

Copernico Nicolò (1473 - 1543) Noto nella versione latinizzata anche come Nicolaus Copernicus (il suo vero nome era Niklas Kopperlingk), fu medico, giurista e uomo di chiesa che estese tanto oltre l'interesse per l'astronomia da prospettare una nuova valida visione dell'universo.

Di origine polacca per parte di padre e tedesca per parte di madre, nacque a Thorn (odierna Torun) nell'allora Prussia orientale, città della lega anseatica tedesca; la marca di Ermland in cui trascorse gran parte della vita era una diocesi prussiana circondata dalle terre dei cavalieri Teutoni, quindi nominalmente terra tedesca, ma che da sette anni faceva parte del regno polacco. La circostanza amplificata dal fatto che quando Copernico si iscrisse all'università di Bologna dichiarò la propria appartenenza alla nazione tedesca,¹ che correntemente, oltre che in latino ed italiano, parlasse e scrivesse quasi esclusivamente in tedesco (lettere in polacco non ci sono pervenute ma la lingua certo non gli era estranea), sono spesso state il presupposto di una rivendicazione della sua figura alla storia della cultura tedesca, il che – probabilmente – è storicamente, ma non giuridicamente, corretto. Quando negli anni dal 1519 al 1521 esplose il conflitto fra il regno di Polonia e i cavalieri teutoni, egli si schierò comunque dalla parte della Polonia, prendendo parte attiva alla negoziazione della pace; ma altrettanto fattivamente collaborò in seguito con il duca prussiano Alberto.

Come tutte le persone nate e vissute in terre di frontiera, Copernico assorbì, com'era inevitabile, le due culture, e questa sua permeabilità fu un elemento che indubbiamente giocò un ruolo rilevante nella sua formazione.

- *Biografia*
- *Copernico e l'eliocentrismo*
- *Il pensiero scientifico*
- *La cosiddetta "Rivoluzione copernicana"*
 - ▶ *La diffusione del "De revolutionibus"*
 - ▶ *L'opposizione confessionale*

■ *Biografia.* Più giovane di quattro fratelli, rimasto orfano del padre in tenera età, della sua educazione si prese cura lo zio materno L. Watzenrode, allora canonico ed in seguito vescovo di Warmia (Ermland), che intendeva farne il successore, e sotto la sua guida Copernico compì i primi studi.

Frequentò poi l'università di Cracovia allora capitale della Polonia, e cominciò in quell'occasione a sviluppare il suo interesse per l'astronomia. Qui studiò latino, geografia, matematica e filosofia e iniziò l'avvicinamento all'astronomia con la *Sphaera* del Sacrobosco, studiò agli *Elementi* di Euclide e testi d'astronomia di posizione come le tavole alfonsine. Erano questi corsi in cui secondo l'uso del tempo veniva presentata la visione dell'universo conforme agli insegnamenti aristotelici e tolemaici, mentre gli studi astronomici, che s'intrecciavano con l'astrologia e la medicina, erano finalizzati principalmente a conoscere le festività del calendario e la posizione dei corpi celesti. In questo periodo cominciò ad usare la versione latina del suo nome e cognome. Nel 1495 lo zio gli procurò un canonicato a Frauenberg (Frombork) che gli assicurò una buona posizione economica consentendogli d'intraprendere in quello stesso anno un viaggio in Italia per approfondire gli studi presso le più prestigiose università del tempo.

Fu a Bologna ove studiò greco, medicina, matematica e astronomia, ma più che altro seguiva i corsi universitari di questi insegnamenti continuando ad indirizzare i suoi impegni sempre verso la specializzazione in diritto canonico. A Bologna alloggiò presso D. Maria da Novara insegnante di astronomia, e fu un

momento fondamentale della sua formazione, perché assistendo al maestro nelle osservazioni oltre a un rinnovato interesse per l'astronomia, acquisì la metodologia delle indagini. Tracce di questa collaborazione si rinvennero nel *De revolutionibus* ove Copernico riporta osservazioni dell'occultazione di Aldebaran (9 Marzo 1497), sulla parallasse lunare e sulla congiunzione di Saturno con la Luna (4 Marzo 1500).

Nel 1500, in occasione dell'Anno santo, Copernico si recò a Roma dove insegnò astronomia e matematica ed osservò l'eclisse di Luna del 6 Novembre. Fece quindi un breve ritorno in Polonia, giusto il tempo per prendere possesso del canonicato, rientrando intorno al 1502 in Italia, ufficialmente per completare il dottorato in diritto canonico ed approfondire gli studi di medicina, ma con il vero non rivelato intento di poter continuare ed approfondire gli studi d'astronomia.

In occasione di questo secondo soggiorno Copernico sostò dapprima a Padova dove studiò con G. Fracastoro e L. Gaurico, ed approfondì ancora, ma senza mai completarli, gli studi di medicina che all'epoca comprendevano anche l'astronomia ritenendosi che esistesse un influsso astrale sui fenomeni terrestri; fu a Ferrara, dove seguì i corsi di G. Bianchini, e finalmente nel 1503 si addottorò in diritto canonico. Sostò ancora qualche tempo in Italia quindi fece ritorno alla terra natale.²

Tornato in patria occupò la carica che gli era stata riservata. Le aspettative dello zio tutore che sperava di farne il successore nella sede episcopale andarono deluse. Copernico si limitò a prendere possesso del canonicato, carica che comunque servì assai poco avendone ottenuta dispensa. Un rilevante documento conservato nell'Università di Bologna e datato 20 ottobre 1497 attesta comunque inequivocabilmente che fu *presbiter constitutus*: [18].

In questo periodo fu principalmente al servizio di suo zio ed esercitò la professione medica, mentre nella residenza di Heilsberg era libero di attendere agli studi preferiti occupandosi comunque anche d'economia, catasto e giustizia.

Nel 1509 pubblicò una delle pochissime opere che, lui vivente, videro la luce a suo nome, la traduzione in latino delle liriche greche di Teofilatto, un dossografo bizantino del VII secolo. Un'altra opera in versi attribuita a Copernico e mai pubblicata, i *Septem sidera*, è di dubbia autenticità.

Mentre era intento agli obblighi ecclesiastici, d'amministratore e di riformatore monetario, fra il 1514 e il 1515 compose il *De hypothesis coelestium a se constitutis commentariolus* noto come *Commentariolus* [7], ed abbozzò parti del *De revolutionibus orbium coelestium*. Il *Commentariolus* dato alle stampe soltanto nel XIX secolo, circolò come manoscritto in forma anonima, e solo i pochi intimi cui era stato distribuito conoscevano chi ne fosse l'autore.

Intanto la sua competenza astronomica aveva varcato i confini della Polonia, ed in occasione degli studi che da tempo s'andavano facendo per la riforma del calendario, Roma si ricordò di quel giovane che aveva insegnato astronomia e matematica e intese sentirne il parere. Copernico non si recò a Roma, e si limitò a rendere note le proprie opinioni per lettera: quelli per la Polonia (che raramente nella sua storia ha conosciuto lunghi periodi di pace stretta com'è fra oriente e occidente) erano anni particolarmente difficili; la guerra con i cavalieri teutoni imponeva a Copernico di restare a difendere i suoi interessi e la sua posizione. Durante questo periodo difese il castello di Allenstein ricevendone come ricompensa la nomina a commissario di Ermland, e Copernico ringraziò scrivendo un trattato sulla

1. Va precisato che per «nazione tedesca» s'intende l'aggregazione di Copernico al collegio degli studenti germanici in legge: cfr. [14, p. 196, nota n. 4].

2. Sul periodo italiano si veda *Niccolò Copernico*, di A. Masotti in [14, pp. 193 - 207].

riforma monetaria dello stato, il *Monetae cudendae ratio*, dove anticipava teorie poi riprese da T. Gresham ed A. Smith.³

Databile intorno al 1524 è il testo conosciuto come *Epistula contra Wernerum*, un documento rivolto contro il religioso e cartografo tedesco J. Werner, che contestava la precessione degli equinozi, sosteneva il moto delle stelle fisse, e criticava le osservazioni di Timocari ad Alessandria. Copernico definì le sue idee *allucinazioni di una mente puerile*.

L'opera principale di Copernico, quella che consegnerà il suo nome alla storia, fu stesa in varie riprese nel corso della vita, ma tracce delle sue rivoluzionarie idee si andavano diffondendo, e canonici e uomini di chiesa influenti richiesero di poter prendere visione dei suoi scritti.

Questo intimò Copernico consapevole della innovatività del suo pensiero, e lo stato d'animo che ne derivava non contribuiva ad agevolare la progressione del lavoro. Fondamentale in questo periodo fu la sodalità con Rheticus, allora giovane professore di matematica ed astronomia all'Università di Wittemberg, con il quale rimase in contatto per quasi due anni e che mostrava un attento interesse alle teorie di Copernico.

