

Aristarco di Samo: uno scienziato isolato?

Lucio Russo¹

È ben noto che Aristarco di Samo, nella prima metà del III secolo a.C., elaborò la teoria eliocentrica, attribuendo alla Terra i moti di rotazione e rivoluzione che oggi ci sono familiari: ne abbiamo numerose testimonianze, la più autorevole delle quali è l'*Arenario* di Archimede.

L'importanza della teoria eliocentrica di Aristarco per la storia della scienza è tuttavia in genere minimizzata con vari espedienti. Quella di Aristarco è per lo più giudicata un'intuizione certamente geniale, ma troppo in anticipo sui tempi per potere influenzare significativamente la storia delle idee. Secondo la maggioranza degli storici della scienza l'astronomia sarebbe divenuta per la prima volta veramente eliocentrica solo molti secoli più tardi, grazie a Copernico. Non a caso Thomas Kuhn, dedicando un importante saggio al passaggio dal geocentrismo all'eliocentrismo, che costituisce il prototipo di quelle "rivoluzioni scientifiche" che sono rimaste associate al suo nome, l'ha intitolato *The Copernican Revolution*² e quello che, usando la terminologia da lui introdotta, è il vero creatore del nuovo "paradigma" vi è nominato solo incidentalmente, quasi come se il ricordarlo fosse solo una curiosità erudita.

Il trattamento riservato ad Aristarco da Kuhn certo non stupisce, essendo usuale da alcuni secoli, ma l'attenzione dedicata all'antico astronomo nella prima età moderna era stata ben diversa. Non solo lo stesso Copernico era ben consapevole di essere un continuatore di Aristarco, ma ancora nel Seicento l'eliocentrismo era spesso associato più al suo antico creatore che al suo lontano seguace. Uno dei principali artefici del cambio di prospettiva che ha relegato Aristarco nel ruolo di "precursore" di quello che fino ad allora era apparso un suo seguace è Voltaire. Nella voce *systeme* del suo *Dictionnaire philosophique* si legge:

¹ Dipartimento di matematica, Università *Tor Vergata*, Roma.

² Thomas S. Kuhn, *The Copernican Revolution. Planetary Astronomy in the Development of Western Thought*, 1957, Harvard University Press.

*Cet Aristarque de Samos est d'autant plus suspect, que Plutarque l'accuse d'avoir été un bigot, un méchant hypocrite, [...].
Mais, me dira-t-on, [...] il résulte toujours évidemment que le vrai système d'aujourd'hui était connu des anciens.
Je réponds que non; qu'une très faible partie de ce système fut vaguement soupçonnée par quelques têtes mieux organisées que les autres. [...]
N'envions point à Copernic l'honneur de la découverte. Trois ou quatre mots déterrés dans un vieil auteur, et qui peuvent avoir quelque rapport éloigné avec son système, ne doivent pas lui enlever la gloire de l'invention. [...]
Admirons encore davantage la profondeur, la justesse, l'invention du grand Newton, qui seul a découvert les raisons fondamentales de ces lois inconnues à toute l'antiquité, et qui a ouvert aux hommes un ciel nouveau.
Il se trouve toujours de petits compilateurs qui osent être ennemis de leur siècle [...]. Ils se font les trompettes de la gloire des anciens. Ils prétendent que ces anciens ont tout dit, et ils sont assez imbéciles pour croire partager leur gloire, parce qu'ils la publient. [...] Que ne disent-ils aussi que les Grecs avaient de meilleurs fusils, de plus gros canons que nous, qu'ils lançaient des bombes plus loin, [...] etc., etc.?*

