

VI. LA METODOLOGIA DEI PROGRAMMI DI RICERCA SCIENTIFICI: UNA REVISIONE

di
Matteo Motterlini

1. Corroborazione, supporto empirico e preferenza teorica

La natura può gridare il suo No, ma l'ingegnosità umana – contrariamente a quanto sostengono Weyl e Popper – può sempre gridare più forte.

Troppo della scienza reale risulta irrazionale se la razionalità scientifica coincide con la razionalità falsificazionista.

Imre Lakatos

Nessuno aveva mai pensato che un paio di stelle potessero apparire a distanze differenti l'una dall'altra a seconda che fossero osservate o no in una situazione in cui i loro raggi passassero sufficientemente vicini al Sole per giungere agli osservatori terrestri, fino a quando la teoria della relatività generale di Einstein non predisse che ciò poteva corrispondere a una corretta descrizione della realtà. La *conferma* di tale *predizione* grazie alle spedizioni del 1919 ebbe un'influenza enorme sulla comunità scientifica per l'accettazione della *teoria*. Più precisamente, nel marzo del 1917, l'astronomo reale, Sir F.W. Dayson, aveva segnalato che la configurazione stellare del 29 maggio 1919 (data di una futura eclissi) sarebbe stata adatta per misurare la deflessione predetta dalla relatività generale (*Figura 1*); ma solo nel novembre del 1919 si ebbe l'annuncio formale dei risultati.¹ Così concluse Dayson: "Dopo un attento studio delle lastre sono pronto a dichiarare che esse confermano la previsione. Il risultato ottenuto è ben preciso: la luce viene deflessa in accordo con la legge di gravitazione di Einstein" (citato in Pais, 1986, p. 236).

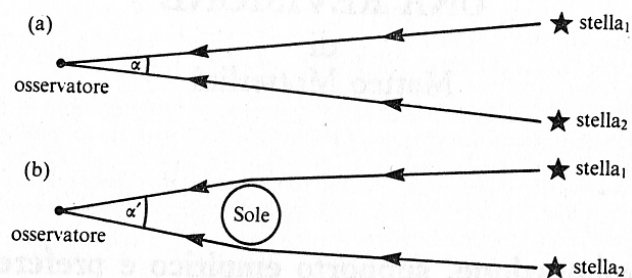


Figura 1. La deflessione gravitazionale della luce in prossimità della massa solare: $\alpha' > \alpha$. (Da Oldroyd, 1986, p. 392)

Nessuno prima del 1823 aveva immaginato che ci potesse essere una chiazza chiara al centro dell'ombra di un disco opaco, fino a che la teoria della luce di Fresnel predispose proprio questo (cfr. Worrall, 1976). La conferma sperimentale di Arago della predizione di Fresnel fu salutata dalla comunità scientifica come un elemento in favore dell'accettazione della teoria ondulatoria della luce. Guardando alla storia della scienza, dunque, *sembra* che i ricercatori siano particolarmente impressionati da quelle teorie che hanno prodotto predizioni empiriche di successo. Non mancano esempi nell'antichità: Talete predispose un'eclissi e diventò uno dei Sette Savi; i Gesuiti del Collegio Romano vagliavano i differenti "sistemi del mondo" ricorrendo al criterio che con l'uno o l'altro di essi "non solo si possono spiegare tutti i fatti noti, ma anche predire i fenomeni futuri".² È ancora, secondo Leibniz, "la più grande garanzia che si possa dare di un'ipotesi è che con il suo aiuto si possano fare predizioni anche intorno a fenomeni o esperimenti non previsti".³

Chiediamoci quindi: il valore delle predizioni è totalmente immaginario e riflette semplicemente una sorta di effetto psicologico che influenza le decisioni della maggior parte degli scienziati, oppure è un elemento da tenere in dovuta considerazione nel tentativo di formulare un'adeguata teoria del controllo empirico?

Si tratta di una questione a lungo dibattuta nella storia della filosofia della scienza. Secondo Cartesio, Leibniz, Whewell, per esempio, una buona ipotesi scientifica non deve solo rendere con-

to di fenomeni conosciuti ma predirne di nuovi. Spiegare un fatto è una cosa, predire fatti nuovi un'altra; e nel valutare il grado di sostegno empirico di un'ipotesi scientifica dovremmo tenere in considerazione tanto il successo quanto il fallimento delle predizioni implicate dall'ipotesi in questione. Questo è, in breve, il punto di vista che caratterizza l'approccio *storico* (o *temporale*) alla teoria della conferma. Storico, secondo l'espressione di Alan Musgrave (1974), perché la scansione temporale di teoria ed evidenza è decisiva in funzione della conferma.

