

Il dibattito delle idee

Maestri Galileo attaccò il filosofo greco poi in tarda età se ne proclamò seguace

Aristotele che fisico!

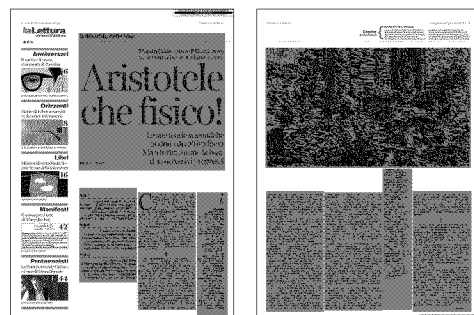
Le sue teorie scientifiche godono di cattiva fama Ma a torto: furono la base dei successivi progressi

di CARLO ROVELLI

Cadono alla stessa velocità oggetti di peso diverso? A scuola ci raccontano che Galileo Galilei avrebbe mostrato che la risposta è sì, lasciando cadere delle palle dalla torre di Pisa. Nel corso dei due millenni precedenti, invece, sarebbero stati tutti accecati dal dogma di Aristotele secondo cui oggetti più pesanti cadono più in fretta; curiosamente, a nessuno era mai venuto in mente di provare. Galileo e i suoi contemporanei osservano la natura, e si liberano dalla camicia di forza del dogmatismo aristotelico. Bella storia, ma c'è un problema. Provate a buttare dal balcone una biglia di vetro e una pallina di carta. Neanche per idea arrivano assieme: la biglia pesante cade molto più veloce, esattamente come dice Aristotele.

Qualcuno obietterà che questo avviene a causa dell'aria. Ma Aristotele non ha mai scritto che le cose cadrebbero a velocità diversa se togliessimo l'aria. Ha scritto che le cose cadono a velocità diversa nel nostro mondo, dove l'aria c'è. E non sbagliava. Aveva osservato la natura con attenzione. Meglio di generazioni di insegnanti e studenti moderni, che si bevono nozioni senza pensarci, e senza provare.

La fisica di Aristotele gode di cattiva stampa. Viene descritta come costruita a priori, svincolata dall'osservazione, palesemente sbagliata. È un giudizio largamente ingiusto. La fisica di Aristotele è rimasta a lungo la teoria di riferimento per la civiltà mediterranea: non perché fosse dogmatica, ma perché è ottima. Descrive bene la realtà, e offre uno schema concettuale così efficace che per due millenni nessuno è riuscito a fare di meglio. Il succo della teoria è che, in assenza di altre influenze, un oggetto si muove verso il suo «luogo naturale»: più in basso per la terra, un po' più in alto per l'acqua, ancora più in alto per l'aria, ancora più in alto per il fuoco; la velocità del «moto naturale» cresce con il peso



e diminuisce con la densità del fluido in cui l'oggetto è immerso. Una teoria semplice e generale che rende conto con eleganza di una grande varietà di fenomeni, per esempio perché il fumo va in alto, o perché un pezzo di legno scende in aria, ma sale in acqua. Ovviamente la teoria non era perfetta, ma se è per questo neanche la scienza moderna è perfetta.

Il cattivo nome di cui soffre la fisica di Aristotele è in parte colpa dello stesso Galileo, che nei suoi scritti attacca Aristotele a testa bassa, e fa apparire sciocchi i suoi seguaci. Ne aveva bisogno a fini polemici. In parte è dovuto alla separazione che si è scioccamente allargata fra le culture scientifica e umanistica-filosofica. Chi studia Aristotele in generale conosce poco la fisica e chi si occupa di fisica si interessa poco ad Aristotele. La genialità scientifica dei libri di Aristotele come il *De Coelo*, o la *Fisica*, il libro che ha dato il nome alla disciplina, passa facilmente inosservata.

Ma c'è un altro fattore per la cecità odierna alla genialità di Aristotele scienziato. Ed è quello più interessante: l'idea che non si possa, anzi non si debba, confrontare pensieri prodotti da universi culturali così lontani, come Aristotele e la fisica moderna. Molti storici oggi inorridiscono all'idea di guardare la fisica aristotelica come approssimazione della fisica newtoniana. Per capire l'Aristotele originale, sostengono, dobbiamo studiarlo alla luce del suo tempo, non con schemi concettuali successivi di secoli. Questo è vero se siamo interessati a meglio decifrare Aristotele, ma se siamo interessati a capire il sapere di oggi, come è emerso dal passato, sono le relazioni fra mondi distanti che ci interessano.

