

## 2 FILOSOFIA DELLA NATURA E SCIENZA MODERNA

La nascita di quella che chiamiamo “età moderna” trova certamente uno dei suoi momenti di gestazione nel progressivo affermarsi, a partire da alcune decisive scoperte di carattere scientifico, di una nuova concezione dell’universo fisico e della posizione del mondo al suo interno.

Una breve mappa della scienza europea è offerta dal brano di **Paolo Rossi**.

Il brano di **Alexandre Koyré** coglie tutta la por-

tata del passaggio dal mondo chiuso all’universo infinito nella coscienza europea tra Cinquecento e Seicento.

**Thomas S. Khun**, infine, mostra la straordinaria importanza degli studi di Copernico nel dare avvio ad una rivoluzione destinata a travalicare ben presto i confini della scienza per estendersi all’intero pensiero “moderno”, al punto da diventare, come tuttora testimonia il nostro linguaggio, il prototipo di ogni cambiamento epocale (che infatti siamo soliti definire: “rivoluzione copernicana”).

### da P. Rossi, *La nascita della scienza moderna in Europa*

[Laterza, Roma-Bari 1997, pp. IX-XIII]

Non c’è, in Europa, un «luogo di nascita» di quella complicata realtà storica che chiamiamo oggi *scienza moderna*. Quel luogo è l’intera Europa. Vale la pena di ricordare anche le cose che tutti sanno: che Copernico era polacco, Bacon, Harvey e Newton inglesi, Cartesio, Fermat e Pascal francesi, Tycho Brahe danese, Paracelso, Keplero e Leibniz tedeschi, Huygens olandese, Galilei, Torricelli e Malpighi italiani. Il discorso di ciascuno di questi personaggi fu legato a quello degli altri, in una realtà artificiale o ideale, priva di frontiere, in una Repubblica della Scienza che si costruì faticosamente un suo spazio in situazioni sociali e politiche sempre difficili, spesso drammatiche, talora tragiche.

La scienza moderna non è nata nella quiete dei *campus* o nell’atmosfera un po’ artificiale dei laboratori di ricerca *attorno* ai quali, ma non *dentro* i quali (come avveniva da secoli e ancora avviene nei conventi) sembra scorrere il fiume sanguinoso e melmoso della storia. Per una semplice ragione: perché quelle istituzioni (per quanto concerne quel sapere che chiamiamo «scientifico») non erano ancora nate e perché per il lavoro dei «filosofi naturali» non erano ancora state costruite quelle *torri d’avorio* tanto fruttuosamente utilizzate e tanto ingiustamente vituperate nel corso del nostro secolo.

Anche se quasi tutti gli scienziati del Seicento hanno studiato in una università, sono pochi i nomi di scienziati la cui carriera si sia svolta per intero o prevalentemente all’interno dell’università. Le università *non* furono al centro della ricerca scientifica. La scienza moderna nacque al di fuori delle università, spesso in polemica con esse e si trasformò, nel corso del Seicento e più ancora nei due secoli successivi, in una attività sociale organizzata in grado di darsi sue proprie istituzioni. [...]

L’Europa che visse un periodo decisivo della sua difficile e drammatica storia nei centosessanta anni che separano il *De revolutionibus* di Copernico (1543) dall’*Ottica* di Newton (1704) era radicalmente diversa (anche per quanto riguarda il mondo della quotidianità) dall’Europa nella quale oggi ci è concesso di vivere.

Nella cittadina di Leonberg, in Svevia, nel corso dell’inverno del 1615-16 vennero bruciate sei streghe. In un paesotto vicino, Weil (oggi Weil der Stadt), la cui popolazione non superava le duecento famiglie, fra il 1615 e il 1629, ne verranno bruciate trentotto. Una vecchia un po’ pettegola e strana, di nome Katharine, che viveva a Leonberg, venne accusata dalla moglie di un vetraio di aver fatto ammalare una vicina con una pozione magica, di

aver gettato il malocchio sui figli di un sarto e di averli fatti morire, di aver trafficato con un becchino per procurarsi il cranio di suo padre che voleva regalare come calice a uno dei suoi figli, astrologo e dedito alla magia nera. Una bambina di dodici anni che portava dei mattoni a cuocere al forno, incontrò per la strada quella vecchia e provò al braccio un terribile dolore che le tenne il braccio e le dita come paralizzati per alcuni giorni. Non per caso lombaggine e torcicollo vengono ancora oggi chiamati in Germania *Hexenschuss*, in Danimarca *Heksekud* e, in Italia, *colpo della strega*. Quella vecchia, che aveva allora settantatré anni, venne accusata di stregoneria, fu tenuta per mesi in catene, fu chiamata a discolarsi da 49 capi di accusa, fu sottoposta alla *territo*, ovvero all'interrogatorio con minaccia di tortura di fronte al boia e al seguito di una accurata descrizione dei molti strumenti a disposizione del medesimo. Dopo più di un anno di prigione, venne finalmente assolta il 4 ottobre del 1621, a sei anni di distanza dalle prime accuse. Non le fu possibile tornare a vivere a Leonberg perché sarebbe stata linciata dalla popolazione.