Rheticus pubblicò nel 1540 la *Narratio prima* [16] che conteneva la prima esposizione delle idee di Copernico, e questo fatto sollecitò Copernico a vincere le remore che ancora opponeva a dare alle stampe il lavoro, convincendosi nel frattempo a pubblicare (1542) un trattato di trigonometria *De lateribus et angulis triangulorum libellus*, più tardi incluso nel *De revolutionibus* come capitolo XIII del libro I. Si deve molto probabilmente alla premurosa insistenza del Rheticus che pressò insistentemente Copernico perché desse alle stampe l'opera, se oggi possediamo il *De revolutionibus*; e finalmente Copernico accondiscese.

Dovendosi il Rheticus allontanare, affidò ad un teologo convertitosi al protestantesimo, tale → A. Osiander, l'incarico di curare la redazione definitiva a stampa dell'opera, e questi vi appose una prefazione (anonima) nella quale la nuova costruzione eliocentrica era presentata soltanto come un modello matematico non necessariamente corrispondente alla realtà. La prefazione presente al lemma dedicato all'Osiander, riportando dopo le prime righe *diffusa ormai la fama della novità di quest'opera*, ci rende edotti del fatto che le idee copernicane erano ormai in ambito scientifico ampiamente diffuse.

L'opera fu stampata e pubblicata a Norimberga nel 1543, e secondo quanto racconta la leggenda, Copernico ne ricevette copia il giorno stesso della sua morte, ma si tratta indubbiamente di una leggenda, perché è noto da documenti [4] che già il 21 Marzo 1543 una esemplare del lavoro fu dedicato da un banchiere all'imperatore Carlo V.

Copernico fu sepolto nella cattedrale di Frauenberg, e per secoli del corpo se ne perse traccia. Nel 2008 con la tecnica del DNA condotta confrontando analisi su resti di un corpo che si supponeva suo con quelle su alcuni capelli trovati nei suoi libri, la sepoltura dell'astronomo è stata identificata con certezza.

■ *Copernico e l'eliocentrismo*. Visto cogli occhi di oggi Copernico potrebbe apparire una specie davvero singolare di astronomo, ma calato nella sua epoca è in perfetta sintonia con i tempi. Egli è sostanzialmente ancora un filosofo naturalista che indaga la natura e cerca di dar forma sistematica ad intuizioni giovanili delle quali gli appare la verità senza poter ancora dare a queste forma compiuta. In lui è presente la piena assimilazione del Rinascimento che si riallaccia alla più pura tradizione speculativa filosofica, c'è l'uomo impregnato di cultura umanistica neoplatonica che guarda con sospetto a molte delle ipotesi aristoteliche. Sotto questo punto di vista è il più italiano dei filosofi

rinascimentali, il più autorevole esponente di quel naturalismo filosofico rinascimentale che troverà in → B. Telesio, G. Bruno e T. Campanella i momenti più esaltanti, ma l'unico fra tutti, grazie anche alla padronanza matematica, che porta a sintesi antiche conoscenze in un flusso nuovo dei tempi. Vari principii ispiratori che vengono da lontano e che trovano nei di poco antecedenti Pico della Mirandola e Marsilio Ficino i più prossimi punti di riferimento, si raccolgono così in una sola figura.

Della cultura classica si servì soprattutto per recuperare l'eliocentrismo non sporadicamente presente nel mondo greco e nell'ellenismo; sull'altro versante la speculazione rinascimentale gli consentiva di osare di porre in discussione un sistema che da più di un lato gli sembrava incoerente perché unicamente fondato sulla tradizione e su indimostrati presupposti, e che per mostrare accordo con le osservazioni s'era reso nel tempo sempre più cervelotico che complicato.

Il processo innovativo che s'era messo in moto in Italia era agevolato dalla notevole diffusione della lingua greca, divenuta in breve volger di tempo un fattore fondamentale per la cultura al pari, se non più, del latino. Il greco consentiva accesso a nuove teorie, prospettava scenari scientifici fino ad allora ignoti e ipotesi cosmologiche del tutto sconosciute.

Il recupero della perduta, più che dimenticata, cultura classica, la riscoperta del neoplatonismo, la graduale messa in discussione dell'aristotelismo considerato l'unico pensiero e l'unico prodotto del medioevo, l'epoca cui la nuova stagione della cultura si voleva contrapporre, avevano corroso, se non le fondamenta, quantomeno i presupposti dogmatici su cui il geocentrismo fondava. È vero che in alcuni casi (Filolao, Pitagora, Anassimandro) l'eliocentrismo costituiva più un fatto mistico e simbolico che non scientifico, ma l'idea del Sole come primo motore e centro dell'universo continuava a progredire. L'Umanesimo e il Rinascimento avevano iniziato così a minare ideologicamente il geocentrismo e si avviavano a scalzare idee e concezioni prossime a essere catalogate come «vecchie», ma pensare l'ipotesi eliocentrica come reale alternativa era ancora tutt'altra cosa.

La visione cosmica di stampo tolemaico-aristotelico era soprattutto una visione formale che si sforzava di accordare le osservazioni, anche recenti, con quanto sostenuto (spesso con sicumera tracotanza) dalla tradizione laica e confessionale, e sempre più si andava ponendo in discussione il fatto che i corpi celesti seguissero ideali percorsi geometrici esenti da ogni legge fisica. Ci si interrogava sul perché di quelle orbite e di quei moti, a quali leggi ubbidissero, anche se una risposta era ancora assai lontana da venire. Si cominciava a pensare che gli astri fossero masse reali, dotati di caratteristiche fisiche (generali e proprie) secondo la particolare singolarità di ciascuno, e che fossero esenti dalla loro composizione elementi di spiritualità. L'impulso a contestare questa visione per delineare – magari poi – un nuovo sistema avrebbe reso logicamente ineludibile, come primo passo, procedere a nuove misure, ottenere nuovi dati osservativi.

Ma proprio su uno dei lati che Copernico intendeva smontare, la non attendibilità delle osservazioni, un universo fondato su confusi dati osservativi, egli fu singolarmente assai tecnicamente carente non disponendo mai di un vero e proprio osservatorio, piuttosto di un luogo da cui osservare, poco più che una terrazza. Nonostante la semplicità di mezzi, le sue osservazioni furono estremamente precise portando contributi significativi, e le misure condotte sulla durata dell'anno tropico confrontando i suoi dati con quelli di Albategnius, lo portarono a concludere che l'anno stagionale non ha durata costante per via dello spostamento del punto vernale, fissandone la durata in 365 d 05 h 48 min 43 s, un valore molto vicino a quello reale: → anno tropico. Alla

3. Il lavoro composto nel 1517, rivisitato e ampliato nel 1528, era dedicato a Sigismondo I il vecchio, re di Polonia [8].

Letture: I presupposti del «novus ordo» copernicano

Il discorso svolto alle pagine precedenti su Copernico figlio del Rinascimento non fornisce un'esauriente risposta al perché lo stesso si sia indotto a capovolgere più di un millennio d'impostazione astronomica e matematica. Di fatto Umanesimo, Rinascimento, Neoplatonismo, riscoperta della greicità, se sono elementi che possono essere considerati come naturalmente concorrenti alla costruzione di un nuovo sistema, tuttavia, neanche globalmente presi sono sufficienti a spiegare tale nuovo disegno dell'universo, essendo ciascuno di essi derivata prima di un fervore intellettuale e scientifico che va altrimenti indagato. Questa anche la domanda che si pone il Kline nella *Storia del pensiero matematico* [11, Vol. I]. Una prima risposta giunge da una fonte insospettabile, uno storico, F. Guicciardini, che nella *Historia d'Italia* parlando delle nuove terre scoperte da C. Colombo riporta:

Per queste navigazioni si è manifestato essersi nella cognizione della terra ingannati in molte cose gli antichi. -Omissis- Né solo ha questa navigazione confuso molte cose affermate dagli scrittori delle cose terrene, ma dato, oltre a ciò, qualche ansietà agli interpreti della scrittura sacra, soliti a interpretare che quel versetto del salmo, che contiene che in tutta la terra uscì il suono loro e ne' confini del mondo le parole loro, significasse che la fede di Cristo fusse, per la bocca degli apostoli, penetrata per tutto il mondo: interpretazione aliena dalla verità, perché non apparendo notizia alcuna di queste terre, né trovandosi segno o reliquia alcuna della nostra fede, è indegno di essere creduto o che la fede di Cristo vi sia stata innanzi a questi tempi o che questa parte sì vasta del mondo sia mai più stata scoperta o trovata da uomini del nostro emisfero. [9, VI, IX]

Non è azzardato sostenere che la revisione di antiche e secolari concezioni astronomiche trovò una prima eclatante sponda proprio nei viaggi di Colombo, che non solo posero termine alle idee di quelle menti (poche in verità) che ancora dubitavano della sfericità della Terra, ma fecero cadere all'istante teorie mai verificate, quali l'estensione immensa dell'oceano e l'impossibilità di navigarlo.

