

Lettura 1 Koyré: l'origine della scienza classica

Nato in Russia nel 1892, Alexandre Koyré studiò filosofia e matematica in Germania e poi in Francia. Dal 1932 fu professore all'École pratique des hautes études della Sorbona di Parigi; emigrato negli Stati Uniti durante la guerra insegnò anche in università americane; morì nel 1962. A Koyré si devono importanti studi sulla storia del pensiero scientifico, in particolare sull'opera di Copernico, di Galileo e di Newton. Il suo approccio si caratterizza per l'attenzione rivolta alla reciproca influenza tra pensiero filosofico e scientifico. La nascita della scienza moderna è ricostruita in una prospettiva unitaria, come un processo dell'insieme dello spirito umano in un intreccio di idee metafisiche e scientifiche che coinvolge anche mentalità diffuse e comportamenti sociali.

Riportiamo alcune pagine del saggio All'alba della scienza classica in cui Koyré passa sinteticamente in rassegna le principali interpretazioni della genesi e del significato della rivoluzione scientifica, e avanza una propria tesi che è alla base dei suoi studi sull'argomento. Secondo questa tesi la rivoluzione scientifica deve essere considerata nel quadro della diffusione di una mentalità matematica, debitrice in qualche modo nei confronti della riscoperta del pensiero platonico nella cultura del Rinascimento. Grazie a questa prospettiva intellettuale si sarebbe prodotta la dissoluzione del Cosmo antico e medievale, un mondo chiuso, gerarchizzato, ordinato secondo le percezioni qualitative dell'uomo. Al posto del Cosmo sarebbe nato uno spazio omogeneo, infinito, concepito nei termini della geometria euclidea senza direzioni privilegiate. È uno spazio di questo tipo che ha permesso l'invenzione della legge di inerzia e con ciò la nascita della nuova fisica.

Oggi per fortuna non è più necessario mettere in rilievo l'importanza dello studio storico della scienza e neppure è necessario insistere – dopo l'opera magistrale di un Duhem, di un Emile Meyerson, e quelle di Cassirer e di Brunschvicg – sull'interesse e la fecondità *filosofica* di tale studio. Di fatto, lo studio dell'evoluzione (e delle rivoluzioni) delle idee scientifiche – unica storia (con quella, strettamente connessa, della tecnica) nella quale acquisti senso la tanto magnificata e screditata idea di progresso – mostra lo spirito umano alle prese con la realtà; rivela le sue sconfitte, le sue vittorie; rivela quale sforzo sovrumano esso abbia pagato per ogni passo nel cammino della comprensione del reale, sforzo che perviene, talvolta, a una vera e propria trasformazione dell'intelletto umano, in virtù della quale concetti, faticosamente «inventati» dai più grandi geni, divengono non solo accessibili, ma anche facili, evidenti per gli scolari.

Una tale trasformazione – una delle più importanti, se non la più importante, dopo l'invenzione del Cosmo dovuta al pensiero greco – fu certo la rivoluzione scientifica del secolo XVII, profondo mutamento intellettuale di cui la fisica moderna, o con più esattezza la fisica classica, costituiscono contemporaneamente l'espressione e il risultato tangibile.

Si è tentato di caratterizzare e spiegare questa trasformazione con una specie di rovesciamento di tutto un modo spirituale di atteggiarsi: il sopravvento dell'attività pratica sulla vita contemplativa avrebbe spinto l'uomo moderno a cercare di dominare la natura, laddove l'uomo medievale, o antico, aveva invece per fine la contemplazione. Il meccanicismo della fisica classica – galileiana, cartesiana, hobbesiana, scienza attiva, operativa, con lo scopo di fare dell'uomo il padrone o possessore della natura – si spiegherebbe con questo desiderio di dominio, di azione; si avrebbe quindi una semplice trasposizione di tale atteggiamento, un trasferimento alla natura delle categorie dell'*homo faber*; la scienza cartesiana – e a fortiori quella di Galileo – consisterebbe, com'è stato detto, in una «scienza da ingegnere». Tale concezione, senza dubbio giusta nelle sue linee generali, e talvolta anche nei particolari (si pensi al rovesciamento di valore e di *status* ontologico fra contemplazione e azione che avviene nella filosofia moderna; si pensi a certe soluzioni, o immagini, della fisica cartesiana con le sue pulegge, corde, leve) è tale tuttavia da presentare tutti i difetti di una spiegazione globale. In essa va perduto, fra l'altro, il significato dello sforzo tecnologico del medioevo e dell'atteggiamento spirituale proprio dell'alchimia. La descrizione della mentalità operativa dell'uomo moderno ricorda infine quella di Bacone (la cui funzione nella storia della rivoluzione scientifica è stata del tutto trascurabile), piuttosto che quella di Descartes e di Galileo;

il meccanicismo della fisica classica, lungi dal riconoscersi nella concezione dell'artigiano o dell'ingegnere, ne è giustamente la negazione.