Quella vecchia aveva un figlio famoso, che si chiamava Johannes Kepler, il quale si era impegnato spasmodicamente nella sua difesa e che, negli anni del processo, oltre a un centinaio di pagine scritte per difendere sua madre dalla tortura e dal rogo, scriveva anche le pagine dell'*Harmonices mundi* nelle quali è contenuta quella che viene chiamata, nei manuali, la terza legge di Keplero. Alla radice del mondo c'era, per Keplero, una celestiale armonia che gli appariva (come è scritto nel quarto capitolo del quinto libro) «simile a un Sole che splende attraverso le nuvole». Keplero era ben consapevole del fatto che quella stessa armonia non regnava sulla terra. Nel sesto capitolo del libro dedicato ai suoni prodotti dai pianeti scriveva che, essendo le note prodotte dalla terra *Mi-Fa-Mi*, se ne poteva concludere che sulla terra regnavano la *Miseria* e la *Fame*. Aveva terminato la stesura del testo tre mesi dopo che era morta la figlia Katharine.

In quel mondo ci sono poche biografie di scienziati quietamente dediti alla ricerca. Non importa pensare al rogo di Giordano Bruno o alla tragedia di Galilei. Basta, per rendersene conto, leggere la *Vie de monsieur Descartes* di Adrien Baillet. L'Europa di quei decenni non vide solo i processi alle streghe e l'opera dei tribunali dell'Inquisizione. Non pensiamo quasi mai al significato letterale dell'espressione Guerra dei Trent'anni. Quell'Europa era attraversata in lungo e in largo da eserciti di mercenari che si portavano dietro artigiani, cuccinieri, prostitute, ragazzi scappati di casa, venditori ambulanti e che si lasciavano alle spalle ruberie, ribalderie, incendi, donne violentate e contadini ammazzati, raccolti distrutti, chiese profanate e villaggi saccheggianti. In quell'Europa, città come Milano, Siviglia, Napoli, Londra videro dimezzati i loro abitanti dalla peste che ebbe i caratteri di una lunghissima e terrificante, cronica epidemia. Le cose descritte da Defoe per la peste di Londra e da Manzoni per la peste di Milano si ripeterono più e più volte.

Solo all'interno del contesto di una Repubblica ideale, che tendeva a rendersi indipendente dalle lotte, dai contrasti, dalle miserie del mondo, poteva nascere la stupefacente affermazione – che è di Francesco Bacone – secondo la quale una scienza esercitata in vista della gloria o della potenza del proprio paese è qualcosa di moralmente meno nobile di una scienza che si pone al servizio dell'intera specie umana. Solo in quel contesto poteva nascere l'affermazione – che è di Marin Mersenne il quale si riferiva agli Indiani canadesi e ai contadini dell'Occidente – secondo la quale «un uomo non può fare nulla che un altro uomo non possa egualmente fare e ciascun uomo contiene in sé tutto ciò che gli è necessario per filosofare e per ragionare di tutte le cose». C'è inoltre qualcosa che accomuna in modo forte i protagonisti della rivoluzione scientifica: la consapevolezza che attraverso la loro opera sta nascendo qualcosa. Il termine *novus* ricorre in modo quasi ossessivo in varie centinaia di titoli di libri

scientifici del Seicento: dalla *Nova de universis philosophia* di Francesco Patrizi e dalla *Newe Attractive* di Robert Norman, al *Novum Organum* di Bacone, fino all'*Astronomia Nova* di Keplero e ai *Discorsi intorno a due nuove scienze* di Galilei.