Per sconfiggere quelli che Voltaire minacciosamente addita come "nemici del proprio secolo" (cioè coloro che avevano osato sottolineare le antiche conoscenze) si dovette, tra l'altro, confinare l'eliocentrismo di Aristarco nel ruolo di episodio marginale. Tra le varie tecniche usate a questo scopo si può ricordare la storia, spesso ripetuta, dell'accusa di empietà che sarebbe stata mossa ad Aristarco: un'accusa che dimostrerebbe come i tempi di Aristarco non fossero ancora maturi per l'idea eliocentrica. L'accusa sarebbe riferita da Plutarco nel *De facie quae in orbe lunae apparet*, ma in realtà è possibile leggerla solo se si usa il testo plutarcho emendato da Gilles Ménage (1613-1692), il quale, scambiando un accusativo con un nominativo, ha trasformato in accusato un Aristarco scherzoso accusatore³. L'ardito intervento di Ménage era stato evidentemente influenzato dai processi a Bruno e Galileo, che suggerivano che in un brano in cui si parlava di eliocentrismo e di empietà quest'ultima dovesse essere attribuita necessariamente al sostenitore dell'eliocentrismo. Va notato che l'emendamento stentò a lungo ad essere accolto: ancora lo stesso Voltaire (in uno dei passi omessi nella citazione precedente) si riferisce al passo di Plutarco nella lezione trasmessa dai manoscritti; solo dopo che la nuova immagine dell'antico eliocentrismo si fu imposta il testo di

³ Per maggiori particolari sul passo emendato da Ménage, cfr. L. Russo, S. Medaglia, *Sulla presunta accusa di empietà ad Aristarco di Samo, Quaderni urbinati di cultura classica*, N.S., 53 (82), 113-121, 1996.

Plutarco divenne canonico nella versione emendata, rendendo così Aristarco imputato di empietà in tutti i libri di storia dell'astronomia.

La convinzione che l'eliocentrismo di Aristarco fosse stato respinto dagli astronomi ellenistici successivi è molto diffusa, ma non ha un adeguato sostegno nelle fonti. Poiché possiamo leggere l'*Almagesto*, sappiamo con certezza che Tolomeo era geocentrico, ma sulle teorie astronomiche prevalenti nel periodo intermedio tra Aristarco e Tolomeo, vista la perdita totale delle opere astronomiche dell'epoca, è possibile solo avanzare congetture.

Il lungo intervallo che separa Tolomeo da Aristarco non è affatto un periodo omogeneo, consistendo di due fasi molto diverse: a un periodo di circa un secolo e mezzo di sviluppo dell'astronomia, cui parteciparono scienziati del massimo livello, come Conone di Samo⁴, Archimede, Apollonio di Perga e Ipparco, seguirono un paio di secoli di interruzione delle ricerche astronomiche. È abbastanza naturale congetturare che l'eliocentrismo sia stato abbandonato non nella fase di sviluppo della scienza astronomica ellenistica, ma durante la lunga interruzione dell'attività di ricerca. Ho cercato di dimostrare altrove che tale congettura è confortata da varie testimonianze latine pre-tolomeiche, in particolare di Vitruvio, Lucrezio, Plinio e Seneca⁵.

La circostanza che l'eliocentrismo sia attribuito da quasi tutte le fonti al solo Aristarco non significa necessariamente che esso fosse stato respinto da tutti gli astronomi successivi. Del resto non tutte le fonti considerano Aristarco isolato. Sesto Empirico, ad esempio, individua i sostenitori dell'eliocentrismo non nel solo Aristarco, ma nei suoi seguaci (οἱ περὶ Ἀρίσταρχον):

οἱ γὰρ μὴν τὴν τοῦ κόσμου κίνησιν ἀνελόντες, τὴν δὲ γῆν κινεῖσθαι
δοξάσαντες, ὡς οἱ περὶ Ἀρίσταρχον τὸν μαθηματικόν, οὐ κωλύονται νοεῖν
χρόνον. (Sesto Empirico, *Adversus Physicos*, II, §174)

D'altra parte una teoria non è in genere associata a tutti quelli che l'accettano, ma solo al suo autore e a coloro che hanno dato importanti contributi al suo sviluppo. Nel nostro caso sappiamo da Plutarco che almeno uno scienziato non si era limitato ad accettare la teoria di Aristarco, ma quanto meno aveva cercato di migliorarla:

⁴ Pur non essendoci rimasta alcuna sua opera, il livello dei risultati di Conone può essere intuito sulla base delle lodi che gli rivolge Archimede.

⁵ L. Russo, *The astronomy of Hipparchus and his time: a study based on pre-Ptolemaic sources*, "Vistas in Astronomy", 38, 207-248, 1994.

