



I cataloghi astronomici

Emanuele Schembri

Siracusa, 8 luglio 2017

Perché un catalogo di stelle?

- L'esigenza di dotarsi di elenchi stellari risale agli albori dell'astronomia.
- L'esatta localizzazione delle stelle cosiddette “fisse” era infatti necessaria per conoscere il ciclo delle stagioni, e quindi dei lavori agricoli e pastorali, per la stesura del calendario, per la navigazione in mare, etc.
- Tale attività, soprattutto in Mesopotamia ed Egitto era appannaggio dei sacerdoti. I fenomeni celesti venivano posti in connessione con le vicende umane, determinando la convinzione che si potesse predire il futuro semplicemente osservando il cielo. I primi passi dell'Astronomia, quindi, coincidono con la nascita dell'Astrologia.
- Furono i Babilonesi, la cui numerazione era basata sul sistema sessagesimale, che gettarono le basi per il sistema di coordinate per i sistemi sferici, come la superficie terrestre o la volta celeste, successivamente adottato dal mondo greco ed ellenistico e pervenuto fino ad oggi.

Le costellazioni

La base di partenza di tutti i cataloghi furono, naturalmente, le costellazioni, allineamenti fittizi tra le stelle più appariscenti, nei quali la tradizione popolare identificava personaggi o animali della mitologia.



I primi cataloghi

- I primi elenchi di stelle, per quanto si sa, furono redatti dagli antichi astronomi-sacerdoti egiziani e babilonesi. Ma il primo catalogo storico di cui si abbia notizia fu redatto da **Gan De**, un astronomo cinese del IV secolo a.C.
- Nel III sec. a.C., abbiamo notizia del primo vero e proprio catalogo di stelle del mondo occidentale, redatto nel 290 s.C. ad opera degli astronomi alessandrini **Timocari ed Aristillo** che, avvalendosi di strumenti di misura già abbastanza adeguati, poterono stabilire le posizioni, per quell'epoca molto precise, di un certo numero di stelle splendenti, dandone la latitudine e la longitudine e, grazie ad esse, a determinare la posizione dell'eclittica e, conseguentemente, del primo punto d'Ariete.

I primi cataloghi

- Il catalogo di **Timocari ed Aristillo** non ci è stato tramandato. Ma esso fu importantissimo per quello redatto, circa un secolo e mezzo dopo, da Ipparco, ritenuto unanimemente il più grande astronomo dell'antichità.
- Circa un secolo e mezzo dopo, **Ipparco di Nicea** stilò un elenco di 1080 stelle (anch'esso non pervenutoci, almeno direttamente). Dal confronto con le coordinate di Timocari ed Aristillo, si accorse che, mentre le latitudini delle stelle erano rimaste inalterate, le longitudini erano sistematicamente diminuite di circa 2 gradi. L'unica spiegazione era ammettere che il punto d'Ariete si fosse spostato all'indietro della stessa misura: aveva così scoperto il fenomeno della **precessione degli equinozi**.



I primi cataloghi

- Anche il catalogo d'Ipparco non è giunto fino a noi, almeno in forma diretta. Esso fu però recepito da quello redatto da **Claudio Tolomeo** nel II secolo d.C., contenuto nel VII libro dell'Almagesto. Questo, di fatto è il primo catalogo stellare pervenutoci, sia pure attraverso traduzioni in arabo prima ed in latino poi, e registra 1.022 stelle.
- Tolomeo ricalcola il valore della longitudine in funzione della precessione e fissa la posizione delle stelle al 138 d.C, primo anno di regno di Antonino Pio. La precisione delle coordinate è di circa 10' d'arco, più che apprezzabile per l'epoca.
- Il catalogo di Tolomeo è stato universalmente adottato per oltre un millennio, fino a tutto il Medioevo.



I cataloghi medievali

- Nella generale stasi delle scienze che caratterizzò il medioevo, gli unici progressi in campo astronomico di devono ad opera del mondo islamico.
- Il **Libro delle stelle fisse** di **Al-Sufi** fu un'opera redatta intorno al 965 d.C. Si trattava del tentativo di creare una sintesi delle più importanti opere di astronomia conosciute, in particolare dell'Almagesto, incluso un catalogo stellare.
- Nel 1437 fu pubblicato a Samarcanda il catalogo **Zij-i Sultani**, che conteneva 1018 stelle le cui posizioni erano state determinate con grande cura da astronomi islamici per volontà del principe tartaro Mohamed Ulug-Beg, presso l'osservatorio di Samarcanda. La precisione di questo catalogo è, tuttavia, solo di poco superiore a quella del catalogo dell'Almagesto.



I cataloghi moderni

- Si devono attendere i notevoli progressi tecnici del XV e XVI secolo, in particolare dell'arte meccanica e metallurgica, affinché gli astronomi disponessero di strumenti di precisione tale a far compiere agli astronomi un deciso salto di qualità nella precisione delle loro misure.
- Nel 1602 apparve il catalogo postumo di **Tycho Brahe**, con 1005 stelle osservate direttamente e ad occhio nudo dall'astronomo danese, che ne determinò la posizione con un'accuratezza di ben 1' d'arco. La precisione delle sue osservazioni fu d'importanza fondamentale per le successive scoperte di Keplero.
- Da questo catalogo, **Johann Bayer** trasse nel 1603 il suo famoso atlante stellare *Uranometria*, con la raffigurazione delle costellazioni ed il sistema di classificazione delle stelle sulla base dell'utilizzo di lettere greche e latine, ancora oggi comunemente usato.

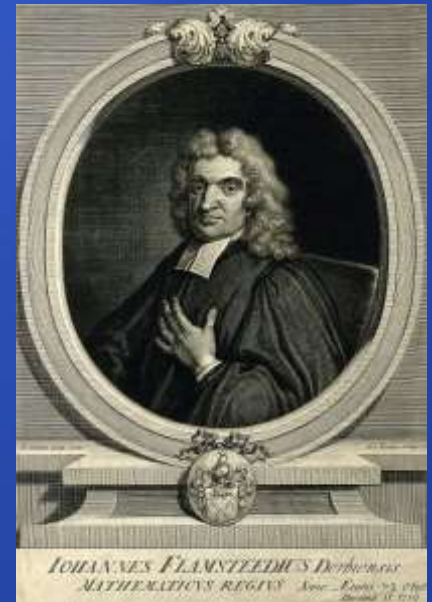


Disegno di un sestante riportato nell'opera di Tycho « Historia Coelestis ».