Molte volte è stata messa in evidenza la funzione dell'esperienza, del sorgere di un «senso sperimentale». E, indubbiamente, il carattere sperimentale costituisce uno dei tratti più tipici della scienza classica. Ma a ben vedere ci si accorge dell'equivoco: l'esperienza intesa come esperienza bruta, come osservazione del senso comune, non ha avuto nella nascita della scienza classica altra funzione che quella di ostacolo; la fisica dei nominalisti parigini – come d'altronde quella di Aristotele – più che quella di Galileo, era vicina a questo modo di intendere l'esperienza. Quanto allo sperimentare – interrogazione metodica della natura – esso presuppone e il linguaggio nel quale porre le proprie domande e un vocabolario che permetta di interpretare le risposte della natura. Ora, se la scienza classica interroga la natura servendosi di un linguaggio matematico, o meglio geometrico, questo linguaggio, e più esattamente la decisione di usarlo – decisione che corrisponde a un cambiamento dell'atteggiamento metafisico –, non poteva, a sua volta, essere dettata dall'esperienza che andava condizionando.

Altri, con maggiore modestia, hanno cercato di caratterizzare la fisica classica, in quanto *fisica*, con alcuni dei suoi tratti salienti. Si è insistito così sul ruolo fondamentale che nella fisica galileiana acquistano i concetti congiunti di velocità e di forza, di «momento», interpretandoli come se esprimessero un'intuizione assai profonda; l'intuizione dell'*intensità* dei processi fisici e anche della loro intensità nell'istante. Più che giusto – basti pensare all'*istantaneismo* della fisica cartesiana, al concetto della velocità nell'istante – tuttavia questa caratteristica si adatta meglio alla fisica di Newton, fondata sul concetto di forza, che a quella di Descartes o di Galileo, i quali cercarono piuttosto di tenersene lontani. E meglio ancora si adatta alla fisica «parigina» dei Buridano e dei Nicola d'Oresme. La fisica classica è certo una dinamica, ma non è come tale che essa nasce: essa è innanzi tutto una cinematica.

Si è cercato infine di presentare il principio di inerzia come l'elemento peculiare della fisica classica, per la funzione che in essa esercita. Lo si è fatto a ragion veduta, se si pensa all'importanza che assume nella scienza classica il concetto di inerzia che, sconosciuto agli antichi, sottintende implicitamente la fisica galileiana e costituisce l'esplicito fondamento di quella cartesiana: tuttavia questa caratteristica, un po' superficiale, non ci persuade. Costatarne l'esistenza non è sufficiente a spiegare perché la fisica moderna ha potuto usufruire di tale principio, vale a dire spiegare perché e come il concetto di inerzia, che ora pare di un'evidenza indiscutibile, abbia potuto acquistare questo *status* di evidenza *aprioristica*, quando invece ai greci, come ai pensatori del medioevo, si presentava, al contrario, carico di un'evidente e irrimediabile assurdità.

Noi pensiamo che l'atteggiamento intellettuale della scienza moderna possa essere caratterizzato da due momenti, del resto strettamente congiunti: geometrizzazione dello spazio e dissoluzione del Cosmo, abbandono cioè, all'interno del discorso scientifico, di qualsiasi considerazione che parta dal Cosmo; sostituzione dello spazio concreto della fisica pregalileiana con lo spazio astratto della geometria euclidea. Questa sostituzione è ciò che permette l'invenzione della legge di inerzia.

