



<b>Publication Year</b>	2022
<b>Acceptance in OA @INAF</b>	2023-02-20T13:07:48Z
<b>Title</b>	The representation of the sky: cultural evolution and scientific development / La raffigurazione del cielo: evoluzione culturale e sviluppo scientifico
<b>Authors</b>	GARGANO, MAURO; ZANINI, Valeria
<b>Handle</b>	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12386/33594">http://hdl.handle.net/20.500.12386/33594</a>

## Versione Italiana

### La raffigurazione del cielo: evoluzione culturale e sviluppo scientifico

“Qui, dinanzi a quel Cielo immutabile”

W. Shakespeare, *Otello*, Atto III, scena III

La necessità di identificare le stelle e assegnare loro un nome è antichissima; si può dire che nasca con l'umanità stessa. Sin dalla sua comparsa sulla Terra, l'uomo ha dovuto imparare a utilizzare gli astri per orientarsi e scandire il tempo. Nella quotidianità del paleolitico, quando i primi clan conducevano una vita nomade per raccogliere i frutti offerti dalla natura o per seguire gli animali selvatici da cacciare, furono i moti del Sole e della Luna a regolare i ritmi del giorno e del mese. Nel momento in cui le comunità diventarono stanziali e nacquero le prime civiltà contadine, la sopravvivenza della specie divenne strettamente dipendente dalla coltivazione della terra e dall'allevamento del bestiame, quindi fu ancor più importante misurare lo scorrere del tempo e prevedere i ritmi delle stagioni. Attraverso l'esperienza osservativa trasmessa di generazione in generazione, si capì che i cicli stagionali, da cui dipendevano in modo stringente la semina e il raccolto, erano legati ai periodici ritorni del Sole, della Luna e di alcune delle stelle più brillanti del cielo notturno nello stesso punto della volta celeste. Osservando con regolarità la levata e il tramonto eliaco delle stelle, ci si accorse che il Sole, nel corso dell'anno, percorre nel firmamento una traiettoria circolare, sempre uguale a se stessa, l'eclittica, che divenne così il riferimento rispetto al quale determinare la posizione di tutti gli altri astri. I gruppi di stelle che sorgevano o tramontavano insieme al Sole contestualmente a particolari avvenimenti stagionali, fossero questi agresti o rituali, diventarono indicatori dell'evento stesso e furono quindi chiamati con nomi che suggerivano l'esperienza agricola e pastorizia connessa. Nacquero, così, le prime costellazioni zodiacali che divennero il riferimento calendariale utile a marcare i momenti dell'anno nei quali intraprendere i lavori quotidiani necessari al sostentamento. Questa impronta ancestrale si può ritrovare, ad esempio, nella costellazione della Bilancia che indica il momento dell'anno in cui le ore della notte e del dì si

equivalgono, o in quella della Vergine che regge in mano le spighe mature, annunciando il tempo del raccolto, o ancora nell'Acquario e nei Pesci che simboleggiano l'inizio della stagione delle piogge e delle inondazioni.

Le 48 costellazioni classiche della cultura greca, utilizzate ancor oggi dall'astronomia moderna, ebbero origine proprio da questi raggruppamenti primordiali che affondano le loro radici nella tradizione astronomica dei Sumeri e dei Babilonesi. A quest'epoca, ovvero intorno al 3000 a.C., si può infatti far risalire l'origine delle costellazioni zodiacali e di quattro costellazioni para-zodiacali, ossia l'Idra, il Corvo, l'Aquila e il Pesce Australe, che dalla tradizione astronomica dei popoli della Mezzaluna fertile giunsero in Grecia verso il 500 a.C. (Britton & Walker 1997). Altri asterismi non zodiacali, come l'Orsa Maggiore, Orione, le Pleiadi e le Iadi, furono identificate probabilmente in un'epoca non molto successiva rispetto alle precedenti, ma si trovano documentate per la prima volta nelle opere di Omero e di Esiodo dell'VIII secolo a.C. (Frank 2015). Il testo di Esiodo, "Le opere e i giorni", era sostanzialmente un almanacco che forniva indicazioni ai contadini per identificare i momenti propizi nei quali compiere le attività agricole, grazie al sorgere o al tramontare di alcuni gruppi stellari. I poemi epici di Omero, invece, non avevano un intento pratico, ma offrono indicazioni geografico-temporali rispetto all'epoca nei quali sono ambientati. In essi, infatti, sono descritte alcune stelle e costellazioni visibili in cielo nei momenti salienti delle eroiche gesta compiute dai protagonisti. Gli asterismi presenti in queste opere, insieme alle costellazioni tramandate dalle civiltà mediorientali, non sono però esaustivi delle 48 costellazioni greche che furono invece descritte in modo complessivo solo nel IV secolo a.C. nei *Phaenomena* dell'astronomo e matematico greco Eudosso di Cnido. Qui sono incluse infatti nuove costellazioni, i cui nomi si rifanno a personaggi più direttamente legati alla mitologia greca, come Pegaso, Ofiuco e Andromeda (Kanas 2012). Dei *Phaenomena*, però, si ha solo una conoscenza indiretta derivata dalle trascrizioni e citazioni di autori successivi; da questi scritti si deduce che Eudosso, nel comporre la sua opera, abbia usato un globo celeste che raffigurava il cielo dell'epoca. Purtroppo, anche il globo è andato perduto e oggi la