I filosofi e storici della scienza Karl Popper e Thomas Kuhn, che hanno avuto grande influenza sul pensiero odierno, hanno sottolineato l'importanza delle rotture nel corso dell'evoluzione del sapere. Esempi di tali «rivoluzioni scientifiche», dove si abbandona la vecchia teoria, sono i passaggi dalla fisica di Aristotele a Newton, o da Newton ad Einstein. Nel corso di tali passaggi ci sarebbe, secondo Kuhn, una ristrutturazione radicale del pensiero, al punto che le idee precedenti diventano irrilevanti, addirittura incomprensibili: «incommensurabili» con la teoria successiva, scrive Kuhn. Popper e Kuhn hanno avuto il merito di mettere a fuoco questo aspetto evolutivo della scienza e l'importanza delle fratture, ma la loro influenza ha portato a una assurda negazione degli ovvi aspetti cumulativi del sapere. Peggio, a non voler vedere le chiarissime relazioni logiche e storiche fra teorie prima e dopo ogni passo avanti: la fisica di Newton è perfettamente riconoscibile come approssimazione della relatività generale di Einstein; la teoria di Aristotele è perfettamente riconoscibile come approssimazione all'interno della teoria di Newton.

Non solo, ma all'interno della teoria di Newton si riconoscono aspetti della struttura della fisica aristotelica. Per esempio, la grande idea di distinguere il movimento «naturale» di un corpo da quello «forzato», sopravvive intatta nella fisica newtoniana, e poi in quella di Einstein. Cambia il ruolo della gravità: causa di moto forzato in Newton (dove il moto naturale è rettilineo uniforme), parte del moto naturale in Aristotele, e, curiosamente, di nuovo in Einstein (dove il moto naturale, chiamato «geodetico», torna ad essere quello di un oggetto in caduta libera, come per Aristotele). Gli scienziati non avanzano né per solo accumulo, né per rivoluzioni totali, in cui tutto è buttato e si ricomincia da zero. Avanzano piuttosto, come in una bella analogia di Otto Neurath spesso citata da Willard Van Orman Quine, «come marinai in mare aperto che devono ricostruire la loro barca, ma non possono farlo da zero: dove tolgono una trave devono subito rimpiazzarla (...), in questo modo, pezzo a pezzo avanza la ricostruzione». Nella grande nave che è la fisica moderna si riconoscono ancora antiche strutture — come la distinzione fra moto naturale e forzato — della vecchia barca del pensiero

aristotelico.

Torniamo allora ai corpi che cadono nell'aria o nell'acqua, e vediamo cosa effettivamente succede. La caduta non è né a velocità costante e dipendente dal peso, come voleva Aristotele, né ad accelerazione costante e indipendente dal peso, come voleva Galileo (neanche se trascuriamo l'attrito!). Quando un corpo cade, attraversa una prima fase in cui accelera, per poi stabilizzarsi a velocità costante, maggiore per i corpi pesanti. Questa seconda fase è ben descritta da Aristotele. La prima fase invece è di solito molto breve, difficile da osservare, e per questo è sfuggita ad Aristotele. L'esistenza di questa fase iniziale era già stata notata nell'antichità: nel terzo secolo prima della nostra era, per esempio, Stratone di Lampsaco (città sullo stretto dei Dardanelli) osserva che un filo d'acqua che cade si rompe in gocce: questo indica che le gocce cadendo accelerano, come una fila di auto che si sgrana man mano che le auto prendono velocità.

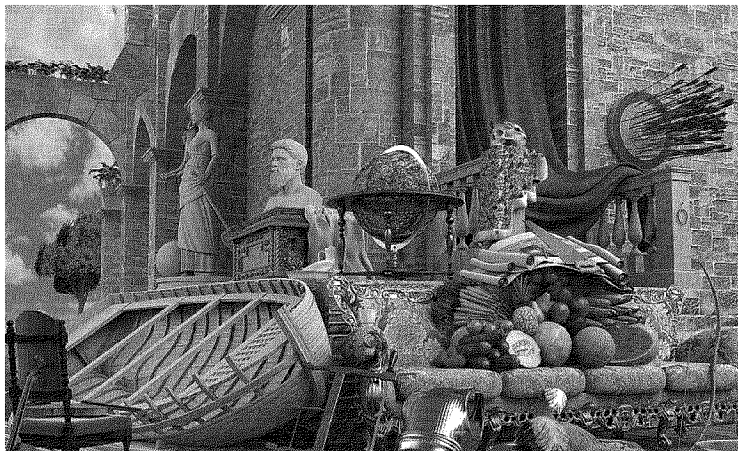
Per studiare questa fase iniziale, difficile da osservare perché tutto avviene in fretta, Galileo scova uno stratagemma geniale. Invece di osservare corpi che cadono, osserva palle che rotolano lungo una lieve pendenza. La sua intuizione, difficile da giustificare al suo tempo ma corretta, è che la «caduta rallentata» delle palle che rotolano riproduca il moto di oggetti che cadono liberi. In questo modo, Galileo riesce a notare che all'inizio della caduta è l'accelerazione ad essere costante, non la velocità. Forte di questa nuova capacità di interrogare la natura, e di una padronanza della matematica che mancava ad Aristotele, Galileo è riuscito a stanare il dettaglio quasi impercettibile ai nostri sensi dove la fisica di Aristotele funziona male. È come l'osservazione all'inizio del Novecento usata da Einstein per superare Newton: il movimento del pianeta Mercurio, a ben guardare, non segue esattamente le orbite di Newton. Il diavolo è nei dettagli.