Abbiamo già detto come, secondo noi, questo atteggiamento intellettuale sia stato il risultato di una trasformazione decisiva: si spiega in questo modo perché la scoperta di concetti che oggi ci sembrano puerili sia costata sforzi così lunghi – e non tutti coronati dal successo – ai più grandi geni dell'umanità, a un Galileo, a un Descartes. Non si tratta di combattere teorie erronee o insufficienti, ma di rivoluzionare i quadri dell'intelligenza stessa; di sconvolgere un'atteggiamento intellettuale, assai naturale¹

¹ P. DUHEM, *Le système du Monde*, Paris 1913, I, pp. 194-95: «Questa dinamica infatti sembra adattarsi così felicemente alle osservazioni di tutti i giorni che non poteva mancare di imporsi sin dall'inizio a coloro che per primi andarono teorizzando intorno alle forze e ai movimenti... Affinché i fisici possano arrivare al rifiuto della dinamica di Aristotele e quindi all'edificazione della dinamica moderna, sarà loro necessario comprendere che i fatti di cui sono testimoni tutti i giorni, non sono per nulla i fatti semplici, elementari, ai quali si devono immediatamente applicare le leggi fondamentali della dinamica; sarà loro necessario comprendere che il movimento della nave trainata dai naviganti, così come il girare delle ruote della carrozza sulla strada, debbono essere considerati movimenti di un'estrema complessità; per farla breve, dovranno capire che, nella formulazione del principio

in definitiva, sostituendolo con un altro, che naturale non era. Ed è proprio questo che spiega perché – nonostante le apparenze contrarie, apparenze di continuità storica sulle quali hanno particolarmente insistito Caverni e Duhem – la fisica classica, nata dal pensiero di Bruno, di Galileo, di Descartes, non è la continuazione della fisica medievale dei «precursori parigini di Galileo»: al contrario essa si situa immediatamente su un altro piano, un piano che ci piace definire archimedeeo. Il precursore e il maestro della fisica classica non è Buridano, o Nicola d'Oresme, è Archimede.

[...]

[Da dove proviene la fisica dei primi scritti di Galileo nei quali egli si distacca dalla teoria dell'*impetus*, alla quale aveva inizialmente aderito?]

L'abbiamo già detto più volte: proviene direttamente da Archimede. Da Archimede del quale Galileo non scrive mai il nome senza accompagnarlo dagli attributi più elogiativi e alla cui autorità egli si richiama. A buon diritto senza dubbio.

D'altronde Galileo non fu il solo ad ammirare sopra ogni altro Archimede. Dopo che Tartaglia – il quale, a dir la verità, non seppe trarne gran vantaggio – pubblicò le sue opere nella traduzione latina, la sua gloria e in seguito la sua influenza furono in continua ascesa. A tal punto che Cardano, il quale, molto seriamente, si diverte a classificare i grandi uomini in ordine di superiorità, assegna il primo posto – al di sopra di Aristotele – ad Archimede, l'unico degno, a suo parere, di stargli a pari. È vero che subito Scaligero protesta: mettere quest'artigiano al di sopra di Euclide, al di sopra di Aristotele, al di sopra di Duns Scoto e di Occam! Che sciocchezza! Tuttavia, il giudizio di Cardano, è estremamente indicativo. Rivela il progressivo ascendente di Archimede. Quanto alla sua influenza, è assai evidente che i due più bravi studiosi di meccanica dell'epoca, Guidubaldo Dal Monte e Giambattista Benedetti, devono la parte più chiara del loro pensiero ad Archimede. E per quanto riguarda Galileo, si può dire che è, in qualche modo, cresciuto alla scuola di Archimede.

Infatti è con la *Bilancetta* – un trattato della bilancia idrostatica – che il giovane Galileo debutta nella vita scientifica; è a un lavoro sul centro di gravità dei solidi, di ispirazione e di tecnica interamente archimedee, che egli deve la sua prima cattedra di matematiche all'Università di Pisa; collegandosi consciamente e risolutamente alla scuola di Archimede, aderendo alla tradizione di pensiero che Archimede rappresenta – a favore degli «antichi» contro Aristotele – Galileo giunge a superare la fisica della forza impressa, ad elevarsi al livello di una fisica matematica, che altro non è se non una dinamica archimedee. La fisica dell'*impetus*, dello slancio, della forza impressa [...] era una reazione del senso comune, dell'esperienza quotidiana e brutta contro la cosmofisica teorica di Aristotele. Le nozioni che essa (la fisica dell'*impetus*) adopera non sono che i prolungamenti astratti del senso comune.

[...]