descrizione celeste di Eudosso sopravvive solamente nell'opera del poeta ellenico Arato di Soli (310 ca.-240 a.C.), i *Fenomeni* (*Φαινόμενα*). Questo poema, che racconta le conoscenze astronomiche della civiltà greca attraverso una narrazione mitologica, descrive l'aspetto di ogni costellazione sulla base del trattato di Eudosso; inoltre contiene anche informazioni specifiche sulla luminosità e sulla posizione di alcune delle stelle più brillanti. Un secolo e mezzo più tardi anche Ipparco di Nicea (190 ca.-125 a.C.), il più grande astronomo dell'antichità, tornò a studiare le configurazioni stellari descritte da Eudosso, realizzando i *Commentari ai fenomeni di Eudosso e Arato*. L'elaborazione di quest'opera consentì a Ipparco di notare delle anomalie nei tempi di levata e tramonto delle costellazioni fissati dai suoi predecessori. Confrontando quei valori con quelli ricavati dalle sue osservazioni compiute da Rodi, dove viveva e operava, Ipparco giunse alla scoperta della precessione degli equinozi. La sua catalogazione del cielo, che potrebbe trovare una rappresentazione visiva nell'Atlante Farnese custodito dal Museo Archeologico di Napoli (Schaefer 2005), fu poi ripresa e resa definitiva dall'astronomo alessandrino Claudio Tolomeo (ca. 100-175 d.C.) il quale, intorno al 150 d.C., la inserì nel *Mathematikē syntaxis*, monumentale trattato noto come *Almagesto*, ovvero 'il grandissimo', la più completa teoria astronomico-matematica dell'antichità, fondamento delle conoscenze astronomiche fino al *De Revolutionibus* di Copernico del 1543.

Il catalogo di Tolomeo ha attraversato i secoli, passando tra le mani di numerosi copisti e portando con sé gli inevitabili errori di trascrizione e traduzione. Nelle versioni medievali e rinascimentali, come il manoscritto *Ptolemaei magna constructio*, conservato presso la Biblioteca Medicea Laurenziana di Firenze, Plut.28.01, e nella prima edizione a stampa del 1515, l'*Almagesto* riporta un elenco di 1027 stelle - di cui alcune duplicate - suddivise nelle 48 costellazioni classiche. Tolomeo, seguendo una tradizione consolidata nei secoli precedenti, aveva identificato ogni stella con la posizione occupata nella figura mitologica associata all'asterismo; Regolo era quindi *nel cuore* del Leone, mentre Spica *all'estremità della mano sinistra* della Vergine. Inoltre, l'astronomo alessandrino forniva per ogni stella la longitudine eclitticale, misurata all'interno del singolo segno

zodiacale, e la latitudine a nord o a sud dell'eclittica, nonché la luminosità, su una scala decrescente da 1 a 6, con l'eventuale supplemento di indicazioni specifiche come *nebulosa*, *occulta* o *luminosa*.