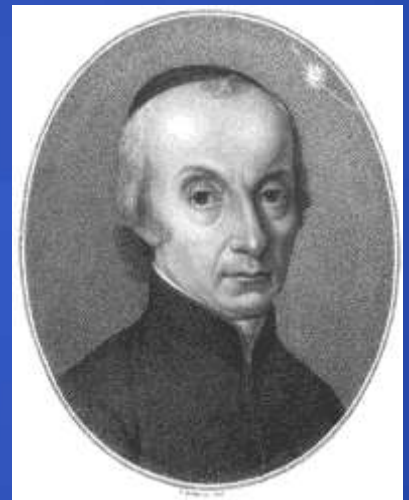
I cataloghi moderni

- Nel 1690 fu pubblicato, postumo, il catalogo di 1553 stelle di **Johan Hevelius**, di Danzica. Fu il primo ottenuto anche col ricorso ad un rudimentale telescopio e, grazie a ciò, la precisione era nettamente superiore rispetto a quella raggiunta da Tycho, circa $\frac{1}{2}$ primo d'arco. Il catalogo recepiva, per la prima volta, la nomenclatura di Bayer, ed inseriva una serie di nuove costellazioni, per riempire i “buchi” lasciati in cielo dalla tradizione classica.
- L'uso di telescopi, quadranti murali, sestanti sempre più perfezionati e, contestualmente, di un orologio a pendolo di precisione permise a **John Flamsteed**, primo direttore dell'osservatorio di Greenwich, di pubblicare nel 1725 un catalogo, postumo, di ben 3310 stelle la cui precisione scendeva addirittura a 10 secondi d'arco. Il gran numero di stelle osservate rese di colpo insufficiente il criterio di nomenclatura di Bayer. Si rese necessario assegnare ad ogni stella un numero progressivo, all'interno di ogni costellazione.



I cataloghi moderni

- Nel 1814 apparve l'edizione definitiva di quello che si può definire il primo dei grandi cataloghi contemporanei: il catalogo di ben 7646 stelle che l'abate **Giuseppe Piazzi** aveva approntato in Palermo in 24 anni d'osservazioni. La precisione del catalogo scende addirittura a mezzo secondo d'arco, valore tale da permettere di risalire ai moti propri di numerose stelle già per confronto con il più recente catalogo del passato, quello di Flamsteed.
- Col catalogo di Piazzi, ben noto anche per la scoperta di Cerere, il maggiore degli asteroidi, viene definitivamente mandato in soffitta il concetto di *firmamento*, come luogo delle stelle fisse in eterno nell'artificiosa perfezione della concezione aristotelica e tolemaica.



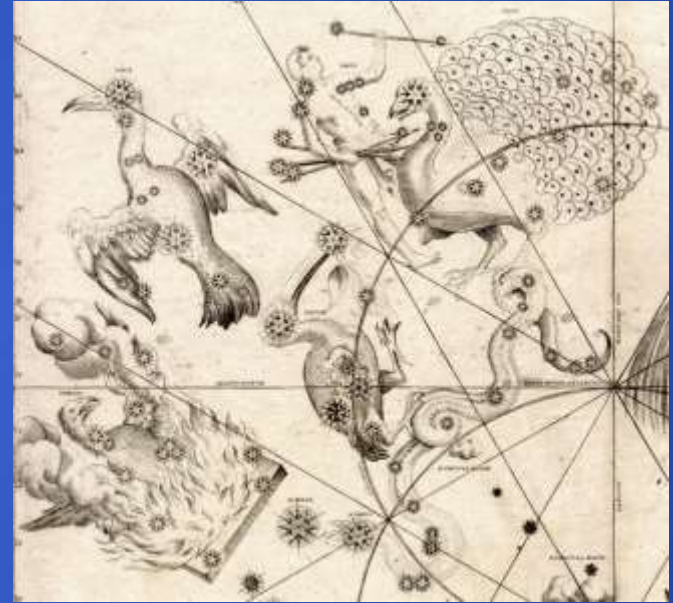
I cataloghi attuali

- Possiamo suddividere i cataloghi attualmente in uso, sia ad uso degli astrofili che per l'impiego professionale degli astronomi, in tre grandi categorie:
 - **Cataloghi di posizione**, essenzialmente riferiti alle stelle. Comprendono, naturalmente, solo oggetti facenti parte della nostra galassia, la Via Lattea. Sono la base degli almanacchi, una volta usati solo per la navigazione, ora anche per scopi astrofisici.
 - **Cataloghi nebulari** (definiti, impropriamente, anche come *non stellari*), resi possibili dopo l'avvento del telescopio. Essi includono una eterogenea raccolta di tutti gli oggetti diversi dalla singola stella e, generalmente, di diversi ordini di grandezza più macroscopici: galassie, nebulose, ammassi stellari, nebulose planetarie, etc.
 - **Cataloghi tematici**, come, ad es., quello delle nebulose oscure, dei pianetini, delle nebulose planetarie.

I cataloghi di posizione

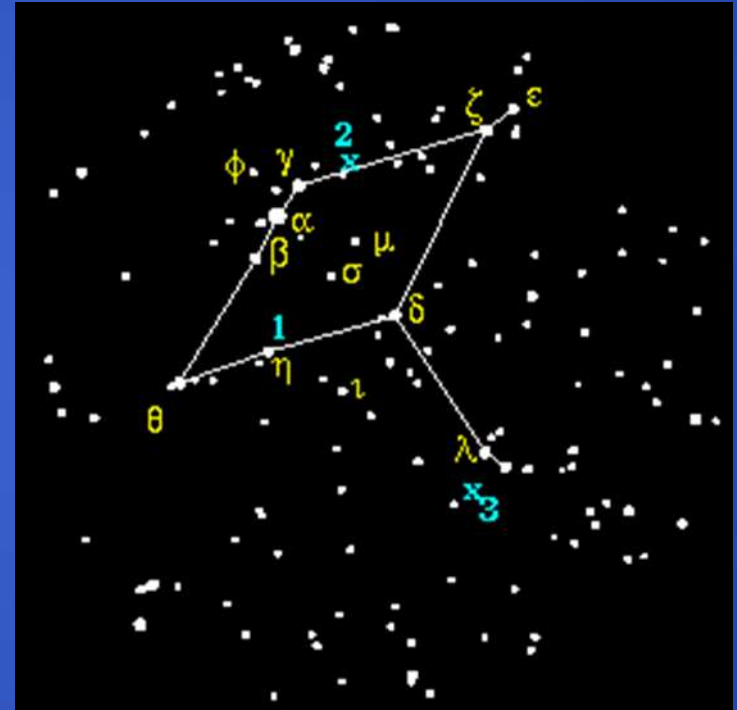
Il “catalogo” di Bayer

- Il termine “catalogo” è improprio perché, come abbiamo detto, si deve piuttosto parlare di “atlante stellare”. Si tratta del celebre atlante soprannominato Uranometria, il primo a coprire l'intera volta celeste, in cui le costellazioni vengono indicate con le tradizionali figure mitologiche e la posizione degli astri è attinta direttamente dal catalogo di Tycho Brahe.
- Sono rappresentate le 48 tradizionali costellazioni tramandate dall'antichità, ma anche 10 nuove costellazioni australi, frutto dei primi grandi viaggi intorno al globo.
- L'importanza di quest'opera è quella d'aver introdotto per la prima volta il sistema di identificazione stellare basato sull'uso di lettere tratte dall'alfabeto greco e latino, ancor oggi comunemente usato.

