaliste Paul Geuthner, Paris, 2001)

**Morton Wagman**, *Lost Stars: Lost, Missing, and Troublesome Stars from the Catalogues of Johannes Bayer, Nicholas-Louis de Lacaille, John Flamsteed, and Sundry Others* (McDonald & Woodward Publishing Co., Granville, 2003)

**I. Appenzeller, T. Rivinius, H. Mandel, C. Scorza de Appl**, *Vorstellung der Gestirne auf XXXIV Tafeln von J. E. Bode, 1782* (Astaria Verlag, Heidelberg, 2003)

**Felice Stoppa**, *Alexander Jamieson, Celestial Atlas series of thirty maps, London 1822, ristampa e introduzione* (Edizioni [www.atlascoelestis.com](http://www.atlascoelestis.com), Milano, 2004)

**William Tyler Olcott**, *Star Lore, Myths, Legends, and Facts* (Dover Publications, Inc, Mineola, New York, 2004)

**Michael Mendillo, Patricia M. Burnham, Deborah Jean Warner, Samuel Y. Edgerton**, *Celestial Images, Antiquarian astronomical charts and maps from the Mendillo Collection* (Boston University Art Gallery, Boston, 2005)

**Felice Stoppa**, *Atlas Coelestis, Il cielo stellato nella scienza e nell'arte* (Salviati, Milano, 2006)

**Robert H. Van Gent**, *Andreas Cellarius, Harmonia Macrocosmica* (Taschen, Printed in Italy, 2006)

**Nick Kanas**, *Star Maps, History, Artistry and Cartography* (Springer Praxis, Chichester, 2007)

**Felice Stoppa, K. F. V. Hoffmann**, *Himmelsatlas für Freunde und Liebhaber der Sternkunde zu zeichnen, Stuttgart 1835* (Edizioni [www.atlascoelestis.com](http://www.atlascoelestis.com), Milano, 2007)

**Jordi Pamiàs, Klaus Geus**, *Eratosthenes, Sternsagen* (Utopica, Oberhaid, 2007)

**Arnaud Zucker**, *La fonction de l'image dans l'astronomie grecque in Eratosthène. Un athlète du savoir* (Publications de l'Université de Saint-Etienne, Saint-Etienne, 2008)

**Felice Stoppa**, *La creazione del Cielo* (Edizioni [www.atlascoelestis.com](http://www.atlascoelestis.com), Milano, 2009)

**Paolo Galluzzi**, *Galileo, Immagini dell'Universo dall'antichità al telescopio*, (Giunti, Firenze, 2009)

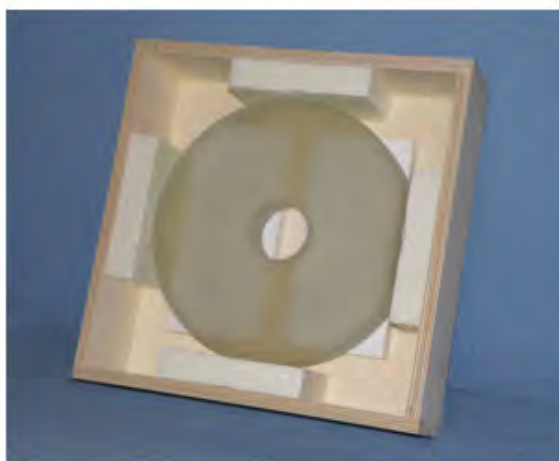
**Stefano Zuffi, Alessandra Novellone**, *Arte e Zodiaco* (Sassi editore, Schio, 2009)

**Anna Santoni**, *Eratostene, Epitome dei Catasterismi, Origine delle costellazioni e disposizione delle stelle* (Edizioni ETS, Pisa 2009)

**G. Chiarini, G. Guidorizzi**, *Igino, Mitologia Astrale* (Adelphi Edizioni, Milano, 2009)



Felice Stoppa di Milano lavora nel campo dell'editoria scolastica da oltre quarant'anni. Cultore di storia dell'astronomia ha ristampato filologicamente i più importanti atlanti celesti classici. Dirige il sito [www.atlascoelestis.com](http://www.atlascoelestis.com) dedicato alla storia della cartografia celeste.



