

## GLI STRUMENTI DI OSSERVAZIONE

Quando pensiamo all'osservazione del cielo, automaticamente ci vengono in mente cannocchiali e telescopi. Questi strumenti di osservazione, infatti, da quando sono stati inventati nel '600, hanno provocato una tale rivoluzione nell'astronomia da farli ritenere indispensabili per qualsiasi tipo di osservazione. In realtà tutte le osservazioni astronomiche eseguite prima del 1609-1610, i cui risultati non si possono ritenere trascurabili, utilizzavano un unico strumento: l'occhio. È questo il primo e principale strumento di cui disponiamo.

### L'OCCHIO e LA PUPILLA

La fisiologia dell'occhio è molto complessa, per i nostri scopi diciamo solo che attraverso il foro della pupilla la luce emessa dai corpi viene trasmessa all'interno e raccolta dalla retina. Tramite i nervi oculari le informazioni "passano" al cervello che le elabora dando la sensazione della visione.

Ai fini dell'osservazione astronomica, questo strumento ha dei vantaggi ma anche delle limitazioni. Il vantaggio principale è quello della messa a fuoco "automatica", istintiva, mentre i limiti derivano principalmente dal fatto che la pupilla, il foro d'entrata della luce, è di piccole dimensioni.

La luce è in ultima analisi una forma di energia. Il cervello riceve le informazioni dall'occhio sotto forma di impulsi elettrici che si formano sotto l'azione della luce che incide sulla retina. Se la luce che entra è inferiore ad un valore limite, le informazioni non riescono ad essere trasmesse al cervello, quindi "non vediamo". A parità di luminosità di un oggetto, la quantità di luce che riceviamo dipende dal diametro della pupilla, che può raggiungere al massimo il valore di 8 mm. Tanto più grande è la pupilla e tanto maggiore è la quantità di luce che siamo in grado di raccogliere. Di conseguenza siamo in grado di percepire oggetti più deboli.

### CANNOCCHIALI E TELESCOPI

Cannocchiali e telescopi sono strumenti il cui scopo principale è quello di raccogliere luce, sono delle grandi pupille fittizie che ci permettono di ricevere una quantità di luce superiore a quella della nostra pupilla, e quindi ci danno la possibilità di vedere oggetti deboli che ad occhio nudo rimarrebbero invisibili. È bene sottolineare bene questo fatto: la prerogativa principale degli strumenti ottici per l'astronomia non è quella di ingrandire le immagini, ma quella di raccogliere più luce e quindi di poter osservare oggetti più deboli. Guardando le stelle anche con il più potente dei telescopi professionali, non si vedranno più grandi, ma se ne vedranno molte di più.

### I CANNOCCHIALI ASTRONOMICI O RIFRATTORI

Sono i primi strumenti ottici introdotti in astronomia, risalgono ai primi anni del '600. Il primo ad usarli fu Galileo Galilei nell'inverno a cavallo tra il 1609 e il 1610. Con l'ausilio di uno di questi strumenti il grande scienziato italiano scoprì i crateri lunari, i quattro satelliti principali di Giove, le fasi di Venere, fece osservazioni della Via Lattea, ed osservò le macchie solari. La portata di queste scoperte fu tale che l'intera civiltà ne rimase scossa.

Il rifrattore è costituito essenzialmente da due lenti sostenute da un tubo. La prima lente viene detta obiettivo, ed è quella che raccoglie la luce e la fa convergere in un punto detto fuoco. La seconda lente, l'oculare, raccoglie la luce proveniente dal fuoco e la fa entrare nell'occhio in una forma che l'occhio può "leggere" senza diminuirne l'intensità. Ai fini pratici è come se la nostra pupilla assumesse le dimensioni dell'obiettivo.