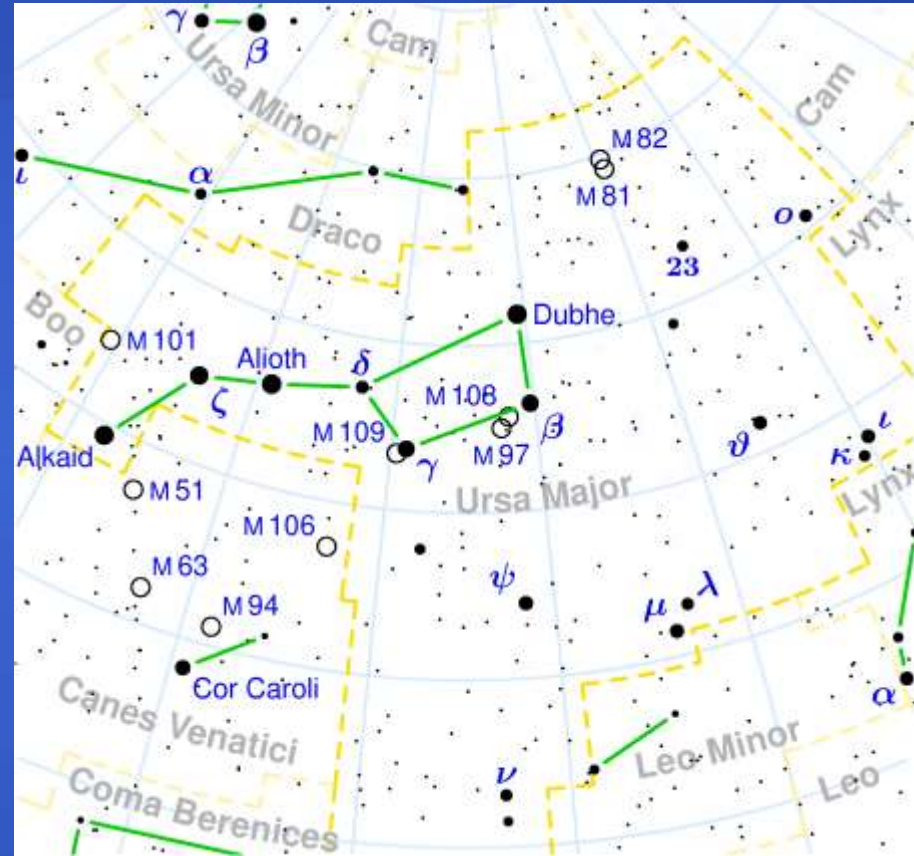
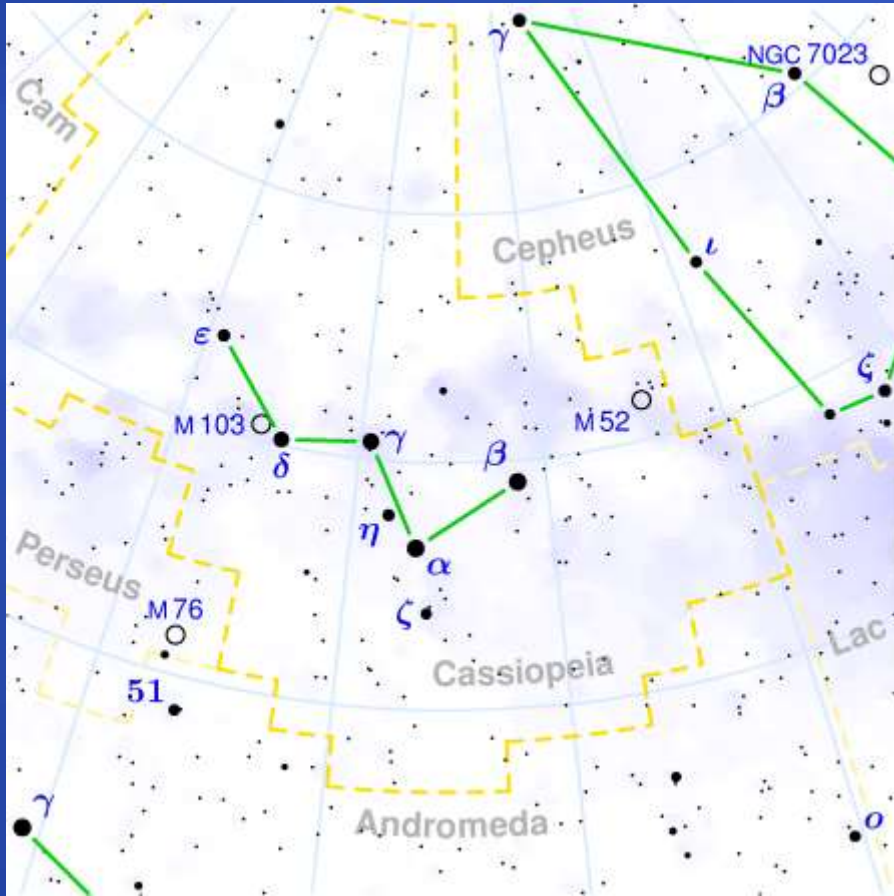


