

Sopra un cannocchiale iconantidiptico

Memoria
del Signor Professore Gio. Battista Amici

Ricevuta adì 29. Marzo 1821.

«Memorie di Matematica e di Fisica della Società Italiana delle Scienze residente in Modena»
Tomo XIX. Parte contenente le Memorie di Matematica
Modena, presso la Società Tipografica, MDCCCXXI
(pp. 113-120)

Il Sig. Jeurat nel 1778. concepì l'idea di un nuovo cannocchiale rappresentante nel campo di vista due immagini di un oggetto una diritta, e l'altra rovesciata. Egli fece osservare fin d'allora che la costruzione di questo istrumento cui fu dato il nome d'iconantidiptico avrebbe potuto offrire alla Astronomia pratica i vantaggi di determinare con maggior precisione il passaggio di un astro al meridiano, e di escludere i fili nel fuoco dell'oculare coi quali si collima ad un qualunque oggetto celeste. Scorgendosi infatti con questo mezzo due immagini contrapposte di una medesima stella, l'una pel moto diurno attraversante il campo da destra a sinistra, e l'altra da sinistra a destra, il punto del loro concorso avrebbe stabilito la posizione dell'asse del cannocchiale, ed il momento dell'incontro delle due immagini, ossia il tempo del passaggio per l'asse si sarebbe meglio determinato, che dall'appulso a un filo solo degli ordinarj strumenti de' passaggi. Imperocché la velocità rispettiva delle immagini, che si movono in contrario senso, è doppia della velocità assoluta di una sola immagine che successivamente si accosta ad un filo immobile del micrometro.

L'apparente utilità che quindi si attendeva dal nuovo istrumento fece che altri Ottici, e Matematici distinti si occupassero dell'invenzione del Sig. Jeurat o per migliorare la forma del cannocchiale che egli aveva proposto, o per determinare colla teoria l'effetto di cui fosse suscettibile. Kratzenstein, Eulero, Boscowich trattarono quasi contemporaneamente questo soggetto, ed esibirono varie combinazioni di lenti atte tutte a produrre la doppia immagine richiesta. Alla costruzione di Jeurat consistente in un semplice oculare combinato con un ampio obbiettivo forato in centro, onde vedere l'immagine rovescia, e combinato nel tempo stesso con due minori obbiettivi, onde formare coi raggi attraversanti il foro l'immagine diritta, fu sostituito da Kratzenstein un obbiettivo non forato per l'immagine capovolta, e due obbiettivi più piccoli interni per ottenere l'immagine nella sua situazione naturale da contemplarsi poi con un oculare comune.

Così sembrò ad Eulero di semplificare il cannocchiale adoperando un obbiettivo, e tre oculari per raddrizzar l'oggetto e per capovolgerlo usando di due oculari, de' quali uno forato.

Niuna però di queste combinazioni fu riconosciuta esente di considerabili difetti; e l'Abbate Boscowich fece osservare col soccorso del calcolo che un cannocchiale iconantidiptico a tre obbiettivi acromatici produce un effetto molto minore di quello di un cannocchiale comune, che sia lungo la metà di esso. Per la qual cosa il vantaggio dovuto al doppio movimento in direzione contraria delle due immagini può del pari ottenersi, ed anche con miglior successo, adoperando un cannocchiale ordinario con amplificazione doppia o più che doppia, della quale sarebbe suscettibile avendo una lunghezza eguale a quella dell'iconantidiptico.

Egli inoltre avvertì che i fili si rendono indispensabili nell'uso anche del nuovo istrumento: poiché l'incontro delle due immagini di una stella non potendo che effettuarsi nell'asse del cannocchiale, ossia nel centro del campo dell'oculare ben regolato, se le immagini coll'ajuto di un filo non si fa-

cessero percorrere il diametro di questo campo, non si riuscirebbe mai ad ottenere l'incontro delle medesime. Esse passerebbero l'una sopra l'altra camminando per due corde parallele. Che se il corpo celeste avesse un'estensione sensibile, si giugnerebbe con sicurezza a procurare il contatto de' diametri orizzontali delle due immagini, allorquando solamente queste si trovassero racchiuse da due fili paralleli orizzontali ed equidistanti dal centro del campo.

Tutte queste imperfezioni palesate da un ottico di tanta celebrità contribuirono forse a porre in dimenticanza l'idea di Jaurat, e a dichiarare l'istrumento iconantidiptico di niun vantaggio nell'Astronomia.

Ed è in vero fuor di ogni dubbio che non potendosi sopprimere i fili di direzione, viene a mancare all'istrumento il bellissimo pregio di cui l'inventore credeva d'averlo fornito, e che poteva solo renderlo utile nelle osservazioni del cielo.

Esaminando io però alcuni anni sono questo medesimo soggetto, mi accorsi ben tosto che una parte delle imperfezioni poteva togliersi sostituendo alle lenti gli specchj di metallo, e che un telescopio catadiottrico ordinario si sarebbe convertito con facilità in iconantidiptico senza scemare la forza di lui amplificante.