Πότερον οὕτως ἐκίνει τὴν γῆν, ὥσπερ ἥλιον καὶ σελήνην καὶ τοὺς πέντε πλάνητας, οὓς ὄργανα χρόνου διὰ τὰς τροπὰς προσηγόρευε, καὶ ἔδει τὴν γῆν 'ἴλλομένην περὶ τὸν διὰ πάντων πόλον τεταμένον' μὴ μεμηχανῆσθαι συνεχομένην καὶ μένουσαν, ἀλλὰ στρεφομένην καὶ ἀνειλουμένην νοεῖν, ὡς ὕστερον Ἀρίσταρχος καὶ Σέλευκος ἀπεδείκνυσαν, ὁ μὲν ὑποτιθέμενος μόνον ὁ δὲ Σέλευκος καὶ ἀποφαινόμενος; (Plutarco, *Platonicae quaestiones*, VIII, i = *Moralia*, 1006C).

Poneva egli [Timeo] la Terra in moto, come il Sole e la Luna ed i cinque pianeti, che egli chiama strumenti del tempo per il loro girare, e doveva pensare che la Terra, ruotante attorno all'asse esteso attraverso tutto, fosse stata progettata non confinata e stabile ma rivolgentesi e ruotante, come successivamente affermarono Aristarco e Seleuco, il primo assumendolo solo per ipotesi e Seleuco invece dimostrandolo [o mostrandolo] anche?

Occorre qui inserire una parentesi sul verbo *ἀνειλέω*, che ho tradotto "rivolgere". Mentre Schiaparelli e Heath⁶ avevano dato del brano la stessa interpretazione accolta qui, Dreyer e Neugebauer⁷ hanno pensato che Plutarco intendesse riferirsi al solo moto di rotazione. Questa seconda interpretazione deve essere respinta per almeno due ragioni: innanzi tutto il moto di rotazione è chiaramente indicato nel brano dal verbo *στρέφω*, e non si capirebbe quindi perché Plutarco dovrebbe introdurre il secondo verbo *ἀνειλέω*; inoltre Plutarco si riferisce esplicitamente ai moti considerati da Aristarco, che sappiamo essere appunto quelli di rotazione e di rivoluzione. A differenza di molti storici moderni, Copernico certamente non aveva avuto dubbi sui moti attribuiti da Plutarco ad Aristarco, visto che cita Plutarco come fonte sull'antico eliocentrismo. Scrivendo il suo trattato, egli dovette scegliere un termine latino per indicare il moto della Terra intorno al Sole. Seguendo le abitudini del tempo, la scelta più ovvia era quella di un calco del termine greco *ἀνειλέω*. Per ottenerlo occorre tradurre in latino entrambi gli elementi che lo compongono⁸: la preposizione

⁶ Giovanni Schiaparelli, *I precursori di Copernico nell'antichità*, in *Scritti sulla storia dell'astronomia antica*, Bologna, Zanichelli, 1925-1927, parte I, tomo I, p. 457; Thomas Little Heath, *Aristarchus of Samos, the ancient Copernicus; a history of Greek astronomy to Aristarchus, together with Aristarchus's Treatise on the sizes and distances of the sun and moon*, Oxford, Clarendon press, 1913 (repr. New York, Dover Publications, 1981), p.305.

⁷ John L. E. Dreyer, *History of the planetary system from Thales to Kepler*, Cambridge, University Press, 1906, p.140; Otto Neugebauer, *A History of Ancient Mathematical Astronomy*, Berlin/Heidelberg/New York, Springer, 1975, p. 611,

⁸ Le osservazioni che seguono sono basate su un suggerimento di Maria Grazia Bonanno.

ἀνά e il verbo ἐιλέω. ἐιλέω corrisponde esattamente al latino *volvo*⁹, mentre ἀνά è reso in latino da *re-*: si ottiene così *revolvo*, ossia il termine realmente usato da Copernico. È improbabile che un criterio diverso avrebbe portato Copernico a scegliere lo stesso termine (al quale è associato soprattutto il significato di rotolare) tra i vari verbi latini a disposizione. La corrispondenza tra il termine di Plutarco ἀνειλέω ed il moto di rivoluzione "copernicano" non dipende quindi da un anacronismo nel tradurre Plutarco, ma dalla decisione di Copernico di usare un calco del termine plutarcheo.

