



Dall'Astronomia di posizione, all'Astrofisica.

di Gianfranco Oliva



Il fascino dell'infinitamente grande così come la bellezza del cielo stellato, nonché le immagini di oggetti astronomici, contribuiscono enormemente all'infatuazione di chi osserva, sia per chi risulta privo di un semplice retroterra nozionistico (a riguardo quelle che sono le ipotesi non ancora verificate e le strutture ormai assodate dell'Universo), sia per gli studiosi del campo.

Quando si osserva la "sfera celeste"¹, tutto appare come se la terra fosse un disco piatto al di sotto di una immensa cupola con milioni di stelle fissate ad essa (per migliaia di anni, questa schematizzazione dell'Universo è rimasta immutata).

Agli albori, i corpi celesti erano considerati alla stregua di divinità che regolavano lo scorrere del tempo e degli eventi; e ciò rappresentava una costante, anche se con modalità diverse, legate alla cultura e alle tradizioni delle varie civiltà antiche, come nel caso degli egizi e dei babilonesi.²

Nella cultura greca, il moto dei corpi celesti viene inserito nel contesto filosofico come argomento cardine al fine di poter formulare ipotesi generali sui vari meccanismi osservabili della natura; contemporaneamente la disciplina diventa più "laica" e più razionale, ponendone a latere (o smontandolo del tutto) l'aspetto religioso.

I primi sviluppi della nuova scienza erano limitati alle osservazioni ad occhio nudo, che comprendevano: il movimento ciclico delle stelle "fisse"³, quello del sole, della luna e dei cinque pianeti allora conosciuti Mercurio, Venere, Marte, Giove e Saturno (quest'ultimi definiti "stellae errantes" a causa del loro moto rispetto alle stesse fisse), e quindi quegli eventi come il susseguirsi del giorno con la notte (e la loro variabilità durante il corso dell'anno), l'alternarsi delle stagioni, le eclissi e quant'altro potesse spiegare la ripetitività di quei fenomeni naturali legati alla vita dell'uomo.

Ipparco da Nicea, astronomo greco (190 a.C.-120 a.C.), a riguardo la loro luminosità ("magnitudine stellare") e sempre ad occhio nudo, divise le stelle in sei classi di grandezza, definendo di prima grandezza le venti stelle più luminose e di sesta grandezza le più deboli di tutte ma ancora visibili⁴.

Si può affermare che anticamente l'unico strumento a disposizione dell'astronomo era l'occhio, da molti ironicamente definito "occhiometro".

¹ Nella definizione classica, la "sfera celeste" (o volta celeste) è una sfera immaginaria di raggio indefinito che ha come centro il centro del pianeta Terra e sulla cui superficie vengono proiettati tutti gli astri e i corpi celesti visibili.

² Nel caso della civiltà egizia, l'essere che compare con una testa di falco e una grande sfera rossa sul capo circondata da un serpente prende il nome di Ra, dio del sole; Iside è al contempo moglie e sorella di Osiride e a lei vengono associate la fertilità, la magia e la luna.

³ Nella definizione classica, le stelle fisse sono quei corpi celesti che sembrano immobili gli uni rispetto agli altri e quindi "solidali" con la sfera celeste. Il Sole, la Luna e i pianeti invece si muovono sensibilmente rispetto alle stelle fisse.

⁴ La scala della magnitudine è strutturata in modo che una stella di prima grandezza è cento volte più luminosa di una di sesta.



A riguardo la misura del tempo, meridiani e clessidre erano gli strumenti base; nel mentre, si sviluppavano i primi elementari “*formalismi matematici*”⁵ e quindi le prime ipotesi a riguardo la struttura di quell’Universo “*visibile*”.

Aristarco da Samo (~310 a.C. - ~230 a.C.), fu il primo ad elaborare una teoria eliocentrica, con la Terra e i pianeti ruotanti attorno al Sole in orbite circolari e con le stelle fisse; idea rivoluzionaria per l’epoca, ma subito accantonata e dimenticata; bisognerà attendere circa 1.800 anni affinché Niccolò Copernico (1473 – 1543) la riproponesse.

In quel periodo storico era già noto che la Terra avesse forma pressoché sferica (con buona pace dei “*terraplattisti*”) ed in base a questa ipotesi Eratostene di Cirene (~267 a.C.- ~194 a.C.) riuscì a misurarne il raggio.

