

Che cos'è la scienza? – 5/7

Un metodo. Ma come funziona?

11 gennaio 1610: Galileo, dopo aver perfezionato il cannocchiale nei mesi precedenti, lo rivolge verso Giove. E accanto al pianeta scopre tre puntini luminosi allineati. La notte seguente ne compare un quarto. Nel giro di pochi giorni, Galileo conclude che quei puntini, per il loro moto apparente, sono satelliti di Giove. Che cos'ha in mente il toscano prima di puntare lo strumento? Sta cercando dei satelliti? Oppure niente, guarda tanto per guardare, senza aspettarsi nulla di particolare? Più probabile la seconda possibilità. Ma allora è un'eccezione, perché nella scienza ben poche scoperte accadono per puro caso.

Però Galileo fonda il metodo scientifico. Certo, non salta fuori dal nulla: Bacone lo ha anticipato e, a ben vedere, pure Aristotele era un empirista. Ma per consuetudine, quando si parla di scienza, si fa risalire a Galileo l'esposizione del metodo. Ché la scienza questo è: un metodo. Non un'enciclopedia, ossia una raccolta di conoscenze certe e acquisite una volta per sempre. La scienza è un metodo per interrogare la realtà alla ricerca di leggi che la descrivano, espresse in forma matematica in quasi tutte le discipline. Proprio come scrive Galileo in quel passaggio famoso:

La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro

laberinto.

– *Galileo Galilei, «Il Saggiatore»*

Tanta è l'importanza della matematica per la fisica, che, dopo Galileo, Newton svilupperà il calcolo differenziale soprattutto come strumento per lo studio della meccanica.

Galileo quindi non è solo uno fra i primi scienziati, ma anche uno fra i i primi epistemologi, col suo metodo basato sulla «sensata esperienza» e la «necessaria dimostrazione». Da allora di acqua sotto i ponti ne è passata parecchia e le scuole epistemologiche sono pullulate. Fino a far concludere a qualcuno, come Paul Feyerabend, che un metodo scientifico nemmeno esiste e che «anything goes», cioè tutto fa brodo. Io non lo seguo, ma non nascondo che i suoi argomenti mi fanno riflettere.

Il metodo scientifico si fonda sul dialogo fra osservazione e teoria. Come l'uovo e la gallina, è impossibile dire quale venga prima. Verrebbe da pensare l'osservazione, ma non è così: se si escludono casi rari come i satelliti di Giove osservati da Galileo puntando il cannocchiale o la penicillina scoperta da Fleming in una coltura batterica contaminata da una muffa, quasi sempre gli scienziati sviluppano strumenti e raccolgono misure avendo quanto meno un'idea di massima di quello che cercano e che sperano di trovare. Poi magari non lo trovano. Invece trovano qualcos'altro. Però un'idea ce l'hanno, ed è sviluppata sulla base di teorie e modelli precedenti.

Il confronto fra i risultati ottenuti e le teorie accettate o almeno ipotizzate può avere due esiti.

Anzitutto può esserci compatibilità: le misure si conciliano con il modello. Dunque la teoria è vera? La si può scrivere nell'enciclopedia delle certezze, da consultare quando si desidera la risposta a tutte le domande scientifiche sulla vita, l'universo e tutto quanto? Per niente: la scienza non

dice che cosa è vero, bensì che cosa è provvisoriamente non falso. Non è affatto la stessa cosa, nonostante i pubblicitari vogliano venderti dentifrici e latticini con l'autorevolezza delle supercazzole scientifiche fonti di verità assolute. Comunque, se nel confronto fra osservazione e previsione teorica non si creano problemi di tipo interpretativo, si studiano nuovi modi di sottoporre a sperimentazione le teorie. E avanti così.

Il secondo caso possibile è un'evidente incompatibilità fra le misure sperimentali e le teorie accettate o almeno ipotizzate. È il caso più raro e più problematico, ma senza dubbio più stimolante per gli scienziati, sia sperimentali sia teorici, perché conduce a sviluppi nuovi e all'inizio non prevedibili. Quando ciò accade e le misure e le osservazioni vengono confermate più volte e in modo indipendente, allora si profilano altre possibilità.

La prima: supporre che le teorie siano giuste, ma siano diverse le condizioni al contorno, ossia che il nostro errore non stia nella conoscenza delle modalità di svolgimento dei fenomeni quanto piuttosto nell'ignoranza di alcuni fattori di cui non si è a conoscenza.