Sull'altro versante Mill, Keynes, Carnap e i bayesiani in genere considerano invece piuttosto irrilevante se i fatti a sostegno di una data ipotesi siano il prodotto di una precisazione implicata dall'ipotesi sotto controllo oppure se siano "noti alla scienza" prima che questa stessa ipotesi venga formulata. Ciò che conta nel valutare il grado di conferma di una teoria, secondo i pensatori citati, non è tanto il peso qualitativo dell'evidenza quanto piuttosto la relazione logica (atemporale) fra teoria ed evidenza. Indicheremo tale presa di posizione, sempre seguendo la terminologia di Musgrave, come approccio *logico* alla conferma.

Se ora ricordiamo che una teoria è generalmente ritenuta scientifica piuttosto che pseudoscientifica nella misura in cui è in grado di ricevere un "genuino" sostegno dai fatti, e che una teoria è giudicata migliore della rivale se è confermata dai fatti meglio della rivale, allora si capisce che – per dirla con Lakatos – non ci troviamo solo alla presenza di un "problema filosofico da salotto", ma a una questione "di vitale importanza sociale e politica": "i copernicani", commenta Lakatos, "furono 'scomunicati' dalla Chiesa cattolica e i mendeliani perseguitati dal Partito comunista sulla base del fatto che le loro dottrine erano pseudoscientifiche" (1978a, p.3).

Quand'è, dunque, che un fatto costituisce una genuina conferma (o corroborazione) di una teoria? E quando un fatto conferma (o corrobora) una teoria meglio di un'altra?

Come si è visto nel cap. I, par. 3.3, la *corroborazione*,⁴ per Popper, non è induttiva, essendo semplicemente "un conciso resoconto valutativo dello stato (a un certo tempo t) della discussione critica di una teoria, riguardo al modo in cui risolve i suoi problemi; al suo grado di controllabilità; alla severità dei controlli cui è stata sottoposta; al modo in cui li ha superati" (1972, p. 38, con leggera modificazione della traduzione).

In questo contesto Popper ha il merito di aver mostrato che il "dogma dell'empirismo neoclassico" – per usare l'espressione di Lakatos – vale a dire il dogma dell'identità di probabilità e grado

di sostegno empirico (o conferma o peso dell'evidenza o corroborazione) è lontano dall'essere autoevidente: egli ha sostenuto di contro che la funzione $C(h,e)$, ossia la corroborazione di un'ipotesi h alla luce dell'evidenza e , "non soddisfa le regole del calcolo delle probabilità", o, in altri termini, che $C(h,e) \neq p(h|e)$ (cfr. Popper, 1959, pp. 444-453 e 1983, pp. 238-242; si veda anche Lakatos, 1968, pp. 171-204).

In difesa di questo punto di vista, Popper argomenta che la probabilità iniziale di asserzioni universali non può in alcun modo essere accresciuta dall'evidenza. La critica humeana dell'induzione ha precisamente liquidato ogni tentativo il cui fine fosse la verifica di (o l'assegnazione di probabilità, ovviamente diverse da zero, a) ipotesi universali. Tecnicamente, essa implicava, secondo Popper, l'*indipendenza stocastica* tra gli eventi che costituiscono gli "esempi" dell'asserzione universale considerata (cfr. Popper, 1959, pp. 412-413 e 497). Ma l'indipendenza a sua volta implicava probabilità *a priori* zero e quest'ultima probabilità finale zero, quale che sia l'evidenza a favore dell'ipotesi.

Per illustrare tale ultimo punto riprendiamo in esame il *teorema di Bayes*, normalmente usato per stimare la misura in cui la nuova evidenza incrementa la probabilità di una ipotesi (cfr. *questo volume*, cap. V, par. 4, formula (6)).