In sintesi, con gli strumenti a disposizione (compresa la matematica dell’epoca), si riusciva a misurare solo la posizione dei pianeti e delle stelle; e di quest’ultime come si è detto, l’entità della loro magnitudine ed anche il loro colore (sempre ad occhio); in base a queste risultanze, venivano elaborati i cosiddetti “*cataloghi stellari*”.⁶

Con l’introduzione dell’uso del cannocchiale da parte di Galileo Galilei (1564-1642), il campo d’indagine si estende, le misurazioni man mano diventano più precise e oltre ai dettagli dei pianeti si rilevano moltissime altre stelle oltre la sesta classe di grandezza fissata da Ipparco di Nicea, fino ad allora invisibili all’occhio umano; ma la struttura della ricerca rimane la medesima, ovvero quella dell’**Astronomia di posizione** senza null’altro aggiungere sulla costituzione fisica del sole, delle stelle e delle galassie.

“Da migliaia di anni, quindi, l’uomo osserva la volta celeste.

*I resti di edifici, soprattutto religiosi e funerari, che sono giunti fino a noi lo testimoniano: la loro orientazione, infatti, in molti casi appare strettamente connessa alla posizione del Sole durante il solstizio di o ad altri eventi astronomici rilevanti per l’agricoltura, ma bisogna prestare molta attenzione per evitare di attribuire a questi edifici significati che non hanno e quindi misinterpretare la cultura dei popoli primitivi. Non è possibile, infatti, essere certi che in tutti i casi esaminati le scelte architettoniche fossero realmente dettate dal cielo e non frutto del caso; esistono moltissimi studi e speculazioni anche controverse da parte degli storici, e non solo, fino a sfociare in alcuni casi nella fantascienza. Si pensi ad esempio a casi ampiamente discussi che hanno anche dato origine a un prolifico filone letterario e cinematografico, con schiere di sostenitori e detrattori: le piramidi egiziane e il loro legame con la posizione di Orione e di Sirio, gli studi su Stonehenge in Inghilterra o sugli edifici Maya”.*⁷

Volutamente, non si prende in considerazione alcun legame tra astronomia e astrologia in quanto non esiste nessun fondamento scientifico a riguardo.

⁵ La notazione sessagesimale che tutt’ora viene adoperata nella misura del tempo e degli angoli è stata sviluppata dai Babilonesi.

⁶ Ipparco di Nicea (~190 a.C. - ~120 a.C.) redasse il primo catalogo stellare ripreso in seguito da Tolomeo (~100 d.C. - ~168 d.C.) che lo inserì nella sua opera *Almagesto* che per circa un millennio costituì la base della conoscenza astronomica nel mondo allora conosciuto, europeo e arabo. Nell’opera era inserito il modello geocentrico estremamente complesso, detto appunto Tolemaico, utilizzato fino all’avvento di quello eliocentrico di Copernico e della successiva elaborazione di Keplero che modificò le orbite da circolari ad ellittiche.

Molti cataloghi sempre più completi si susseguirono nel tempo fino a *La Carte du Ciel* di fine ‘800 che coinvolse molteplici osservatori di tutto il mondo; il progetto non arrivò mai a conclusione ma pose le basi per i successivi studi supportati dalle moderne tecnologie.

⁷ G. Micela, *Nascita e morte delle stelle*, Società editrice il Mulino, 2015, pagg. 7-8.

Giuseppina Micela, astrofisica, dirigente di ricerca INAF (Istituto Nazionale di Astrofisica), dirige l’Osservatorio di Palermo dal 2011.



In ogni caso l'astrologia venne praticata da illustri astronomi; ad esempio, Keplero pur non credendoci, seguì per circa due anni il condottiero Wallenstein con il compito di predisporre gli oroscopi.

Nel XVII secolo, Isaac Newton (1642-1727) indirizzando un raggio di luce attraverso un prisma di vetro ne evidenzia la composizione in sette colori fondamentali, dal rosso al violetto, lo "spettro" (Fig. 1); è l'inizio di un nuovo percorso di ricerca.

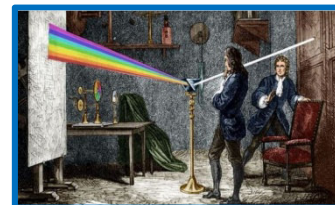


Fig. 1

Alla fine dell'ottocento, il prisma elementare di vetro si trasformerà nello spettroscopio e quest'ultimo, associato al cannocchiale, darà inizio allo studio della composizione delle stelle attraverso l'analisi degli "spettri"; nasce così l'**Astrofisica**.

Gradatamente è emerso che l'universo risulta essere un insieme infinito di laboratori naturali in cui sono presenti altrettante infinite condizioni di temperatura, densità, campo magnetico e radiazione non riproducibili in laboratorio e probabilmente irrealizzabili se non in un futuro estremamente lontano.

Molto schematicamente, le emissioni luminose delle stelle rilevate a mezzo dei telescopi e analizzate attraverso gli spettroscopi, vengono messe a confronto con le emissioni prodotte in laboratorio da svariati elementi; la corrispondenza tra due "spettri", quello dell'astro e quello di un elemento analizzato in laboratorio, permette di stabilire che l'elemento stesso è presente nella stella; da ciò è stata confermata la presenza in ogni corpo dell'Universo degli stessi elementi chimici presenti sulla Terra.

