

Vedere in modo diverso

CONVERSAZIONE CON CARLO ROVELLI

È fisico italiano, uno dei fondatori della teoria della gravità quantistica a loop. Si è occupato anche di storia e filosofia della scienza, in particolare della posizione di Anassimandro nello sviluppo della riflessione scientifica dell'umanità.

FRANCO LORENZONI

È insegnante di scuola primaria. Ha pubblicato, tra gli altri, *I bambini pensano grande. Cronaca di un'avventura pedagogica* (Palermo, Sellerio, 2014). Coordina la Casa-Laboratorio di Cenci.

Conosco Carlo Rovelli da quando eravamo poco più che ragazzi e i topi che rosicchiarono il librone di fisica, di cui parla nelle sue Sette brevi lezioni di fisica,¹ erano quelli che accompagnarono la nostra prima estate nella Casa-laboratorio di Cenci, che allora era ancora un rudere.

Cos'è la fisica teorica

Se dovessi spiegare a un bambino (e anche a noi) che cos'è la fisica teorica e qual è il lavoro che fai, cosa diresti?

È il tentativo di rispondere ad alcune domande: come è fatto il mondo? Perché si muovono le cose? Cosa vedrei se potessi guardare cose piccolissime? Cosa c'è al di là delle stelle?

Le condizioni perché ci sia ricerca scientifica

Nel libro che hai dedicato ad Anassimandro,² racconti della straordinaria invenzione della scienza, avvenuta a Mileto 2600 anni fa. La possibilità di concepire all'interno di una scuola idee radicalmente divergenti è stata possibile in una città libera, non sottoposta al potere di faraoni o di re. Tu lavori con scienziati e ricercatori di tutti i paesi del mondo. Qual è oggi il nesso tra ricerca scientifica e condizioni politiche, tra sviluppo della scienza e democrazia?

La scienza si nutre della possibilità di mettere in dubbio il sapere del passato. Solo così possiamo scoprire cose nuove. Durante i molti secoli della nostra storia in cui pensavamo che la verità fosse già nota, e fosse custodita da istituzioni detentrici del sapere assoluto, non abbiamo imparato quasi nulla di nuovo. La scienza nasce a Mileto nello stesso momento in cui nasce la democrazia greca, e rinasce in Europa nel momento in cui si allenta il dominio culturale e politico della Chiesa. Oggi però le cose sono molte cambiate, e quasi ribaltate; l'utilità della scienza è largamente riconosciuta in molti paesi del mondo, e la scienza corre

¹ C. Rovelli, *Sette brevi lezioni di fisica*, Milano, Adelphi, 2014.

² C. Rovelli, *Che cos'è la scienza. La rivoluzione di Anassimandro*, Milano, Mondadori, 2011.

più pericoli in regimi democratici che in altri. Un buon esempio è il risultato dell'ultima elezione americana, che ha portato al potere atteggiamenti di rifiuto del sapere scientifico. Ci sono processi simili anche in Italia. Il problema è che la crescita della conoscenza ha bisogno di un equilibrio sottile fra critica e sapere. Ha bisogno di poter resistere tanto all'autorità centrale quanto alla stupidità diffusa. Non è facile, e per questo è un processo fragile. La storia è complessa: regimi centralizzati come la Russia staliniana hanno affossato la biologia, ma hanno prodotto una straordinaria fisica teorica. Il maggior fiorire della scienza antica si è realizzato sotto la monarchia assoluta dei Tolomei. Oggi la Cina, guidata da un solo partito lungimirante, sta crescendo scientificamente più rapidamente delle democrazie occidentali, che rischiano di diventare preda della stupidità collettiva.

Esporsi alla falsificazione fa bene

Una condizione perché ci sia scienza è che le leggi e le teorie siano formulate in modo da potersi esporre alla falsificazione. In più occasioni hai sostenuto la relazione tra il metodo della scienza e l'argomentare democratico. Perché per te è così importante educare alla scienza oggi?