Scriviamo $p(h)$ per probabilità *a priori* di una legge universale h , e $p(h|e)$ per la probabilità di h data e , e $p(e|h)$ per la probabilità di e data h ; dal *teorema di Bayes* sappiamo che

$$p(h|e) = \frac{p(e|h)p(h)}{p(e)}$$

È immediatamente evidente che, quali che siano $p(e)$, purché $p(e) \neq 0$, e $p(e|h)$, $p(h|e)$ deve essere uguale a zero se $p(h)$ è uguale a zero. Pertanto se $C = p$, allora la conferma di una legge universale, non importa quanta evidenza si sia osservata in suo favore, deve essere pari a zero.⁶

Non resta allora, a detta di Popper, che indicare come *scopo della scienza* un fine diverso da quello dell'accrescimento della probabilità:

[...] possiamo imparare dall'esperienza una quantità sempre maggiore di cose intorno alle leggi universali, senza mai aumentarne la probabilità, [...] possiamo controllare e corroborare alcune di queste leggi sempre meglio, aumentando così il loro grado di corroborazione, senza alterare la loro probabilità, il cui valore rimane zero. (1959, p.431)

Ciò posto, Popper sottolinea come non sia tanto il numero dei casi corroboranti a determinare il grado di corroborazione di un'ipotesi, quanto piuttosto "la severità dei controlli ai quali l'ipotesi può essere ed è stata sottoposta" (1963, p. 295). La definizione popperiana di *controllo severo*, che ha come risultato l'evidenza e data un'ipotesi h e la conoscenza di sfondo k , è fornita dalla seguente espressione:

$$(i) \quad S = p(e|h \ \& \ k) - p(e|k)$$

Popper spiega inoltre che l'espressione (i) è di "importanza cruciale" per la funzione $C(h,e)$, in quanto questa funzione non è altro che "un modo differente per 'normalizzare' l'espressione" (i), essa perciò "cresce e decresce con la" (i) (cfr. 1959, p. 463).

Un fatto, dunque, corrobora una teoria se è il risultato di un "controllo severo"; un controllo non è severo se teoria e conoscenza di sfondo predicano gli stessi fatti implicati dalla sola conoscenza di sfondo. Più precisamente, ciò che l'espressione (i) afferma è che la severità di un controllo il cui esito è l'evidenza e data l'ipotesi h e la conoscenza di sfondo k è tanto maggiore quanto *più* probabile è e relativamente a h e k e quanto *meno* probabile è e relativamente a k soltanto. In altre parole, un fatto costituisce una *genuina conferma* di una teoria se questo fatto è implicato dalla teoria e allo stesso tempo *non fa parte della conoscenza di sfondo* (cfr. Popper, 1959, pp. 458-474; 1983, pp. 248-269).

Tali considerazioni suggeriscono uno *slittamento di significato* di notevole portata. Secondo Popper, infatti, il *supporto empirico* non è una semplice relazione a due posti tra ipotesi ed evidenza, ma piuttosto una relazione a tre posti tra *ipotesi*, *evidenza* e *conoscenza di sfondo*. Inoltre, se ora, seguendo Popper, caratterizziamo la conoscenza di sfondo come l'insieme di "tutte le cose che accettiamo (in via di tentativo) come non problematiche durante il controllo della teoria" (1963, p. 62; con lieve modificazione della traduzione), risulta chiaro che l'elemento *temporale* assume un ruolo cruciale in vista della valutazione dei meriti di una teoria scientifica. Infatti, una teoria che ha come conseguenze empiriche dei fatti contenuti nella conoscenza di sfondo, vale a dire "noti e accettati dalla scienza" al tempo t in cui la teoria è sottoposta a controllo, sarà ben poco corroborata (o non corroborata affatto) da quei fatti; laddove questi stessi fatti confermerebbero la teoria qualora fossero il risultato di predizioni della teoria ma non della conoscenza di sfondo.

L'approccio storico alla conferma avanzato da Popper ha il pregio di catturare molte delle intuizioni degli scienziati in casi particolari: può rendere conto di quelle situazioni in cui due teorie rivali sono in grado di spiegare gli stessi fenomeni e, ciononostante, soltanto una di esse è considerata dalla comunità scientifica come genuinamente confermata da quei fenomeni. Per esempio, nell'ambito della fisica della seconda metà del XVII secolo, in cui si trovarono a competere due programmi di ricerca rivali come quello cartesiano e quello newtoniano, l'approccio popperiano ci consente una "ricostruzione razionale" capace di rendere conto del perché, nonostante i cartesiani fossero in grado di articolare le loro teorie in modo da accomodare *post hoc* gli stessi fatti predetti dalla teoria di Newton, quei fatti siano stati stimati dalla maggior parte degli scienziati militanti come una conferma della fisica newtoniana e non di quella cartesiana.