La rappresentazione tolemaica del cielo divenne la colonna portante dell'astronomia araba e di tutti gli schemi celesti elaborati successivamente all'interno della cultura occidentale, giungendo sostanzialmente immutata fino all'epoca moderna. Grandi astronomi islamici, come al-Battānī (858 ca.-929), al-Sufi (903-986) e Ulugh-Begh (1394-1449), studiarono, commentarono e implementarono l'astronomia matematica di Tolomeo, rivedendo anche la catalogazione stellare. L'astronomia araba ha inoltre il grande merito di aver preservato l'antica cultura scientifica greco-alessandrina, reintroducendola nella nuova cultura europea, e da essa proviene la maggior parte dei nomi usati ancor oggi per denominare le singole stelle. Molti di questi erano semplici traduzioni delle descrizioni del catalogo tolemaico, per esempio  $\alpha$  *Cygni*, indicata da Tolomeo come la stella *nella coda della gallina*, dove il suo nome *Deneb* all'espressione araba 'Dhanab al-Dajājah', ossia *coda del pollo*. Altri nomi provenivano invece dalle antiche tradizioni beduine che identificavano le stelle più luminose nel cielo del deserto con animali o persone, come nel caso di Vega che deriva da 'Al Nasr al Waki', ossia *aquila di pietra del deserto* (Kanas 2012).

Gli elenchi di stelle e costellazioni prodotti dai babilonesi e dagli astronomi ellenisti e islamici non avevano trovato una controparte grafico-illustrativa nel loro complesso, se non nei globi celesti di epoca greca - di cui però non rimane traccia - o islamica. Sebbene alcuni antichi manoscritti medievali del poema di Arato, del *Poeticon Astronomicon* di Igino (64 a.C-17 d.C.) o del *Liber locis stellarum fixarum* di al-Sufi siano illustrati con le figure delle costellazioni, queste tuttavia sono rappresentate in modo impreciso e senza riferimenti alla corretta collocazione delle stelle sulla volta celeste. Esse perciò possono essere considerate soltanto come semplici illustrazioni dei testi in cui erano inserite, piuttosto che come delle vere mappe stellari.

Sebbene le culture del Mediterraneo abbiano creato la cosmografia che è alla base di quella ufficialmente adottata oggi dalla comunità scientifica moderna, anche altre antiche culture,

dall'estremo oriente all'America precolombiana, svilupparono peculiari e originali rappresentazioni del cielo. Seguendo i principi della filosofia cinese, basata sull'idea che la volta stellata rispecchiasse quanto avveniva sulla Terra, nel Celeste Impero si ripartì il cielo in cinque "palazzi", contraddistinti da proprietà e colori differenti. Così, ad esempio, il "Palazzo della Tenuità Imperiale" racchiudeva le stelle circumpolari:  $\beta$  *Ursae minoris* rappresentava l'*Imperatore*;  $\gamma$  *Ursae minoris*, il principe ereditario; una stella più debole l'*Imperatrice*; infine un'altra, più debole ancora, indicava l'*Asse del cielo* (Colin 1997). I popoli sudamericani precolombiani di lingua *quechua* divisero invece il cielo in costellazioni 'stella a stella' oppure 'nere'. Le prime erano formate, come quelle europee, congiungendo idealmente tra loro stelle luminose attigue e costituivano il riferimento per identificare i momenti rituali o civili nel corso dell'anno; le seconde erano le chiazze oscure, causate dall'assorbimento interstellare, che solcano la fascia della Via Lattea nelle quali si riconoscevano figure di animali. I popoli mesoamericani come i Maya e gli Aztechi divisero gli astri in raggruppamenti chiamati 'citlaltepel', cioè 'zig zag di stelle'; le Pleiadi, chiamate 'Tianquiztil', insieme ad Aldebaran, la stella principale del Toro, segnavano con il loro passaggio al meridiano di uno specifico anno l'inizio del "giro del calendario" che cadeva ogni 52 anni (Romano 1990).

Nelle culture degli aborigeni d'Australia, poi, la costruzione di un asterismo non era sempre fondata sulla luminosità delle stelle, talvolta era più rilevante il colore della stessa. Le tribù Aranda, ad esempio, avevano classificato le stelle in bianche, blu, gialle e rosse; Antares, quindi, era descritta come 'tataka indora', ovvero 'molto rossa'. La struttura della costellazione era a volte più importante della magnitudine delle stelle che la componevano, per cui alcuni astri - talvolta molto luminosi - potevano essere ignorati. Unwala (il 'granchio'), ad esempio, era un gruppo di cinque stelle relativamente deboli a occhio nudo, appartenenti alla nostra Idra, e non comprendeva Procione e Regolo, le due stelle adiacenti di prima magnitudine (Orciston 1997).