Un esempio chiarificatore ce lo forniscono le scoperte di Nettuno e di Plutone. Fino al 1781 sono noti solo sei pianeti del sistema solare. Però in quell'anno William Herschel scopre il settimo, che viene battezzato Urano. La scoperta è casuale, nel corso di un programma di osservazione di stelle fino all'ottava magnitudine. Si è nel pieno del successo della teoria della gravitazione universale, e il nuovo pianeta si presta alla perfezione per metterla alla prova. Ma negli anni successivi alla scoperta gli astronomi si accorgono con stupore che, anche considerando tutte le perturbazioni gravitazionali provocate dagli altri sei pianeti del sistema, l'orbita di Urano non è come dovrebbe essere. La discrepanza fra la posizione prevista e quella osservata sulla volta celeste è dell'ordine di $1/60$ di grado: piccola ma reale. Per

spiegare il fenomeno misterioso c'è perfino chi propone di modificare la teoria della gravitazione di Newton, suggerendone una versione differente per grandi distanze dal Sole. I dati sperimentali sono lì da vedere, e nessuno si sogna di metterli in discussione solo per salvare un'elegante teoria. Tuttavia non è necessario cambiare nulla, perché, sulla base della stessa teoria newtoniana, altri indagano sulla possibilità che le perturbazioni dell'orbita di Urano siano provocate dalla presenza di un pianeta, ancora più esterno e allora sconosciuto. John Couch Adams in Inghilterra e Urbain Le Verrier in Francia calcolano, all'insaputa uno dell'altro, la posizione del nuovo pianeta. Un po' per colpa sua, un po' per colpa di altri che non lo cagano nemmeno di striscio, i calcoli di Adams vengono ignorati. Invece Le Verrier invia il risultato dei propri studi all'Osservatorio di Berlino e lì, nel corso della prima notte di ricerca, il 23 settembre 1846 Johann Galle e Heinrich D'Arrest trovano il nuovo pianeta, a un solo grado di distanza dal punto sulla volta celeste in cui sarebbe dovuto essere: Nettuno è stato scoperto. Questo successo osservativo non soltanto permette di spiegare le perturbazioni dell'orbita di Urano, ma rappresenta un'ulteriore, brillante conferma della teoria newtoniana della gravitazione universale. Ma... ops! Nel giro di qualche tempo si constata che anche Nettuno fa lo stesso scherzetto di Urano: le caratteristiche della sua orbita non possono essere spiegate considerando gli influssi gravitazionali degli altri pianeti. Siccome l'idea di giustificare il fenomeno introducendo un nuovo pianeta ha funzionato talmente bene la prima volta, gli astronomi suppongono che più lontano di Nettuno si trovi un altro corpo celeste. Infatti Plutone viene scoperto nel 1930 da Clyde Tombaugh sulla base delle previsioni di Percival Lowell, seppure con più difficoltà a causa della minore luminosità, che lo confonde fra le stelle.

Né per Nettuno né per Plutone è stato necessario modificare la teoria, ma è bastato supporre e poi verificare con precise osservazioni che la ragione della discrepanza fra le misure

sperimentali e la teoria era dovuta all'ignoranza di alcune condizioni al contorno: per l'appunto, la presenza di un pianeta non ancora scoperto. Tuttavia con questo procedimento c'è un rischio: quando si esagera, si finisce per introdurre una sfilza di ipotesi ad hoc che proteggono la teoria ma la rendono anche farraginoso. Si è visto con il modello tolemaico del sistema solare, che a forza di epicicli era diventato orrendo e complicato. Quando i tempi furono maturi, il modello copernicano, rivoluzionario sul piano concettuale ma più semplice da un punto di vista matematico, alla fine si impose.

Una seconda possibilità, quando si constata che l'osservazione dei fenomeni è incompatibile con le teorie ritenute vere, consiste nell'intervento su queste ultime: l'operazione più dolorosa, difficile e laboriosa ma anche più stimolante. Le nuove teorie possono sviluppare un quadro concettuale innovativo e costringere a buttare nella spazzatura quelle vecchie, da quel momento in poi abbandonate e inutilizzate. È il caso per esempio della teoria del flogisto, sostituita dalla moderna termodinamica. Oppure le nuove teorie possono comprendere quelle precedenti come casi particolari. Ad esempio, la teoria della relatività ristretta spiega gli stessi fenomeni della meccanica classica, inglobando quest'ultima come caso valido solo quando le velocità sono molto inferiori a quella della luce. In maniera analoga, la teoria della relatività generale si utilizza quando i campi gravitazionali sono intensi e la teoria newtoniana della gravitazione fallisce.

Anche per questo caso esiste un bell'esempio storico: la precessione del perielio di Mercurio. Infatti durante il XIX secolo, con l'affinarsi della precisione strumentale, ci si accorge che il perielio del pianeta, ossia il punto di massima vicinanza al Sole, si sposta in modo non del tutto spiegabile con la teoria newtoniana della gravitazione: la precessione del perielio prevista è 532 secondi d'arco, quella osservata 575. La differenza è molto piccola, ma misurabile e reale.