Il diametro dell'obiettivo è variabile, va da qualche centimetro fino al metro circa. Rifrattori con obiettivi dell'ordine del metro di diametro sono però rarissimi, perché è molto difficile costruire buone lenti di tali dimensioni e sono inoltre costosissime. La qualità dell'ottica è infatti il requisito fondamentale per una buona osservazione. Ciò significa che il vetro di cui sono costituite deve

essere esente da impurità e bolle e devono avere curvature precisissime, cose entrambe tanto più difficili da ottenere quanto più la lente aumenta di diametro.

Un altro grosso problema che si presenta nei rifrattori è quello dell'*aberrazione cromatica*. È il fenomeno per cui l'immagine di ogni oggetto non è limpida, ma "disturbata dalla presenza di un arcobaleno". Per risolvere questo problema è necessario costruire degli *obiettivi acromatici*, che sono formati da più lenti di vetro diverse unite assieme. Inutile dire che anche questo incide sul prezzo.

## IL TELESCOPIO RIFLETTORE

Il telescopio propriamente detto, o riflettore, venne ideato da Isaac Newton. La novità di questo tipo di strumento deriva dal fatto di aver sostituito la lente dell'obiettivo con uno specchio concavo. Lo specchio ha numerosi vantaggi rispetto alla lente, innanzitutto non è affetto da aberrazione cromatica, a parità di diametro la sua costruzione è molto più semplice e meno costosa di quella di una lente. Esso infatti è costituito di un supporto in vetro (la cui qualità non occorre sia eccelsa) con una superficie (solo una contro le due al minimo dei rifrattori) lavorata e ricoperta di uno strato di metallo. Le superfici degli specchi possono avere varie forme, ma di solito si predilige il paraboloide. Il metallo di cui sono ricoperti è attualmente l'alluminio.

Lo specchio concentra la luce in un punto che viene detto fuoco, esattamente come nel caso dei rifrattori, un oculare come quello dei cannocchiali poi la rende disponibile per l'occhio.

I riflettori più comuni sono il *Newtoniano* e il *Cassegrain*. Si distinguono per la forma dello specchio e la posizione dell'oculare.

Il NEWTONIANO è costituito da uno specchio parabolico che concentra i raggi in un punto che è posto all'interno del telescopio. In queste condizioni l'osservazione sarebbe molto disagiata, per cui si "intercettano" i raggi riflessi con uno specchietto piano inclinato di 45° rispetto all'asse del paraboloide. Questo specchio, detto *specchio secondario*, o più semplicemente "secondario" ha la funzione di deviare verso l'esterno i raggi in modo da poter essere comodamente raccolti dall'oculare.

I riflettori Newton sono in generale i più economici, ma le osservazioni in alcune direzioni risultano comunque disagiate se il telescopio è grande.

Il CASSEGRAIN utilizza sempre uno specchio parabolico, ma il secondario non è uno specchio piano ma iperbolico convesso perpendicolare all'asse del telescopio. Esso riflette i raggi "all'indietro", in modo da farli uscire "dal fondo" dello strumento. L'aumento di prezzo dovuto al secondario più complesso è giustificato da una maggiore comodità di utilizzo. Il Cassegrain ha anche un altro vantaggio: le dimensioni ridotte rispetto al Newtoniano.

## LE MONTATURE DEI TELESCOPI

I telescopi devono essere sostenuti da montature solide e tali da permettere l'orientamento del telescopio in qualunque direzione. Esse sono sostanzialmente di due tipi: quella *altazimutale* e quella *equatoriale*.

La MONTATURA ALTAZIMUTALE è senz'altro molto solida e semplice da costruire. Tramite dei perni permette il movimento del telescopio in orizzontale (azimut) e in verticale (altezza). Questo tipo di montatura può risultare scomoda per le osservazioni lunghe poiché azimut e altezza degli oggetti cambiano ad ogni istante e quindi sono necessarie continue correzioni di puntamento. Tali correzioni sono difficili da effettuare "a mano", per cui lo strumento diventa utile solo se è corredato di un potente computer in grado di correggere "in tempo reale" entrambe le coordinate.

