

## **Dall'antichità al prossimo telescopio spaziale**

*Mario Gargantini*

“È forse muto davanti a voi l'universo? Non ha nulla da dirvi per appagare la tendenza profonda del vostro intelletto per una sintesi grandiosa delle scienze? Per una sintesi che risponda all'ordine del creato?”. Così Pio XII interpellava gli scienziati, parlando il 30 novembre 1941 alla assemblea plenaria della Pontificia Accademia delle Scienze. Il pontefice esprimeva una consapevolezza che da sempre ha fondato l'indagine scientifica della natura e in particolare ha sorretto l'infaticabile attività osservativa degli astronomi: il cosmo non è muto, anzi, continuamente parla all'uomo, invia segnali, messaggi, oggi potremmo dire, informazioni. Lo spettacolo del cielo stellato, per chiunque si soffermi anche solo un po' a guardarlo, è una fonte di stupore e ammirazione, un'incessante sorgente di domande che rende acuta e non rinviabile l'esigenza di risposte adeguate.

È così per tutti, non solo per un Leopardi o un van Gogh, che con la loro arte aiutano tutti noi ad apprezzare meglio questa loquacità del cielo. Ma è così anche per gli scienziati, che difficilmente riescono a nascondere dietro la coltre delle trattazioni matematiche e dei formalismi teorici l'urgenza di tanti interrogativi. Che forse per loro assumono ancor più spessore perché abbinati alla maggior capacità di decifrare quei messaggi, di leggere e interpretare quelle informazioni e farne oggetto di ulteriore elaborazione.

Tra le tante suggestioni e ricadute culturali di questo Anno Internazionale dell'Astronomia 2009, non sarà inutile porre una riflessione su questa grande possibilità che è data all'uomo di “ascoltare” la voce degli astri e di poter quindi basare la sua conoscenza dell'universo su dei “dati”, che ci vengono consegnati gratuitamente e sono sempre a disposizione per appagare il nostro desiderio di conoscenza. Certo, si tratta di un ascolto un po' particolare, che richiede una paziente familiarità con l'oggetto indagato e una capacità di cogliere anche il più debole sussurro; tenendo conto che siamo in presenza di sussurri prevalentemente elettromagnetici e che ci possono essere diversi livelli e intensità di “ascolto”.

### **L'occhio indagatore**

Per millenni, al fine di raccogliere i messaggi celesti l'uomo non ha avuto a disposizione altro che i suoi occhi: due strumenti potenti che, stando a ciò che rivelano i più recenti studi di neurofisiologia, sembrano strutturati apposta per farci entrare sempre più in contatto con la realtà, per farci afferrare i vari aspetti dei fenomeni: colori, forme, movimenti. In effetti, l'occhio umano è più che un semplice “strumento”: è la parte emergente di un complesso sistema visivo che elabora le immagini fin dal loro primo arrivo sulla retina e svolge l'elaborazione integrando in essa tutta una serie di elementi legati all'esperienza, all'umanità, alla storia del soggetto vedente. L'uomo quindi ha sempre cercato di gestire al meglio questi meta-strumenti e ciò si nota anche nella storia dell'astronomia, che è forse l'attività scientifica più antica e più praticata in tutte le culture e civiltà. Schiere di studiosi, sotto tutte le latitudini, hanno dedicato notti intere a scrutare il firmamento, abituando l'occhio a riconoscere, notte dopo notte, gli stessi oggetti e a individuarne con attenzione la posizione. Con l'aspirazione a comporre un atlante celeste completo; ma anche con la consapevolezza, ben espressa dal testo biblico, della difficoltà di una simile impresa: “Guarda il cielo e conta le stelle, se riesci a contarle” (Genesi, 15, 5). D'altra parte i dettagliati resoconti compilati prima sulla pietra, poi su rotoli poi nella pagine dei libri, danno conto di un imponente attività osservativa e di una volontà di riportare più fedelmente possibile i dati raccolti: la precisione di certe Tavole astronomiche arabe e di quelle medievali, le mappe celesti redatte dagli astronomi imperiali cinesi, la compilazione accurata delle effemeridi del Sole, della Luna, dei pianeti; sono tutte documentazioni di uno sforzo che non si è rivelato inutile anche quando poi sono sopraggiunti i moderni metodi di indagine.