Le condizioni alle quali converrebbe soddisfare per ottener un buon effetto nel tubo iconantidiptico sono: l'eguaglianza d'ingrandimento nelle due immagini: che queste si dipingano nel medesimo piano e precisamente nel fuoco dell'oculare comune per vederle contemporaneamente: che siano formate dal concorso di un'eguale quantità di raggi per avere la medesima chiarezza: e che infine l'aberrazione de' raggi sia in ognuna la stessa per ottenere l'eguaglianza di distinzione. Ora tutto ciò viene adempito di leggieri col disporre tra gli specchj di un telescopio Gregoriano un mezzo specchietto convesso per modo che in un tubo solo abbiasi riunita la costruzione di Gregory affine di mostrare gli oggetti diritti, e quella di Cassegrain per presentarli capovolti.

Ma poiché il peso de' telescopj catadiottrici, e il facile sconcerto cui vanno soggetti, impediscono di applicarli con profitto a macchine graduate, abbandonai questo pensiero, tanto più che con tal mezzo non avrei potuto non ammettere l'uso de' fili.

Rivolte quindi le mie ricerche a cannocchiali diottrici, mi riuscì di trovar modo di renderli con singolare semplicità iconantidiptici ed esenti da tutte quelle imperfezioni delle quali di sopra si è ragionato. La lusinga per tanto che il nuovo cannocchiale al presente stato ridotto possa essere di qualche giovamento alla scienza, mi ha mosso a farne pubblica la costruzione.

Il raddoppiamento delle immagini in contraria posizione situate non dipende da alcun particolare obbiettivo od oculare. Le sole lenti che entrano nella formazione del comune cannocchiale terrestre coll'aggiunta di un prismetto di vetro isoscele rettangolo o semplicemente isoscele, avente poche linee di larghezza costituiscono tutta la nuova macchina.

Si sa dalla Catottrica che un raggio di luce cessa di essere riflesso da uno specchio piano allorché l'angolo d'incidenza arriva a novanta gradi; e che perciò ne deriva l'impossibilità di vedere per riflessione un oggetto situato nel prolungamento del piano riflettente. Egli è pur anche a tutti noto non potersi per raggi ripercossi scorgere un oggetto che si trovi al disotto del piano riflettente medesimo. Questi ostacoli però vengono tolti se invece di uno specchio si fa uso di un prisma isoscele di vetro nella cui faccia disugale si eseguisca internamente la riflessione.

Col favore del piegamento all'entrata nella prima faccia del prisma i raggi paralleli al piano riflettente, e quelli anche che hanno un discreta obbliquità verso la parte rovescia del piano stesso si inclinano sul medesimo, in modo da poter subire la riflessione dopo la quale escono di bel nuovo rifrangendosi in contrario senso, per cui si corregge l'effetto anche di dispersione che su di essi era stato prodotto. Un prisma quindi di questa specie è atto a mostrare distintamente un oggetto per riflessione, sebbene l'occhio e l'oggetto si trovino nella direzione del piano riflettente o al di sotto del piano medesimo. È da questa proprietà che io ho tratto profitto per la costruzione del presente cannocchiale iconantidiptico, e per quella di diversi strumenti che formeranno il soggetto d'altre memorie. Io colloco nel fuoco posteriore dell'oculare più prossimo all'obbiettivo un piccolo prisma di vetro isoscele rettangolo, in modo che il suo piano opposto all'angolo retto si trovi nell'asse del cannocchiale, e che i suoi due angoli refringenti seghino perpendicolarmente l'asse stesso. In questa

situazione è evidente che esso divide per mezzo ciascun fascio di raggi paralleli appartenenti ai diversi punti dell'oggetto e fa subire ai medesimi una riflessione (1). La parte quindi di luce non intercetta dal prisma, che è quanto dire, la tramandata dalla metà dell'obbiettivo, passando pei seguenti oculari del comune cannocchiale terrestre, mostra all'osservatore l'oggetto diritto; e l'altra metà per essere stata riflessa nell'interno del prisma fa vedere l'oggetto rovesciato. In uno stesso campo adunque coll'apparecchio descritto si possono contemplare due immagini contrapposte di un oggetto senza punto diminuire la bontà del cannocchiale. E poiché il rovesciamento si fa soltanto per un verso, cioè nel senso della riflessione, il contatto delle due immagini non ha luogo come nell'antico cannocchiale iconantidiptico nel centro del campo, ma può effettuarsi in tutti i punti di un diametro del campo medesimo. Questa particolare circostanza ci permette di poter osservare le altezze o i passaggi di un astro senza il soccorso de' fili, lo che deve tenersi per pregevolissimo vantaggio, se si considera che con questo mezzo si possono determinare le posizioni di tutti que' corpi celesti, i quali per la debolezza della loro luce sfuggono alla vista ogni qual volta si cerca d'illuminare i fili. Egli è ben vero che le immagini separate non risplendono che pel concorso della metà de' raggi trasmessi dall'obbiettivo, indeboliti ancor qualche poco dall'interposizione del prisma, e dal maggior numero d'oculari del cannocchiale terrestre in confronto dell'astronomico, ma questa perdita sulla visibilità dell'oggetto influisce assai meno che l'introduzione di un lume estraneo per iscorgere i sottilissimi fili nei cannocchiali comuni.