Il Mediterraneo, centro culturale del mondo in cui sino ad allora si erano costruite incontrate e scontrate culture religioni ed etnie, perde all'improvviso il suo ruolo, confinato a poco più di un mare interno; ed egualmente avviene per tutte le terre che si affacciano esclusivamente su di esso. Varcate e definitivamente smitizzate le colonne d'Ercole d'una visione accademica ed arcaica del mondo, nuove prospettive si affacciano. E se più di cinquant'anni trascorrono dalla scoperta del nuovo mondo al *De revolutionibus*, osserviamo in prima battuta che questo mezzo secolo non trascorre invano. Nella storia della scienza il progetto esplorativo colombiano va infatti, a ben guardare, di pari passo con quello copernicano, anche se differenze rimarchevoli e di sostanza esistono, ma queste non inficiano l'*animus* dell'approccio alla problematica che ciascuno dei due ricercatori sentiva viva, anzi.

Colombo si proponeva di *rimpicciolire* il mondo: se per astuzia o per effettiva credenza non è dato sapere. Sta di fatto che accettando la erronea (*ex post*) misure di Posidonio che riducevano notevolmente la circonferenza terrestre rispetto a quelle di Eratostene, si proponeva di convincere menti digiune di geografia della fattibilità dell'impresa. L'ipotesi di Colombo era comunque eretica: navigando verso Ovest per approdare all'Est (*buscar el levante por el ponente*) contestava di fatto l'inesistenza degli antipodi, la non navigabilità dell'oceano, l'esistenza di terre abitate sconosciute, perché «se abitate» si sarebbe di fatto posto in discussione il principio che tutto il genere umano fosse derivato da una sola coppia. E se è completamente errato quanto sostiene B. Brecht ne la *Vita di Galileo* che sino ad allora, a memoria d'uomo, le navi avevano sempre strisciato lungocosta, è vero d'altra parte che, ad eccezione di Pitea e pochissimi altri, nessuno si era avventurato verso l'ignoto percorrendo qualche migliaio di miglia senza sapere cosa trovare al termine della rotta intrapresa, anche se Colombo doveva sicuramente conoscere molti testi in materia, non escluso certo quello dell'anonimo irlandese, databile attorno al IX secolo, la *Navigatio Sancti Brendani* in cui si parla di esplorazione di terre al di là dell'Oceano.

Fernando di Talavera, il responsabile della commissione di esperti che esaminò il progetto di Colombo, è figura molto vicina in animo a quel R. Bellarmino che avrebbe esaminato un secolo dopo le opere di G. Galilei. Questi individua benissimo l'*imago mundi* che Colombo vuole distruggere, e afferra tutta la gravità di un'eventuale felice impresa per le drammatiche conseguenze che ne sarebbero potute derivare al potere ecclesiastico. L'opposizione principale che il Talavera mosse fu che *Sant'Agostino aveva negato l'esistenza degli antipodi*. Questa l'*imago mundi* che si affaccia alla nuova epoca e che convenzionalmente sancisce la fine del medioevo e che costituisce parte integrante del *novus ordo* cosmologico copernicano.

Sull'altro versante l'*imago coeli* che Copernico vuole affermare non è tanto dissimile. Essa trova i prodromi in quell'universo senza limiti (spaziali o temporali) di N. Cusano, nel medico M. Ficino che colloca il Sole al centro dell'universo, in Leonardo che negli *Aforismi* afferma *El sole non si move*, in quel F. Bonaccorsi dal forte orientamento anticattolico che nascondendosi dagli strali pontificali trascorse sotto lo pseudonimo di *Callimaco Esperiente* l'ultima parte della sua vita, guarda caso, in Polonia, propugnando e diffondendo l'umanesimo.

Se Colombo allarga i confini della Terra rimpicciolendola e mostrando che non è quel mondo smisurato tramandato, di fatto ridimensiona il ruolo del pianeta; di pari passo Copernico estende i confini del cielo, muta il motore primo (il Sole non più la Terra), allontana la sfera delle stelle fisse. Si prospettano allora a prima vista due centri culturali, Spagna e Polonia, che data l'enorme distanza sembrano non possedere nulla in comune e fatti apposta per ignorarsi.

Ma se si considera che questi due centri hanno entrambi la loro sorgente in Italia, in Firenze in particolare, dove oltre ai già citati era attivo quel P. dal Pozzo Toscanelli che grande ruolo ispiratore ebbe nell'impresa di Colombo, si nota all'istante che essi non solo non appaiono distanti in virtù del forte legame che li unisce attraverso l'Italia, ma quasi si riducono a soli luoghi di prospettazione scientifica e matematica delle idee: il centro è l'Italia, ove Copernico soggiornò nel periodo cruciale della sua formazione, e l'eventuale differenza fra l'esploratore-avventuriero e il matematico-astronomo la si coglie soltanto nella diversità degli interessi scientifici: geografici e politici l'uno, astronomici e culturali-speculativi l'altro.

Non esistono documenti che possano in qualche modo suffragare questa tesi, ma l'aria nuova che queste scoperte comportavano, le prime dopo millenni di ecumene confinata a limiti tolemaici, tanto induttivamente quanto logicamente, deve aver portato un nuovo desiderio d'indagine, non più dogmatico, ma finalmente sperimentale. È da qui, da questo momento che inizia, e non solo simbolicamente, l'era nuova, perché la scoperta di un mondo nuovo non affaccia soltanto prospettive di conquiste, bensì comporta anche una rinnovata spinta ad indagare. Ma soprattutto, siccome si era lasciato intendere che si conosceva tutto, che si sapeva tutto, che le dottrine erano infallibili, ecco che questa concezione fondata su null'altro che una sterile tradizione, su un falso mito in fondo, si sfalda, mostra tutta la sua fragilità, e genera da principio l'esigenza di riesaminare la storia e la geografia, poi la non procrastinabile necessità di pensare *ex novo* e con cognizione si fa pressante, diviene una necessità non rinviabile, e la scienza inizia a prendere le distanze dalla fede e dai dogmi.

E se è vero allora quanto sopra, se i due centri culturali non sono spazialmente distanti perché in entrambi è presente il medesimo *animus*, allora non deve sorprendere che anche l'ambiente temporale sia molto vicino, specie se si confronta la data della scoperta dell'America (1492) con quella della stesura del *Commentariolus* che potrebbe addirittura risalire in una prima bozza al 1507.

Questo tema fu discusso sul finire degli anni novanta del secolo scorso dal prof. U. Bartocci, già ordinario di Geometria, Algebra e Storia delle matematiche all'Università di Perugia [3]. Le tematiche qui sinteticamente esposte si riallacciano in gran parte al suo scritto.

carezza strumentale, pure la sua strumentazione era abbastanza in linea con quella dei tempi, Copernico supplì sfruttando i dati in possesso derivanti da altre osservazioni; all'individuazione del nuovo sistema pervenne corroborando di deduzioni le primitive intuizioni e le antiche misure. La sua cosmologia si fonda insomma ancora sulla posizione delle stelle come rilevata ad Alessandria, i suoi testi di riferimento sono l'Almagesto, le tavole alfonsine, la *Sfera* del Sacrobosco.

L'assunto che nella sostanza lo guidò e che si proponeva di dimostrare con argomentazioni di preta impostazione naturalistica suffragate però, e qui sta un primo lato nuovo della ricerca, da valide deduzioni, risiede in ultima analisi nell'aver immaginato che l'estrema complessità del geocentrismo non poteva di per sé costituire un sistema valido e proponibile. La novità del copernicanesimo si comprende considerando i due momenti essenziali in cui si estrinsecò.

Da una parte ripudiando il geocentrismo Copernico spazza via tutte le non veritiere credenze antiche che lo fondavano; dall'altra, e conseguenzialmente, distrugge l'idea che un sistema possa essere compreso unicamente attraverso manifestazioni formali, confondendo cioè l'apparenza con la realtà.

Sono questi i due relevantissimi momenti che preludono alla costruzione di un nuovo sistema e che includono la cancellazione di più di un millennio di teorie opposte.

S'impone una domanda. Se le idee non sono originali perché già avanzate, dove la novità storica e scientifica? Il discorso sarà ripreso nelle conclusioni. Per ora è sufficiente notare che l'originalità storica è in effetti inesistente perché, come già detto, le idee non sono affatto nuove.

L'originalità scientifica risiede nella riproposizione in tempi moderni di idee da secoli trascurate e recentemente riscoperte, ma soprattutto nell'aver affrontato la questione in termini matematici e scientifici. Il *De revolutionibus* è la prima sistematica opera d'astronomia dai tempi di Tolomeo, e dopo tanta attesa non si poteva, alla luce delle nuove idee, ripercorrere sterilmente una via già tracciata.

Il copernicanesimo si articola così in due fasi: da una parte proprio il recupero della cultura ellenistica di cui Copernico implicitamente sottolinea una delle fasi salienti; dall'altra un nuovo modo di fare scienza ed indagine che si andava gradualmente diffondendo, un metodo che iniziava timidamente a divenire sperimentale e che non si fidava più delle verità (o presunte tali) spacciate per indiscutibili nei libri.