La nomenclatura di Bayer

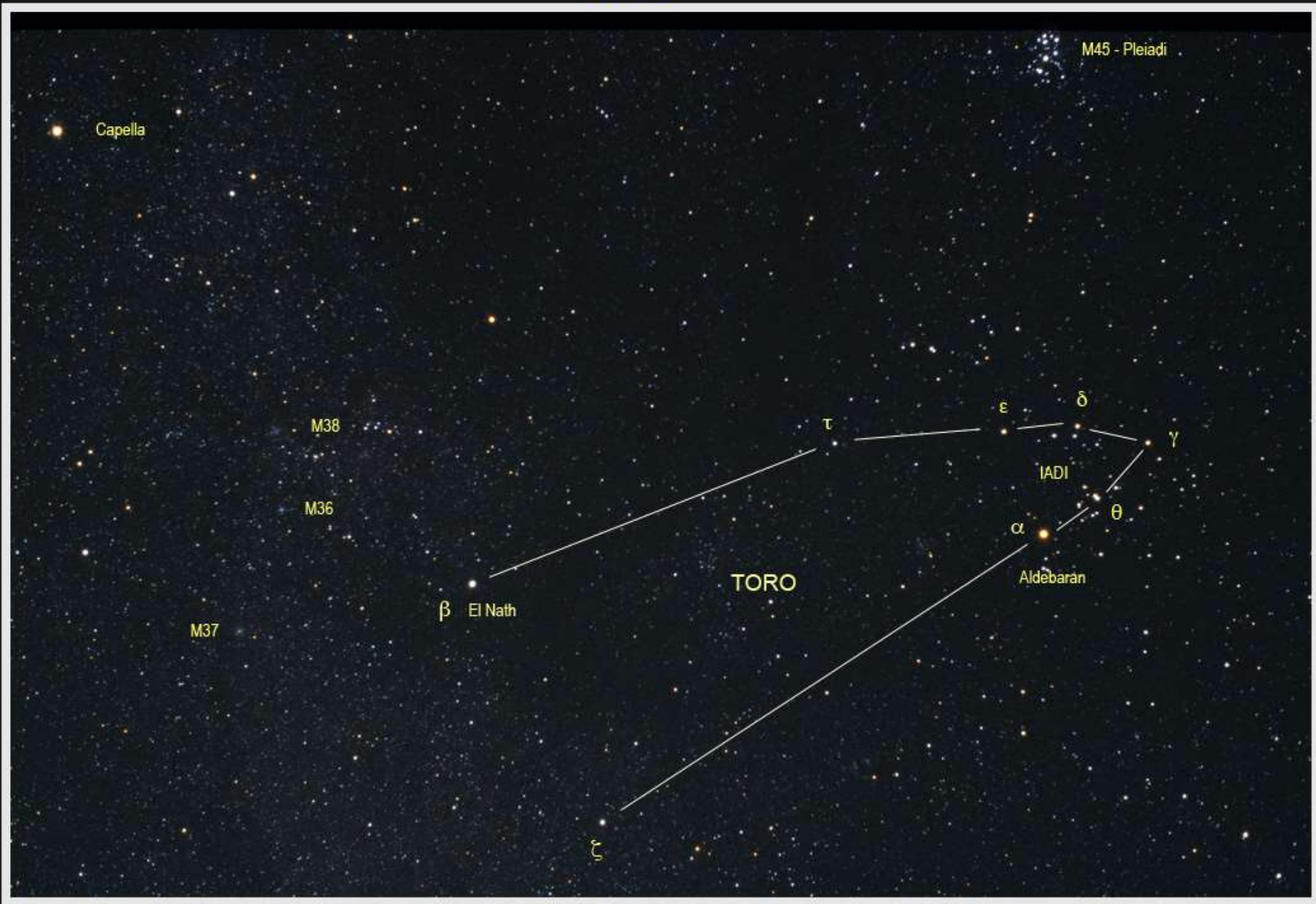
- Ogni stella viene identificata da una lettera greca, in ordine decrescente di luminosità, seguita dal genitivo latino della costellazione cui appartiene.
- Terminate le 24 lettere dell'alfabeto greco, si passava alle lettere minuscole dell'alfabeto latino e, terminate anche queste ultime, si usavano le maiuscole latine. Vista la limitazione dei cataloghi dell'epoca, non si andava oltre la lettera Q.
- Es. α Tauri (Aldebaran), β Orionis (Rigel), γ Andromedae (Almach), etc.



- Una difficoltà di questo sistema è l'utilizzo di suffissi numerici per indicare gruppi di stelle che hanno la stessa lettera di Bayer.



TORO



La nomenclatura di Flamsteed

- Con l'uso dei telescopi, il numero di stelle identificate cresce progressivamente. L'utilizzo dell'alfabeto non è più sufficiente a classificare le stelle.
- Fu così che John Flamsteed, per il suo catalogo di oltre 3300 stelle, utilizzò i numeri invece delle lettere dell'alfabeto, ma sempre seguiti dal genitivo latino della costellazione.
- Essi non vengono più assegnati in ordine decrescente di luminosità, ma in funzione della loro posizione, partendo dalla stella più occidentale della costellazione.
- Nell'uso comune, anche professionale, i due sistemi convivono anche ai nostri giorni. Generalmente, si usa la classificazione di Bayer e, dove non è possibile, si passa a quella di Flamsteed (ad es., la stella 51 Peg o la 61 Cyg).

La nomenclatura delle stelle variabili

- E' un caso particolare di classificazione, che ha origine da quella di Bayer per poi evolversi con la crescita esponenziale del numero di questi oggetti in seguito all'introduzione dei nuovi strumenti.
- All'epoca di Bayer, erano conosciute solo poche stelle variabili ed il numero delle stelle identificate non andava oltre la lettera Q. Sembrò quindi ragionevole iniziare a classificarle partendo dalla lettera R, pensando che si trattasse di poche stelle e che fossero sufficienti le lettere fino alla Z.
- Dopo la metà del 1800, l'introduzione dei sistemi di misura fotometrici e della fotografia astronomica fece aumentare enormemente il numero delle stelle variabili. Si pensò, allora, di risolvere il problema ricorrendo al raddoppio delle lettere, con la condizione che la seconda lettera non precedesse mai la prima. S'iniziò da RR, poi RS, RT fino a ZZ, per un totale di 54 variabili.
- Anche questo non bastò, e si ripartì dall'inizio dell'alfabeto: AA, AB, fino a QZ. Erano così disponibili 334 combinazioni.
- Naturalmente, neanche queste bastarono, ragione per cui, dal 1928, abbandonato l'alfabeto, si convenne di numerare tutte le successive variabili con una V seguita da un numero progressivo.

I cataloghi stellari professionali

- Il catalogo dell'Argelander, noto anche col nome **Bonner Durchmusterung**, la cui prima edizione fu pubblicata a Bonn nel 1863. Contiene quasi 458.000 stelle, fino alla magnitudine 9,5. Ogni stella è contrassegnata dalla sigla **BD** oppure **DM**. Le coordinate hanno un certo livello d'approssimazione.
- Il **catalogo HR** comprende stelle brillanti di magnitudine fotografica inferiore o uguale a 6,5, che corrisponde grosso modo a quelle visibili a occhio nudo. Fu compilato dall'astronomo americano Edward Charles Pickering e pubblicato per la prima volta nel 1908. Include 9110 voci, con sigla HR. Il **catalogo BS** (Bright Stars) è il successore dell'HR, e comprende pressappoco gli stessi oggetti. Edito a Yale nel 1982.
- Il catalogo **Henry Draper**, le cui stelle sono siglate con **HD**. Edito per la prima volta nel 1924 dall'Harvard College Observatory, fu dedicato a Draper, cultore d'astronomia che, nel 1872, aveva ottenuto la prima fotografia dello spettro di una stella, lasciando il suo archivio all'osservatorio. Contiene 359.083 stelle.