L'insistenza di Popper sull'importanza dei controlli severi è inoltre strettamente connessa a un altro importante requisito delle teorie scientifiche: la *controllabilità indipendente* (cfr. *questo volume*, cap. I, par. 3.5). Così si esprime Popper (1957):

Affinché l'*explicans* non sia *ad hoc*, deve essere ricco di contenuto: deve avere una varietà di conseguenze controllabili e, fra esse, specialmente le conseguenze controllabili che differiscono dall'*explicandum*. Sono queste conseguenze controllabili differenti che ho in mente quando parlo di controlli *indipendenti*, o di base sperimentale *indipendente*. (1972, p. 259)

Dall'argomentazione di Popper consegue che solo quei controlli che sottopongono la teoria al rischio della falsificazione sono genuini; e una teoria i cui "parametri liberi" sono stati fissati in funzione delle osservazioni note non si troverà mai in pericolo di falsificazione di fronte a quelle osservazioni,⁷ e non potrà pertanto ricevere conferma da queste. Non basta, quindi, che la teoria implichi dell'evidenza accettata perché quest'evidenza valga a conferma della teoria; occorre anche che la teoria implichi "fatti nuovi", "evidenza indipendente".

Come è noto, la deflessione gravitazionale della luce non è l'unica previsione di successo che avrebbe spianato la strada alla "rivoluzione in scienza" costituita dalla relatività generale (cfr. Pais, 1982, p. 329).

Urbain-Jean-Joseph Le Verrier era stato il primo a osservare un'anomalia nell'orbita di Mercurio [cfr. *Figura 2*] e a tentare di darne una spiegazione. Il 12 settembre 1959 egli sottopose all'Accademia delle Scienze di Parigi il testo di

una lettera di Hervé Faye nella quale aveva riportato le proprie conclusioni. Il perielio di Mercurio precedeva di trentotto secondi per secolo a causa di "qualche azione sconosciuta" sulla quale non si era ancora fatta luce; si trattava di "una difficoltà seria degna dell'attenzione degli astronomi". L'unico modo per spiegare l'effetto sulla base dei corpi conosciuti sarebbe stato, osservava Le Verrier, di aumentare la massa di Venere almeno del dieci per cento, una modifica inammissibile. Egli sospettava fortemente che la causa potesse essere un pianeta non ancora osservato interno all'orbita di Mercurio. (Pais, 1982, p. 276)⁸

Noto è anche il fatto che Einstein nel 1915 riusciva a spiegare quell'anomalia nel quadro della relatività generale. Il 17 gennaio del 1916, Einstein confidava a Paul Ehrenfest: "Per alcuni giorni sono rimasto fuori di me per l'eccitazione e la gioia"; il mistero di Mercurio era stato svelato "senza ricorrere ad alcuna speciale ipotesi" (citato in Pais, 1982, pp. 275-277).

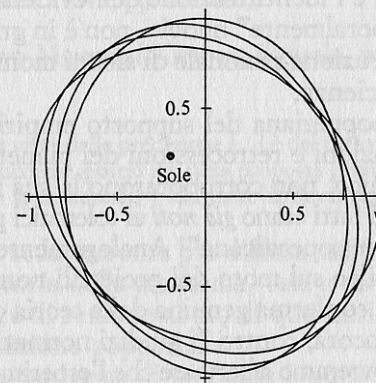


Figura 2. L'orbita ellittica di Mercurio ruota nel suo piano, cosicché anche il perielio (punto di massimo avvicinamento al Sole) si trova a dover ruotare: l'orbita reale del pianeta descrive così una specie di rosetta. Conseguentemente, la direzione del perielio non è più costante, ma si trova a essere soggetta a un movimento di rotazione, o "precessione". Il disegno è stato ottenuto con il calcolatore; i numeri (essendo l'unità di misura puramente arbitraria) servono solo per evidenziare gli aspetti qualitativi del fenomeno.

Le considerazioni di Popper consentirebbero quindi di guardare alle vicende relative all'"anomalia" di Mercurio come a una conferma "genuina" della teoria della relatività generale di Einstein ma non della teoria della gravitazione di Newton, nonostante questi stessi fatti possano essere implicati dalla teoria di Newton attra-