[www.reginato.it](http://www.reginato.it)

Via Fantin 121/B 31035 CROSETTA DEL MONTELLO (TV) Italy  
tel. ++39 0423 660010 Cell. 3457614983 Fax ++39 0423 660680  
email: [info@reginato.it](mailto:info@reginato.it)

Ecco i Video dell'installazione del telescopio REGINATO di 60 cm all'Osservatorio di Cervarezza (RE):

<http://www.youtube.com/watch?v=n-o6CF6RBqA>

<http://www.youtube.com/watch?v=5HJd2VJdjao>

## Recensione

Jean-Pierre Luminet

# La parrucca di Newton

Recensione di Rodolfo Calanca

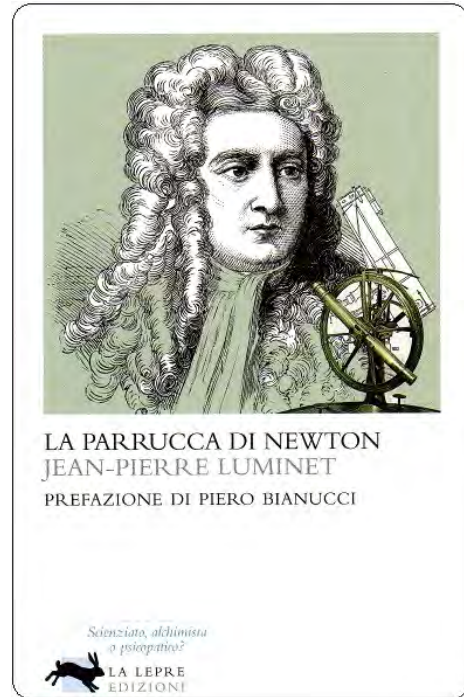
L'autore di questo romanzo, perché di romanzo si tratta, è uno dei più conosciuti e creativi astrofisici francesi, Jean-Pierre Luminet. La sua biografia ci dispiega un curriculum impressionante: nel 1982 è stato tra i primi a studiare gli effetti del passaggio di una stella nei pressi di un buco nero supermassiccio. Dal 1995 si è occupato di topologia dell'Universo e, nel 2003, ha avanzato l'affascinante ipotesi (successivamente contestata da molti suoi colleghi) che alcune anomalie nell'anisotropia della radiazione cosmica di fondo, osservate dal satellite WMAP, possano essere spiegate supponendo che l'universo presenti una curvatura positiva e che sia raffigurabile come uno spazio dodecaedrico di Poincaré. In tutti questi anni si è anche occupato di storia della cosmologia ed ha ampiamente studiato la figura del prete-cosmologo belga Georges Lemaître.

Luminet è autore di varie biografie dedicate a grandi scienziati e matematici, tra le quali "Le baton d'Euclide", "Le secret de Copernic", "La discorde céleste" e "L'oeil de Galilée"; nessuna di queste è ancora stata tradotta in italiano.

Con "La parrucca di Newton" Luminet ha ripercorso alla sua maniera, divertente e dissacrante, la vita di uno dei più grandi scienziati di ogni tempo, Isaac Newton. Considerato dal positivismo scientifico ottocentesco il paradigma dello scienziato rigoroso ed assolutamente razionale, Newton fu in realtà una figura molto controversa e lontanissima dall'idea corrente dello scienziato moderno.

A dare per primo una descrizione storicamente veridica del personaggio fu il grande economista John Maynard Keynes che scrisse: "Newton non fu il primo dell'età della ragione: fu l'ultimo dei maghi".

Luminet si muove all'interno di questo filone interpretativo, storicizzando con precisione il personaggio ma concedendosi delle "licenze letterarie" molto gradevoli dal punto di vista della narrazione. Ad esempio, a p. 151, parla di un fantomatico "bastone di Euclide" che, per secoli sarebbe passato di mano in mano fino ad arrivare in quelle, salvifiche, di Newton, il predestinato. Il "bastone" conteneva un messaggio di Keplero nel quale il grande astronomo imperiale dichiarava di correggere le sue idee



espresse nelle sue opere principali, *Astronomia Nova* e nell'*Epitome*, affermando di aver scoperto per primo quella che Newton, successivamente, chiamò la legge della gravitazione universale. Luminet, in modo arguto, fa risalire a Keplero l'idea della mela che cade verso il centro della Terra allo stesso modo della Luna; Newton se ne sarebbe appropriato senza mai dichiarare di averla appresa da uno scritto segreto dell'astronomo tedesco.