Per potenziare le nostre capacità di osservazione del cielo notturno, l'ingegno umano ha saputo costruire strumenti che aiutassero l'occhio nella sua azione percettiva; si trattava per lo più di sistemi per traguardare e allineare gli oggetti, in appoggio agli strumenti di misura come astrolabi, sestanti, quadranti. Il caso più spettacolare è quello di Tycho Brahe, astronomo danese del Cinquecento, che ottiene da Federico II di Danimarca e Norvegia la disponibilità dell'isola di Hven e del castello di Benátky dove costruisce dei veri e propri osservatori, Uraniborg e Stjerneborg, riempiti di strumenti anche di grandi dimensioni, appositamente progettati per le osservazioni stellari e che raggiungono un'accuratezza impareggiabile per i suoi tempi. A partire dai suoi dati e dalle sue misure Keplero, che gli subentrerà come astronomo di corte di Rodolfo II d'Asburgo a Praga, svilupperà le sue celebri leggi; le prime due sono presentate nella *Astronomia Nova* pubblicata nel 1609 e che costituisce uno degli anniversari di punta di questo Anno dell'Astronomia.

## **Il primo salto quantico**

Ed è proprio nel 1609 che avviene il primo salto quantico, che merita di essere celebrato a quattrocento anni di distanza: nelle botteghe degli occhialai olandesi, ma probabilmente a partire da un suggerimento arrivato dall'Italia, due lenti vengono disposte secondo una opportuna combinazione e riescono a fornire ingrandimenti dell'immagine mai sperimentati prima di allora. Quando la notizia rimbalza a Venezia, trova pronto a raccogliarla e a valorizzarla Galileo Galilei che perfeziona il suo modello di cannocchiale riuscendo a raggiungere i 20 ingrandimenti che gli permettono di vedere distintamente le montagne lunari, le innumerevoli stelle distribuite nella Via Lattea e, con successivi miglioramenti, i quattro satelliti di Giove e poi le fasi di Venere e gli strani rigonfiamenti attorno all'equatore di Saturno (che qualche decennio dopo Huyghens individuerà come anelli che circondano il pianeta).

È un cambiamento decisivo dell'immagine del cosmo, che trova nelle osservazioni di Galileo delle prove sufficienti per invalidare il modello cosmologico tolemaico, anche se il grande scienziato pisano non riesca ancora a fornire prove sperimentali decisive a favore del modello eliocentrico copernicano. Ci vorranno decenni per arrivare a una teoria, quella gravitazionale di Newton, che giustifichi l'eliocentrismo; ci vorrà più di un secolo di osservazioni, con strumenti sempre più potenti, per consentire a Bradley di registrare il fenomeno dell'aberrazione astronomica, prova consistente pro-Copernico; e dovranno passare due secoli di misure astronomiche sempre più raffinate perché Bessel riuscisse a calcolare con precisione la parallasse annua della stella 61 Cygni dando la definitiva conferma sperimentale del modello eliocentrico.

Intanto il perfezionamento dei telescopi fornisce una nuova fisionomia dello spazio che circonda la Terra nel Sistema Solare; il quale si arricchisce di nuovi oggetti fino ad assumere la attuale fisionomia che lo vede popolato di nove pianeti con un corteo di satelliti il cui numero aumenta continuamente (l'ultima stima, per quelli di Giove, arriva a elencarne 63); ma c'è anche un buon numero di asteroidi e ci sono comete, non solo con orbita ellittica, quindi soggette a periodici ritorni spettacolari nelle vicinanze del Sole, ma anche con orbite paraboliche e iperboliche, che le portano a fare solo una fugace e solitaria apparizione.

Evolvono anche i metodi di cattura delle informazioni astronomiche e il telescopio non si limita ad amplificare il segnale luminoso delle stelle ma, corredato da altri strumenti e apparecchiature, scompone tale segnale e ne fa uscire una miriade di dati che raccontano la natura e la storia della stella. È il contributo della spettroscopia, che scomponendo la luce delle stelle nelle diverse frequenze permette di leggere le componenti assorbite dalle sostanze presenti sulla stella e di dedurre quindi la composizione chimica e la storia evolutiva. Per l'applicazione della spettroscopia all'astronomia va citata senz'altro l'opera pionieristica del gesuita italiano padre Angelo Secchi, divenuto nel 1849 direttore dell'Osservatorio del Collegio Romano dove ha iniziato lo studio degli spettri stellari che lo porterà a sviluppare una semplice e potente classificazione delle stelle per tipi spettrali, dalla quale derivano tutte le successive classificazioni.