Restava sempre un'opposizione fondamentale. Le antiche teorie di Filolao, Eraclide, Aristarco, Seleuco... erano nella prospettiva copernicana ancora teorie che, se non sufficientemente provate, si traducevano soltanto in modelli geometrici alternativi, poiché le orbite planetarie potevano essere altrettanto bene spiegate con un modello come con un altro.

Due prioritarie considerazioni d'ordine logico guidano Copernico: a) il sistema geocentrico comporta fatti inammissibili, come quello che la lontanissima sfera delle stelle fisse ruoti attorno alla Terra in 24 ore, cioè a velocità elevatissima, quando per giustificare plausibilmente tutto basterebbe spostare nella concezione l'oggetto del moto; b) la prospettiva che si dà del moto retrogrado dei pianeti è inconciliabile con il sistema delle sfere a meno di non ammettere che queste sfere ad un determinato punto, variabile a seconda delle epoche, sostino, invertano il moto, e poi lo riprendano; per ovviare a questa critica gli antichi avevano introdotto delle sfere intermedie. Quando nel *De revolutionibus orbium* Copernico parla appunto degli *orbium*, intende con questo termine non i singoli corpi celesti ma proprio le sfere, solide, non *eteree*, che questi corpi (i pianeti e le stelle fisse) trascinano. La novità e l'arditezza del pensiero di Copernico sta

tutta qui. Egli è consapevole di non poter fornire una prova certa, ed articola le sue argomentazioni in due parti.

Prima parte. Gli oppositori dell'eliocentrismo poggiano le loro convinzioni su concetti religiosi, filosofici, naturalisti e anche scientifici. Copernico smonta prima le teorie di Aristotele, poi mostra le contraddizioni in cui incorre Tolomeo, quindi afferma l'indipendenza della ricerca dalle idee religiose, indica dove le osservazioni contraddicono i modelli costruiti, evidenzia i moti apparenti, li distingue da quelli reali.

Seconda parte. Sviluppando le idee di N. Cusano, Copernico afferma implicitamente il principio della relatività del moto, sostenendo che i sensi da soli non possono affermare né che il Sole sia in moto né che sia fermo, perché in entrambi i casi la percezione sarebbe la stessa.

Tali impostazioni conducono alla parte più rilevante del suo pensiero, quella che porta in primo piano le considerazioni nello studio dei corpi celesti e sul loro comportamento. Da filosofo naturalista quale era, Copernico osserva che la natura ovunque, in ogni manifestazione, osserva una regola di semplicità, tende a raggiungere il maggior risultato col minimo degli sforzi. Poiché ogni moto ed ogni trasformazione comportano un dispendio di energia, è del tutto ragionevole supporre che l'energia impiegata sia utilizzata nel migliore dei modi: perché la natura avrebbe dovuto abbandonare questo modello di semplicità per far funzionare il mondo? È la medesima considerazione d'ordine filosofico che farà dire a G. Galilei: *La natura non opera con molte cose quello che può operar con poche*. [10, VII, 143, p. 4].

Certo, innalzare il criterio di semplicità alla dignità di criterio scientifico sembrerebbe un azzardo se fosse questa l'operazione compiuta, e se non si può dire che sia un discorso che non abbia in sé alcun riferimento fisico, di certo la fisica, almeno come la conosciamo noi oggi, vi è solo accennata per rinvio. Ma ai filosofi naturalisti dell'epoca è una considerazione e constatazione più che bastevole per tentare d'impostare nuove teorie, ed a Copernico è sufficiente per trarne la conclusione che il sistema non può essere così complicato come è rappresentato, e se appare complicato lo è solo perché si sono sempre confuse apparenza e realtà, e si sono resi estremamente complicati i modelli descrittivi. L'impostazione di base è cioè prettamente filosofica. Il nuovo sistema cosmico-planetario è abbozzato nel *Commentariolus* e definito nel *De revolutionibus*, i due unici lavori astronomici di Copernico se si eccettua un almanacco che anch'esso non fu mai pubblicato (ma significativa è la sua stesura perché indica che nuove osservazioni e misure erano state eseguite) e l'estratto già citato del *De revolutionibus* pubblicato dal Rheticus. In queste opere non la certezza, ma il dubbio di un altro probabile sistema cosmologico parla per la prima volta all'intelletto senza curarsi in via prioritaria d'esser d'accordo con dottrine preesistenti.

Il pensiero di Copernico incontrò notevoli ostacoli per via della novità e dell'assenza di prove a supporto della teoria. Chiesa cattolica e protestante furono unanimi nel contestarlo, ed anche alcune brillanti menti del tempo a lui quasi contemporanee come F. Maurolico, presero posizione contro l'ipotesi eliocentrica. Per assurdo toccò proprio all'ultimo geocentrico fra gli astronomi, Tycho, spianare inconsciamente la via all'eliocentrismo eseguendo una serie di misure planetarie di un'accuratezza fino ad allora sconosciuta consentendo a Keplero, sulla base di questi nuovi dati, d'individuare come ellittiche le orbite dei pianeti e derivarne le tre leggi cardini del sistema planetario. La carenza di attenzione verso la cosmologia copernicana non fu originata soltanto dal timore, più o meno reverenziale, nei confronti delle autorità, o dalla reticenza a infrangere una tradizione più che millenaria, almeno non soltanto. In gran parte la disattenzione

ufficiale era conseguenza del fatto che all'istante, accedendo alla sua visione che non si era ancora pronti ad accogliere, si stravolgevano concezioni ultramillinarie.

Dalla lettura del *De revolutionibus* risulta che per la prima volta si è in presenza di un sistema unificato che col supporto matematico vuole essere scientifico e proporsi come alternativo al tolemaico.

Ci vollero non solo il lavoro e la tenacia di altri ricercatori, ma anche tutta una scuola filosofica che, talvolta anche con atti di vero e proprio eroismo (G. Bruno), spianasse le menti ad accedere a questa nuova visione, ci volle il recupero della filosofia e della figura di R. Bacon per rendere gradualmente accettabile la visione, renderla discutibile e non aprioristicamente recusabile, in attesa che la scoperta delle fasi di Venere, ma soprattutto, ed infine, delle parallassi annue delle stelle da parte di F. W. Bessel, fornisse nel XIX secolo la prima effettiva prova dell'assunto copernicano, mutando quella che sino allora era stata soltanto una visione estetica dell'universo in una realtà scientifica.

Copernico sembra così collocarsi a cavallo di due epoche. In verità egli si trova a separare l'epoca del naturalismo da quella in cui la ricerca scientifica inizia ad affrancarsi dalla filosofia e a candidarsi come scienza nuova, e il lato singolare è che l'operazione di scardinamento del mondo aristotelico-tolomaico non è compiuta da un *homo novus*, bensì da un personaggio che appartiene, se non al passato, quantomeno alla tradizione, e che tanto si trova calato nel sistema da nutrire timore a professare apertamente le proprie idee, da centellinarle, da affidarle soltanto a pochi e fidi sodali.

■ *Il pensiero scientifico.* Fin qui le ragioni d'ordine naturalistico e filosofico che spinsero Copernico ad abbracciare l'eliocentrismo. Si tratta ora di vedere quale fosse il reale fondamento scientifico del suo credo e la corrispondenza del sistema planetario proposto alla realtà.

Accanto ai presupposti d'ordine filosofico-naturalistici ne esistono ovviamente anche altri, che, ancorché scientifici, appartengono però alla storia della scienza.

Circa trent'anni prima della nascita di Copernico, uno dei più valenti astronomi del tempo Regiomontano, originario fra l'altro della medesima area geografica di Copernico essendo nato a Königsberg, lamentava in una lettera a G. Bianchini il comportamento degli astronomi che *come donne credulone stimano immutabile e divino qualsiasi libro* [13]. Il passo è significativo perché indica che è nata ed è in atto una critica serrata nei confronti della scienza antica e delle vecchie costruzioni cosmologiche che non si è più disposti ad accettare acriticamente.

Regiomontano non era il solo. Anche G. von Peurbach rappresenta il nuovo approccio scientifico già nei titoli delle sue opere (*Theoricae novae Planetarum* [15]), e poco tempo prima di morire, ancora Regiomontano intollererà sprezzante un suo lavoro addirittura *Disputationes contra Cremonensis deliramenta* (Discussioni contro i deliri del Cremonese, il cremonese era G. da Cremona), a significare che il rispetto verso le teorie mancava ormai del tutto se queste si mostravano palesemente fallaci. L'autorità era entrata in crisi.

Le tavole alfonsine venivano sempre più contestate per la loro imprecisione e si sentiva la necessità di nuove effemeridi basate su tavole trigonometriche più precise, occorreva cioè per avvicinarsi all'astronomia avere uno spirito matematico, non solo umanistico, e soprattutto cognizioni matematiche.