Tutt'altra cosa sono le nozioni che [...] Galileo, fin da Pisa, comincia a usare per la sua analisi del movimento. Quando studia, per esempio, il movimento di un corpo sopra un piano inclinato (che egli riporta, d'altronde, allo studio della leva); oppure quando mostra che, su un piano orizzontale, una forza piccola quanto si voglia è sufficiente a mettere in movimento una sfera grande a piacere; o infine quando nella sua critica della dinamica aristotelica, e per rafforzare la propria teoria della caduta dei corpi nel vuoto, mostra che l'aumento della velocità del mobile, dovuto alla diminuzione della resistenza, non sorpassa mai certe grandezze finite (giacché l'aumento diviene *asintotico*) e che, in conseguenza, la totale mancanza di resistenza nel vuoto non ha per effetto quello di rendere questa velocità infinita. Quando, in generale, studia il moto nel vuoto, ecc., egli si pone fin dall'inizio e con coscienza al di là della realtà. Un piano assolutamente liscio, una sfera assolutamente sferica, ambedue assolutamente incorruttibili: non sono cose che si trovano nella realtà fisica. Non sono concetti che si deducono dall'esperienza: sono invece concetti che si presuppone possa avere la realtà fisica. Perciò non c'è da meravigliarsi che la

della scienza del movimento, si deve, per astrazione, considerare un mobile che sotto l'azione di una sola forza si muova nel vuoto. Orbene, Aristotele, dal punto di vista della sua dinamica, conclude che un tale movimento è inconcepibile».

realtà dell'«esperienza» non possa concordare interamente con la deduzione. Ciononostante la ragione sta dalla parte di quest'ultima. La deduzione e i suoi concetti «fittizi» ci permettono di comprendere e di spiegare la natura, di porle delle domande, d'interpretarne le sue risposte. Di fronte all'empirismo astrattivo, Galileo rivendica il superiore diritto del matematismo platonico.

Tuttavia, l'autorità del divino Platone² non è ancora chiamata ad avallare le «licenze matematiche» della nuova fisica [...] ma si richiama piuttosto l'esempio del «sovrumano» Archimede.

Si può stabilire più chiaramente di così la derivazione storica? Si può più nettamente mostrare il senso della rivoluzione scientifica che è in procinto di compiersi? Dopo aver respinto la fisica di Aristotele, dopo aver tentato invano di costruire lui stesso una fisica del senso comune, Galileo sta ormai cercando di fondare una fisica archimedea.

Una fisica archimedea vuol dire una fisica matematica deduttiva e «astratta»: tale sarà la fisica che Galileo svilupperà a Padova. Fisica dell'ipotesi matematica; fisica nella quale le leggi del movimento, la legge della caduta dei gravi sono dedotte «astrattamente», senza ricorrere alla nozione di forza, senza ricorrere all'esperienza sui corpi reali. Le «esperienze» a cui si richiama – o si richiamerà più tardi – Galileo, anche quelle che realmente esegue, non sono, e non saranno mai, che esperienze di pensiero. Le sole, d'altronde, che si potevano fare con gli oggetti della sua fisica. Giacchè gli oggetti della fisica galileiana, i corpi della sua dinamica, non sono dei corpi «reali». Non si può, infatti, immettere dei corpi «reali» – reali nell'accezione del senso comune – nell'irreale dello spazio geometrico. Questo Aristotele l'aveva avvertito con chiarezza. Ma non aveva capito che si poteva presupporvi dei corpi astratti, così come aveva preconizzato Platone, così come farà il platonico Archimede.³ Ebbene, lo stesso Archimede non era riuscito a dotare questi corpi astratti di movimento. Questa fu l'opera del suo grande discepolo, l'archimedeo Galileo.

Orbene, solo per questi corpi astratti, situati in uno spazio geometrico, per questi corpi archimedei, per dir tutto, ha valore la dinamica galileiana. Solo ad essi perciò si applica il principio d'inerzia, e solo quando al Cosmo si sarà sostituito il vuoto realizzato dallo spazio euclideo, quando ai corpi, determinati in essenza e in qualità, da Aristotele e dal senso comune, si saranno sostituiti questi «corpi» astratti di Archimede, lo spazio cesserà di avere una funzione fisica e il movimento cesserà di impressionare questi mobili. Questi potranno ormai rimanere indifferenti allo stato – quiete o movimento – in cui si trovano, e il movimento divenuto uno *stato*, potrà, come la quiete al cui *status* ontologico si sarà anch'esso portato, conservarsi indefinitamente da sè senza che vi sia bisogno di una causa per spiegare questo fatto.

A. Koyrè, *Studi galileiani*, Einaudi, Torino 1976, pp. 5-10 e pp. 71-76

² Ciò accadrà più tardi, quando Galileo si renderà conto che il suo matematismo non è in realtà che un aspetto del platonismo.

³ Per tutta la tradizione dossografica (la raccolta delle dottrine degli antichi filosofi greci), Aristotele è un «filosofo platonico».