Nelle MONTATURE EQUATORIALI, invece, un asse è parallelo alla direzione della polare e

permette i movimenti in angolo orario, l'altro è perpendicolare al precedente e permette i movimenti in declinazione. Il vantaggio di questo sistema consiste nel fatto che, una volta puntata una stella, una delle sue coordinate non cambia (la declinazione). L'altra invece (l'angolo orario) varia a seguito della rotazione terrestre, ma in modo semplice. Per far sì che il telescopio punti sempre una determinata direzione basta applicare un motorino che fa ruotare il telescopio attorno al proprio asse orario in modo da contrastare l'effetto della rotazione terrestre. Tale motorino dovrà far ruotare il telescopio con un periodo di 23 ore 56 minuti e 4 secondi (pari cioè al tempo siderale) in verso orario. Il processo per cui si mantiene sempre l'oggetto nella stessa posizione all'interno del campo visivo del telescopio viene detto *inseguimento*. Un buon inseguimento è fondamentale per ogni fotografia astronomica, altrimenti si ha l'effetto "mosso".

## ELEMENTI OTTICI

Gli elementi fondamentali che caratterizzano ogni telescopio sono due: l'*apertura*, ossia il diametro dell'obiettivo, e la sua *lunghezza focale*, cioè la distanza alla quale convergono i raggi.

Il rapporto tra l'apertura e la lunghezza focale, detto appunto *rapporto d'apertura*, dà la *luminosità del telescopio*, cioè la capacità di "vedere" oggetti deboli. La sigla f/10 ad esempio, indica un rapporto d'apertura di 1/10, vale a dire che il rapporto tra le dimensioni del diametro dell'obiettivo e la lunghezza focale sono 1:10. Più grande è questo rapporto (e cioè più breve è la lunghezza focale a parità di obiettivo), e più "luminoso" è il telescopio, si potranno cioè vedere oggetti di luminosità sempre più bassa.

L'apertura è importante anche per un'altra caratteristica: il *potere risolutivo*, l'angolo minimo sotto cui si possono vedere due oggetti come distinti. È la capacità insomma di percepire due oggetti vicini come entità separate, senza vederli "fusi" in un'unica macchia.

La formula teorica che dà il potere risolutivo è

$$\rho \cong 115/D$$

dove  $\rho$  è il potere risolutivo espresso in secondi d'arco, D il diametro dell'obiettivo espresso in millimetri. Il valore espresso da questa formula è tuttavia solo indicativo, poiché sulla effettiva possibilità di distinguere due punti vicini influiscono anche altri fattori, primo tra tutti la turbolenza dell'aria.

Il rapporto tra la focale dell'obiettivo e quella dell'oculare dà invece l'*ingrandimento*. È bene sottolineare che l'ingrandimento non è una caratteristica fondamentale del telescopio, anzi. Esiste un limite agli ingrandimenti - dato proprio dal potere risolutivo dello strumento - oltre il quale anche se l'oggetto appare più ingrandito l'immagine non è più definita, cioè non si riescono a scorgere più particolari.

In astronomia l'ingrandimento acquista importanza solo nell'osservazione di oggetti estesi, come i pianeti, mentre è irrilevante per gli oggetti puntiformi come le stelle.

In linea generale si può dire che per i piccoli telescopi, l'ingrandimento "massimo" tollerabile è, per l'osservazione di Luna e pianeti, di 1,5-2 volte il diametro d'apertura in millimetri. Questo valore è però sensibilmente inferiore quando si vogliono osservare nebulose o ammassi stellari, dove è necessario un campo visivo abbastanza ampio. In questo caso gli ingrandimenti sono dell'ordine di  $D/6$ , con D diametro dell'obiettivo in millimetri come al solito.

Da quanto appena detto, la scelta dell'oculare, deve essere fatta non solo in base agli ingrandimenti che si vogliono raggiungere, ma anche al *campo visivo* di cui si ha bisogno. Definiamo campo visivo la porzione di cielo effettivamente visibile attraverso il telescopio. In genere va da  $0,5^\circ$  a  $1^\circ$ . Con l'aumentare degli ingrandimenti diminuisce notevolmente.