In questo contesto scientifico s'innesta Copernico che, come s'è detto, abbozzò una prima visione del suo sistema nel *Commentariolus* del 1514. Qui formulò sette assiomi che si possono così riassumere:

1) non esiste un centro dell'universo;

2) il centro della Terra non è il centro dell'universo;

3) le sfere ruotano attorno al Sole, e di conseguenza il Sole è il centro del mondo: il centro dell'orbita terrestre è prossimo al Sole;

4) la distanza fra la Terra e il Sole è minima se paragonata alla distanza delle stelle;

5) la rotazione terrestre giustifica la rotazione della volta stellare; i moti che appaiono nel firmamento derivano dal moto terrestre;

6) il ciclo annuale del Sole che origina le stagioni è solo un'apparenza causata dal moto della Terra;

7) il movimento retrogrado dei pianeti è solo apparenza, essendo in realtà determinato dal moto composto della Terra da dove noi osserviamo e dal moto del pianeta.

Ho tradotto abbastanza liberamente dall'originale, ma la sostanza degli assunti copernicani è questa: non può sfuggire come l'impostazione delle tesi ricalchi quella aristarchea dell'opera *Sulle distanze* [1]. I postulati teoretici del geocentrismo sono scalfiti. Quello di cui Copernico sembra andare alla ricerca è un punto di riferimento obiettivo e credibile, e lo trova nel Sole rifiutando la Terra come modello di centro ideale. Si tratta di assiomi comunque, molti dei quali concatenati o addirittura superflui: il secondo, ad esempio, è del tutto pletorico e scontato; il sesto e il settimo dipendono dal quinto, esprimono tutti e tre comunque lo stesso concetto prospettandone gli effetti diversi che ne derivano.

Copernico inizia a marcare la differenza fra apparenza e realtà dei fenomeni, anche se questi assiomi non dimostrano gran che, in quanto nel formularli Copernico sembra più partire dalle loro conseguenze che non dalle loro verità. Mi spiego: se le premesse sono vere, allora le conseguenze debbono necessariamente essere vere; ma dati osservativi (conseguenze vere) possono benissimo presupporre premesse tanto vere quanto false. Gli assiomi, se accettati, comportano comunque come conseguenza che debba cambiare l'ordine posizionale dei corpi del sistema planetario.

Il *Commentariolus* pone già una questione fisica fondamentale: postulando nell'ipotesi tolemaica che i moti dei corpi celesti siano originati dal fatto che sono trascinati dalle sfere con cui sono solidali, la violazione del moto uniforme circolare che ne consegue è inaccettabile, perché provoca le contraddizioni già sommariamente delineate: *supra*, a fronte.

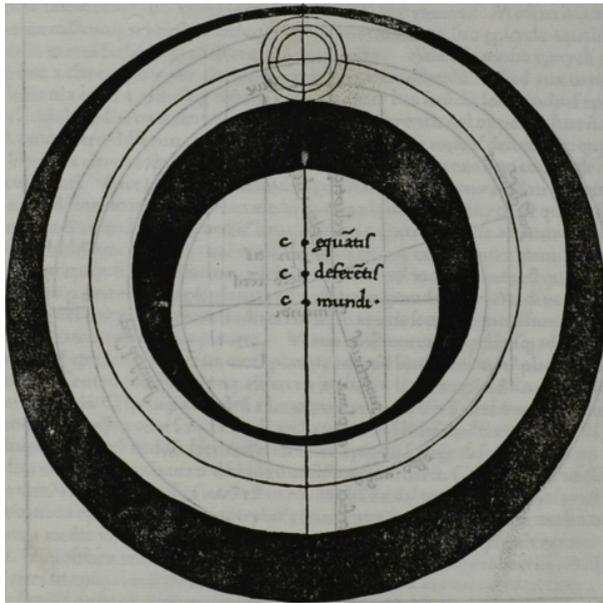
L'immagine presente nella pagina successiva, tratta dai *Theoricae novae Planetarum* di Peurbach, rappresenta il modello tolemaico dell'epoca: per approfondimenti *vedi* → epiciclo, equante.

In questo disegno la sfera (sfera, non cerchio) che trasporta l'epiciclo è in posizione eccentrica rispetto al primo centro *c[entrum] mundi*, mentre il suo vero centro è il *c[entrum] deferenti* che ruota di un moto angolare uniforme attorno però al *c[entrum] aequantis*.

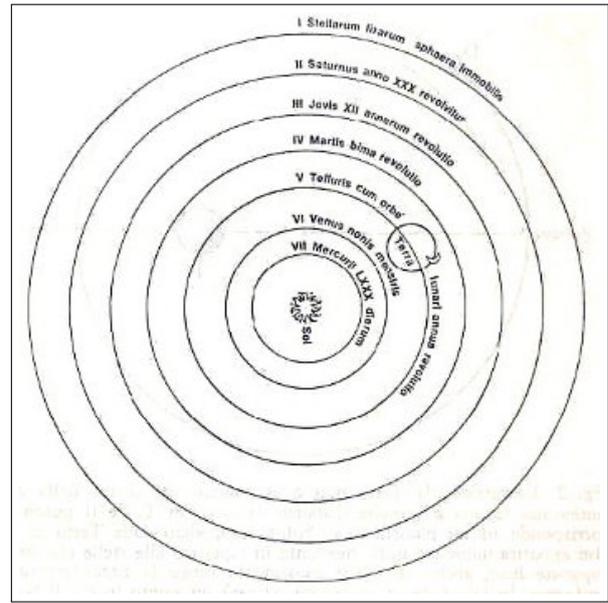
Questa irrazionalità di moti, già notata da vari astronomi arabi di cui con tutta probabilità Copernico conosceva i lavori, è affrontata con soluzioni leggermente diverse nel *Commentariolus* e nel *De revolutionibus*, ove Copernico passa dagli assiomi e dalle domande alle dimostrazioni, adducendo fatti, esperienze e calcoli a supporto della teoria.

Rifacendosi all'astronomia antica, Copernico rileva che i movimenti in cielo debbono seguire percorsi circolari, e che le velocità dei corpi debbono essere uniformi o dettate dalla composizione dei moti, e se ponendo il Sole al centro e gli altri oggetti rotanti attorno Copernico soddisfa soprattutto un principio corrispondente ad un proprio *habitus* mentale, cessa comunque all'istante l'arbitrarietà delle posizioni planetarie: ogni corpo è

▼ Pagina dal *Theorica Nova Planetarum*, Norimberga 1473. Il disegno illustra il moto delle sfere rispetto ai vari centri. Vedi testo



▼ Il sistema eliocentrico proposto da Copernico. Dal libro I del *De revolutionibus*



posto ad una propria proporzionale distanza dal Sole, e le orbite e le distanze risultano fissate una volta per tutte.

Ma non è ancora tutto, perché Copernico ne fa derivare quella che oggi può sembrare un'ovvietà, e che cioè maggiore è il raggio orbitale di un dato pianeta, conseguentemente maggiore è il tempo da questo impiegato per rivoluzionare attorno al Sole. L'assunto sembra tanto ovvio quanto banale, ma la dottrina tolemaica non lo contemplava.

In sostanza Copernico afferma tre principi: a) la rotazione della Terra su se stessa; b) la rivoluzione della Terra intorno al Sole; c) introduce, oltre al moto precessionale terrestre che dà per scontato, un terzo moto terrestre che chiama *moto di declinazione*, volendo dare una spiegazione del fatto che l'asse terrestre è rivolto verso lo stesso punto della sfera celeste, fatto che oggi spieghiamo assumendo l'asse terrestre parallelo ad una retta immaginaria inclinata di $23^\circ 30'$.

Soltanto confutare l'idea tolemaica che la Terra non può ruotare su se stessa perché altrimenti si distruggerebbe, era già abbastanza innovativo.

L'obiezione che più teneva occupati gli astronomi era fornire una soddisfacente spiegazione del moto retrogrado dei pianeti inferiori e superiori. Questo era sufficientemente spiegato dalla teoria geocentrica, ma per il sistema eliocentrico occorre fornire una nuova spiegazione.

La dimostrazione che offre Copernico è quella di un'apparenza prospettica e non reale di questo moto, e ricorda – nella sostanza – in maniera impressionante un passo delle *Naturales quaestiones* di Seneca⁴ [17, VIIa] a dimostrazione ulteriore della sua formazione filosofica-naturalistica.