Siccome il giochino ha funzionato con Urano, gli astronomi ipotizzano la presenza di un altro pianeta, causa della perturbazione. Lo immaginano più vicino al Sole e, prima ancora di averlo osservato, lo battezzano Vulcano. Lo cercano per anni all'interno dell'orbita di Mercurio, ma invano. Difatti Vulcano non esiste. Come si spiega allora la precessione del perielio di Mercurio? Con la teoria della relatività generale, formulata nel 1915 da Einstein per tutt'altri motivi. Applicata allo studio dell'orbita di Mercurio, la nuova teoria prevede proprio quel fenomeno.

Insomma, la fisica newtoniana non è «sbagliata», ma si limita a essere applicabile soltanto ai fenomeni in cui i corpi non hanno velocità relativistiche e non sono immersi in intensi campi gravitazionali. Per lanciare le sonde interplanetarie Newton basta e avanza, ma per studiare le particelle negli acceleratori o le stelle in orbita intorno ai buchi neri ci vuole Einstein.

Che le osservazioni confermino le teorie note, permettendo di lasciarle immutate, o che impongano di modificare le conoscenze, scoprendo l'esistenza di diverse condizioni al contorno oppure rigettando le vecchie teorie o inglobandole in teorie nuove, la conseguenza della sperimentazione è un modello teorico. Sulla base del modello si fanno delle previsioni, cioè si cerca di immaginare quali saranno i risultati di nuovi esperimenti o di nuove osservazioni. Si eseguono quegli esperimenti e o quelle osservazioni e si confrontano i risultati ottenuti con le previsioni della teoria, verificandone la compatibilità o meno. Il procedimento ricomincia daccapo, in un susseguirsi di previsioni teoriche, sperimentazione, confronto, accettazione o modifica delle teorie, nuove previsioni, nuova sperimentazione, nuovo confronto e così via. Questo è il metodo scientifico. Applausi?

Calma e gesso. In realtà non sempre il procedimento è lineare e indolore. Spesso le teorie, prima di essere respinte,

subiscono dei tentativi di modifica da parte dei loro autori innamorati. Capita pure che i risultati sperimentali vengano discussi, criticati, controllati, verificati più e più volte. E magari pure rigettati, quando si scopre che erano affetti da errori. Stai pensando ai neutrini superluminali? Esatto! Ci sono anche scienziati che restano abbarbicati per tutta la vita a teorie superate e screditate. Un esempio? Poiché lo abbiamo citato all'inizio, rifacciamolo qui, ma non per lodarlo: Galileo ignorò del tutto le orbite ellittiche proposte da Keplero. Spesso le nuove idee hanno bisogno di un'intera generazione per radicarsi e diventare il nuovo paradigma. Max Planck sosteneva che nella scienza il progresso procede un funerale alla volta. Del resto gli scienziati sono esseri umani, e degli umani hanno limiti, difetti, debolezze. Ma la scienza non è un'impresa intellettuale individuale, e la verità scientifica si afferma in un processo globale da considerare nella sua totalità.

C'è poi la questione della sperimentazione. Perché si fa presto a dire «esperimento scientifico» e a visualizzare un laboratorio. Ma alcune discipline un laboratorio neppure ce l'hanno. Per esempio, gli astrofisici osservano fenomeni e sviluppano modelli, ma poi non possono riprodurre a piacimento oggetti e condizioni per studiarli con comodo modificando i parametri in condizioni controllate, perciò possono solo guardarsi attorno e cercare altri oggetti simili. Per gli astrofisici, l'intero universo è un unico, immenso laboratorio, ma è fuori dal loro controllo e devono accontentarsi di quel che passa il convento. Per verificare le proprie teorie. Giusto?

Sbagliato.

(5/7 – continua)

Choam Goldberg

(Foto: Free-Photos da Pixabay)

*Qui sotto trovi la possibilità di commentare quest'articolo.
Per farlo, devi*

- 1. confermare che sei ateo/a,*
- 2. essere consapevole che, se menti, stai commettendo il gravissimo peccato di apostasia,*
- 3. aspettare che il commento sia approvato dall'admin.*

L'approvazione dei commenti dipende dall'insindacabile e inappellabile giudizio dell'admin. Se vuoi saperne di più a proposito dei commenti, puoi consultare le FAQ.

Inoltre puoi commentare gli articoli e i post nel Gruppo Facebook de L'Eterno Assente.

Tutti gli articoli di questa serie

Potrebbero interessarti anche gli articoli di questi Percorsi:

Spiegoni

Potrebbero interessarti anche i video di questi Percorsi:

Spiegoni