Una ricostruzione del contributo di Seleuco potrebbe essere essenziale per ricostruire gli antichi sviluppi della teoria di Aristarco. Di Seleuco sappiamo però ben poco. Una delle principali testimonianze su di lui è la seguente, di Strabone:

Φησὶ δ' οὖν Σέλευκον τὸν ἀπὸ τῆς Ἐρυθρᾶς θαλάττης καὶ ἀνωμαλίαν τινὰ ἐν τούτοις καὶ ὀμαλότητα λέγειν κατὰ τὰς τῶν ζῳδίων διαφοράς· ἐν μὲν γὰρ τοῖς ἰσημερινοῖς ζῳδίοις τῆς σελήνης οὕσης ὀμαλίζειν τὰ πάθη, ἐν δὲ τοῖς τροπικοῖς ἀνωμαλίαν εἶναι καὶ πλήθει καὶ τάχει, τῶν δ' ἄλλων ἐκάστου κατὰ τοὺς συνεγγισμοὺς εἶναι τὴν ἀναλογίαν. αὐτὸς δὲ κατὰ τὰς θερινὰς τροπὰς περὶ τὴν πανσέληνόν φησιν ἐν τῷ Ἡρακλείῳ γενόμενος τῷ ἐν Γαδεῖροις πλείους ἡμέρας μὴ δύνασθαι συνεῖναι τὰς ἐνιαυσίους διαφοράς.
(Strabone, *Geografia*, III, v, 9.

[Posidonio] riferisce dunque che Seleuco, quello del Mare Eritreo, parla di una diseguaglianza o eguaglianza in questi [fenomeni] secondo le variazioni dei segni dello zodiaco; dice infatti che quando la luna si trova nei segni equinoziali le mutazioni [cioè le due maree giornaliere] sono eguali, in quelli solstiziali vi è una diseguaglianza, sia in quantità che in velocità, mentre in ciascuno degli altri segni [l'andamento] è in proporzione alla vicinanza [tra la luna ed i segni suddetti]. [Posidonio] dice però che egli stesso, avendo trascorso diversi giorni nell'Eracleo a Cadice al solstizio d'estate in prossimità del plenilunio, non aveva assistito a tali differenze annuali.

Un'altra testimonianza su Seleuco, che riguarda anch'essa i suoi studi sulle maree, merita di essere letta:

τοῖς τε πάθεσι τοῦ ὠκεανοῦ τοῖς περὶ τὰς ἀμπώτεις καὶ τὰς πλημμυρίδας ὁμολογεῖ τοῦτο μᾶλλον· πάντη γοῦν ὁ αὐτὸς τρόπος τῶν τε μεταβολῶν

⁹ La corrispondenza è ancora più profonda di quanto probabilmente apparisse a Copernico. ἐιλέω e *volvo* sono, infatti, gli esiti, rispettivamente in greco e in latino, di una stessa radice *vel/vol*.

ὑπάρχει καὶ τῶν αὐξήσεων καὶ μειώσεων, ἢ οὐ πολὺ παραλλάττων, ὡς ἂν ἐπὶ ἑνὸς πελάγους τῆς κινήσεως ἀποδιδομένης καὶ ἀπὸ μιᾶς αἰτίας. Ἴππαρχος δ' οὐ πιθανὸς ἐστὶν ἀντιλέγων τῇ δόξῃ ταύτῃ, ὡς οὗθ' ὁμοιοπαθοῦντος τοῦ ὠκεανοῦ παντελῶς οὗτ', εἰ δοθείη τοῦτο, ἀκολουθοῦντος αὐτῷ τοῦ σύρρου ἐῖναι πᾶν τὸ κύκλῳ πέλαγος τὸ Ἀτλαντικόν, πρὸς τὸ μὴ ὁμοιοπαθεῖν μάρτυρι χρώμενος Σελεύκῳ τῷ Βαβυλωνίῳ. (Strabone, Geografia, I, i, 8-9).