Il bastone di Euclide e la sua storia, sono una sorta di filo rosso della fantasia che unisce tutte le biografie scientifiche romanzate di Luminet: lo troviamo per la prima volta nel romanzo omonimo, il primo della serie, nella quale è raccontata la fine della grande biblioteca di Alessandria. Ci auguriamo che qualche editore nostrano abbia la buona idea di pubblicare questo romanzo nella traduzione italiana.

Dalla "La parrucca di Newton" emerge un ritratto a tutto tondo del più grande "filosofo naturale" (il termine *scienziato* è un'invenzione ottocentesca) mai esistito. Newton era un uomo scorbutico e sgradevole, probabilmente paranoico e temeva la povertà e le critiche degli altri. Era litigioso e si imbarcò in dispute accanite con molti suoi contemporanei come Hooke, Leibniz o Flamsteed.

Il libro di Luminet è una lettura piacevolissima ed istruttiva: pur giocando con il personaggio, l'autore descrive sempre correttamente gli studi e le scoperte di questo genio ineguagliabile, tormentato e misantropo, rispettandone la straordinaria grandezza intellettuale.

## La parrucca di Newton

Jean-Pierre Luminet

La Lepre Edizioni, Roma 2011

[www.lalepreedizioni.com/index2.php](http://www.lalepreedizioni.com/index2.php)

Prezzo: 24,00 €

**Recensione****Salvatore Albano****Universo, conoscerlo per vederlo**

Recensione di Rodolfo Calanca

Quest'ultima fatica di Salvatore Albano è particolarmente ricca di informazioni storiche, di tecnologia strumentale e di tecniche d'osservazione astronomica. L'Autore è un notissimo osservatore visuale nonché collaboratore fisso della rivista cartacea COELUM Astronomia.

Ha al proprio attivo centinaia e centinaia di ore d'osservazione con svariati telescopi, da quelli *entry level*, fino agli strumenti al *top* della qualità e delle dimensioni ottiche. L'esperienza accumulata, gli interessi culturali profondi ed una notevole capacità di comunicazione gli consentono di cimentarsi con successo nella stesura di libri che, come questo, sono particolarmente "densi" di contenuti rilevanti anche dal punto di vista culturale.

Il libro inizia con un capitolo molto esteso dedicato alla storia dell'astronomia osservativa, da quella visuale fino alle più recenti conquiste tecnologiche nell'ambito dei sensibilissimi sensori digitali. L'accento è posto sulle modalità di sviluppo degli strumenti, in particolare (come è ovvio per un esperto osservatore visuale) del telescopio, nel corso di ben quattro secoli. Tutti gli astronomi che hanno avuto un ruolo significativo nella conoscenza del cielo stellato sono citati e, spesso, il loro lavoro è analizzato in profondità. Ad esempio, alla pag. 36 e seguenti, l'Autore analizza tutte le ipotesi finora formulate al fine di spiegare la mancata osservazione di Galileo della splendida nebulosa M42 in Orione.

Altrettanto interessanti le nutrite pagine dedicate a grandi osservatori del cielo, quali il francese Charles Messier ed il tedesco, naturalizzato inglese, William Herschel e la sua famiglia di grandi astronomi (la sorella Caroline e il figlio John).

Nel secondo capitolo l'Autore dedica un adeguato spazio al processo che ci conduce alla comprensione di ciò che si vede attraverso l'oculare del telescopio.

Il terzo capitolo, scritto con il contributo di Giancarlo



Favero, è ricco di considerazioni tecniche sulle modalità dell'osservazione telescopica.

Il libro è certamente utile sia agli osservatori "incalliti" del cielo, sia ai neofiti che si stanno accostando all'astronomia. Potersi avvalere della potenza descrittiva di un esperto quale è l'Autore, agevola grandemente la comprensione delle motivazioni, anche psicologiche, che spingono gli uomini alla contemplazione "ragionata" degli oggetti celesti.

Salvatore Albano è presente sul canale Youtube EAN:

<http://www.youtube.com/watch?v=o-gdXGJ2Dyo>

<http://www.youtube.com/watch?v=EW4d4-LHikg>

<http://www.youtube.com/watch?v=AFEXJ7trbzig>

<http://www.youtube.com/watch?v=C247TKuufzM>

**Universo, conoscerlo per vederlo**

Salvatore Albano

Il Castello Editore, Milano 2011

<http://www.ilcastelloeditore.it/>

Prezzo: 19,00 €