I cataloghi stellari professionali

- Il catalogo **SAO** (Smithsonian Astrophysical Observatory) su pubblicato nel 1966 e comprende 258.997 stelle, fino alla 9^m. I nomi iniziano con la lettera SAO, seguite da un numero progressivo.
- Il catalogo **WDS** (Washington Double Star) è riservato alle stelle doppie o multiple e comprende oltre 100.000 sistemi stellari. Viene pubblicato ed aggiornato dall'United States Naval Observatory.
- Il **General Catalogue of Variable Stars, GCVS**, edito per la prima volta dall'Accademia delle Scienze dell'Unione Sovietica, riporta i dati delle stelle variabili finora scoperte. Il suo continuo aggiornamento è curato dallo Sternberg Astronomical Institute, dell'Università di Mosca.
- Il catalogo **Hipparcos** è il frutto della missione del satellite omonimo dell'ESA, che dal 1989 al 1993 ha individuato con estrema precisione, dell'ordine del millisecondo d'arco, la posizione e vari altri dati astrometrici (parallasse, distanza, moto proprio, variabilità, sistemi multipli, etc.) di oltre 120.000 stelle della Via Lattea.

I cataloghi stellari professionali

- Dalla stessa missione di Hipparcos, è stato dedotto un ulteriore catalogo, denominato **Tycho-2**, comprendente ben 2.539.913 stelle della nostra galassia, fino alla 11^m. Le informazioni contenute, tuttavia, hanno un minor livello di precisione rispetto al catalogo principale.
- La prossima frontiera dei cataloghi stellari sarà il catalogo che verrà stilato a conclusione della missione del satellite **GAIA**, dell'ESA, lanciato il 19 dicembre del 2013. Grazie alla sua posizione nel secondo punto lagrangiano del sistema Terra – Sole, esso permetterà la mappatura di precisione (tra 20 e 200 micro arcosecondi) di oltre un miliardo di stelle, fino alla magnitudine 20.

I cataloghi nebulari

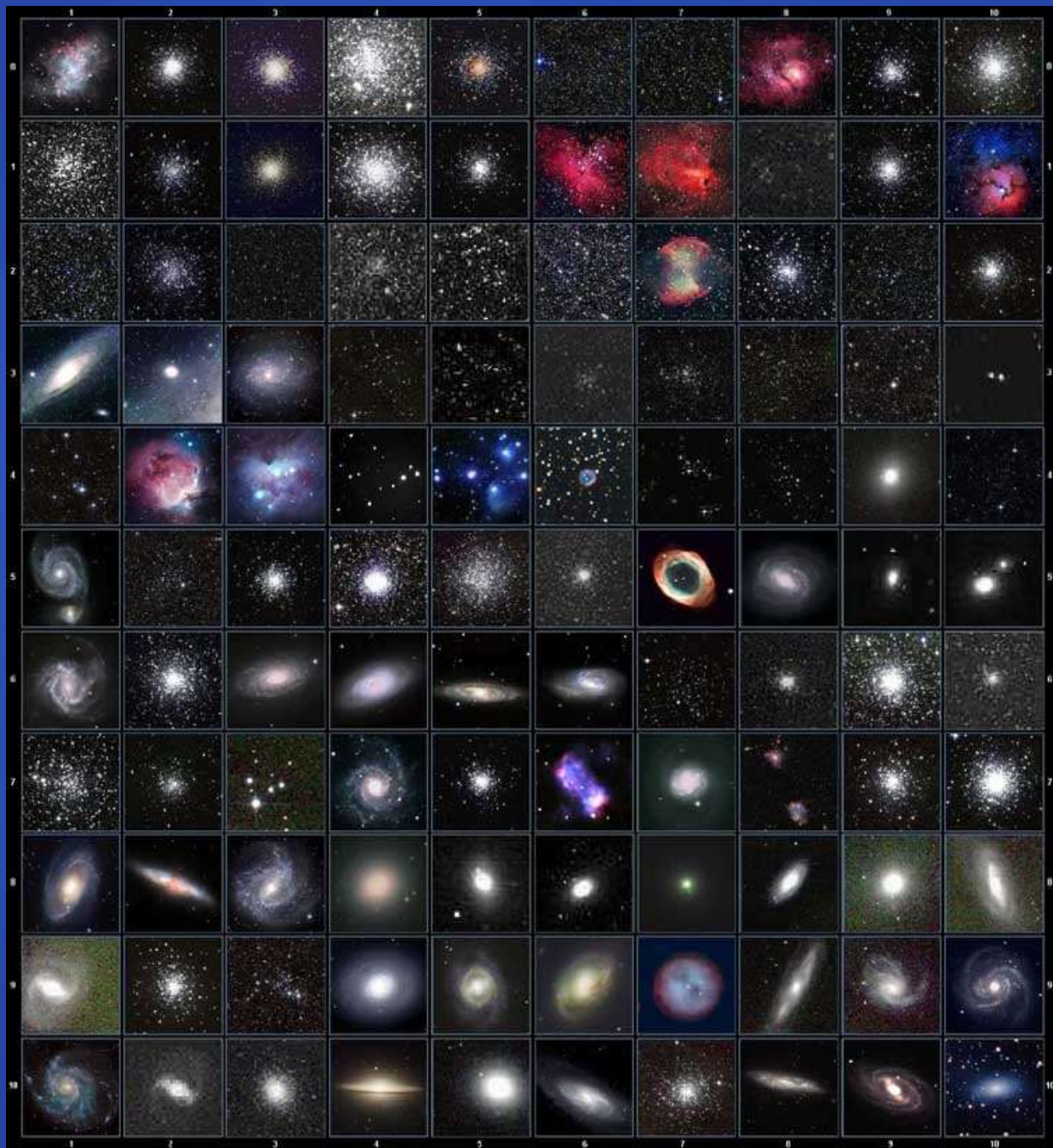
Il catalogo Messier

- Le comete hanno un aspetto rotondeggiante e diffuso, ma, analogamente ai pianeti, si spostano rispetto al firmamento.
- Nel cielo, però, vi sono parecchi altri oggetti di natura stellare che, se osservati con strumenti poco potenti ed otticamente imperfetti, hanno un aspetto nebuloso.
- Si pensa che Charles Messier abbia pensato, a partire dal 1758, di redigere un catalogo di questi oggetti “nebulosi”, immobili rispetto alle altre stelle, per evitare di perdere tempo durante la sua ricerca, confondendoli con delle comete. Partendo da questo presupposto iniziale, in corso d’opera egli pensò d’integrare l’elenco anche con ammassi stellari aperti di cui era ben evidente la natura stellare, ad es. le Pleiadi.