In quegli anni prende vita e rapidamente raggiunge la piena maturità una forma di sapere che ha caratteristiche strutturalmente diverse dalle altre forme della cultura e che giunge faticosamente a crearsi sue proprie istituzioni e suoi propri specifici linguaggi. Questo sapere richiede «sensate esperienze» e «certe dimostrazioni» e, a differenza di quanto era avvenuto nella tradizione, richiede che queste due complicate cose vadano insieme, siano indissolubilmente legate l'una all'altra. Ogni affermazione deve essere «pubblica», cioè legata al controllo da parte di altri, deve essere presentata e dimostrata ad altri, discussa e soggetta a possibili confutazioni. In quel mondo ci sono persone che ammettono di aver sbagliato, di non riuscire a dimostrare ciò che intendevano dimostrare, che debbono arrendersi alle evidenze che altri hanno addotto. È ovvio che ciò avviene molto di rado, che le resistenze al cambiamento sono (come in tutti i gruppi umani) assai forti, ma il fatto che si stabilisca fermamente che la verità delle proposizioni non dipende affatto dalla autorevolezza di chi le pronuncia e non è in alcun modo legata a una qualche rivelazione o illuminazione è andato a costituire una sorta di patrimonio ideale al quale gli Europei possono ancora oggi richiamarsi come a un valore non rinunciabile.

da

### A. Koyré, *Dal mondo chiuso all'universo infinito*

[trad. di L. Cafiero, Feltrinelli, Milano 1970, pp. 7-9]

Molto spesso, nello studiare la storia del pensiero scientifico e filosofico del Cinquecento e del Seicento – i quali sono così strettamente collegati e connessi da divenire incomprensibili se considerati separatamente – sono stato costretto a riconoscere, come molti altri prima di me, che in questo periodo lo spirito umano, o almeno quello europeo, subì una profonda rivoluzione che mutò i fondamenti e gli schemi stessi del nostro pensiero e di cui la scienza e la filosofia moderne sono al contempo la radice ed il frutto.

Questa rivoluzione o, come è stata chiamata, questa “crisi della coscienza europea”, è stata descritta e spiegata in molti modi diversi. Così, benché si ammetta generalmente che lo sviluppo della nuova cosmologia – che sostituì al mondo geocentrico, od anche antropocentrico, dell'astronomia greca e medievale l'universo eliocentrico e, più tardi, quello privo di centro dell'astronomia moderna – abbia svolto un ruolo primario in questo processo, alcuni storici, soprattutto interessati alle implicazioni sociali dei mutamenti spirituali, hanno sottolineato una pretesa conversione dello spirito umano dalla *theoria* alla *praxis*, dalla *scientia contemplativa* alla *scientia activa et operativa*, che trasformò l'uomo da spettatore in padrone e dominatore della natura. Altri hanno insistito sulla sostituzione dello schema teleologico ed organicistico di pensiero ed esplicazione con il modello meccanicistico e causale, fatto che portò a quella “meccanizzazione della visione del mondo” tanto predominante nell'epoca moderna, e in particolare nel XVII secolo.

Altri ancora hanno semplicemente descritto la disperazione e la confusione introdotte dalla “nuova filosofia” in un mondo da cui era sparita ogni coerenza e in cui i cieli non annunciavano più la gloria di Dio.

Per quel che mi concerne, ho tentato [...] di definire i modelli strutturali della nuova e dell'antica concezione del mondo e di determinare i mutamenti introdotti dalla rivoluzione

del XVII secolo. Questi mi sembravano riducibili a due azioni fondamentali e strettamente connesse, che caratterizzavo come distruzione del cosmo e geometrizzazione dello spazio, cioè la sostituzione della concezione del mondo come un tutto finito e ben ordinato, la cui struttura spaziale incorporava una gerarchia di perfezione e valore, con quella di un universo indefinito, od anche infinito, non più unito da una subordinazione naturale, ma unificato soltanto dall'identità delle sue leggi e delle sue componenti ultime e fondamentali; nonché la sostituzione della concezione aristotelica dello spazio – insieme differenziato di luoghi naturali – con quella della geometria euclidea – mera estensione infinita ed omogenea – da quel momento considerata identica allo spazio reale del mondo. Questo mutamento spirituale non avvenne, naturalmente, in maniera improvvisa: anche le rivoluzioni hanno bisogno di tempo per compiersi, anch'esse hanno una storia. Infatti, le sfere celesti che racchiudevano e tenevano insieme il mondo non sparirono di colpo in una potente esplosione; la bolla del mondo crebbe e si gonfiò, prima di scoppiare e di sparire insieme allo spazio che la circondava.