Ma dove Seneca (che fa confusione fra relatività del moto e apparenza dei fenomeni) si limita (senza citarne la fonte) a ripetere un insegnamento che sentiva rispondente al vero senza altra

4. ... c'è stato chi ci ha detto: si erra pensando che qualche stella [pianeta] possa interrompere il suo cammino ed invertirlo. I corpi celesti non possono sostare né invertire il moto, come una volta sono stati lanciati così procedono, perché la fine del loro cammino coinciderebbe con la loro stessa fine, e quest'opera eterna possiede moti irrevocabili. Quei corpi ora conservati dal loro moto regolare, se dovessero arrestarsi cadrebbero gli uni sugli altri. Quale 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.

dimostrazione che quella logico-letteraria, Copernico, che sicuramente conosceva il passo, considera l'assunto seneciano non il punto d'arrivo, ma soltanto un ulteriore tassello di supporto per l'elaborazione eliocentrica giustificando più plausibilmente il fatto che il moto retrogrado sembra animare il pianeta superiore quando la Terra l'oltrepassa, ed il pianeta inferiore quando è lui ad oltrepassare la Terra.

Questi in sostanza gli argomenti che spinsero Copernico a ridisegnare il sistema di Tolomeo. L'accettazione dell'eliocentrismo imponeva di risolvere due altri problemi: il moto della Terra rispetto alle stelle fisse ed il ruolo della Terra.

Le ipotesi tolemaiche ponevano la sfera delle stelle fisse a 20 000 raggi terrestri, un valore universalmente accettato, e se il moto terrestre fosse stato reale si sarebbero dovuti evidenziare sensibili spostamenti annuali circa la posizione delle stelle, e nessuna parallasse era stata mai osservata. Si supposeva all'epoca che i diametri apparenti delle stelle fisse fossero compresi fra un ordine di $1'$ o $2'$, e solo l'intervento del cannocchiale permise di stabilire che i diametri erano molto più piccoli, e le stelle quindi effettivamente molto più lontane.

Copernico allontanò allora notevolmente, ed intuitivamente, la sfera delle stelle fisse senza supporre che errava solo per gran difetto, non senza suscitare le successive critiche di T. Brahe che non riusciva ad immaginarsi né il perché né la funzione di uno spazio vuoto tanto dilatato; e la dottrina aristotelica non ammetteva uno spazio vuoto.

Restava quindi da risolvere l'altro problema relativo alla Terra. Se i corpi seguono traiettorie rettilinee, in che modo possono essere coinvolti e costretti a ruotare intorno al Sole, e quindi qual è in ultima analisi la forza che pone in moto gli astri?

Su questo punto Copernico non si distacca molto da Aristotele, anzi gli si tiene ben stretto, e considerando la forma sferica come la forma perfetta ne deduce che la forma stessa è causa della rotazione dei corpi, senza alcun intervento esterno, e siccome estende il principio anche agli altri corpi, la considerazione da sola doveva sembrargli bastevole a giustificare le orbite planetarie.

In aggiunta, come Tolomeo, Copernico non riusciva a concepire che i corpi potessero *star su* senza che nulla li sostenesse, i concetti di attrazione e gravitazione non li possedeva, e per

questo è ancora costretto ad immaginarsi un sistema di sfere che sostenga e trascini i singoli corpi celesti. E la scarsa familiarità di Copernico anche con il concetto di massa si evidenzia quando egli parla spesso e più volentieri di «gravitas», ossia di pesantezza, spiegando la caduta dei corpi verso il centro della Terra come una tendenza naturale delle parti a riunirsi. Le confutazioni verranno solo con G. Galilei e Cartesio.

Se la Terra non occupa più un posto privilegiato nel centro del mondo ne deriva che i corpi non possono più tutti *cadere* verso questo centro, e quindi la gravità non è più determinata dalla geometria dello spazio, i corpi non sono più tutti attratti verso il centro del mondo. Copernico si rende conto (e l'idea sarà subito catturata da G. Bruno) che già ammettere due centri vuol dire negare l'esistenza di un qualsiasi centro, e così è *costretto* a sostenere che ogni corpo celeste è centro di una propria attrazione che egli chiama *appetentiam quandam naturalem* (una certa brama naturale) attribuibile ai corpi dalla divina provvidenza dell'Artefice supremo, ed ammette tanti centri di gravità quanti sono i corpi planetari, estendendo la gravità anche alla Luna. Ma al di là di tali affermazioni è impotente ad andare, può svolgere soltanto supposizioni né tantomeno fornire argomentazioni convincenti.

Pur con l'arditezza di tale concezione, Copernico non riuscì comunque a mettere le cose completamente a posto, ed al fine di raccordare fra loro teorie ed osservazioni, non seppe sganciarsi dalla dottrina degli epicicli e dei deferenti pur apportando a questa modifiche e, talvolta, complicanze. Per quel poco, o per quel tanto se si vuole, che gli restava di affezione con il mondo antico, serbava ancora il ricordo del cerchio come figura e misura perfetta di ogni cosa, e così i pianeti si dovevano muovere, accondiscendenti alle sue idee, ma più che altro alle dottrine ancora dominanti, *deferentemente* secondo orbite circolari.

In conclusione, a fini predittivi di fenomeni astronomici, entrambe le teorie sono valide, e quella copernicana non fornisce alcuna spiegazione per i fenomeni fisici, si limita a trasformare in eliocentrico il sistema geocentrico e a declassare la Luna da pianeta a satellite, riconoscendo però ancora di fatto – non sfugga! – alla Terra un posto privilegiato all'interno del sistema planetario, perché fra i pianeti allora conosciuti questa occupa il terzo cerchio, posta esattamente al centro fra il Sole e i due pianeti inferiori da una parte, ed i tre pianeti superiori dall'altra. Queste ultime considerazioni non debbono però ingenerare una tendenza a credere che si sia inteso manifestare una certa criticità verso il pensiero di Copernico o, peggio ancora, verso la sua preparazione e professionalità metodologica.

S'intende precisare che Copernico resta uno dei più grandi matematici e astronomi di tutte le epoche, particolarmente ferrato in trigonometria, altrimenti non avrebbe potuto dare lezioni al Rheticus; e nonostante di derivazione filosofica-naturalista, egli è il primo di una serie di matematici (Cavalieri, Galileo, Keplero, Newton) che scioglieranno l'astronomia dai lacci di concezioni esclusivamente dottrinarie. Inoltre rilevo che in una proposizione che poi non sarà inserita nel *De revolutionibus*, lavorando sulle sfere, Copernico arriva alle ellissi, anche se non può, per la solita assenza di dati, compiere il salto che sarà proprio di Keplero sfruttando le osservazioni di T. Brahe.

■ *La cosiddetta "Rivoluzione copernicana"*. Il pensiero scientifico di Copernico ha prodotto questa dizione ad indicare quasi che dalla pubblicazione del *De revolutionibus* si assiste ad un cambiamento sistematico del modo di fare scienza in generale ed astronomia in particolare. Se rivoluzione fu, si trattò invero di un cambiamento in tempi lenti e non propriamente consoni ad un evento rivoluzionario, in quanto bisognò attendere l'opera di ulteriori astronomi e matematici perché l'impostazione elio-

centrica fosse meglio composta e precisata, ed ulteriormente attendere perché fosse verificata.

Per negare una rivoluzione copernicana a volte si pone l'accento sul conservatorismo di Copernico, salvo poi a dire che certamente conservatore non fu quando propose l'eliocentrismo. È una disputa sterile. Se si accede a quanto esposto nella parte introduttiva circa i rapporti di Copernico con l'eliocentrismo, va escluso tanto che egli sia stato un conservatore quanto che sia stato un rivoluzionario.

Si è ricordato più volte che Copernico fu uomo che recepì il meglio del Rinascimento e della cultura classica, cercando di far emergere ciò che la più sana scienza antica aveva scoperto e che vicissitudini storiche e dottrinali avevano sostituito con modelli più o meno empirici e poco rispondenti alla realtà.

In quest'opera di recupero del sapere, che non è di semplice archeologia, egli non fu conservatore ma moderno, perché per primo a tentò di riallacciare il mondo scientifico a lui contemporaneo con quello classico, e da un posizione di matematico; e non fu neanche rivoluzionario, perché se anch'io ho usato talora l'aggettivo in forma pregnante, tutta l'operazione fu da lui condotta nel più puro spirito classico. Copernico non pensa le orbite dei pianeti circolari in accordo a Tolomeo perché è conservatore, ma semplicemente perché non dispone di ulteriori dati aggiornati che gli consentano di giungere alla visione delle orbite ellittiche, e del resto mi sembra che questa sia una questione di cui si curi poco. Quello che al neoplatonico Copernico interessa è innanzi tutto spostare il centro del mondo. Certo, rimangono ancora seri problemi da risolvere come quello delle sfere di aristotelica memoria che conducono con sé nei loro giri i pianeti, ma questo è un problema che Copernico o non vuole affrontare o lascia lì nell'impostazione aristotelica per mostrare, magari, che non si discosta poi tanto dalle teorie degli antichi, anche se questa è solo una supposizione.