Perché ci insegna a non credere ai nostri maestri. A non credere a quello che sappiamo. E non c'è nulla che apra lo spirito come questo. I maestri sono essenziali, sono la nostra fortuna. Lo sono per due motivi: perché ci trasmettono il sapere passato, e perché ci invitano a porre domande; c'è una sottile contraddizione fra questi due ruoli, ma il secondo è altrettanto essenziale che il primo e forse lo è di più. Per questo, Franco, tu sei un maestro straordinario: perché il tuo lavoro è un invito infinito a porsi domande. Porsi domande significa rendersi conto che non abbiamo già le risposte. O meglio: che siamo pieni di risposte, ma forse sono sbagliate. Scoprire che abbiamo sbagliato è la porta per apprendere. Scoprire che possiamo sempre sbagliare è la porta per aprire la nostra mente. Tu riesci a insegnare ai bambini ad avere fiducia nelle proprie capacità di porre domande e scovare risposte, e allo stesso tempo essere pronti a cambiare idea e non restare impigliati in quello che ci sembra ovvio.

Matematica e fisica

Mi ha sempre affascinato l'idea che la matematica elabori teoremi del tutto astratti e apparente-

mente «inutili» e poi, a distanza di tempo, si scopra che quelle formule spiegano qualcosa che ancora nessun fisico aveva mai visto o intuito. Altre volte avviene il contrario, il fisico vede qualcosa che non ha ancora formule matematiche in cui di può dire, dimostrare. Galileo affermava che la matematica è il linguaggio con cui parla la natura. La tua ricerca mi sembra dimostri che è ancora così. Ci puoi raccontare qualcosa della tua relazione con i matematici? Come funzionano le vostre menti in relazione?

Curiosamente fisici e matematici sono due razze molto diverse. I matematici sanno pensare con precisione, sanno con sicurezza quando una cosa è giusta e quando no, quando una cosa è stata dimostrata e quando no. I fisici invece vedono anche quello che non è stato ancora dimostrato e non sono mai certi che una cosa che si dice sia effettivamente così. I fisici scrutano nel buio aguzzando gli occhi e sono sempre a cercare indizi e tracce. I matematici girano per anni attorno a un problema ma poi pubblicano un teorema e nessuno può più dire nulla. Parlarsi fra queste due razze diverse è sempre difficile, perché i fisici non riescono mai a formulare una domanda precisa e i matematici hanno sempre la risposta precisa a una domanda che non era quella che ci interessava. Ma come sempre parlarsi fra diversi è il modo migliore di imparare. La matematica esplora possibili strutture, la fisica cerca di capire quali strutture organizzino il mondo: è chiaro che ci sono molte cose da dirsi... Einstein ha avuto l'intuizione che lo spazio tempo fosse curvo, e ha trovato già pronta la matematica di Riemann che descrive spazi quadridimensionali curvi: non gli è restato che applicarla per descrivere la realtà, in questo modo ha previsto i buchi neri, le onde gravitazionali e l'espansione dell'universo. Invece Dirac ha scritto la meccanica quantistica usando formule imprecise, ispirando poi un grandissimo matematico come von Neumann a trasformare queste formule in matematica rigorosa.

Le rivoluzioni scientifiche creano metafore utili a capire il mondo

Nel suo Galileo Galilei, Bertold Brecht fa della rivoluzione copernicana una metafora della liberazione dell'umanità dal potere assoluto di papi, re e imperatori. Nei tuoi libri racconti come Werner Heisenberg abbia compiuto la sua rivoluzione formulando un pensiero mai pensato prima. Il mondo non è fatto di corpi, di oggetti, ma di processi e relazioni.

Ad esempio, ci sono particelle che esistono solo se entrano in relazione, se sbattono tra loro, altrimenti non esistono. Per molti di noi, avvicinarci a questo modo di pensare è difficile quanto deve essere stato ammettere che la terra non stesse ferma. Al tempo stesso percepiamo che questo modo di pensare può offrirci un'idea del mondo straordinariamente vitale anche per comprendere cosa sia educare. Quanto gli studi che fai influenzano il modo in cui guardi la tua vita e la vita degli altri?