## **Non solo luce**

Fin qui la nostra ricognizione sulle informazioni che l'universo regala agli astronomi per farsi conoscere ha contemplato un solo tipo di "messaggio": quello della luce visibile, che è solo una piccolissima parte dello smisurato spettro elettromagnetico. Le onde elettromagnetiche si distinguono infatti per la diversa lunghezza d'onda (o se si preferisce, per la frequenza di oscillazione: a basse lunghezze d'onda corrispondono elevate frequenze e viceversa) e ad ogni gamma di lunghezze d'onda si associa un tipo di onde: si va dalle radioonde, agli infrarossi, agli ultravioletti, ai raggi X e raggi gamma; la banda della luce visibile occupa solo un piccolo intervallo tra gli infrarossi e gli ultravioletti, cioè tra i 700 nanometri del rosso e i 300 del violetto. Abbiamo visto come l'uomo sia stato abile nell'estrarre da quel tipo di messaggio tante informazioni: sia amplificando il messaggio con i telescopi, sia scomponendolo nelle sue parti con la spettroscopia. Ma si tratta pur sempre di luce, dello stesso tipo di messaggio raccolto, seppur in modo più elementare ed essenziale, dagli astronomi babilonesi, o cinesi o maya.

La grande novità, un secondo salto quantico, avviene all'inizio della terza decade del Novecento, quando, grazie anche agli sviluppi delle telecomunicazioni e della relativa strumentazione, ci si accorge che è possibile captare radiazioni che vengono emesse dai corpi celesti nella gamma delle radioonde. Dapprima si registrano segnali dal centro della Via Lattea, poi via via l'universo si popola di radiosorgenti e gli osservatori astronomici, accanto ai grandi telescopi a specchio, vedono installate gigantesche antenne pronte a raccogliere i segnali radio da ogni parte del cosmo.

A ciò si aggiungono, dopo la seconda guerra mondiale, una raffica di innovazioni tecnologiche che consentono di mettere a punto strumenti capaci di esplorare il cielo a tutte le frequenze dello spettro. È un cambiamento di enorme portata, quantitativa e qualitativa: il numero di corpi e fenomeni celesti che diventano osservabili aumenta a dismisura ma aumentano anche le caratteristiche che possono diventare oggetto di indagine. Cambia l'idea stessa di osservazione astronomica e cambia il tipo di lavoro degli astronomi. È un nuovo modo di osservare, che vede gli scienziati lavorare davanti allo schermo di un computer dove una stella può avere la forma di un grafico e una galassia è descritta da diagrammi e tracciati più simili a quelli di un elettrocardiogramma. Non che venga meno l'osservazione diretta, che resta sempre fonte di informazioni e di contatto "in presa diretta" col fenomeno, con tutto il carico di meraviglia e di sorpresa che solo lo sguardo può dare. Ma anche con le nuove osservazioni non viene meno lo stupore e la gratitudine per la possibilità conoscitiva che è data all'uomo: solo che si esprime ad altri livelli, in altre forme. Si impone all'esperienza dell'osservatore la consapevolezza che il linguaggio del cosmo è molto più ricco di quanto si pensasse: l'universo non solo ci parla ma lo fa in modo "poliglotta", si serve di una varietà di espressioni, di toni, di accenti. È come se di colpo l'universo avesse moltiplicato i suoi messaggi, offrendo alla sete di conoscenza dell'uomo smisurate opportunità di porre domande, di eseguire misure, di organizzare dati. Gli scienziati si attrezzano di conseguenza per trovare i giusti interpreti per questo universo poliglotta e nascono quindi le diverse astronomie che diventano sempre più specializzate: astronomia infrarossa, ultravioletta, a raggi X e gamma.

## **Osservare lo spazio dallo spazio**

Resta però ancora un altro balzo da compiere, anche questo di enorme portata. Se per millenni l'uomo si è limitato a utilizzare i dati che comunque arrivano sulla Terra, nella seconda metà del XX secolo inizia a spingersi nello spazio e compie le sue osservazioni da posizioni privilegiate. Lo fa inviando i suoi strumenti a raccogliere informazioni direttamente "sul posto", esplorando le parti del Sistema Solare raggiungibili dalle sonde automatiche che poi riescono a rimandare a Terra i segnali raccolti. E poi pensa di mettere in orbita interi osservatori astronomici, dai quali esplorare

l'universo in modo libero dai disturbi di ogni tipo prodotti dall'atmosfera: è l'era dei Telescopi Spaziali.

In un telescopio spaziale tutte le "astronomie" che abbiamo visto finora possono essere presenti e viaggiare insieme nello spazio recapitando poi a Terra i loro preziosi servizi. Anche perché molti dei messaggi elettromagnetici provenienti dallo spazio non riescono a raggiungere la superficie terrestre e l'unico modo per "leggerli" è di andare a catturarli da posizioni ben lontane dall'atmosfera. Si può quindi decidere di portare tutto l'osservatorio in orbita, oppure di realizzare delle stazioni orbitanti specializzate in una o più delle "astronomie" di cui abbiamo parlato e finalizzati a ricerche specifiche per rispondere a particolari interrogativi sul cosmo e sulla sua storia, passata e futura.