Tuttavia colpi alla fisica aristotelica ve ne sono e non lievi. La fisica aristotelica presuppone un solo centro perché tutto il sistema *stia in piedi*, ma già solo, come si diceva, considerarne due (il Sole come centro di tutto il sistema planetario e la Terra come centro di rivoluzione della Luna) significa liquidare gran parte della fisica aristotelica, e quella che non viene liquidata non lo è per incapacità (impossibilità) di proporre nuove argomentazioni, non certo per conservatorismo. L'universo copernicano rimane finito sì, almeno sulla carta, ma intanto un ulteriore passo verso l'infinito è compiuto proprio da chi lo ha dilatato allontanando la sfera delle stelle fisse.

La «rivoluzionarietà», a guardarla bene, in un primo momento si può cogliere in tutte queste cose ed in una serie di altre parzialmente sin qui esposte, in proposizioni sufficientemente documentate, plausibilmente reali e probabili, che ponendosi in scia al suo pensiero che aveva criticato (e distrutto) 1300 anni di canonizzata astronomia, hanno iniziato a minare altre concezioni retoriche e dottrinarie, aprendo la via alla nuova scienza. E queste rivoluzioni richiedono assai più tempo che la presa di potere da parte di una plebe in piazza.

► *La diffusione del "De revolutionibus"*. Il *De revolutionibus* fu pubblicato una prima volta a Norimberga nel 1543, quindi a Basilea nel 1566. L'ultima edizione antica risale al 1617 ad Amsterdam, eseguita molto probabilmente sfruttando la pubblicità della condanna dell'opera (1616) da parte della Chiesa in occasione della prima chiamata a Roma di Galileo. Si trattava come ricordato del primo serio lavoro d'astronomia dai tempi di Tolomeo, e come tale, che se ne condividessero o meno i contenuti, non poteva non suscitare l'attenzione degli studiosi. Già nel 1551 E. Reinhold pubblicando le tavole pruteniche si fondava sui dati del *De revolutionibus* malgrado le ipotesi assur-

de (sic) esposte nell'opera; e giudizi sostanzialmente negativi furono espressi dal bolognese G. A. Magini.

L'incomprensione del lavoro trovò una sponda anche in un clamoroso refuso tipografico presente nella prima edizione dove compare la frase: *Non ergo fatemur in stellis opacitatem esse aliquem lunari similem sed vel proprio lumine*: [6, p. 8, riga 13].⁵ In realtà, come si appurò poi dai manoscritti e come apparve corretto nella successiva edizione, Copernico aveva scritto *fatentur* (essi danno, appaiono), riferito per di più all'assenza di fasi nei due pianeti che non poteva essere rilevata, ed anche se il periodo latino risulta un po' traballante, l'inversione di significato fece sussultare Galileo e far dire a Sagredo nei *Dialoghi* che Copernico aveva descritto il contrario di quel che l'esperienza mostrava.

L'astronomia copernicana durò in sostanza pochi anni, perché verso la fine del Cinquecento T. Brahe dando il via ad una serie di accurate osservazioni disegnò un ulteriore sistema cosmologico che da lui poi prese il nome secondo il quale i pianeti ruotano sì intorno al Sole, ma anche attorno alla Terra che continua ad occupare un posto privilegiato.

Dal punto di vista scientifico le obiezioni si appuntavano soprattutto sull'assenza della parallasse (*supra*) che con gli strumenti di allora non si riusciva a misurare, e sull'estrema lontananza alla quale Copernico aveva collocato la sfera delle stelle fisse che presupponeva uno spazio vuoto allora inspiegabile.

La citata *Narratio prima* del Rheticus (1540) rimase per lunghi anni l'unica esposizione chiaramente sintetica dell'opera di Copernico, e questi comunque non tornò in seguito sulla materia. La schiera dei convertiti all'eliocentrismo (e di conseguenza al copernicanesimo) fu in sostanza esigua, ma la dottrina lentamente guadagnava terreno. Il sistema matematico impostato da Copernico guadagnava proseliti più dei concetti esposti nel lavoro finché verso la seconda metà del XVI secolo risultò quasi impossibile prescindere, e quando lo studio del moto dei corpi riprese su basi scientifiche, il sistema eliocentrico forniva costruzioni e argomenti sempre più convincenti.

Resistenze e critiche non provenivano soltanto da figure versate in astronomia che, magari per assuefatta tradizione, non erano disposte a rinunciare all'impostazione di studi di una vita e rinnegarla per abbracciare una nuova cosmologia planetaria, bensì anche da profani che godevano di una certa eco, come il filosofo francese J. Bodin che l'avversò con argomenti che definire banali sarebbe eufemismo: [5]. La nuova cosmologia planetaria fu drammaticamente avvertita anche dagli artisti: J. Milton, nel *Paradise Lost*, anche se tratta il tema della caduta dell'uomo, esprime nell'aggettivazione (*lost*) la perdita di una concezione cosmologica ultramillenaria, e dedica spazio alle due teorie. Le discussioni che vi furono insomma (talvolta accademiche, spesso ascientifiche) non rilevarono in sé e per sé, ma anch'esse contribuirono comunque ad alimentare un vivace dibattito che si alimentava anche della cenere di un tradizionalismo poco disposto a mutare convincimento dinanzi a chiare e matematiche proposizioni.

Per avere un serio interesse al lavoro di Copernico bisogna attendere Galileo e Keplero, anche se l'interesse di Galileo verso il sistema copernicano si esaurisce nell'idea eliocentrica. In ambiente scientifico il copernicanesimo si diffuse soprattutto dopo i lavori di Newton, ma la diffusione riguardò quasi esclusivamente i paesi del Nord e la Francia, mentre altri paesi come l'Italia restarono tenacemente (e confessionalmente) legati al geocentrismo ed al nuovo sistema introdotto da T. Brahe che permetteva ancora di salvare i modelli, più che i fenomeni.

5. Non daremo dunque a questi astri [Venere e Mercurio] un'opacità come quella della Luna, bensì una luce loro propria.

► *L'opposizione confessionale*. Altra questione è l'opposizione confessionale che il lavoro di Copernico incontrò. È luogo comune in proposito evocare immediatamente la condanna emessa nei confronti del lavoro da parte della Chiesa e la chiamata di Galileo a Roma con la sua conseguente relativa abiura: è una ricostruzione storica infedele.

La prima forte opposizione al *De revolutionibus* venne dalla neonata Chiesa luterana.

Lutero, Melantone, Calvino rispolverarono tutti i passi dell'antico testamento, dalla Genesi all'Ecclesiaste ad un'infinità di altri, per porre in ridicolo le tesi copernicane, pretendendo *secundum naturam fidei* di dimostrare da passi arcaici l'infondatezza e l'assurdità di un lavoro scientificamente e tecnicamente proposto. L'antico testamento fu esaminato versetto per versetto, ed ovunque si evidenziava, così sostenevano i denigratori, l'immobilità della Terra e l'ardire dei copernicani, qualificati di fatto atei ed infedeli, che si ponevano al di sopra di quello *Spirito santo* che aveva ispirato le scritture. Ma il protestantesimo non disponeva di un organismo di controllo sui propri fedeli che fosse solo lontanamente paragonabile a quello che in 1500 anni di rigido dogmatismo la Chiesa aveva instaurato e che più tardi adoperò, e l'opposizione non fu di alcuna efficacia.

Nello stesso periodo l'atteggiamento della Chiesa cattolica fu abbastanza mite rispetto ai tempi, almeno sino al 1610, e questo sia per la cauta prefazione dell'Osiander, sia per la lunga articolata dedica al pontefice Paolo III,⁶ sia ancora per tutta l'impostazione del I libro assai discorsiva e mirante a prevenire critiche ai restanti assai tecnici cinque.

Dopo questa data, in concomitanza dell'adesione galileiana all'idea eliocentrica, ed a seguito della scoperta da parti di questi delle fasi di Venere e delle macchie solari credute nubi della nostra stella, il copernicanesimo, per usare le efficaci parole di S. Kuhn, *cessò di essere una dottrina esoterica* [12, p. 289]; le osservazioni scalfivano entrambe le cognizioni sino ad allora possedute e il telescopio sembrava portare conferme all'ipotesi copernicana. La Chiesa mutò allora atteggiamento, passando da una tacita tolleranza ad una netta opposizione; l'opera di Copernico fu posta all'indice (1616), vietata *Donec corregetur* (finché non corretta), l'idea della Terra come pianeta in movimento bollata quale eretica.⁷

La Chiesa era comunque in imbarazzo dinanzi a questo lavoro. Da un lato esso era di una precisione sconosciuta e risultava utile nella riforma del calendario per le festività ecclesiastiche anche se le stime copernicane dell'anno tropico non furono mai adottate, dall'altro non si poteva ammettere che il testo fosse adottato diversamente da una mera prospettazione di ipotesi. Il nodo da sciogliere era infatti questo: se Copernico avesse esposto un ipotetico sistema planetario esclusivamente *ex suppositione*, ovvero se tale sistema fosse stato rappresentato *ex professo*, come una teoria cioè ritenuta corrispondente ad una determinata realtà fisica.