Il mio lavoro in fisica ha influenzato tantissimo il mio modo di guardare la mia vita e la vita degli altri. Per me, per il mio carattere, la curiosità scientifica e le domande che ci poniamo sulla vita non si sono mai separate. Non è così per tutti i miei colleghi; molti di loro si appassionano a un problema specifico e lo tengono lontano dal resto della loro vita. Per me c'è stata continuità ininterrotta tra la confusione dell'adolescenza con le sue domande sul senso delle cose e della mia vita e le mie curiosità scientifiche. Mi sono appassionato alla scienza per cercare di capire qualcosa di più su me stesso e sul mondo, e lo sforzo di capire spazio e tempo quantistici sono sempre stati mescolati con lo sforzo di trovare un modo generale per pensare a tutto. Credo che quello che soprattutto ha avuto influenza sulla mia vita sia stato vedere la parzialità e gli effetti di prospettiva nella nostra visione del mondo. Riconoscere quanto tutto ciò che ci sembra solido e assoluto non sia in realtà che un riflesso nel gioco di specchi fra noi e il mondo. Questo è stato anche infinitamente rasserenante: vedere che dietro il dolore e il peso del mondo c'è solo una trama sottilissima di illusioni e che nulla di solido resta.

Scienza visionaria

«Per adesso, questo è quello che sappiamo della materia. Una manciata di tipi di particelle elementari che vibrano e fluttuano in continuazione tra l'esistere e il non esistere, pullulano nello spazio anche quando sembra che non ci sia nulla, si combinano insieme all'infinito come le venti lettere di un alfabeto cosmico per raccontare l'immensa storia delle galassie, delle stelle innumerevoli, dei raggi cosmici, della luce del sole, delle montagne»³ [...] «La scienza, prima di essere esperimenti, misure, matematica, deduzioni rigorose, è soprattutto visioni. La scienza è

attività innanzitutto visionaria. Il pensiero scientifico si nutre della capacità di "vedere" le cose in modo diverso da come le vedevamo prima».⁴

I tuoi libri sono una miniera preziosa per chi voglia proporre questa immagine della scienza nella scuola. C'è un consiglio che ti sentiresti di dare per evitare che matematica e fisica continuino a essere materie particolarmente ostiche e odiate da molti?

No, non ho consigli. Penso che tu ne sappia molto più di me su questo. Io insegno all'università, a vari livelli, e la mia esperienza è che gli studenti si fanno catturare e la loro mente si apre solo quando sentono la passione vera nell'insegnante che hanno davanti. Insegnare, mi sembra, non è questione di metodo, ma di innamoramento. Ce lo dicevamo tanti anni fa — ti ricordi? — affascinati dal *Simposio* di Platone, e a me sembra che tutta la mia esperienza di insegnante sia rimasta a questo. Al liceo non mi piaceva la fisica, non la capivo. Qualche anno fa ho pensato a lungo di scrivere un testo di fisica per il liceo, ma poi ho rinunciato, perché l'impresa è enorme. Nel sapere c'è una bellezza bruciante, in tutto il sapere. Come fare in modo che la scuola non sia la tomba di questa bellezza invece che la sua culla? Non lo so... Se fossi ministro dell'istruzione farei una sola cosa per questo: triplicherei lo stipendio degli insegnanti, per farne una professione ambita e amata...

Divulgazione appassionata e fatica della comprensione

La scuola ha molta difficoltà a raccontare la scienza in corso d'opera ed è un peccato. Nelle tue Sette brevi lezioni di fisica e anche ne L'ordine del tempo⁵ tu compi la meritoria operazione di spiegare teorie di grandissima complessità con un linguaggio accessibile, evitando accuratamente di impiegare numeri e formule, se non la più semplice ed elegante, seppure incomprensibile ai non addetti. Come conciliare la narrazione delle scoperte che fai nei tuoi libri con la costruzione delle basi necessarie per entrare con cognizione dentro alcune di quelle scoperte?

Ogni cosa che abbiamo imparato a scuola è la soluzione di un problema che ha appassionato qualcun altro, su cui qualcuno si è scervellato, ha

³ C. Rovelli, *Sette brevi lezioni di fisica*, Milano, Adelphi, 2014, p. 45.

⁴ Ibidem, p. 31.