Con l'inizio della navigazione transoceanica, in Europa si evidenziò con forza la necessità di avere carte celesti che permettessero di identificare, anche visivamente, la posizione delle stelle,

fondamentali punti di riferimento per determinare le coordinate navali durante la traversata mediante la misura delle longitudini stellari. Inoltre, la navigazione attraverso gli oceani australi aveva svelato nuove terre e stelle le quali, raggruppate in nuove costellazioni, furono incluse negli aggiornamenti dei cataloghi stellari prodotti dagli astronomi. Con l'introduzione della stampa si ebbe poi l'effettiva nascita della cartografia celeste che portò alla realizzazione di atlanti e mappe stellari di straordinaria bellezza artistica e raffinata esattezza astronomica. Le prime xilografie degli emisferi australe e boreale, che riproducevano il catalogo tolemaico, furono realizzate da Albrecht Dürer (1471-1528) nel 1515. Esse divennero il modello a cui si ispirarono le successive mappe celesti, come ad esempio quella riprodotta nell'*Astronomicum Caesareum* di Pietro Apiano (1495-1552) e quelle realizzate da Honter nel 1532, inserite nel volume *Omnia, quae extant, opera* di Tolomeo pubblicato nel 1541 (Warner 1979). Una trasformazione in senso scientifico nella costruzione delle carte celesti fu introdotta da Alessandro Piccolomini (1508-1578) con la pubblicazione del *De le stelle fisse* nel 1540. Questo fu il primo atlante stellare ad abbandonare la rappresentazione artistica delle costellazioni e l'identificazione descrittiva tolemaica delle stelle, che vennero invece indicate con le lettere dell'alfabeto latino (Gargano 2020).

Tra il XVII e il XVIII secolo la cartografia celeste visse la sua cosiddetta *Golden Age*, una stagione marcata da un progressivo miglioramento sia nella rappresentazione artistica, sia nella descrizione scientifica degli atlanti. Il passaggio tra l'antica rappresentazione celeste, ereditata dal mondo greco, e la cartografia dell'età moderna è segnato dalla pubblicazione dell'*Uranometria* di Johann Bayer (1572-1625) nel 1603. L'astronomo tedesco, pur rappresentando un cielo osservato ancora solo visualmente, introdusse l'importante novità della denominazione delle stelle con le lettere dell'alfabeto greco, utilizzata ancor oggi. Oltre alle stelle ricavate dal catalogo di Tycho Brahe (1546-1601), in questo atlante compaiono anche le nuove stelle osservate vicino al polo australe dai navigatori olandesi Pieter Dirkszoon Keyser (1540-1596) e Frederick de Houtman (1571-1627). La scoperta dei cieli antartici aveva stimolato la fantasia degli osservatori che idearono nuovi

raggruppamenti di stelle legati alle esperienze e alle conoscenze dell'epoca e non più alla mitologia classica. Così, dodici nuovi asterismi furono inseriti da Johannes Hevelius (1611-1687) nell'opera *Firmamentum sobiescianum, sive uranographia*, pubblicata nel 1690. L'introduzione del telescopio nell'indagine del cielo aveva consentito agli astronomi l'osservazione di "altre innumerevoli stelle fisse non mai scorte prima d'ora", come scrisse Galileo nel *Sidereus Nuncius*; passò però oltre un secolo prima che si arrivasse alla pubblicazione di un atlante stellare realizzato integralmente tramite misure telescopiche. Stampato nel 1729, dieci anni dopo la morte di John Flamsteed (1649-1719), l'*Atlas coelestis* racchiude circa 3000 stelle, frutto delle oltre 50 mila osservazioni effettuate dal primo astronomo reale dell'Osservatorio di Greenwich, diventando l'atlante di riferimento per tutti gli astronomi dell'epoca. Una ulteriore evoluzione nella rappresentazione della volta celeste fu introdotta nel 1801 da Johann Elert Bode (1747-1826) con la pubblicazione della *Uranographia*. Nell'atlante sono raffigurate più di cento costellazioni, molte delle quali ideate dallo stesso Bode, e sono incluse anche le circa 2500 nebulose censite da William Herschel (1738-1822) nel *Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars*, del 1786. L'*Uranographia* fu l'ultimo dei grandi atlanti artistici. La cartografia stellare successiva privilegiò infatti massimamente il contenuto scientifico, arrivando gradualmente ad eliminare le figure delle costellazioni.

Lo sviluppo della cartografia stellare nella *Golden Age* rappresenta anche una straordinaria testimonianza del progresso della strumentazione astronomica dell'epoca, che passò dall'uso dei quadranti murali e dei telescopi settecenteschi ai cerchi meridiani ottocenteschi per la misurazione delle posizioni celesti e la composizione degli atlanti. Questi documentano un notevole incremento degli oggetti stellari catalogati che, dal migliaio di stelle dell'*Uranographia* di Bayer, arrivarono ai quasi 20000 censiti nell'atlante di Bode.

