

EUSTACHIO MANFREDI E LA PRIMA CONFERMA OSSERVATIVA DELLA TEORIA DELL'ABERRAZIONE ANNUA DELLA LUCE

ANDREA GUALANDI, FABRIZIO BÒNOLI
Dipartimento di Astronomia, Università degli Studi di Bologna

Agli inizi del Settecento era ancora aperto il problema della 'parallasse annua delle stelle fisse'. Evidenziare moti apparenti di natura parallattica nelle posizioni delle stelle era ritenuta, infatti, l'unica prova per l'affermazione definitiva del modello eliocentrico.

Tentativi in questa direzione non erano mancati: anche Galilei aveva suggerito, nel suo *Dialogo sopra i Massimi Sistemi*, l'importanza di queste osservazioni. Jacques Cassini, John Flamsteed, Jean Picard, Robert Hooke sono alcuni degli astronomi che vi si cimentarono. I loro strumenti, tuttavia, non erano ancora sufficientemente accurati per rilevare spostamenti inferiori al secondo d'arco (precisione richiesta, appunto, per l'osservazione delle parallassi¹), ma lo erano già abbastanza per evidenziare un altro tipo di moto apparente, anch'esso originato dal moto di rivoluzione terrestre, seppur non ancora previsto dalle teorie astronomiche dell'epoca: la 'aberrazione annua della luce'.

Prima di proseguire è il caso di aprire una parentesi sulla natura e gli effetti di questi due fenomeni.

La *parallasse annua* è l'effetto della distanza finita delle stelle e del moto della Terra attorno al Sole. Una stella osservata dalla Terra appare in direzioni diverse in diversi periodi dell'anno e in quest'arco di tempo sembra percorrere in cielo una piccola ellisse, proiezione dell'orbita terrestre.

Con *aberrazione annua* della luce s'intende l'apparente spostamento della posizione reale della stella in diversi momenti dell'anno, generato dalla combinazione della velocità finita della luce proveniente dall'astro osservato e della velocità di rivoluzione terrestre. L'effetto nell'arco di un anno è ancora una traiettoria ellittica apparente.

Dunque, in entrambi i casi le posizioni osservate descrivono un'ellisse annua, al cui centro è la posizione vera della stella, ed entrambi i fenomeni sono una prova osservativa del moto della Terra attorno al Sole. Vi sono però due importanti differenze, che ricordiamo senza scendere in dettagli:

¹ La prima parallasse, quella di 61 Cygni, fu misurata in 0,31" da Bessel nel 1838. In realtà è 0,29".

- le dimensioni dell'ellisse parallattica dipendono inversamente dalla distanza della stella e sono sempre inferiori al secondo d'arco: la stella più vicina a noi, Proxima Centauri, quindi quella con la parallasse maggiore, presenta un valore di 0,76". Il semiasse maggiore dell'ellisse aberrazionale, invece, è uguale per tutte le stelle e pari a 20,47";
- le due ellissi sono percorse nello stesso verso, ma quella d'aberrazione con uno sfasamento di un quadrante rispetto a quella parallattica; fu questa apparente anomalia a portare sulla strada giusta James Bradley, che, come vedremo, scoprì il fenomeno nel 1728².

Eustachio Manfredi, fondatore, insieme al conte Ferdinando Marsili, della Specola dell'Istituto delle Scienze di Bologna, era stato fra quegli astronomi che si erano occupati del problema della parallasse. Le numerose osservazioni, eseguite prima del 1709 presso la Specola edificata sul palazzo dello stesso Marsili, gli avevano consentito di mettere in evidenza delle variazioni annue nei moti delle stelle. All'epoca, ancora mancava una dettagliata trattazione geometrica del problema e Manfredi si occupò di redigere un complesso trattato, il *De annuis inerrantium stellarum aberrationibus*, con il quale fornire proprio un modello geometrico delle parallasse, che servisse da 'banco di prova' per le osservazioni pratiche. In altre parole, presentare una teoria di cui le osservazioni avrebbero poi dovuto render conto.

Il metodo descritto da Manfredi consiste in questo: data una stella posta ad una determinata latitudine celeste, è possibile, a partire da precise ipotesi iniziali (innanzitutto, il moto di rivoluzione terrestre), descriverne la traiettoria annua apparente per effetto della parallasse; tale traiettoria non è che il luogo dei punti in cui l'astro si dovrebbe vedere nei vari momenti dell'anno, se va soggetto a moto parallattico. Dunque, per verificare l'effettiva esistenza di tale moto, non resta che confrontare i dati osservativi con le previsioni teoriche.

In realtà, tale confronto passa attraverso una serie di passaggi intermedi e di trasformazioni matematiche, che non ci soffermiamo a descrivere in questa sede, ricordando solo che Manfredi partiva da misure di differenze fra i tempi di passaggio di due stelle in meridiano, trasformate in secondi d'arco. Questi valori, opportunamente convertiti in segmenti, venivano poi proiettati sulle ellissi teoriche precedentemente tracciate da Manfredi stesso per stelle alla medesima latitudine celeste di quelle osservate.