⁵ C. Rovelli, *L'ordine del tempo*, Milano, Adelphi, 2017.



lavorato e sofferto, e la cui soluzione è stata un momento di entusiasmo. Forse se invece delle soluzioni presentassimo i problemi, i percorsi che le hanno generate, tutto diverrebbe più vero, più vivo. Ogni sapere è un momento di un percorso: quello che è bello è il percorso, il sapere che sta già dentro ogni dubbio, e l'errore già nascosto dentro ogni nuova acquisizione di conoscenza... Certo, per imparare bisogna anche apprendere le tabelline, e altre sofferenze. Non credo che esista una via indolore a nulla. Ma io ho avuto la fortuna di vivere una gran parte della scuola come un meraviglioso viaggio di scoperta, e penso che potrebbe essere così per tanti. Forse alla fine l'unica cosa che davvero conta è qualcuno che ti mostri la sua passione... la passione è più infettiva della peste, e i giovani ne sono la preda più facile.

Geni e comunità scientifica

Nel tuo racconto la fisica va per salti ed è evidente che tu ti appassioni ogni volta che appare un genio capace di pensare l'impensabile. Com'è stata in passato e com'è ora, in un tempo in cui la scienza appare come «collettiva», la relazione tra i pochi geni che hanno rivoluzionato in modo radicale la visione delle cose e tutti coloro che stavano intanto dissodando il terreno perché queste piante pioniere attecchissero?

Nei miei libri non faccio storia della scienza. Parlo dei momenti più luminosi della crescita della

conoscenza, e questi sono spesso legati a persone singole. Se da questo ho dato un'immagine della storia della scienza come prodotta da pochi geni, certo questa è un'immagine falsa. La scienza è un lento percorso ed è tremendamente basata sulla collaborazione di cervelli e qualità diverse. Da solo, nessuno fa nulla, neanche Einstein. Ma questo non toglie il fatto che poi esiste il momento della nascita di un'idea nuova e questo è spesso un momento di profonda solitudine. È così anche oggi: da un lato, sono in tantissimi a fare esperimenti in grandi collaborazioni, e i teorici lavorano in branchi a esplorare territori teorici possibili; ma poi dall'altro ci si rende conto che i più finiscono sempre per seguire le idee di pochi. È come per la musica: Beethoven costruisce su tutta la musica fatta da centinaia di musicisti, poi da solo apre spazi immensi, su cui altri costruiranno.

Visioni, teorie ed esperimenti

L'idea che dai del tuo lavoro è che, pur essendo in contatto con scienziati di tutto il mondo, tu te ne stia sostanzialmente davanti a una lavagnetta nera a pensare una formula semplice ed elegante che concili finalmente, dopo un secolo, la relatività di Einstein con la gravità quantistica, svelando come funzioni l'Universo. Che rapporto c'è tra voi fisici teorici e i grandi laboratori sperimentali come il CERN di Ginevra? Qual è la relazione tra teoria ed esperimenti? E tra centri di ricerca e potere accademico e politico?

Almeno nel mondo della mia fisica, potere politico e potere accademico hanno poco a che fare l'uno con l'altro. Ovviamente ci sono scienziati che devono andare a chiedere soldi ai politici per fare le cose, ma non ho mai saputo di politica che poi cerchi di intromettersi in questioni di scienza, come fa in tanti altri settori. Non so, forse i politici non sono del tutto a loro agio con la teoria quantistica dei campi... Le grandi decisioni nei grandi centri di ricerca sperimentali vengono prese da scienziati, che cercano di prendere la decisione giusta per la scienza, perché sanno che il giudizio su di loro dipenderà da questo. All'interno della comunità scientifica, invece, le lotte politiche, nel senso delle lotte di potere fra gruppi con idee scientifiche diverse, sono forti e talvolta feroci. Sono in gioco i posti universitari, i finanziamenti per la ricerca, per pagare i giovani, ecc. Gli strumenti sono quelli di sempre della politica, come le alleanze, la furbizia,

le relazioni... Come in tutti i campi, ci sono scienziati politici e altri che non lo sono per nulla. Einstein è stato fuori da tutto questo. Newton ne era immerso fino al collo. Per chi fa esperimenti è molto difficile tenersi lontano da queste manovre, perché per fare esperimenti servono soldi. Ma per chi fa solo teoria, come me, è abbastanza possibile, perché come dici tu, alla fine in realtà serve solo una lavagna, un gessetto e molto tempo... In fondo è uno dei motivi per cui ho voluto fare questo mestiere: per sentirmi un po' più libero.