Vale la pena soffermarsi un po' sulle caratteristiche di Hubble (HST, Hubble Space Telescope), che è certamente il più noto anche al grande pubblico ed è l'emblema di questa nuova era della scienza astronomica.

HST è più che un semplice telescopio: è un osservatorio completo e funzionante che orbita attorno alla Terra quasi circolarmente a una distanza che varia tra i 612 e i 620 chilometri; è inoltre in grado di ruotare su se stesso e di rimanere puntato su un oggetto per delle ore. L'intero telescopio pesa 11 tonnellate e ha una forma cilindrica: è lungo 13,3 m e la sua larghezza totale, compresi i pannelli solari, è di 12 m. I due pannelli solari, con le rispettive 50.000 celle, forniscono al telescopio una potenza elettrica complessiva di 4,5 kW. Ogni orbita dura circa 95 minuti, durante i quali HST esegue le sue osservazioni e compie una serie di operazioni di gestione quali: puntare un nuovo oggetto, evitare la Luna e il Sole, fare calibrazioni, ricevere e trasmettere dati.

HST è dotato di videocamere, spettrografi e altri strumenti che osservano gli oggetti celesti secondo istruzioni provenienti da Terra. Il suo telescopio è formato da due specchi, uno principale del diametro di 2,4 metri e uno secondario di 40 centimetri: l'insieme di questi due specchi produce quelle immagini spettacolari che ci siamo abituati ad apprezzare. I dati sono conservati a bordo del telescopio e, sempre in base ai comandi inviati da Terra, trasmessi ai vari centri di raccolta per le analisi dei gruppi di astronomi in tutto il mondo.

Il progetto di HST è stato finanziato principalmente dalla Nasa con un apporto significativo dell'Esa (European Space Agency); la programmazione delle osservazioni e la destinazione dei dati raccolti dagli strumenti sono affidate allo Space Telescope Science Institute (Stsci) di Baltimora (Maryland, Usa). È in orbita ormai dall'aprile del 1990 e ha rischiato di non poter utilizzare pienamente il suo sofisticato specchio primario per via di un difetto costruttivo: lo specchio ha subito un'incrinatura della forma della superficie riflettente ed è stato necessario uno sforzo considerevole per rimediare ai problemi così causati; ma l'alto livello tecnologico dell'impresa si è manifestato maggiormente in questo caso, arrivando a correggere l'errore durante la prima missione di riparazione nel dicembre del 1993. Così HST ha potuto proseguire la sua missione inviandoci immagini con una definizione di parecchie volte superiore di quelle ottenute con i telescopi posti sulla superficie della Terra: ha effettuato centinaia di migliaia di osservazioni, sia all'interno che all'esterno del nostro Sistema Solare e ci ha fatto vivere in diretta eventi cosmici spettacolari come l'impatto dei frammenti della cometa Shoemaker-Levy 9 su Giove nel 1994, o il dettaglio ravvicinato della nascita delle stelle tra le nubi di gas e polveri nella Nebulosa dell'Aquila fotografate nel novembre 1995 e ormai note al pubblico di Internet come i "Pilastrini della creazione".

Oltre ai tanti risultati scientifici ottenuti, c'è una ricaduta interessante dell'attività di un telescopio spaziale come Hubble ed è sul piano dell'esperienza e della comunicazione. Se i risultati delle misure nel campo dell'astronomia infrarossa o ultravioletta o a raggi X sono comprensibili solo a un ristretto gruppo di specialisti, le immagini spettacolari immortalate dal potente occhio di Hubble hanno una immediatezza e un impatto enorme; infatti sono diventate popolari, grazie anche alla intelligente politica di accessibilità e diffusione libera garantita dagli enti che sostengono il programma. Ciò contribuisce a rendere condivisibile al grande pubblico parte dell'esperienza di meraviglia dei ricercatori e a modificare il nostro immaginario collettivo circa il cosmo. Anche se molti non hanno ancora chiara la differenza tra una nebulosa e una galassia, la maestosità di

immagini come i "Pilastrini della creazione" o l'eleganza geometrica di alcune galassie a spirale sono ormai diffuse ampiamente e corredano articoli di magazine popolari o fanno da sfondo a spot pubblicitari.