Ciò [l'ipotesi di un unico oceano esteso dalle Colonne d'Ercole all'Asia] si accorda anche meglio con le mutazioni dell'oceano riguardanti i flussi ed i riflussi delle maree; ovunque infatti si ha lo stesso tipo di trasformazioni, sia per le alte che per le basse maree, come se fosse prodotto dal movimento dello stesso mare e per la stessa causa. Ipparco non è convincente quando afferma contro questa opinione che né l'oceano subisce del tutto le stesse trasformazioni né, ciò concesso, ne seguirebbe che l'Atlantico sia tutto continuo in cerchio, chiamando a testimone dell'andamento non uniforme [dell'oceano] Seleuco della Babilonia.

L'interesse di questo brano è duplice. Ai nostri fini dobbiamo sottolineare soprattutto la fiducia accordata da Ipparco agli studi di Seleuco, che ne dimostra l'attendibilità. La testimonianza ha tuttavia anche un grande interesse in sé, che merita una breve digressione dal nostro argomento principale. Attraverso le parole di Strabone possiamo infatti ricostruire l'argomento con il quale Ipparco aveva sostenuto l'esistenza di un continente intermedio tra gli oceani che noi chiamiamo Atlantico e Pacifico. Si tratta di un argomento apparentemente dimenticato, che sorprende per la sua semplicità ed efficacia. L'esistenza di quella che nel nostro linguaggio è l'America era stata dedotta dalle differenze qualitative tra le maree a ovest della penisola iberica e quelle dell'Oceano Indiano: differenze che, a parere di Ipparco, non erano compatibili con l'ipotesi che si trattasse di un unico mare.

Tornando al nostro tema principale, per cercare di capire se e in che modo gli studi di Seleuco sulle maree potevano avere svolto un ruolo nella sua prova dell'eliocentrismo occorre considerare alcune altre fonti sull'astronomia pre-tolemaica. Cominciamo col riportare un passo, di fondamentale importanza, di Plutarco:

καίτοι τῇ μὲν σελήνῃ βοήθεια πρὸς τὸ μὴ πεσεῖν ἢ κινήσεις αὐτῆ καὶ τὸ ῥοιζῶδες τῆς περιαγωγῆς, ὥσπερ ὅσα ταῖς σφενδόναῖς ἐντεθέντα τῆς καταφορᾶς κώλυσιν ἴσχει τὴν κύκλῳ περιδίνησιν· ἄγει γὰρ ἕκαστον ἢ κατὰ φύσιν κινήσεις, ἂν ὑπ' ἄλλου μηδενὸς ἀποστρέφηται. διὸ τὴν σελήνην οὐκ

ἄγει τὸ βάρος, ὑπὸ τῆς περιφορᾶς τὴν ῥοπὴν ἐκκρουόμενον· ἀλλὰ μᾶλλον ἴσως λόγον εἶχε θαυμάζειν μένουσαν αὐτὴν παντάπασιν ὥσπερ ἡ γῆ καὶ ἀτρεμοῦσαν. (Plutarco, *De facie.*, 923 C-D)

Certo la luna è trattenuta dal cadere dallo stesso moto e dalla rapidità della sua rotazione, proprio come gli oggetti posti nelle fionde sono trattenuti dal cadere dal moto circolare. Il moto secondo natura guida infatti ogni corpo, se non è deviato da qualcos'altro. Perciò la luna non segue il suo peso, [che è] equilibrato dall'effetto della rotazione. Ma si avrebbe forse più ragione di meravigliarsi se essa restasse assolutamente immobile e fissa come la terra.

Dobbiamo ricordare che con "fionda" (*σφενδόνη*) Plutarco non intende ovviamente il gioco da ragazzi che oggi associamo comunemente a tale termine, ma l'arma usata ai suoi tempi dai frombolieri con una tecnica che ricorda l'attuale lancio del martello. Ho esposto altrove la tesi che la fonte di questo brano di Plutarco (e di altri dedicati nello stesso dialogo al moto di corpi all'interno della Terra) sia Ipparco e, in particolare, la sua opera perduta sul moto dei gravi.¹⁰ L'argomento riportato da Plutarco nel caso della Luna fu generalizzato al moto dei pianeti, come è chiaro dalla seguente testimonianza di Seneca:

*Inventi sunt qui nobis dicerent: 'Erratis, quod ullam stellam aut suppressere cursum iudicatis aut vertere. Non licet stare caelestibus nec averti; prodeunt omnia: ut semel missa sunt, vadunt; idem erit illis cursus qui sui finis. Opus hoc aeternum irrevocabiles habet motus: qui si quando constiterint, alia aliis incident, quae nunc tenor et aequalitas servat. Quid est ergo cur aliqua redire videantur? Solis occursus speciem illis tarditatis imponit et natura viarum circolorumque sic positorum ut certo tempore intuentes fallant: sic naves, quamvis plenis velis eant, videntur tamen stare'. (Seneca, *Naturales quaestiones*, VII, xxv, §§6-7).*

Abbiamo trovato chi ci ha detto: "Sbagliate, pensando che qualche stella interrompa il suo cammino o lo inverta. Non è permesso ai corpi celesti fermarsi né invertire il moto; tutti avanzano: come una volta sono stati lanciati, così procedono; la fine del loro cammino coinciderebbe con la loro stessa fine. Quest'opera eterna ha moti irrevocabili: se dovessero arrestarsi, quei [corpi] ora conservati dal loro moto regolare cadrebbero gli uni sugli altri. Qual è allora il motivo per cui alcuni sembrano tornare indietro? L'intervento del Sole e la natura dei percorsi e delle orbite circolari, disposte in modo che per un certo tempo ingannano gli osservatori, impone loro un'apparenza di lentezza: così le navi, sebbene procedano a vele spiegate, sembrano tuttavia star ferme".

¹⁰ Lucio Russo, *Un brano di Plutarco (Moralia, 923C-924A) e la storia della dinamica*, 'Bollettino dei classici', Accademia dei Lincei, XIV, 80-92, 1993.

Il brano di Seneca è chiaro: l'"argomento della fionda", riportato da Plutarco, che, modernizzando un po' la terminologia, possiamo chiamare l'argomento dell'equilibrio tra gravità e forza centrifuga, nell'ambito di un'astronomia geocentrica, non può essere esteso ai pianeti. Quando i pianeti invertono il moto apparente (all'inizio e alla fine di ogni retrogradazione) la forza centrifuga dovrebbe infatti annullarsi ed essi dovrebbero precipitare sulla Terra. È invece possibile applicare la descrizione dinamica trasmessa da Plutarco anche ai moti planetari se si accetta l'eliocentrismo di Aristarco e si considerano mere apparenze le retrogradazioni osservate dalla Terra. Nella fonte di Seneca la gravità tra gli astri è in ogni caso equilibrata dalla forza centrifuga, che impedisce che essi cadano gli uni sugli altri.

L'argomento riportato da Seneca, mostrando che l'eliocentrismo è necessario per una descrizione che noi diremmo "dinamica" dei moti planetari, fornisce un importante sostegno alla teoria di Aristarco, ma non può esserne considerato una prova. Un aristotelico rimarrebbe convinto che l'argomento dell'equilibrio tra attrazione e forza centrifuga è valido solo nel caso del sasso fatto ruotare dalla fionda, mentre nel caso degli astri non esiste alcuna forza: nel caso della Terra, in particolare, egli sosterebbe che non vi è né attrazione verso il Sole né forza centrifuga; la terra è semplicemente ferma, senza essere attirata da alcunché. Come provare che realmente esistono due forze opposte, dove, più semplicemente, si può scegliere di non vederne nessuna?

Tornando all'esempio della fionda, supponiamo che a ruotare, agganciato alla fionda, non sia un sasso ma qualcosa di deformabile, ad esempio una palla di stracci. Cosa accadrebbe in questo caso? Evidentemente la palla si deformerebbe, allungandosi sia verso il fromboliere sia nel verso opposto. Se accadesse qualcosa di simile alla Terra, le due forze opposte diverrebbero osservabili. La Terra può difficilmente deformarsi nella sua componente solida, ma se fosse sottoposta a un'attrazione verso il Sole e a un'opposta forza centrifuga, le acque dovrebbero presumibilmente sollevarsi in direzione del Sole e nella direzione opposta. L'esistenza osservabile delle maree solari sembra quindi fornire una prova decisiva dell'eliocentrismo e della sua versione "dinamica" riportata da Seneca.