Ora c'è da puntualizzare che la luce, e quindi lo spettro luminoso, rappresenta una piccolissima parte di quelle che risultano essere le emissioni elettromagnetiche globali delle stelle.

Nell'osservare la Fig. 2, si mette in evidenza l'entità di quel mondo che noi conosciamo "solo visivamente" e dell'altro, estremamente più esteso, che necessita di speciali apparecchiature per poter essere rilevato (raggi gamma, raggi X, raggi ultravioletti, raggi infrarossi, microonde, onde radio; tutte radiazioni, oltre la luce, emesse dalle stelle).

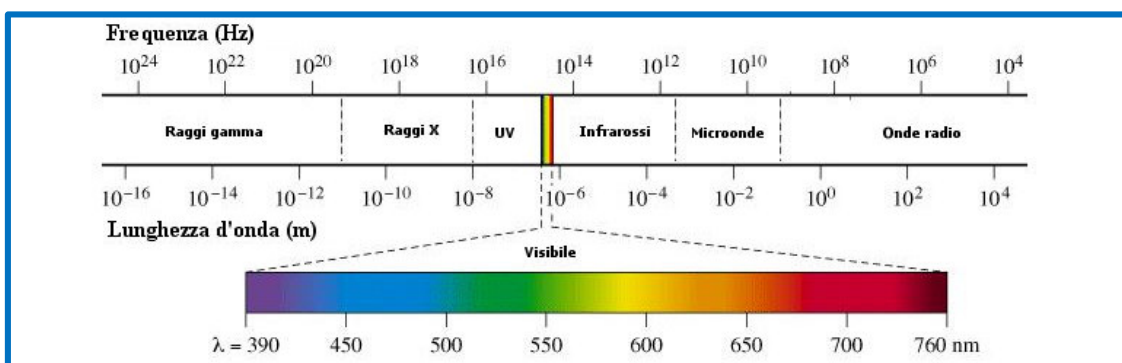


Fig. 2

Apparecchiature tecnologicamente sempre più precise e sofisticate permettono di analizzare la radiazione stellare di oggetti distanti milioni di anni luce⁸ (oggi anche miliardi), e molte di quelle spettacolari foto che vengono puntualmente pubblicate sulle

⁸ L'unità di misura dell'anno luce equivale alla distanza che la luce, viaggiando a circa 300.000 km/sec, percorre in un anno e corrisponde a circa 9.461 miliardi di km.



riviste e sul web, risultano essere elaborazioni ricavate (a mezzo di avanzati software) dalle emissioni non visibili, ovvero come si è detto, dai raggi gamma fino alle onde radio.

La tradizionale figura dell'astronomo che trascorre intere notti ad osservare il cielo con l'occhio incollato all'oculare del telescopio (Fig. 3), all'atto pratico è scomparsa; la si ritrova nel campo degli astrofili che con apparecchiature dai costi accessibili, continuano a perlustrare la volta celeste e in alcuni casi individuano, prevalentemente nell'ambito del sistema solare, piccoli asteroidi che vanno ad aumentare il numero di quelli già classificati nei relativi cataloghi stellari.

Lo strumento dell'astronomo moderno, più che il telescopio, risulta essere l'elaboratore; e ai moderni telescopi ottici sono associate sofisticate apparecchiature che per la loro progettazione, costruzione ed utilizzo, necessitano di particolari conoscenze matematiche, fisiche, elettroniche, cibernetiche ecc.

Oggi il telescopio ottico è sempre ubicato in particolari zone prive di eccessivo illuminamento ed inquinamento atmosferico dovuti alla vicinanza dei grandi centri abitati, che renderebbero problematica l'osservazione.

I più moderni sorgono a quote rilevanti; in Fig. 4, una bella immagine di due delle cupole dell'osservatorio di "Mauna Kea", alle Hawaii, realizzato sulla cima di un vulcano spento alla quota di 4.200 metri dove l'aria secca e priva di moti turbolenti dell'atmosfera, favorisce la nitidezza delle osservazioni.

Al contrario, gli osservatori radioastronomici si realizzano in località pianeggianti lontano dagli alti rilievi che provocherebbero schermatura, e in zone disabitate prive di traffico automobilistico e di attività industriali che con vibrazioni, scariche elettriche e magnetiche disturberebbero enormemente la rilevazione; contrariamente ai telescopi ottici, il grado di purezza della atmosfera non influisce sui rilevamenti radio; in Fig. 5 un'altra bella immagine, questa volta di una quota parte dei radiotelescopi giganti del "Very Large Array", nel deserto del New Mexico, negli Stati Uniti.