Il XVIII secolo si era chiuso con la scoperta di Urano da parte di Herschel e il XIX si era aperto con quella di Cerere, fatta da Giuseppe Piazzi (1746-1826) a Palermo nel 1801. La scoperta di questi oggetti planetari, identificati misurando il loro spostamento rispetto alle stelle, evidenziò la necessità



che le posizioni di queste dovessero essere conosciute in modo estremamente preciso. La campagna osservativa della fascia equatoriale del cielo, promossa dall'Accademia delle Scienze di Berlino, coinvolse i principali astronomi europei della prima metà del XIX secolo. Essa costituì il primo tentativo di giungere a una raffigurazione del cielo definitiva e condivisa, proprio per rispondere alle esigenze osservative e scientifiche dell'epoca. Queste nuove mappe stellari, insieme a una nuova classe di strumenti, furono alla base di quasi tutte le scoperte planetarie dell'Ottocento. Successivamente, nella seconda metà del secolo, l'introduzione della fotografia nelle osservazioni astronomiche consentì finalmente di registrare in maniera oggettiva la posizione delle stelle sulle lastre. Nacque, così, l'imponente progetto internazionale della *Carte du Ciel*, voluto dall'Accademia delle scienze di Parigi per mappare la posizione di milioni di stelle, fino alla dodicesima magnitudine, attraverso una estesa campagna fotografica che coinvolse diciotto osservatori distribuiti in tutto il mondo (Lamy 2021).

Il proliferare delle nuove costellazioni e l'aumento del numero di stelle conosciute durante tutta la *Golden Age* produssero una serie di atlanti che presentavano identificazioni stellari e nomenclature anche marcatamente divergenti tra loro. Con l'avvento delle tecnologie fotografiche, inoltre, il numero di oggetti stellari osservati aumentò incredibilmente; ciò spinse gli astronomi a stabilire in modo definitivo e condiviso le costellazioni e i loro confini, determinando l'esatta collocazione di ogni singola stella in ciascuna di essa. Questa tematica fu discussa nella prima assemblea generale dell'Unione Astronomica Internazionale che si svolse a Roma nel maggio 1922 presso l'Accademia dei Lincei. A tale scopo fu costituita una specifica commissione che giunse alla definizione di 88 costellazioni canoniche, standardizzandone i nomi. La terza assemblea generale dell'Unione astronomica, riunita a Leiden nel 1928, ratificò tale scelta che è utilizzata ancora oggi dalla comunità astronomica mondiale.

## **Bibliografia:**

- Britton J. and Walker C. 1997, *Astronomia e astrologia in Mesopotamia*, in: Walker C. (a cura di), *L'astronomia prima del telescopio*, Bari, Dedalo, pp. 51-86.
- Colin R. (1997), *Astronomia in Cina, Corea e Giappone*, in: Walker C. (a cura di), *Astronomia prima del telescopio*, Dedalo, Bari, pp. 347-379.
- Frank M.R. (2015). *Origins of the "Western" Constellations*, in: Ruggles C.L.N.(ed.), *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*, Springer Science+Business Media New York, pp. 147-163.
- Gargano M., Zanini V. (2020). *Della classificazione di oggetti e di fenomeni in astronomia, e della nomenclatura. I contributi italiani*, "Rendiconti Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL", *Memorie e Rendiconti di Chimica, Fisica, Matematica e Scienze Naturali*, 138°, Vol. I, fasc. 2, pp. 151-166.
- Kanas N. (2012). *Star Maps. History, Artistry, and Cartography*, Chichester: Springer-Praxis.
- Schaefer B. E. (2005), *The Epoch of the Constellations on the Farnese Atlas and their Origin in Hipparchus's Lost Catalogue*, "Journal for the History of Astronomy", 36:167–196
- Lamy J. (2021). *La Carte du Ciel*, Les Ulis: EDP Sciences.
- Orciston W. (1997). *Astronomia australiana, polinesiana e maori*, in: Walker C. (a cura di), *L'astronomia prima del telescopio*, Bari, Dedalo, pp. 451-465.
- Romano G. (1990). *Le costellazioni: origine e loro utilizzo (prima parte)*, "UAI-Astronomia", n. 2, pp. 5-12.
- Warner D.J. (1979). *The Sky Explored: Celestial Cartography 1500–1800*. Amsterdam: Theatrum Orbis Terrarum.