## **L'erede di HST**

Il telescopio Hubble è però prossimo alla pensione. Ma non resterà senza eredi. Procederà infatti a pieno ritmo la preparazione del James Webb Space Telescope (JWST), un progetto molto impegnativo, frutto della collaborazione di NASA, ESA e Agenzia Spaziale Canadese e destinato ad aprire una nuova fase di osservazioni astronomiche promettendo eclatanti rivelazioni sulla nostra storia cosmica. L'avventura di Jwst è iniziata quando ancora Hubble era in piena forma e stava pazientemente scandagliando le profondità celesti, scoprendo quasi ogni giorno particolari inediti di stelle, nebulose e galassie. Era il 1994 quando, a seguito di un bando lanciato dalla Nasa per valutare nuove idee di possibili missioni spaziali scientifiche, veniva avanzata la proposta di un telescopio spaziale da collocare in un'orbita molto lontana e in grado di funzionare a temperature molto basse per poter rilevare le radiazioni infrarosse. L'idea piaceva ma per un po' il programma resta in sordina, con la generica denominazione di Next Generation Space Telescope (NGST). Poi, nel 2002 la Nasa decise di dare un successore a Hubble e la scelta, non molto felice, di intitolarlo a un direttore della Nasa, come fu appunto mister James Webb e non a uno scienziato. Il progetto ha fatto notevoli passi avanti e nel luglio 2008 la Nasa lo ha formalmente approvato con la decisione di passare alla "fase C", di progettazione finale e fabbricazione. Successivamente si avrà la "fase D", con l'assemblaggio del sistema, l'integrazione degli strumenti e i collaudi e infine il lancio nel 2013 tramite un razzo europeo Ariane 5 che porterà Jwst al di là della Luna, su un'orbita a un milione e mezzo di chilometri dalla Terra. Tale distanza, tripla di quella di Hubble, e la particolare posizione, detta L2 o punto lagrangiano, permetteranno al nuovo telescopio di ridurre il disturbo delle radiazioni infrarosse del Sole e della Terra e di captare con maggior precisione quelle provenienti dagli oggetti più lontani. Jwst non sarà un satellite specialistico, come altri attualmente in funzione o in programma, ma resta una missione aperta a ogni tipo di osservazione; anche se i risultati di maggior interesse si attendono dalla componente infrarossa. E proprio per poter meglio raccogliere questa, il sistema opererà a una temperatura di  $-238\text{ }^{\circ}\text{C}$ , circa dieci volte inferiore a quella di Hubble.

Anche la parte ottica è originale: benché l'intero sistema pesi la metà di Hubble, lo specchio è molto più grande e presenta un diametro di 6,5 metri; anzi, non è neppure uno specchio ma una combinazione di 18 specchi esagonali di berillio affiancati a comporre una struttura simile a un alveare. Si potrà così garantire una maggior stabilità delle prestazioni e soprattutto una enorme sensibilità, che permetterà agli astronomi di captare dettagli ancor più sottili di quelli straordinari cui Hubble ci ha abituato.

Oltre allo specchio infatti, l'equipaggiamento del satellite comprende una fotocamera e uno spettrografo per misurare lunghezze d'onda del cosiddetto vicino infrarosso, da 0,6 a 5 micron e uno strumento per il medio infrarosso, da 5 a 27 micron. Sono le lunghezze d'onda emesse da gas e polveri interstellari che in particolari momenti collassano per innescare i processi di formazione stellare: quindi Jwst studierà la nascita delle stelle e la loro aggregazione nelle più ampie strutture delle galassie. Ma sono anche le lunghezze d'onda emesse dalla materia del disco che circonda le stelle neonate e che potrà originare i protopianeti: quindi il prossimo telescopio spaziale permetterà di indagare la formazione dei pianeti extrasolari ed eventualmente le condizioni per la presenza di materiale di interesse biologico.

E poi ci sono le grandi domande sulle prime fasi della vita dell'universo, i cui segreti sono racchiusi nella radiazione alle frequenze delle microonde e infrarosse; come pure gli interrogativi sulla materia e sull'energia oscura, le cui risposte potrebbero aiutarci a prevedere l'evoluzione futura dell'universo.

Si sta così aprendo un nuovo capitolo del grande libro del cosmo: un libro un po' speciale, dove ad ogni pagina bisogna adeguare la propria capacità di lettura ai nuovi dati che emergono; in un esaltante dialogo con la natura che aumenta le nostre conoscenze ma soprattutto aumenta la nostra consapevolezza di trovarci di fronte a una realtà donata all'uomo, che l'uomo riesce a comprendere tramite il linguaggio scientifico ma che è portatrice di un messaggio che va al di là della pura conoscenza scientifica.