

I.
CRESCITA DELLA CONOSCENZA
E FALLIBILISMO*

di
Giulio Giorello e Matteo Motterlini

1. Il “problema di Hume” e il “problema di Kant”

Lo scienziato teorico non è da invidiare. Perché la Natura, o più esattamente l'esperimento, è un giudice inesorabile e poco benevolo del suo lavoro. Non dice mai “Sì” a una teoria: nei casi più favorevoli risponde: “Forse”; nella stragrande maggioranza dei casi, dice semplicemente: “No”. Quando un esperimento concorda con una teoria, per la Natura significa “Forse”; se non concorda, significa “No”. Probabilmente ogni teoria un giorno o l'altro subirà il suo “No”.

Albert Einstein

1.1 Hume e le difficoltà dell'induttivismo

Così David Hume concludeva *An Enquiry Concerning Human Understanding* (1748):

Quando [...] scorriamo i libri di una biblioteca, di che cosa dobbiamo disfarci? Se prendiamo in mano qualche volume - di teologia o di metafisica scolastica, per esempio - chiediamoci: “Contiene forse dei ragionamenti astratti intorno alla quantità o al numero?” No. “Contiene dei ragionamenti basati sull'esperienza e relativi a dati di fatto o all'esistenza delle cose?” No. Allora diamolo alle fiamme, giacché esso non può contenere nient'altro che sofisticheria e inganno. (pp. 335-336)

Prima di accendere i roghi humeani, però, sarebbe bene ricordare che, per esempio, Joseph Glanvill (1636-1680), filosofo della

* Come autori di questo capitolo e dei successivi capitoli sesto e settimo desideriamo ringraziare per suggerimenti e critiche Donald Gillies, Marco Mondadori, Antonio Sparzani, John Worrall, Elie Zahar.

Royal Society, vedeva il paradigma del ragionamento sperimentale nella *stregoneria*.

Nella chiusa di *An Enquiry Concerning Human Understanding*, si intrecciano quelli che Karl Popper (1979) ha denominato “i due problemi fondamentali della teoria della conoscenza”: il problema dell’*induzione* e il problema della *demarcazione*.

Abitualmente chiamiamo inferenze induttive tutti quei ragionamenti che ci fanno trovare qualcosa di più o di nuovo rispetto alle premesse (cfr. *questo volume*, cap. V, par. 2):

Adamo, per quanto si supponga che le sue facoltà mentali fossero, fin dall’inizio, assolutamente perfette, non avrebbe potuto inferire dalla fluidità e dalla trasparenza dell’acqua che essa lo avrebbe soffocato, o dalla luminosità e dal calore del fuoco che esso lo avrebbe consumato. Nessun oggetto rivela mai, attraverso le qualità che appaiono ai sensi, le cause che l’hanno prodotto o gli effetti che ne deriveranno; e la nostra ragione, senza l’assistenza dell’esperienza, non può mai trarre un’inferenza che riguardi l’esistenza effettiva e i dati di fatto. (p. 167)

Benché Hume non abbia mai impiegato il termine “induzione”, salvo una volta, nell’Appendice al *Treatise of Human Nature*, e in un senso non rilevante per la nostra indagine, una parte consistente della sua opera affronta la questione della *giustificazione* delle inferenze induttive¹ – inferenze che donne e uomini si suppone impieghino nella vita quotidiana e nella ricerca scientifica² (cfr. la magistrale esposizione della filosofia di Hume in Russell, 1945, cap. XVII, in particolare p. 640).

Vale la pena qui ricordare una storiella il cui protagonista è il solito carabiniere. Un bel giorno il nostro decide di andare al cinema dove proiettano l’ultimo *thriller* di successo. Esibisce il tesserino alla cassiera e si gode lo spettacolo. Il giorno dopo, stesso cinema, stesso film, stessa ora: il carabiniere esibisce il tesserino e torna a godersi lo spettacolo. La cosa si ripete per *molti* giorni, finché una volta la cassiera, ormai familiarizzata con i baffi del carabiniere, osa domandargli perché egli si ostini a rivedere la pellicola. “Voglio *controllare* se anche oggi il detective riesce a catturare l’assassino”, risponde trionfante il carabiniere.