Il cammino che portò dal mondo chiuso degli antichi a quello aperto dei moderni non fu, di fatto, molto lungo: appena un centinaio di anni separano il *De revolutionibus orbium coelestium* di Copernico (1543) dai *Principia philosophiae* di Descartes (1644); e da questi ai *Philosophiae naturalis principia mathematica* (1687) non passano che quarant'anni. D'altra parte, fu piuttosto difficile, pieno di ostacoli e di blocchi pericolosi; ovvero, per usare un linguaggio più semplice, i problemi compresi nell'infinitizzazione dell'universo erano troppo profondi, le implicazioni troppo estensibili ed importanti per consentire un progresso lineare. La scienza, la filosofia, perfino la teologia, erano tutte a buon diritto interessate alle questioni della natura dello spazio, della struttura della materia e dei modelli di azione, come pure al problema della natura, struttura e valore del pensiero e della scienza umana: e sono appunto esse – scienza, filosofia e teologia, rappresentate spesso dalle stesse persone, Keplero e Newton, Descartes e Leibniz – che partecipano ed operano in quel grande dibattito che, iniziatosi con Bruno e Keplero, termina, in verità provvisoriamente, con Newton e Leibniz.

da

### **T.S. Kuhn, *La rivoluzione copernicana. L'astronomia planetaria nello sviluppo del pensiero occidentale***

[trad. di T. Gaino, Einaudi, Torino 1972, pp. 3-7]

La rivoluzione copernicana fu una rivoluzione di idee, una trasformazione della concezione che l'uomo aveva dell'universo e del suo particolare rapporto con esso. Questo episodio della storia del pensiero rinascimentale è stato spesso esaltato come una svolta fondamentale nello sviluppo intellettuale dell'uomo in Occidente. Eppure la rivoluzione riguardava i dettagli più oscuri ed astrusi della ricerca astronomica. Come può aver raggiunto una tale importanza? Che cosa vuol dire l'espressione «rivoluzione copernicana»?

Nel 1543 Nicola Copernico propose di migliorare la precisione e la semplicità delle teorie astronomiche trasferendo al Sole molte funzioni astronomiche attribuite in precedenza alla Terra. Prima della sua proposta, la Terra aveva sempre costituito il centro fisso attorno a cui gli astronomi calcolavano i movimenti delle stelle e dei pianeti. Un secolo dopo, il Sole aveva rimpiazzato la Terra, almeno nel campo astronomico, come centro dei moti planetari e la Terra, divenuta uno fra diversi pianeti in movimento, aveva perso la sua funzione astronomica eccezionale. Molte delle più grandi conquiste dell'astronomia moderna son dovute a questa trasformazione. Il primo significato della rivoluzione copernicana è dunque quello di una riforma delle concezioni fondamentali dell'astronomia.

La riforma astronomica non è tuttavia il solo aspetto della rivoluzione. Alla pubblicazione del *De Revolutionibus* di Copernico nel 1543 seguirono altre radicali variazioni nel rapporto di comprensione fra l'uomo e la natura. Molte di queste innovazioni, che culminarono un secolo e mezzo più tardi nella concezione newtoniana dell'universo, furono gli ulteriori e imprevisi risultati della dottrina astronomica di Copernico. Egli propose il moto della Terra nel tentativo di migliorare le tecniche usate nelle previsioni delle posizioni astronomiche dei corpi celesti. Per le altre scienze la sua proposta sollevò semplicemente dei nuovi problemi e, finché questi non furono risolti, la concezione che l'astronomo aveva dell'universo rimase incompatibile con quella degli altri scienziati. Durante il secolo XVII la riconciliazione di queste altre scienze con l'astronomia copernicana costituì un importante incentivo del generale fermento intellettuale, noto ora come la rivoluzione scientifica. Con la rivoluzione scientifica, la scienza acquisì il nuovo grande ruolo che essa ha da allora avuto nello sviluppo della società e del pensiero in Occidente.

Ma anche le sue conseguenze in campo scientifico non esauriscono i significati della rivoluzione. Copernico visse ed operò in un periodo i cui rapidi mutamenti nella vita politica, economica ed intellettuale preparavano i fondamenti della moderna civiltà europea ed americana. La sua dottrina planetaria e la concezione ad essa legata di un universo incentrato nel Sole furono strumenti del passaggio dalla società medievale alla moderna società occidentale, in quanto investivano apparentemente il rapporto dell'uomo con l'universo e con Dio. Intrapresa come una revisione strettamente tecnica, ad alto livello matematico, dell'astronomia classica, la teoria copernicana diventò un centro focale delle terribili controversie in campo religioso, filosofico e nelle dottrine sociali che, nei due secoli successivi alla scoperta dell'America, fissarono l'orientamento del pensiero moderno. Uomini che credevano che la loro dimora terrestre fosse soltanto un pianeta, ruotante ciecamente attorno ad una fra miliardi di stelle, valutavano la loro posizione nello schema cosmico ben diversamente dai loro predecessori che vedevano la Terra come l'unico centro focale della creazione divina. La rivoluzione copernicana ebbe quindi parte in una certa trasformazione nella concezione dei valori dell'uomo occidentale. [...]