Il catalogo Messier

- Nella sua prima stesura, pubblicata nel 1771 con il nome di Catalogo delle nebulose e degli ammassi di stelle, il catalogo conteneva 45 oggetti; successive integrazioni portarono il loro numero a 110, nell'edizione definitiva del 1781.
- Solo una parte degli oggetti sono stati scoperti da Messier; nella maggior parte dei casi, egli catalogò precedenti osservazioni altrui, provvedendo però a posizionare con precisione gli oggetti nel cielo.
- Inizialmente, il catalogo non ebbe particolare rilievo nel mondo accademico, date le premesse.
- Di lì a poco, grazie soprattutto all'opera di Herschel nel campo della costruzione dei telescopi e dell'esplorazione del cielo, l'astronomia fece passi da gigante, aumentando a dismisura gli orizzonti dell'Universo conosciuto e gettando luce sulla reale natura degli oggetti "nebulosi" catalogati da Messier.
- Senza rendersene conto, aveva realizzato l'opera più importante della sua vita. Ironia della sorte, Messier è diventato famoso tra i posteri aver catalogato proprio gli oggetti che non voleva vedere.



Gli oggetti Messier

- Ammassi stellari aperti
- Ammassi globulari
- Nebulose diffuse



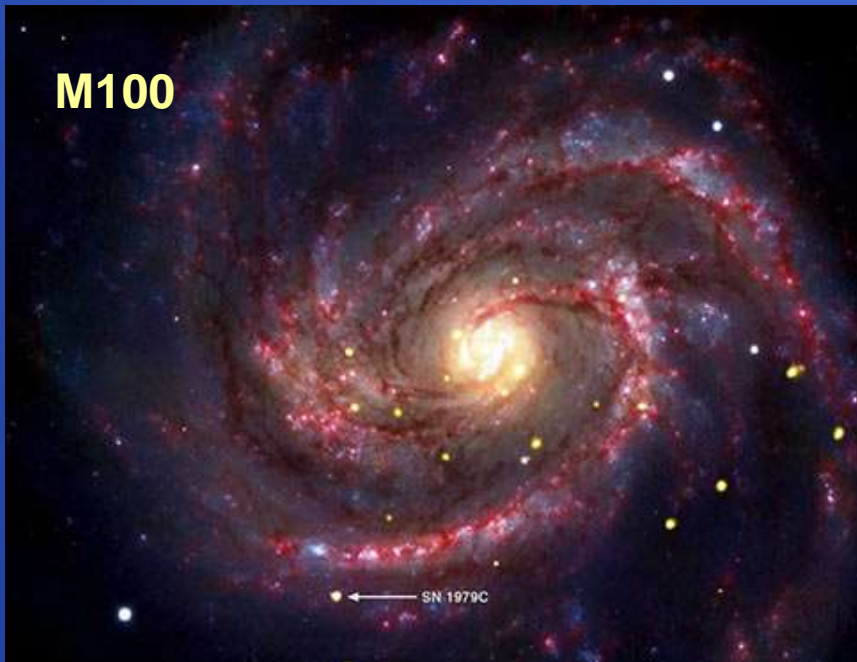
Gli oggetti Messier

- Ammassi stellari associati a nebulose
- Nebulose planetarie
- Resti di supernova



Gli oggetti Messier

- Galassie



- Asterismi



Gli oggetti Messier

- Gli oggetti sono catalogati senza una logica apparente (luminosità, costellazione, etc.); il loro ordine rispecchia, verosimilmente, quello della loro prima osservazione.
- Anche la luminosità è estremamente variabile: si passa da oggetti ben visibili ad occhio nudo, come le Pleiadi ($1,2^m$) ad altri debolissimi, come la nebulosa planetaria M76 ($12,0^m$).



Il catalogo NGC

- Il **New General Catalogue, NGC**, è probabilmente il più noto catalogo degli oggetti nebulari, sia tra gli astronomi professionisti che tra gli astrofili.
- Il suo precursore fu il *Catalogo Generale delle Nebulose ed Ammassi Stellari*, redatto dal grande astronomo *William Herschel* tra il 1786 ed il 1802, e contenente circa 2500 oggetti.
- La lista degli oggetti osservati da Herschel fu notevolmente ampliata, grazie ai rapidi progressi della strumentazione, e nel 1888 fu pubblicato il successore NGC, ad opera di L.F. Drayer, che contiene 7840 oggetti, indicati dalla sigla NGC seguita da un numero progressivo.
- La tipologia degli oggetti inclusi nel catalogo è, sostanzialmente, la stessa del catalogo Messier, che ne è un sottoinsieme. Ad es. la nebulosa M8 “Laguna” diventa la NGC 6523; la galassia M33 si indica con NGC 598.



Helix Nebula • NGC 7293

Hubble Space Telescope • Advanced Camera for Surveys
NOAO 0.9m • Mosaic I Camera

NASA, NOAO, ESA, The Hubble Helix Team, M. Meixner (STScI), and T.A. Rector (INRAO) • STScI-PRC03-11a



Copyright Marco Fazzoli - www.marcofazzoli.com

NGC 891



NGC884/NGC869: L(6x10min), RGB(3x5min; 2x2 bin),Takahashi FS-102 @ f/6, ST-2000XM, Ken Sperber

NGC 457 - Ammasso civetta



CODAS SR

E. Schembri - 2014

Il catalogo IC

- Il catalogo NGC fu integrato, di lì a poco, con due supplementi, pubblicati, rispettivamente, nel 1895 e nel 1908, ad opera dello stesso Drayer. Questi diedero origine all'**Index Catalogue (IC)** delle Nebulose e degli Ammassi Stellari, comprendenti 5386 oggetti, indicati dal prefisso IC seguito da un numero progressivo.
- L'enorme lavoro di Drayer, condotto a cavallo dei due secoli, pertanto, arrivò a catalogare complessivamente ben 13.226 oggetti nebulosi su entrambi gli emisferi celesti.