Di solito le barzellette sui carabinieri hanno un che di derisorio; noi tuttavia non condividiamo affatto questo atteggiamento nei confronti dell’Arma. E, in particolare, del nostro carabiniere, che rivela un’acutezza epistemologica pari a quella di Hume, o Popper. Infatti, la sua diffidenza potrebbe essere salutare perché: (i) qualche anarchico, in spregio di Legge & Ordine, ha manomesso segretamente la pellicola per cambiare il finale, oppure (ii) la casa

produttrice si è servita di una tecnologia d’avanguardia che fa sì che il film cambi da proiezione a proiezione – una cosa del genere, seppur più rudimentale, avviene nel racconto *La mezzatinta* di Montague Rhodes James...

Non pochi di coloro che ritenevano di dover *giustificare* l’impresa scientifica – più precisamente la scienza osservativa e sperimentale – si sentivano autorizzati a *ragionare da casi ripetuti di cui avevano esperienza a casi di cui non avevano esperienza*. Popper ha chiamato “giustificazionista” il loro atteggiamento e vi ha contrapposto un atteggiamento “critico” non molto diverso da quello del nostro carabiniere. Ma già Hume aveva sostenuto che non c’è alcun fondamento *logico* dell’induzione, eppure *nella pratica* donne e uomini continuano ad agire sulla base di inferenze induttive. Qual è, dunque, questo principio associativo così forte che conduce la mente a compiere il passaggio dai casi osservati a quelli non osservati? Ecco la risposta di Hume:

[...] la credenza che accompagna l’impressione presente ed è prodotta da numerose impressioni e congiunzioni passate, sorge immediatamente, senza nessuna nuova operazione né della ragione né dell’immaginazione. [...] Se, dunque, chiamiamo ABITUDINE ciò che procede da un’antecedente ripetizione, senza nessun nuovo ragionamento o inferenza, possiamo stabilire come verità certa che ogni credenza, la quale segua un’impressione presente, ha in questa la sua unica origine. Quando siamo abituati a vedere due impressioni congiunte insieme, l’apparire o l’idea dell’una immediatamente ci porta all’idea dell’altra. (Hume, 1739-1740, p. 117)

Ricordiamoci, però, dell’esigenza espressa in modo così icastico in *An Enquiry*: poter distinguere senza ambiguità e dubbi i buoni libri di scienza da tutti quei volumi che vengono usualmente spacciati per scientifici ma che contengono solo *pseudoscienza* (nella quale Hume includeva sia la teologia sia la metafisica). Il punto è, per dirla con Hans Reichenbach, che una volta messa in discussione l’induzione, “la scienza non avrebbe più il diritto di distinguere le sue teorie dalle creazioni fantastiche e arbitrarie della mente di un poeta” (citato in Popper, 1934, 1959, p. 6). Queste parole mostrano che, tradizionalmente, la soluzione del problema della demarcazione tra scienza e pseudoscienza passava attraverso la questione dell’induzione. Come spiega Popper (1963):

Perché, mi domandavo, tanti scienziati credono nell’induzione? Scoprii che vi credevano perché erano convinti che la scienza della natura fosse caratterizzata dal metodo induttivo — da un metodo che ha come punto di partenza, e come fondamento, lunghe sequenze di osservazioni ed esperimenti. Essi cre-

devano che la differenza fra la scienza genuina e la speculazione metafisica o pseudoscientifica dipendesse unicamente dall'impiego del metodo induttivo, credevano cioè (secondo la mia terminologia) che solo l'induzione potesse costituire un *criterio di demarcazione* soddisfacente. (pp. 94-95)