D'altronde nell'istante della sovrapposizione delle immagini di una stella che è poi il punto interessante, tutta la forza del cannocchiale rimane in azione.

Quantunque però gli ordinarj fili siano infruttuosi nelle osservazioni dei corpi di languida luce, io non pretendo di escluderli affatto dal tubo iconantidiptico. Vi sono delle circostanze nelle quali è utile il loro uso, e l'istrumento che io propongo, unisce il doppio vantaggio di poter in un istante cambiarsi da cannocchiale iconantidiptico in cannocchiale ordinario astronomico, e viceversa senza che ne venga benché menomamente turbata la rettificazione della macchina.

In un istrumento de' passaggi con micrometro a cinque fili verticali ed uno orizzontale ben rettificati, se si toglie l'oculare astronomico, e vi si sostituisca il sistema degli oculari terrestri contenenti il prisma che ho descritto, esso si trasforma in iconantidiptico, e la rettificazione dell'istrumento rimane intatta, se con combinati movimenti rotatorio ed orizzontale si porta il tubo degli oculari presso il micrometro, in modo che le doppie immagini de' fili coincidano tra loro, cioè che il primo filo verticale si adossi al quinto il secondo al terzo ed il medio si sovrapponga a se stesso. In questo processo si riconoscerà ancora se i fili verticali siano equidistanti dal medio, ed il cannocchiale iconantidiptico non sarà privo del vantaggio di poter prendere l'appulso delle immagini, anche sopra i diversi fili del micrometro. Così un circolo meridiano avente un filo verticale e due orizzontali pochi minuti secondi distanti tra loro per comprendere in mezzo la stella, si cangerà nello stesso modo in iconantidiptico, addattandovi il sopraddetto tubo in maniera che le doppie immagini dei due fili orizzontali coincidano. Ed io son di parere che la più grande utilità del principio della duplicazione delle immagini si abbia appunto nella sua applicazione al circolo meridiano. Imperocché l'altezza dell'astro può meglio giudicarsi per ragione del doppio movimento delle immagini; ed il contatto di queste o la sovrapposizione delle medesime si può esaminare durante tutto il tempo del loro transito attraverso il campo di visione senza l'ajuto di filo alcuno. Un'altra interessante proprietà del nuovo

(1) Il prisma situato in questo modo fa uscire paralleli all'asse del cannocchiale que' raggi che prima erano paralleli all'asse stesso, ma li trasporta alcun poco verso il suo angolo retto, per cui dopo la riflessione e le rifrazioni non camminano più per il prolungamento delle direzioni precedenti. Questo allontanamento de' raggi dall'asse sarebbe pregiudicevole ogni qualvolta la pupilla non potesse tutti abbracciarli, unitamente agli altri fasci luminosi che escono dagli oculari senza essere stati riflessi. Quantunque però col regolare opportunamente i fuochi e le distanze delle lenti oculari si potesse togliere il suddetto inconveniente, che avrebbe soltanto luogo nei piccoli ingrandimenti, pure più semplicemente si evita, disponendo il prisma in maniera che il raggio costituente l'asse del cannocchiale tagli i lati uguali della base triangolare del medesimo prisma parallelamente al lato disuguale del triangolo ed a tale distanza, che supponendolo rifratto da uno de' due lati uguali dovesse riflettersi nel punto di mezzo del terzo lato. In tal situazione che facilmente si trova col calcolo o coll'esperimento, il pennello ottico riflesso non si scosta dall'altro non riflesso. È poi d'avvertirsi che se si vuole assoluta uguaglianza di splendore nelle due immagini di un oggetto, conviene che il prisma intercetti un poco più della metà de' fasci luminosi per compensare la piccolissima perdita di luce nel passaggio pel prisma.

tubo iconantidiptico consiste poi nel poter vedere distintamente con esso gli oggetti celesti ed una mira meridiana discretamente vicina, senza che ne venga sconcerto nella rettificazione dell'istrumento. Ciò infatti si ottiene col muovere soltanto longitudinalmente le due lenti oculari più prossime all'occhio, o col cambiarle in altre due di diverso foco, imperocché questa mutazione non altera la posizione della linea in cui si deve fare il concorso delle due immagini dell'oggetto.

Tutti questi pregi pertanto se non m'inganno, raccomandano l'uso del nuovo istrumento ed ispirano qualche fiducia che esso possa essere dagli Astronomi osservatori favorevolmente accolto.