A causa delle sue conseguenze tecniche e storiche, la rivoluzione copernicana è uno degli episodi più affascinanti dell'intera storia della scienza. Ma essa possiede un ulteriore significato che trascende il suo soggetto specifico: mette in luce un processo che oggi noi abbiamo un gran bisogno di capire. La civiltà occidentale contemporanea, più di ogni altra trascorsa civiltà, dipende da concetti scientifici, sia per la sua filosofia d'ogni giorno sia per i suoi mezzi di sostentamento. Ma le teorie scientifiche che occupano tanto posto nella nostra vita quotidiana non sono probabilmente da considerarsi definitive. La concezione astronomica affermata di un universo in cui le stelle, compreso il nostro Sole, sono sparse qua e là attraverso uno spazio infinito non ha ancora quattro secoli di vita, ed è già tuttavia superata. Prima che tale concezione venisse sviluppata da Copernico e dai suoi successori, per spiegare i fenomeni che l'uomo osservava nei cieli si faceva ricorso ad altri principi sulla struttura dell'universo. Queste dottrine astronomiche più antiche erano sostanzialmente diverse da quelle di oggi, ma la maggior parte di esse, ai loro tempi, erano oggetto della stessa fede assoluta che noi oggi prestiamo alle nostre. Inoltre, si credeva in esse per le medesime ragioni: offrivano risposte plausibili alle domande che parevano importanti. Altre scienze offrono esempi simili della fugacità di credenze scientifiche considerate preziose conquiste. In effetti, i concetti fondamentali dell'astronomia hanno resistito più a lungo della maggior parte degli altri.

La variabilità dei suoi concetti fondamentali non è argomento sufficiente per rinnegare la scienza. Ogni nuova dottrina scientifica conserva un forte nucleo delle nozioni fornite dalla

dottrina precedente e lo arricchisce. La scienza va avanti sostituendo vecchie con nuove teorie. Ma un'epoca dominata dalla scienza come la nostra ha bisogno di una certa prospettiva da cui esaminare quei principi scientifici ai quali essa presta tanta fede, e la storia fornisce una base importante per tale prospettiva. Se possiamo scoprire le origini di alcune concezioni scientifiche moderne ed il modo in cui esse si sostituirono a quelle di un'epoca anteriore, siamo in grado con maggiore approssimazione di valutare intelligentemente le loro probabilità di resistere al tempo. [...]

Poiché la dottrina copernicana è, sotto molti aspetti, una tipica teoria scientifica, il suo iter storico può illustrare alcuni dei processi attraverso cui i concetti scientifici si evolvono e sostituiscono quelli precedenti. Tuttavia, nelle sue conseguenze extrascientifiche, la dottrina copernicana non è tipica: ben poche teorie scientifiche hanno avuto effetti così importanti sul pensiero non scientifico. Non è però neppure unica. Nel secolo XIX, la teoria evoluzionistica di Darwin sollevò interrogativi extrascientifici dello stesso tipo. Nel nostro secolo, la teoria della relatività di Einstein e quelle psicoanalitiche di Freud creano centri di discussione da cui potrebbero derivare nuovi orientamenti, ancor più radicali, del pensiero occidentale. Freud stesso ha messo in rilievo il parallelismo tra la scoperta di Copernico che la Terra era semplicemente un pianeta e della sua scoperta che l'inconscio controllava buona parte del comportamento dell'uomo. Che conosciamo o meno le loro teorie, siamo intellettualmente gli eredi di uomini come Copernico e Darwin. I processi fondamentali del nostro pensiero hanno da loro ricevuto nuova forma, proprio come il pensiero dei nostri figli e nipoti sarà stato riplasmato dall'opera di Einstein e di Freud. Abbiamo bisogno di qualcosa di più della comprensione del processo interno di sviluppo nel mondo della scienza. Dobbiamo capire anche come la soluzione proposta da uno scienziato per un problema apparentemente di non grande importanza e di alto livello tecnico possa, all'occasione, mutare fundamentalmente la posizione dell'uomo di fronte ai problemi basilari della vita d'ogni giorno.