Fisica e guerra

Talete aiutò l'esercito di Creso a passare il fiume Ali e Archimede, trovandosi in mezzo nella guerra tra Roma e Cartagine, fu ucciso perché aveva inventato nuove armi per difendere la sua città. Di tutto ciò tu non ami narrare nei tuoi libri e a me pare una grande rimozione. È possibile raccontare la storia della fisica senza porre la questione della relazione tra la fisica e il potere, il denaro, la guerra? Dopotutto sono stati dei fisici a inventare la bomba atomica che condiziona potentemente anche oggi l'assetto geopolitico del mondo.

L'intreccio storico fra fisica, potere, denaro e guerra è indubbio. Scienza implica conoscenza, conoscenza porta potere: potere di guarire malattie, volare sulla luna, nutrire popoli affamati, ma anche massacrare nemici. Da sempre gli stati finanziano la ricerca scientifica anche con l'obiettivo di ricavarne potere militare: Leonardo da Vinci offriva i suoi servigi a Ludovico Sforza dicendosi capace di ideare armi «Ho anchora modi de bombarde commodissime et facili da portare, et cum quelle buttare minuti (saxi a similitudine) di tempesta; cum el fumo di quella dando grande spavento all'inimico, cum grave suo danno et confusione».⁶ Poche attività umane sono innocenti e la scienza non è certo fra queste. Ma non è da questo intreccio con la guerra che nasce la ragione profonda del desiderio umano di scoprire, conoscere, interrogarsi, guardare lontano. Il desiderio di conoscere lo ritengo buono, e per questo voglio parlarne. Se scrivessi di musica, vorrei parlare dell'incanto della musica, non degli inni militari suonati durante le cariche di cavalleria. La follia della guerra vorremmo diminuirla, smetterla, combatterla. Penso che sia

importante non confondere la follia della guerra con l'impegno dell'umanità verso la scienza. Non è demonizzandone gli strumenti che si combatte la guerra: a Hiroshima e Nagasaki sono morte duecentomila persone, ma nel corso dell'intera seconda guerra mondiale ne sono morte settanta milioni. Quando non avevamo aeroplani ci massacravamo con le spade, e abbiamo commesso più genocidi con quelle che con la dinamite: di molti popoli dell'America non resta neppure memoria. Per difenderci dalla guerra, credo, la strada non è accusare la sete di conoscenza: al contrario, combattere la stupidità che ci impedisce di vedere che collaborare è meglio per tutti, che farci la guerra è una perdita per tutti. Per questo serve razionalità, serenità, intelligenza. Servono i valori dell'Illuminismo, che ha prodotto i primi pensatori che hanno condannato sistematicamente la guerra, come Erasmo e Kant, e i sogni di un mondo pacificato, dove non ci dividiamo in tribù, dove collaboriamo invece che cercare di dominarci l'un l'altro. Dove guardiamo insieme le stelle, invece di guardarci in cagnesco. Per questo preferisco non parlare di come il sapere scientifico sia stato efficace per la guerra, o di come sia stato cercato per fare la guerra; perché voglio parlare delle motivazioni della ricerca della conoscenza che amo, non di quelle che detesto. Non è una rimozione: è voler contribuire a una cosa non all'altra. Da ragazzo, quando dovevo scegliere in che direzione indirizzare i miei studi di fisica, ho scelto la relatività generale perché era una teoria così astratta che — pensavo — non avrebbe mai potuto avere applicazioni militari. Mi sbagliavo. Una ventina di anni dopo ho dovuto vedere in televisione i razzi americani che uccidevano ragazzi iracheni, con commentatori televisivi incantati a spiegarci come i razzi fossero guidati dai satelliti con sistemi che usavano proprio la relatività generale. Ma non è scoraggiando i sogni di Einstein di capire il mondo che potremo evitare di continuare a ucciderci; forse, al contrario, è facendoli vivere, io credo.

BIBLIOGRAFIA

- Rovelli C. (2011), *Che cos'è la scienza. La rivoluzione di Anassimandro*, Milano, Mondadori.
Rovelli C. (2014a), *La realtà non è come ci appare*, Milano, Raffaello Cortina.
Rovelli C. (2014b), *Sette brevi lezioni di fisica*, Milano, Adelphi.
Rovelli C. (2017), *L'ordine del tempo*, Milano, Adelphi.

⁶ Dalla lettera di Leonardo da Vinci a Ludovico Sforza, http://www.scudit.net/mdcurriculum_leo.htm