1.2 Oltre il capo di Buona Speranza: Kant e i confini dell'esperienza

Perché i filosofi – in particolare i “filosofi della natura” (quelli che dall'Ottocento in poi saranno chiamati *scienziati*) – hanno sentito così profondamente il bisogno di tracciare una linea di demarcazione tra l'attività scientifica propriamente detta e altre forme di attività umana come la poesia, il mito, la religione, la metafisica ecc.? La questione ricorre in “razionalisti” come Cartesio – ove la corretta applicazione delle “regole per la guida dell'intelligenza” garantivano la scienza genuina – e in “empiristi” come Locke – ove era la “nuova teoria delle idee” a indicare il confine che la speculazione non deve oltrepassare, pena tramutare il costruttivo dibattito scientifico in controversia vuota e perpetua. L'esigenza della demarcazione non sarebbe stata sentita in modo così urgente se la rivoluzione intellettuale, con cui esordisce tra Cinquecento e Seicento la scienza “dei Moderni”, non avesse audacemente introdotto entità in linea di principio non osservabili per andare oltre la mera descrizione del dato empirico. Non intendiamo discutere quanto tale atteggiamento affondi le sue radici in forme di pensiero e in *stili* filosofici più antichi dell'“Antichità” che i Moderni si proponevano di respingere (cioè la tradizione che faceva capo ad Aristotele): non vogliamo, cioè, approfondire se occorra risalire fino al matematicismo di Pitagora o all'atomismo di Democrito per ritrovare l'embrione della fisica come ancora la intendiamo oggi (cfr. per esempio d'Espagnat, 1979); o se sia in Platone che si debba cercare l'archetipo di una spiegazione scientifica più informativa dell'elenco di fatti che si intendono citare (cfr. su questo tema Bechler, 1991). Il punto è che – contrariamente a una presentazione che era abituale presso i loro contemporanei – Keplero, Galileo, Cartesio e lo stesso Newton, nonché altri “padri fondatori” della scienza moderna, erano nella loro pratica ben diversi dalla caratterizzazione del corretto ricercatore scientifico cara alle forme di “empirismo radiocale”, per cui è ammissibile solo quel tanto di *teoria* che derivi dalla *osservazione senza preconcetti* (cfr. Amsterdamski, 1973, 1975,

pp. 1-23). Tuttavia, la magistrale analisi della “strada imboccata da Newton nella ricerca” presentata da Mach (1905) ha demolito questo mito storiografico, alimentato dallo stesso Newton nel tentativo di *giustificare* gli aspetti più audaci della sua *nuova* fisica (cfr. in particolare pp. 232-235). Da parte sua Popper (1963) ha insistito che già

Kant vide con la massima chiarezza che la storia della scienza aveva confutato il mito baconiano secondo cui si deve cominciare dalle osservazioni per derivare da queste le teorie. Kant comprese anche, chiaramente, che dietro questo fatto storico si nascondeva una questione di carattere logico. [Tuttavia...] la formulazione kantiana non implica solo che la ragione tenta di imporre leggi alla natura, ma anche che essa riesce in ciò invariabilmente. Kant credeva infatti che le leggi di Newton fossero da noi imposte con successo alla natura: che fossimo costretti a interpretare la natura secondo queste leggi; dal che concludeva che dovevano essere vere *a priori*. (pp. 325-329)

Queste parole mostrano come l'analisi *critica* della *struttura* della scienza non possa prescindere dalla dinamica *storica* di quest'ultima: ciò è già implicito nell'approccio kantiano. Per esempio, la Prefazione alla seconda edizione (1787) della *Kritik der reinen Vernunft* prospetta la nascita della dimostrazione nella geometria greca “come *una* rivoluzione del modo di pensare [...] ben più importante della scoperta del capo di Buona Speranza” (p. 20, *corsivo nostro*). Con la stessa parola – “rivoluzione” – Kant caratterizza anche le varie tappe della filosofia naturale da Copernico a Newton, quest'ultimo inteso come lo scopritore della “forza invisibile [...] che tiene unita la struttura del mondo” (p. 27). Il latino *revolutio* e i suoi derivati nelle lingue europee sono ormai slittati dall'indicazione della restaurazione delle condizioni originarie a quella della conquista del nuovo (cfr. per esempio Cohen, 1985).³ Ma per Kant il compito delle rivoluzioni – in geometria come in fisica – è farci “imboccare la vera strada” del sapere “per tutti i tempi per una distanza infinita” (p. 20). Questa sicurezza prussiana nei confronti della geometria *euclidea* e della fisica *newtoniana* è perfettamente comprensibile dal momento che gli elementi di Euclide da secoli avevano offerto un paradigma di rigore matematico e i *Principia* di Newton un modello di filosofia naturale premiato da grandi successi. In più Kant pretendeva che fosse possibile una rivoluzione, analoga a quelle avvenute nella scienza, perfino in filosofia: è la celebre “rivoluzione copernicana” per cui noi siamo i legislatori della natura. Una circostanza che, almeno agli occhi di Kant, non annulla ma esalta il ruolo dell'esperienza:

[...] la ragione, conformemente a ciò che essa stessa introduce nella natura, *deve cercare in quest'ultima* (non già attribuirle un mondo fittizio) *ciò che essa deve imparare della natura*, e di cui per se stessa non saprebbe nulla. (1781, 1787, pp. 21-22, corsivo nostro)

È noto tuttavia che gli sviluppi della riflessione sulla geometria (geometrie “non euclidee”, generalizzazioni riemanniane, programma di Klein, ecc.)⁴ hanno minato la fiducia “ingenua” nella geometria di Euclide, mentre nuove rivoluzioni in fisica si sono opposte alla convinzione che la fisica newtoniana fosse una sorta di verità definitiva. Già Poincaré (1902) per la geometria e Mach (1905) per la fisica ritenevano legittimo allontanarsi dalla rigidità kantiana – un aspetto questo che sarà vivacemente ripreso dai rappresentanti del positivismo logico. Altri pensatori del Novecento – valga per tutti Cassirer⁵ – hanno però sottolineato come la comparsa di geometrie non euclidee e l'avvento di fisiche non newtoniane non inficino l'idea di fondo della filosofia trascendentale kantiana. Non entriamo qui nel merito della questione. Resta il fatto che, a prescindere dalla sicurezza di Kant nei confronti di Euclide e di Newton, l'autore della *Critica della ragion pura* ha messo in evidenza, per dirla con Popper (1963), “che *il mondo quale lo conosciamo è una nostra interpretazione dei fatti osservabili alla luce di teorie che inventiamo noi stessi*” (p. 329). Sotto questo profilo molta della filosofia della scienza del Novecento – da Mach a Popper a Lakatos – si potrebbe intendere come una serie di glosse a Kant con una rilevante qualificazione: mentre Kant riteneva che “fossimo costretti a interpretare la natura secondo le leggi [di Newton]” (1963, p. 329), noi oggi pensiamo che l'intelletto umano cerchi di imporre le proprie leggi alla natura “con variabili possibilità di successo” (p. 329); e un analogo atteggiamento fallibilista si ritroverebbe, a detta di Lakatos (1963-1964a) e altri, entro la stessa matematica pura. Già Mach (1905) proponeva di “liberarsi dalle pastoie di Kant” (p. 275), intendendo con ciò svincolarsi dalla fisicità dei contenuti (come appunto la fisica di Newton; cfr. anche D'Elia, 1971, pp. 145-164). Mach accettava l'idea che solo strutture *a priori* potessero rendere conto della (relativa) stabilità del sapere scientifico, salvo poi aggiungere che la constatazione di una *generale* stabilità non implicava “l'infallibilità” delle *single* teorie attraverso cui imponiamo leggi alla natura (cfr. Mach, 1905, in particolare p. 277).