Einstein farà di Newton quello che Galileo e Newton hanno fatto di Aristotele: mostrerà che nonostante la sua efficacia, anche questa fisica è solo buona in prima approssimazione. Oggi sappiamo che anche la fisica di Einstein non è perfetta: sbaglia là dove entra troppo in gioco la meccanica quantistica. Anche la fisica di Einstein ha bisogno di essere migliorata. Ma non siamo ancora ben sicuri di come.

Galileo non ha costruito la sua nuova fisica ribellandosi a un dogma o dimenticando Aristotele. Al contrario, ha saputo modificare aspetti della cattedrale concettuale aristotelica, imparando a fondo da Aristotele: non c'è incommensurabilità fra lui e Aristotele, c'è sereno dialogo. Credo che sia lo stesso fra le culture, le persone, i popoli. Non è vero che, come oggi si ama ripetere, mondi culturali diversi sono intraducibili, impermeabili. È vero il contrario: le frontiere fra teorie, discipline, epoche, culture, popoli, persone, sono terribilmente permeabili, e il nostro sapere si nutre degli scambi attraverso questa permeabilità. Anzi, il sapere è il risultato in continua evoluzione di questa fitta rete di scambi. Quello che ci interessa di più è proprio questo scambio: confrontare, scambiare idee, imparare, costruire dalle differenze. Mescolare, non tenere separato.

C'è grande distanza fra l'Atene del IV secolo e la Firenze del XVII. Ma né rottura radicale, né incomprensione. È perché sa dialogare con Aristotele, e penetrare a fondo la sua fisica, che Galileo riesce a trovare il passaggio stretto dove correggerla e migliorarla. Lo dice splendidamente lui stesso, in una lettera scritta in tarda età: «Io mi rendo sicuro che se Aristotele tornasse al mondo, egli riceverebbe me tra i suoi seguaci, in virtù delle mie poche contraddizioni alla sua dottrina».



Joe Meiser (1977), *Aristotele / Vanitas Series* (2014, stampa digitale, dimensioni variabili, Courtesy Cargo): l'artista statunitense descrive le sue *Vanitas Series* come una versione contemporanea delle più classiche *vanitas*, definibili come «nature morte con elementi simbolici allusivi al tema della caducità della vita», genere pittorico che ha avuto il suo massimo sviluppo nel Seicento. Tra i più importanti esponenti di questo genere Guercino, Salvator Rosa, Antonio de Pereda, Philippe de Champaigne, Abraham Mignon, Hans Holbein il Giovane, Pieter Paul Rubens. Anche se in particolare Meiser (protagonista la scorsa primavera di una mostra al Contemporary Art Month di Corpus Christi, Usa) dichiara di guardare a Pieter Boel e Jan Brueghel il Vecchio. Utilizzando un software 3D, Meiser ha collocato i busti di grandi filosofi del passato come Epicuro, Seneca, Spinoza in uno scenario capace, secondo lui, «di raccontare il loro pensiero». Per quello che riguarda Aristotele, Meiser ha voluto ricreare una *vanitas* che parlasse «della sua fiducia nella virtù»

i

Bibliografia

La Fisica e Del Cielo di Aristotele si trovano nel terzo volume delle sue *Opere* edite da Laterza (traduzioni di Antonio Russo e Oddone Longo, 1973). La metafora della barca e dei marinai dello studioso austriaco Otto Neurath (1882-1945) è citata dal filosofo americano Willard Van Orman Quine (1908-2000) nel libro *Parola e oggetto* (introduzione e traduzione di Fabrizio Mondadori, Il Saggiatore, 1970). Il riconoscimento di Galileo Galilei nei riguardi di Aristotele si trova nella «Lettera a Fortunio Liceti, 15 settembre 1640», a pagina 247 nel diciottesimo volume delle sue *Opere* (Giunti-Barbera, 1890). Carlo Rovelli ha approfondito questi temi nell'articolo *Aristotle's Physics: A Physicist's Look* («La fisica di Aristotele: lo sguardo di un fisico»), uscito di recente sulla rivista «Journal of the American philosophical association». Il famoso saggio dell'epistemologo americano Thomas Kuhn (1922-1996) *La struttura delle rivoluzioni scientifiche* è stato pubblicato in Italia nel 1969 da Einaudi (traduzione di Adriano Carugo)

● ● ●
.....
**L'ipotesi del pensatore antico
In assenza di altre influenze un oggetto
si muove verso il suo «luogo naturale»:
più in basso per la terra, un po'
più in alto per l'acqua, ancora più in
alto per l'aria, ancora di più per il fuoco**

● ● ●
.....
**Rivalutiamo la continuità
Popper e Kuhn hanno sottolineato
l'importanza delle rotture nel corso
dell'evoluzione del sapere ma la loro
influenza ha portato a una assurda
negazione degli aspetti cumulativi**

● ● ●
.....
**Un rapporto dialettico
Galileo non ha distrutto la cattedrale
concettuale aristotelica, ma è stato
capace di modificarla e aggiornarla:
non c'è incommensurabilità fra lui
e Aristotele, c'è un serrato dialogo**