Chiarito che l'atmosfera terrestre assorbe, a meno della luce e delle onde radio, tutte le altre frequenze⁹, per lo studio delle microonde, infrarossi, ultravioletti, raggi X e gamma, necessita realizzare satelliti e telescopi in orbita; in Figura 6, il telescopio orbitale "Hubble".

Contrariamente ai ricercatori di altre discipline, l'attività dell'astrofisico risulta essere più complessa: ad esempio un biologo può modificare a suo piacimento i parametri di una attività in laboratorio, procedendo per successive approssimazioni, mentre l'astrofisico

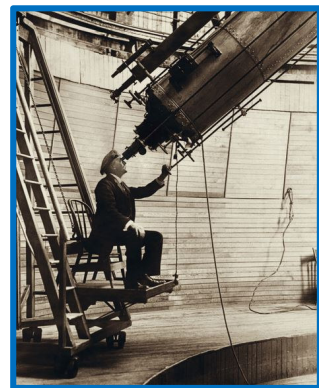


Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6

⁹ In effetti l'atmosfera, pur rappresentando un grosso ostacolo per l'astronomo, a livello biologico, operando da filtro, ci protegge dalle radiazioni nocive provenienti dallo spazio, compresi i raggi ultravioletti, creando condizioni idonee allo sviluppo della vita vegetale ed animale.



prende atto del fenomeno naturale che si manifesta a migliaia o milioni di anni luce, ma non può intervenire.

L'esempio più citato è quello che in laboratorio non si può costruire una stella, modificarne i parametri fisici ed osservare l'evoluzione del fenomeno.

In definitiva, l'astrofisica non è una scienza sperimentale ma una scienza di osservazione (salvo nel caso della fusione nucleare, ove **si sta tentando** di creare le condizioni presenti all'interno di una stella al fine di produrre energia).

In ogni caso, vi è totale interazione tra l'astrofisica e tante altre discipline: matematica, fisica (fisica teorica, fisica atomica, fisica nucleare, fisica dei solidi), geologia (studio della composizione degli strati esterni dei pianeti del sistema solare e ipotesi costitutive degli "esopianeti" orbitanti attorno a stelle al di fuori del sistema solare; di questi ne sono stati scoperti più di cinquemila ed il numero dei rilevamenti continua a crescere), biologia (scoperta di molecole di natura organica nel mezzo interstellare) e tanta ingegneria; per quest'ultima, basti pensare al posizionamento del telescopio orbitale "Webb" lanciato il 25 dicembre 2021 fino a raggiungere con estrema precisione, a 1,5 milioni di km dalla Terra, il cosiddetto "Punto Lagrangiano L2"¹⁰ (Fig. 7), o alle svariate sonde per le ricerche interplanetarie fino ai confini del sistema solare.¹¹

Alla luce di quanto esposto, l'Astrofisica, sicuramente può essere definita la più interdisciplinare tra le scienze.

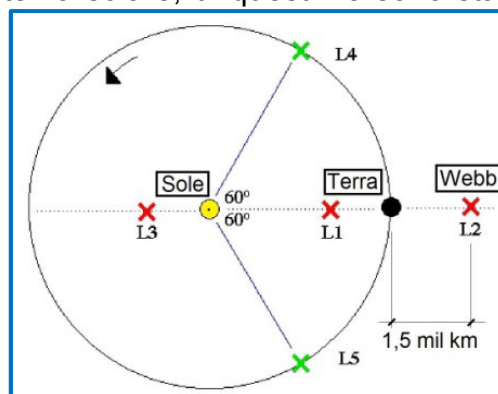


Fig. 7

¹⁰ I punti di Lagrange (il matematico Joseph Louis de Lagrange ne calcolò la posizione) sono posizioni nello spazio in cui un corpo di piccola massa (come un satellite) tende a rimanere fermo rispetto ad altri due molto più grandi (come la Terra e il Sole). Nei punti di Lagrange, l'attrazione gravitazionale combinata di due grandi masse è esattamente uguale alla forza centripeta richiesta perché un piccolo oggetto si muova nello spazio insieme ad esse. Questi punti nello spazio possono essere utilizzati dai veicoli spaziali per ridurre il consumo di carburante necessario per rimanere in posizione. Il punto di Lagrange L2 è un ottimo punto per osservare lo spazio, sia per la stabilità dell'illuminazione del Sole che facilita la gestione termica degli strumenti del telescopio (il Webb osserverà nell'infrarosso ed ha bisogno di basse temperature), sia per il puntamento verso lo spazio profondo.

¹¹ La sonda spaziale Voyager 1 lanciata dalla NASA il 5 settembre 1977, al 5 febbraio 2023 è ancora operativa e si trova alla distanza di oltre 23 miliardi e 784 milioni di km dal Sole (circa 159 volte la distanza Terra-Sole).