² v. in J. BRADLEY, "Letter [...] giving an Account of a new discovered motion of the Fix'd Stars", *Phil. Trans.* n. 406, vol. 35, Londra, 1729.

Nella sua opera Manfredi passò al vaglio le osservazioni degli astronomi già menzionati e le proprie, appositamente compiute dalla Specola di Bologna negli anni 1727 e 1728: si evidenziavano palesi contraddizioni fra i risultati sperimentali e quanto previsto dalla teoria. Così, nelle conclusioni, l'astronomo bolognese era esplicito: i motivi per cui apparivano queste *aberrationes*³ non avevano niente a che vedere con la parallasse, tanto da suggerire l'esistenza di un altro effetto ancora sconosciuto⁴.

Nel marzo 1729 Manfredi terminò il manoscritto del *De annuis*, che dovette passare nelle mani della censura dell'Inquisizione romana per ottenere l'*imprimatur*.

Nel mese precedente era stata pubblicata sulle *Philosophical Transactions* la *Letter giving an Account of a new discovered Motion of the Fix'd Stars* di James Bradley. Questi aveva ripreso, a Kew nel 1725, una serie d'osservazioni iniziata da Hooke nel 1669, arrivando a fornire la corretta interpretazione fisica dei moti apparenti delle "fisse" che, come dicevamo, già da molti decenni numerosi astronomi avevano rivelato. Le sue ipotesi, che attribuivano quei movimenti alla combinazione del vettore velocità della Terra - per dirlo in termini moderni - con il vettore velocità della luce dalle stelle, vennero lette alla Royal Society nel gennaio 1729 e pubblicate, quindi, nel succitato lavoro.

A Roma, intanto, l'abate Antonio Leprotti, medico pontificio ed amico di Manfredi, si adoperava per accelerare la pratica di revisione del manoscritto del *De annuis*; la pratica, infatti, non filava molto liscia per via dell'ipotesi del moto di rivoluzione terrestre, che, esplicitamente presentata, risultava un po' troppo "pesante" per l'epoca. I due mantenevano un fitto rapporto epistolare, nel quale Leprotti, lagnandosi della pignoleria anticopernicana dei censori⁵, comunicava le modifiche da apportare e le frasi da correggere. Dopo due mesi, il 30 maggio, il trattato manfrediano ottenne infine la pubblicazione.

Nel frattempo l'eco della scoperta di Bradley giunse in Italia e, naturalmente, Manfredi si industriò per ottenerne la traduzione nel corso dell'estate. Fu lo stesso Leprotti a procurargliela tramite un gentiluomo

³ Si deve proprio a Manfredi il termine «aberrazione» (v. G. H. D'ARTURO, "Chi fu il primo a parlare d'aberrazione?", *Coelum* n.3, 1933).

⁴ «[...] *alia quæpiam hujusce phænomeni Astronomis investiganda videtur caussa*», in E. MANFREDI, *De annuis inerrantium stellarum aberrationibus*, cap. IX, typis C. Pisarri Bononiae, 1729.

⁵ «*Ma si può dar maggior sfortuna di codesto revisore?*», in lettera di Leprotti a Manfredi, 9 aprile 1729.

inglese interessato in cose astronomiche, William Derham. La traduzione arrivò a Bologna in settembre insieme alla sollecitazione di Leprotti a produrre qualcosa sull'argomento. Dal canto suo, Manfredi non era rimasto con le mani in mano: grazie al completamento nel 1726 della Specola dell'Istituto delle Scienze, riuscì, infatti, tra il 1728 e il 1729, a portare avanti un'ingente mole di osservazioni per approfondire la questione della parallasse e riesaminarla alla luce della nuova ipotesi bradleyana⁶.

Iniziò così la genesi del lavoro successivo di Manfredi, il *De novissimis circa fixorum siderum errores observationibus*, apparso per la prima volta sui *Commentarii* dell'Istituto delle Scienze di Bologna dell'ottobre 1730⁷.

La corrispondenza con Leprotti, intanto, non s'era fermata: i due si scambiavano opinioni sulla nuova teoria, specie sulla spinosa questione del moto di rivoluzione terrestre. Da Roma arrivavano inviti a non sposare troppo apertamente quest'ipotesi, anzi, se possibile, a confutarla; cosa che Manfredi tentò di fare in una argomentazione, in realtà decisamente contorta, posta in chiusura del *De novissimis*

I contenuti del lavoro si possono sintetizzare in due punti:

- l'ipotesi della parallasse nei moti apparenti osservati sino ad allora appare da scartare *definitivamente*. Una larga parte del *De novissimis* è dedicata alla confutazione delle recenti conclusioni del danese Peter Horrebow, che nel 1727 aveva dato alle stampe un lavoro dal titolo significativo, *Copernicus Triumphans*, nel quale annunciava d'aver rilevato una parallasse di 2" per Sirio e Vega. I risultati del collega danese vengono "smontati" dal confronto con le osservazioni condotte da Manfredi;
- emerge, soprattutto, la valutazione dell'ipotesi di Bradley e la sua perfetta aderenza con le osservazioni bolognesi. Queste ultime osservazioni consistevano in una serie di misure di differenze fra i tempi di passaggio in meridiano di 91 coppie di stelle, prese sistematicamente nell'arco di un anno, avvalendosi degli strumenti in dotazione alla Specola di Bologna. Si trattava, in particolare, di un grande semicircolo murale (circa 3m di diametro) e di un quadrante mobile, costruiti dall'artigiano Domenico Lusverg (oggi esposti nel Museo della Specola), oltre ad un orologio a pendolo di fabbricazione inglese. Tale strumentazione consentiva di ottenere una precisione attorno al mezzo secondo di tempo e al secondo d'arco.