Vi è tuttavia una difficoltà: le maree solari sono sì osservabili, ma sono meno rilevanti di quelle lunari, alle quali vanno sommate per rendere conto dei cicli osservabili. Tutto il quadro fin qui

proposto diviene quindi accettabile solo se anche le maree lunari trovano la stessa spiegazione. Nel caso delle maree lunari non è però semplice capire l'origine della forza centrifuga: se è la Luna a girare attorno alla Terra, perché anche su quest'ultima dovrebbe agire una forza centrifuga?

Per rispondere all'ultima domanda gli antichi astronomi, e in particolare Seleuco, avrebbero potuto ancora una volta usare l'analogia con il fromboliere che fa ruotare la sua fionda. Gli antichi frombolieri, come i moderni lanciatori di martello, sapevano di non poter imprimere velocità al loro proiettile rimanendo esattamente fermi al centro della traiettoria circolare: dovevano ruotare anch'essi, anche se su una circonferenza molto più piccola. Ipotizzando che la stessa cosa accada alla Terra nei riguardi della Luna si ottiene, allo stesso tempo, una teoria sostanzialmente "moderna" delle maree e una definitiva prova dell'eliocentrismo dinamico.

Si può essere tentati di congetturare che Seleuco avesse condiviso il ragionamento precedente, ma le fonti considerate finora possono al più rendere plausibile tale congettura. Abbiamo però un'ulteriore importante fonte: un passo di Aezio che collega esplicitamente gli studi di Seleuco sulle maree alla sua teoria dei moti della Terra:

Σέλευκος ὁ μαθηματικὸς, κινῶν καὶ οὗτος τὴν γῆν, ἀντικόπτειν αὐτῆς τῆ δίνῃ φησὶ καὶ τῆ κινήσει τὴν περιστροφὴν τῆς σελήνης. (Diels: "Doxographi graeci", 383a, 17-25).

Seleuco il matematico, facendo muovere anch'egli la Terra, dice che la rivoluzione della Luna si contrappone a un moto vorticoso della Terra.

Il passo appartiene ad un elenco di diverse opinioni sull'argomento delle maree (alle quali si riferisce anche la frase successiva a quella riportata). In questo contesto viene attribuita a Seleuco l'opinione che la Terra sia animata da un moto del quale Aezio riporta due proprietà:

- a) si tratta di un moto vorticoso. L'espressione *δίνῃ καὶ κίνησις* è usata da Aristotelein relazione al moto di particelle catturate da un vortice¹¹ e non è mai usata per indicare la rotazione terrestre;

¹¹ Aristotele, *Physica*, 196a, 27. Per un'analisi del termine *δίνῃ* e dell'espressione *δίνῃ καὶ κίνησις* si può vedere Lorenzo Perilli, *La teoria del vortice nel pensiero antico. Dalle origini a Lucrezio*, Ospedaletto (Pisa), Pacini Editore, 1996.

b) vi è qualche forma di contrapposizione (presumibilmente più chiara nella fonte di Aezio) tra questo moto della Terra e la rivoluzione della Luna.

I due punti precedenti sono consistenti con la congettura che Seleuco si riferisse al moto con cui la Terra fronteggia la Luna, trovandosi sempre dalla parte opposta rispetto al comune centro di rotazione.

L'analisi condotta fin qui mostra come l'eliocentrismo di Aristarco, lungi dall'aver rappresentato un vicolo cieco nella storia delle idee, avesse avuto in epoca ellenistica importanti sviluppi. Mentre è ben noto che le fonti che riportavano la teoria di Aristarco ebbero un'influenza essenziale su Copernico, sembra che la funzione svolta nella prima età moderna dalle testimonianze sugli sviluppi dovuti a Seleuco siano state per lo più ignorate. Tali testimonianze ebbero tuttavia una funzione importante tra il XVI e il XVII secolo nell'indirizzare gli scienziati verso la costruzione di un'astronomia dinamica e una corretta teoria delle maree, come cerco di mostrare altrove¹².

¹² Lucio Russo, *Flussi e riflussi*, Feltrinelli.