IC 5070
Nebulosa
Pellicano



G. Benintende

IC 5146 Cocoon Nebula



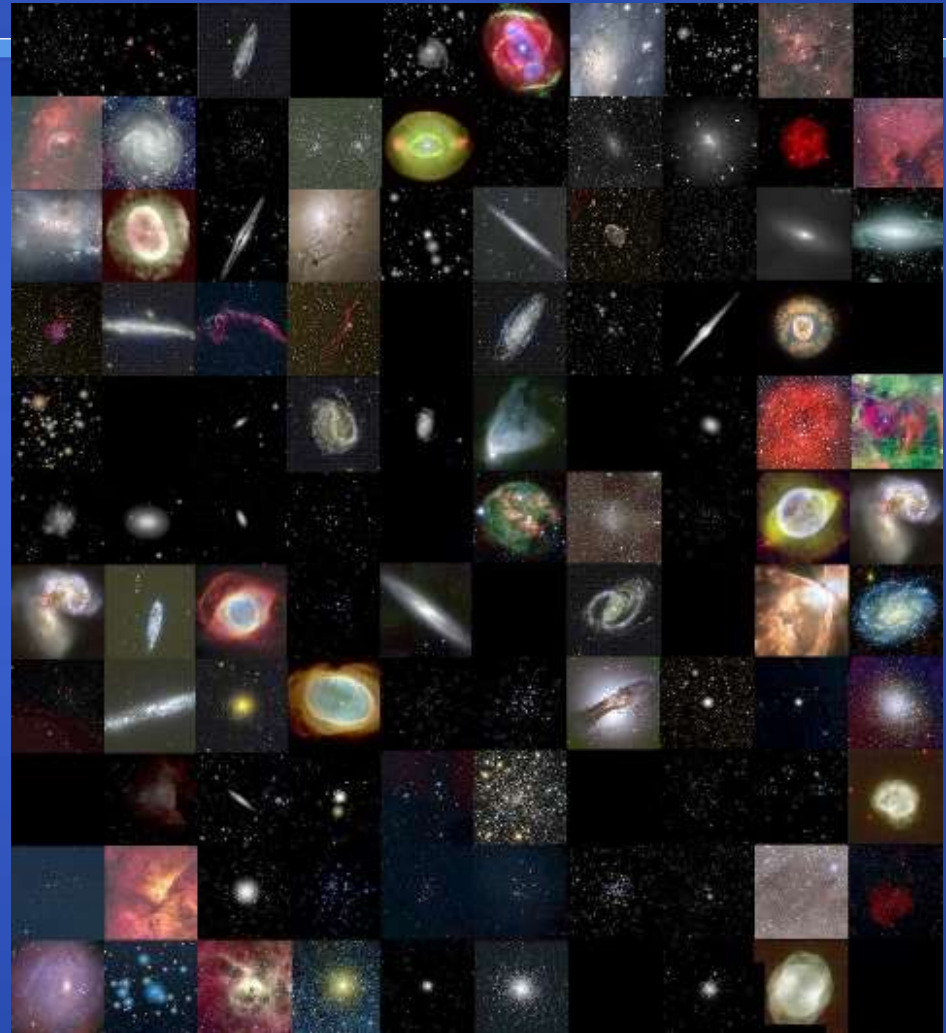
G. Benintende

Il catalogo Caldwell

- E' uno dei cataloghi più recenti, pubblicato nel 1995 da Patrick Caldwell-Moore come ideale completamento del catalogo di Messier. Esso, pertanto, è stato concepito espressamente in funzione del pubblico degli astrofili, e comprende 109 oggetti.
- Sono inclusi nel catalogo i principali oggetti celesti dell'emisfero australe, non osservabili da Messier, nonché molti dell'emisfero boreale, stranamente non inclusi da quest'ultimo nel suo catalogo, come il doppio ammasso di Perseo, le Iadi, etc.
- Come nel catalogo Messier, l'insieme è eterogeneo ed include tutto ciò che è diverso da una singola stella (ammassi stellari, nebulose, galassie).
- Gli oggetti sono ordinati per declinazione, partendo dal più settentrionale a quello più meridionale. Trattandosi di una raccolta *a tema*, Caldwell attinge ad oggetti che sono già presenti in cataloghi più generali, ad es. l'NGC.

Il catalogo Caldwell

Ammassi aperti	25
Ammassi aperti con nebulose	6
Ammassi globulari	18
Nebulose	9
Nebulose oscure	1
Nebulose planetarie	13
Galassie	35
Resti di supernova	2
Totale	109





C6

C65



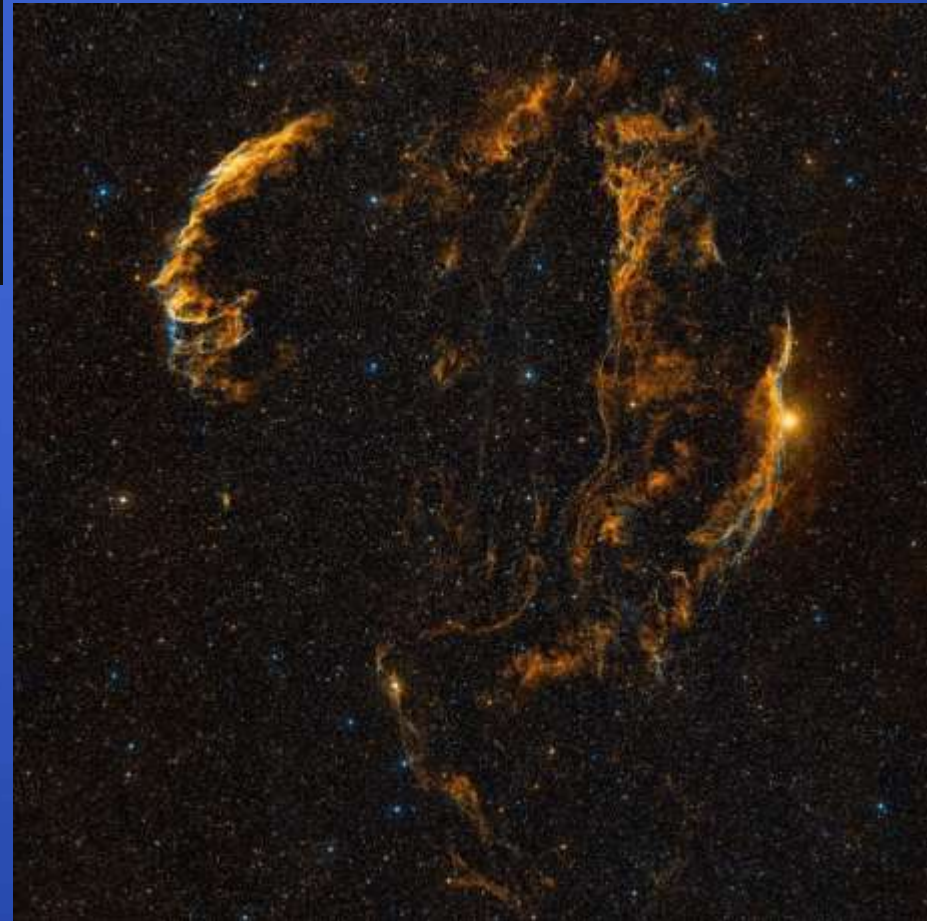
C60 e C61
«Le Antenne»





C23

C33 e C34
Nebulosa «Velo»



I cataloghi tematici

- Il **Catalogo Barnard** è una raccolta di nebulose oscure, formate cioè prevalentemente da polvere, che si frappongono tra la nostra vista ed altre stelle o nebulose luminose. Esso fu compilato nel 1919 dall'astronomo Edward Emerson Barnard.
- Vi sono contenute 370 nebulose, indicate con la lettera B seguita da un numero progressivo.
- Una delle nebulose più famose è la cosiddetta «Testa di Cavallo», in Orione.
- Un altro bell'oggetto è il complesso di nebulose oscure detto «Nebulosa Pipa», in Ofiuco (B59, B65-67 e B78).