Complessivamente, osservò Manfredi, l'idea di Bradley confermava la propria descrizione geometrica delle *aberrationes*. La cautela - certamente

⁶ E. BAIADA, F. BÒNOLI, A. BRACCESI, *Museo della Specola. Catalogo*, Bologna 1995

⁷ Ripubblicatovi poi nel 1748.

indotta anche dalle difficoltà, già ricordate, di ottenere l'*imprimatur* per la pubblicazione del *De annuis* - non portò, tuttavia, a trarre conclusioni sulla natura fisica del fenomeno dell'aberrazione, natura fisica dalla quale l'astronomo bolognese apparentemente prese le distanze.

Se Manfredi non si sia voluto "compromettere" più di tanto in questa discussione perché convinto o perché "costretto" è una domanda che ci induce ad alcune considerazioni finali sulla sua figura di scienziato.

Quanto c'era, in questo disinteresse alle cause fisiche, in questo suo «*sospendere intorno a ciò ogni giudizio*»⁸, di imposto da un clima culturale, in cui ancora si faceva di tutto pur di «*non dare in mano a' Copernicani le armi per provare il loro sistema*»⁹, e quanto di effettivamente connaturato alla figura di intellettuale di Manfredi? Ecco cosa scriveva nelle *Instituzioni astronomiche*, il testo delle sue lezioni di Astronomia, pubblicato postumo dal successore, Eustachio Zanotti: «[...] *una perfetta evidenza indarno si cerca altrove, che nella pura geometria. Ragion vorrebbe, che non ci affaticassimo di filosofare intorno alle cagioni, prima di aver ben noti gli effetti [...]*»¹⁰.

Sono due aspetti questi - quello "imposto" e quello "connaturato" - che non si escludono certo a vicenda, che possono coesistere e, anzi, si alimentano l'un l'altro. Da una parte, l'astronomo non era certo indotto alla trasgressione dall'ambiente scientifico caratteristico di una città dello Stato pontificio, nel quale solo nel 1757 sarebbe stata permessa la libera circolazione dei «*Libri omnes docentes immobilitatem Solis et mobilitatem Terræ*». Dall'altra parte, come ha osservato A. Braccesi, «*ci pare esista nel Manfredi un profondo consenso nell'accettare i limiti che il proprio tempo e la sua posizione gli suggerivano. Accettando i lumi, ma con distacco, anche la prudenza, nel cedere al nuovo, non gli appariva contraria alla costruzione di un sapere che fosse conquista definitiva e non opinione del momento.*»¹¹

Un altro aspetto su cui ci si può interrogare è quale fosse stato l'atteggiamento con cui Manfredi, avendo avuto da tempo sotto gli occhi tutti gli elementi di cui disponeva Bradley - fors'anche più accurati e sicuramente con un modello geometrico più raffinato - ne avesse accolto la scoperta. Davvero con spirito critico e spinto solo dall'interesse a verificarne

⁸ E. MANFREDI, *Instituzioni Astronomiche*, Della Volpe, Bologna, 1749.

⁹ V. in lettera di Leprotti a Manfredi, 13 maggio 1729.

¹⁰ E. MANFREDI, op. cit.

¹¹ A. BRACCESI: "Proseguendo sulla Specola di Bologna...", *Giornale di Astronomia*, vol. 6, n.1, marzo 1980.

la validità o con una punta di umano sdegno per non aver avuto per primo il colpo di genio che lo avrebbe consegnato alla storia della scienza? Non ci è possibile dare qui una risposta. Essa potrebbe emergere solo dalla corrispondenza privata dell'astronomo, che, almeno nelle lettere disponibili presso gli archivi del Dipartimento di Astronomia e dell'Archiginnasio, non si lascia mai andare, però, a commenti illuminanti in questo senso.

Di sicuro, egli fu il primo a dare la conferma osservativa della teoria di Bradley dell'aberrazione annua della luce; conferma compiuta con una mole di dati molto maggiore dell'astronomo inglese e che rimarrà l'unica per molto tempo. Inoltre, una conferma indipendente, anche dimensionalmente da un punto di vista osservativo, poiché le osservazioni di Manfredi furono condotte determinando le differenze di transito in ascensione retta, mentre Bradley aveva sempre e solo osservato le variazioni dei moti in declinazione.

Resta il fatto che la teoria di Bradley e la conferma di Manfredi fornirono la prima dimostrazione, pur se non cercata, del moto di rivoluzione della Terra intorno al Sole e, quindi, della realtà di un sistema eliocentrico.