Esisteva il concreto pericolo che le idee trasmigrassero anche nelle menti di dotti ecclesiastici, che questi le facessero proprie, com'era già avvenuto con G. Bruno che senza aderire alle teorie matematiche aveva colto il cuore mistico della nuova dottrina, ed allora non si avrebbero più avuti esercizi matematici o geometrici, ma professioni di credo in una scienza che si manifestava in contrasto con gli insegnamenti dogmatici cattolici. Telesio aveva già ispirato Campanella e Bruno; il circolo andava spezzato, le nuove idee rese quantomeno difficili nel progredire.

6. Paolo III, al secolo Alessandro Farnese, fu forse uditor di Copernico nel 1500 quando questi tenne a Roma lezioni di matematica.

7. La teoria copernicana fu definitivamente accettata dalla Chiesa soltanto nel 1820, quando Pio VII decretò la teoria copernicana non in contrasto con gli insegnamenti della Chiesa cattolica: → G. Settele.

Copernico s'era mosso con estrema prudenza, dopo tutto era sempre un uomo di chiesa (*supra*, a pagina 1), e sapeva cosa avrebbe comportato in ambito ecclesiastico l'accettazione dell'eliocentrismo, anche per questo – forse – nelle sue critiche al geocentrismo non fece mai riferimento a quello che la Chiesa accettava e difendeva, ma sempre e solo a quello di Aristotele, come fossero due concezioni diverse, un mezzo evidentemente per allontanare le critiche. Tuttavia, e non di rado, traspare la ferma convinzione in quanto espone.

A parte la celebre frase contenuta nell'introduzione *Mathemata mathematicis scribuntur*, più di una volta si ha contezza, e non impressione, che egli parli *ex professo* e non *ex suppositione*, altrimenti non avrebbe esposto, in specie libri III, IV e V, tutta la teoria matematica del Sole e dei pianeti a sostegno del nuovo disegno. E questo la Chiesa l'aveva sicuramente compreso.

Ma la maggiore opposizione all'eliocentrismo copernicano non venne tanto dal fatto che a rendere l'opera lecitamente pubblica si sarebbe messo in discussione, ad esempio, il famoso passo biblico dove si afferma che Giosuè *ordinò al Sole di fermarsi*, quanto piuttosto dalla circostanza che le fonti ispiratrici del lavoro ricordavano, se non addirittura richiamavano, il misticismo pitagorico,⁸ dal fatto che i cieli (la sfera delle stelle fisse) non erano più ossequenti alla Terra e che anzi ne venivano staccati e allontanati, ma – soprattutto – dal fatto che veniva mostrato che ciò che appare molto probabilmente non è.

In questo modo non andava in frantumi soltanto la visione del cosmo della scuola aristotelica-tolemaica, ma anche, e soprattutto, la visione cristiana che tramite l'opera dei padri e dottori della Chiesa quella concezione aveva fatto propria; si affacciava un nuovo approccio allo studio del sistema planetario, una nuova cosmologia, una probabile, perché no?, esistenza di altri mondi abitati, una struttura dell'universo dilatato, non più finito e prossimo a divenire infinito. Di fatto, secondo la nuova cosmologia, era implicitamente posta in discussione la discendenza del genere umano da una sola coppia, il peccato originale, il trono di Dio che non si sapeva più dove collocare in un universo infinito, ecc. [12, pp. 247 - 248].

Queste tematiche divenivano insomma per la Chiesa una questione eminentemente scientifica da cui erano esclusi elementi ed argomenti teologici su cui chiunque poteva liberamente discutere, la teologia come sino ad allora era intesa rischiava di scomparire, come in effetti fu poi, dinanzi ad una nuova filosofia che continuava comunque a chiamarsi «naturale». Insinuare questo dubbio nei credenti (leggi: sudditi), fornire loro cioè la dimostrazione matematica che esiste una differenza sostanziale fra l'apparenza e la realtà, separare scienza e teologia, significava, ed esplicitamente, mettere in discussione l'autorità e il prestigio della Chiesa.

Assorbendo le osservazioni precedenti, la «rivoluzione copernicana» sta in fondo tutta qui, nell'aver insegnato usando linguaggi e argomenti scientifici a dubitare di teorie canonizzate quando non siano verificate e coerenti con le esperienze anche se la fonte è ritenuta divina e ispirata, nell'aver inaugurato il galileiano sentiero delle *certe esperienze e sensate dimostrazioni*.

8. In Copernico c'era effettivamente un forte richiamo al paganesimo pitagorico, testimoniato non solo dal suo sigillo personale dove era impressa l'immagine di Apollo, ma anche dal fatto che in un primo momento nel *De revolutionibus* doveva far da apertura al testo la lettera di Liside ad Ipparco (non l'astronomo, un omonimo), un documento tramandatoci in cui appunto Liside rimprovera Ipparco per aver reso comuni a menti profane alcuni segreti dei pitagorici: [2]. Un riferimento a questo documento, sostituito poi dall'«anonima» introduzione dell'Osiander, è nella dedica a Paolo III.

Dando credito a queste considerazioni, la reticenza copernicana a rendere di dominio i propri lavori assumerebbe un ulteriore diverso connotato, di stampo prettamente esoterico.

Bibliografia

- [1] ARISTARCO DI SAMO. *Sur les grandeurs et le distances du Soleil et de la Lune*. Firmin Didot, Parigi, 1823. Traduzione dal greco di De Fortia d'Urban. Digitalizzazione di M. Szwajcer: <http://remacle.org/index2.htm>.
- [2] FRANCESCO BARONE. *Copernico*. Mondadori, *I classici del pensiero*, Milano, 2008.
- [3] UMBERTO BARTOCCI. "Alle origini della costruzione dell'immagine scientifica del mondo: un problema storiografico". Pubblicazione in rete, 2000. <http://www.cartesio-episteme.net/napoli.html>.
- [4] MARCEL BATAILLON. "Avant, avec, après Copernic. La représentation de l'Univers et ses conséquences épistémologiques". *Bulletin Hispanique*, XXV, 1923, pagg. 256 - 258; *Revue de Pologne*, I, 1923, pagg. 131 - 134, Parigi, 1975. Charles-Quint et Copernic. Documents inédits Parigi, pag. 184.
- [5] JEAN BODIN. *Universae naturae theatrum*. Wecheliani, apud Claudium Marnium, 1605. Googlebooks.
- [6] NICOLÒ COPERNICO. *De revolutionibus orbium coelestium*. Petreium, Norimberga, 1543. Edizione digitalizzata: <http://ads.harvard.edu/books>.
- [7] NICOLÒ COPERNICO. *De hypothesibus motuum caelestium a se constitutis commentariolus*, 1514 - 1515. Edizione digitalizzata: <http://www.hs-augsburg.de/~harsch/Chronologia/Lspost16/Copernicus/>.
- [8] NICOLÒ COPERNICO. *Monetae cudendae ratio*, 1528 circa. Edizione digitalizzata: <http://www.intratext.com/TXT/LAT0488/>.
- [9] GUICCIARDINI FRANCESCO. *Historia d'Italia*. Sconosciuto, Firenze, 1561. <http://www.filosofico.net/guiccardinistoriadiitalia1.htm>.
- [10] GALILEO GALILEI. *Pensieri motti e sentenze tratti dalla edizione nazionale*. Barbera, Edizione nazionale, Firenze, 1949. A cura di Antonio Favaro.
- [11] MORRIS KLINE. *Storia del pensiero matematico*, vol. I. Einaudi, Torino, 1996. Edizione italiana a cura di Alberto Conte.
- [12] THOMAS S. KUHN. *La rivoluzione copernicana. L'astronomia planetaria nello sviluppo del pensiero occidentale*. Torino, Einaudi, 2000.
- [13] S. MAGRINI. "Joannes de Bianchinis Ferrariensis e il suo carteggio scientifico col Regiomontano (1463 - 1464)" In: *Atti e Memorie della Deputazione Ferrarese di Storia Patria*, vol. 23, (1917), pp. 1 - 37.
- [14] ARNALDO MASOTTI. "Niccolò Copernico". In: *Memorie della Società Astronomica Italiana*, vol. 16, (1944), pp. 193 - 207. SAO/NASA Astrophysical Data System.
- [15] GEORG VON PEUERBACH. *Theoricarum novarum planetarum*. Sconosciuto, Norimberga, 1473. <http://www.univie.ac.at/hwastro/>.
- [16] GEORG JOACHIM RHETICUS. *De libris revolutionum narratio prima*. Francesco di Rodi (?), 1540. <http://contentdm.lindahall.org/>.
- [17] LUCIO ANNEO SENECA. *Questioni naturali*. Rizzoli, Biblioteca universale, Bologna, 2004. Introduzione e traduzione di Rossana Mugellesi.
- [18] J. STEIN. "Copernico era sacerdote?" In: *Memorie della Società astronomica italiana*, vol. XVIII, (1945), p. 3. <http://adsabs.harvard.edu/full/1945MmSAT...17...5G>.