I cataloghi tematici

- Il **Catalogo di Gum** è una raccolta di 85 nebulose diffuse dell'emisfero australe, pubblicato nel 1955 dall'astronomo australiano Colin Stanley Gum. Gli oggetti si indicano col prefisso Gum e sono talvolta inseriti anche in altri cataloghi.
- Fu esteso col successivo catalogo RCW (1960).



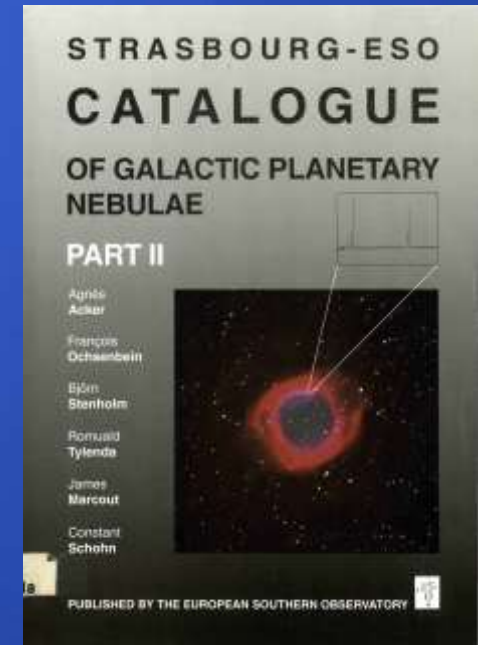
Gum 2, Nebulosa Gabbiano



La Gum 38b,
insieme
all'ammasso
NGC 3603

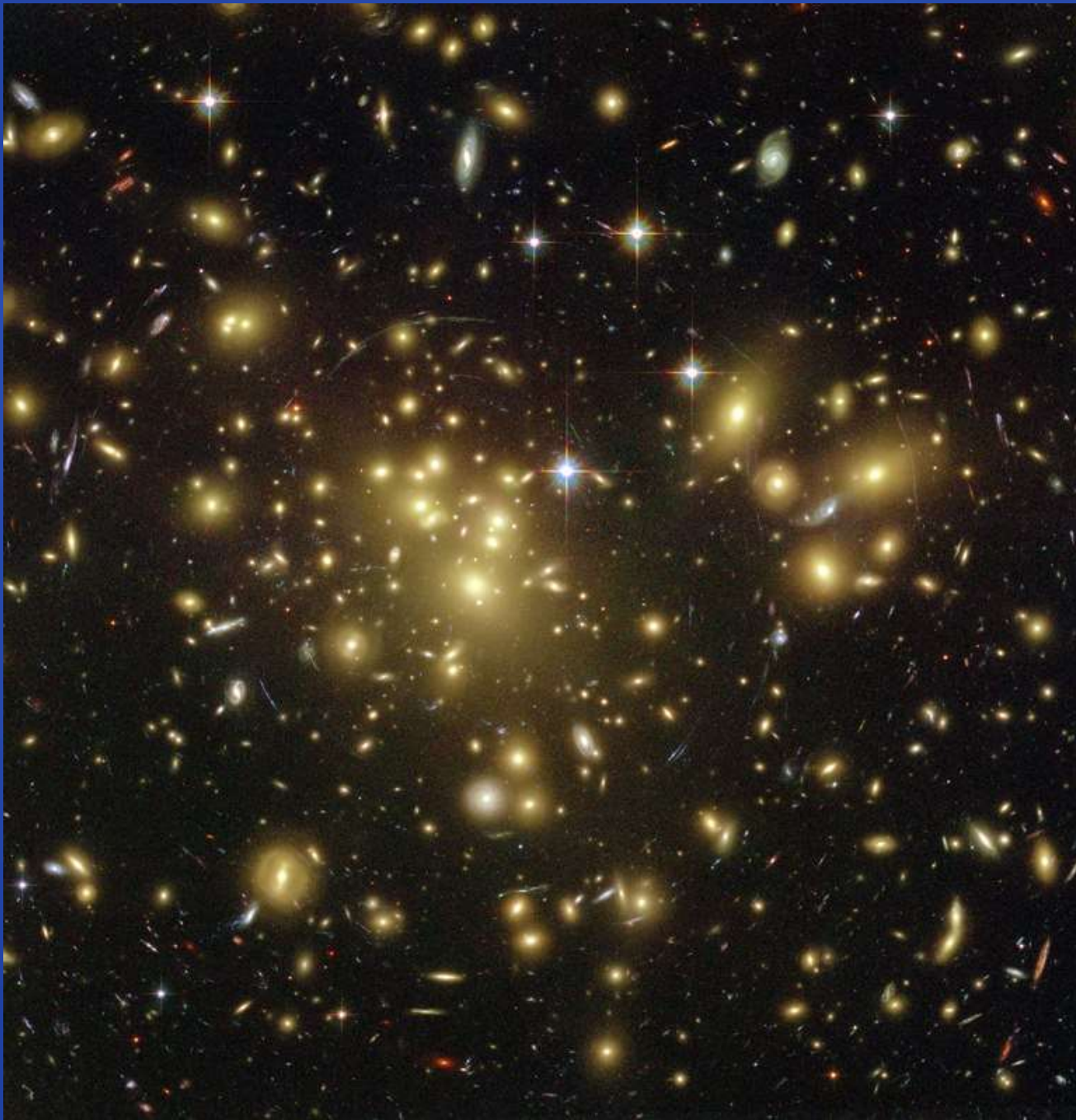
I cataloghi tematici

- **Catalogo Abell delle nebulose planetarie** – La maggior parte delle nebulose planetarie è già compresa nel catalogo NGC. Tuttavia, nel 1966 apparve questo catalogo che raggruppa 86 oggetti osservati negli anni precedenti da Wilson, Abell ed altri, all'osservatorio di Palomar.
- **Il catalogo dell'ESO delle nebulose planetarie (*Strasbourg-ESO Catalogue of Galactic Planetary Nebulae*)** – Pubblicato nel 1992, è il frutto d'una campagna d'osservazione condotta dall'European Southern Observatory, attraverso la sua rete d'osservatori in Cile. L'indagine ha portato all'identificazione di 1820 oggetti, visibili soprattutto nell'emisfero australe, di cui 1143 sono stati effettivamente classificati come nebulose planetarie.



Il catalogo Abell degli ammassi di galassie

- E' di natura prettamente professionale. Compilato da George Abell nel 1958, al momento della sua morte (1983) contava ben 4073 elementi. Ogni ammasso è indicato col termine **Abell** seguito da un numero progressivo.
- Affinché sia incluso nell'elenco, un ammasso dev'essere formato da almeno 30 galassie, essere sufficientemente compatto, non troppo vicino né lontano ($z = 0,02 \div 0,2$) e non essere sul piano galattico, in quanto l'offuscamento interstellare rende problematico il rilevamento degli ammassi di galassie.



Abell 1689 è uno degli ammassi di galassie più massicci conosciuti, distante circa 2,2 miliardi di anni luce.

FINE