Infine, poche parole per richiamare al lettore le modalità con cui Kant scioglie i problemi dell'induzione e della demarcazione. Le intuizioni *a priori* dello spazio e del tempo forniscono le condi-

zioni di possibilità della conoscenza matematica; l'apparato delle categorie – in particolare quella di causa ed effetto – è il presupposto trascendentale della conoscenza della natura. I contenuti specifici vengono ovviamente forniti dall'esperienza e solo attraverso lo schematismo si realizza la presa della matematica sul “molteplice dell'esperienza”, che a sua volta garantisce il successo predittivo delle nostre teorie.⁶ Mirare a una conoscenza del *noumeno* – cioè della “cosa in sé” al di là dell'“apparenza” sensibile (fenomeno) – è impresa vana. Proiettate oltre i confini dell'esperienza possibile, le categorie portano solo al ricorrente “conflitto della ragione con se stessa” da cui si alimenta la speculazione metafisica e teologica tradizionale che altro non è che il campo di battaglia senza fine di dogmi sterilmente contrapposti.

Si riscontra in Kant anche un uso in positivo del termine metafisica come sinonimo della stessa analisi trascendentale delle strutture che consentono di valorizzare l'esperienza e, quindi, di giustificare la crescita della conoscenza. In questo contesto trova una risposta anche la sfida humeana circa l'induzione: Kant non si pronuncia circa la validità di singole procedure induttive, piuttosto assume il principio dell'uniformità della natura come condizione *a priori* per ogni genuina ricerca nelle scienze osservative e sperimentali.⁷

2. Il convenzionalismo di Poincaré e la tesi di Duhem

2.1 Convenzionalismo in geometria e in fisica

Così Henri Poincaré mette in discussione la tesi kantiana secondo cui gli assiomi geometrici sarebbero giudizi sintetici *a priori* (cioè giudizi accrescitivi del conoscere e allo stesso tempo universali e necessari):

La maggior parte dei matematici considera la geometria di Lobačevskij una semplice curiosità logica; tuttavia qualcuno di loro è andato oltre. Dato che parecchie geometrie sono possibili, è certo che quella vera sia la nostra? Senza dubbio l'esperienza ci insegna che la somma degli angoli di un triangolo è uguale a due angoli retti; ma ciò è perché non operiamo che su triangoli troppo piccoli; la differenza, secondo Lobačevskij, è proporzionale alla superficie del triangolo: non potrebbe tale differenza divenire sensibile qualora operassimo su triangoli più grandi o quando le nostre misure divenissero più precise? (Poincaré, 1902, p. 93).

La possibilità di geometrie non euclidee⁸ non depone solo contro la concezione kantiana dello spazio, ma anche contro le tradi-

zionali interpretazioni empiristiche della geometria (valga per tutte quella di Mill, 1843). Scrive Poincaré:

Non si sperimenta su delle rette o su delle circonferenze ideali; si sperimenta solo su oggetti materiali. [...] Ma se la geometria fosse una scienza sperimentale, non sarebbe una scienza esatta, sarebbe sottoposta a una continua revisione. (1902, p. 94)

Poincaré propone di considerare gli assiomi di una geometria (sia euclidea sia non euclidea) come delle *convenzioni*. La nostra scelta tra un sistema⁹ e un altro sarà solo “guidata da fatti sperimentali” (1902, p. 94); resta quindi sostanzialmente libera, purché il sistema non sia contraddittorio. Si può riassumere l’atteggiamento di Poincaré con le seguenti parole di Giedymin (1982):

[...] i concetti e gli assunti della geometria *hanno origine nell’esperienza*; poi, dalla condizione di generalizzazioni empiriche idealizzate gli assunti della geometria sono elevati alla condizione di *principii convenzionali* o *convenzioni terminologiche*; inoltre, nelle *applicazioni della geometria metrica* siamo *guidati nella nostra scelta* di un sistema di geometria metrica dalla sua *semplicità* [...] e dalla sua *convenienza*, ma anche da *considerazioni empiriche* pertinenti tale semplicità e convenienza, per esempio dalla nostra consapevolezza dell’esistenza in natura di corpi solidi i cui movimenti si approssimano notevolmente alla struttura del gruppo euclideo. (pp. 25-26)

Poincaré (1902) concludeva che “una geometria non può essere più vera di un’altra; essa può essere soltanto più *comoda*”. Ma questo per Poincaré non vuol dire che *ogni geometria vada ugualmente bene*. Saranno considerazioni di carattere pragmatico e non logico a influenzare la scelta:

[...] la geometria euclidea è e resterà sempre la più comoda: 1) perché è la più semplice [...]; 2) perché essa si accorda abbastanza bene con le proprietà dei solidi naturali, corpi, questi, che tocchiamo con le nostre membra e che vediamo con i nostri occhi e con i quali facciamo i *nostri strumenti di misura*. (1902, p. 95)¹⁰

Riprendiamo in esame l’altro apparente punto fermo kantiano, vale a dire la meccanica di Newton. Per quanto riguarda quest’ultima, Popper (1963, p. 329) precisa che Poincaré vedeva la cosa in maniera analoga a quella dell’autore della *Critica della ragion pura*. Tuttavia, la motivazione di Poincaré si distingue da quella di Kant; in particolare, nel 1902, il matematico e fisico francese anticipa Popper (1963) nell’ammissione che di una stessa fenomenologia empirica si possono dare interpretazioni teoriche differenti e che

le teorie della fisica possono venire considerate “*libere* creazioni della nostra mente, risultato di un’intuizione poetica” (p. 330). Si proietta su Poincaré come su Popper l’ombra lunga del volontarismo di Henri Bergson. Ma né per l’uno né per l’altro una teoria fisica è la stessa cosa di un mito o di una poesia. Si riapre così il problema della demarcazione.

Non diversamente da Mach, anche Poincaré ammette che le prime rozze ipotesi della fisica¹¹ sono risposte della mente umana alle sfide di un ambiente in cui l’uomo deve lottare per sopravvivere. Ben presto, però, intorno a certe ipotesi che hanno mostrato una buona capacità di successo iniziale si forma una sorta di accordo intersoggettivo che fa sì che queste si tramutino in conoscenza consolidata. È il caso dei principi della meccanica newtoniana, in particolare quello di inerzia – ampiamente discusso in Poincaré (1902, p. 125). Esso “non è una verità *a priori*, e non è nemmeno un fatto sperimentale” (pp. 125-126). Infatti, come è mai possibile “sperimentare su dei corpi sottratti all’azione di ogni forza”? E preliminarmente, come è possibile “sapere che questi corpi non erano sottoposti ad alcuna forza”?

Normalmente si cita l’esempio di una biglia che rotola per un tempo molto lungo su una tavola di marmo; ma perché diciamo che non è sottoposta a nessuna forza? È perché è troppo lontana da tutti gli altri corpi per cui essi non possono esercitare qualche azione sensibile? Tuttavia, essa non è lontana dalla Terra più di quanto lo sarebbe se fosse lanciata liberamente nell’aria; e ognuno sa che in questo caso subirebbe l’influenza della gravità dovuta all’attrazione della Terra.

I professori di meccanica hanno l’abitudine di passare rapidamente all’esempio della biglia; ma aggiungono che il principio di inerzia è verificato indirettamente dalle sue conseguenze. Si esprimono male; evidentemente, vogliono dire che si possono verificare diverse conseguenze di un principio più generale, di cui quello di inerzia non è che un caso particolare.

Proporrei per questo principio generale il seguente enunciato: l’accelerazione di un corpo non dipende che dalla sua posizione, da quella dei corpi vicini, nonché dalla loro velocità. (1902, p. 126)

Anche se in linea puramente teorica è possibile concepire una fisica alternativa, a detta di Poincaré sarebbe estremamente scomodo per noi conseguire nella pratica questo programma. Lo stesso potrebbe dirsi per un altro grande principio della meccanica, quello della conservazione d’energia. I meccanici sanno bene che l’enunciato “La somma dell’energia potenziale e dell’energia cinetica è costante” vale solo in modo approssimato. Naturalmente, i fisici dell’Ottocento avevano preso in considerazione la conversione dell’energia in calore e corretto la formulazione originaria

del principio con un nuovo termine. Un procedimento che in linea puramente teorica non ha fine. Troncarlo dicendo che il principio si limita a enunciare che “[in natura] vi è qualche cosa che rimane costante” significa formulare poco più che una tautologia. È quindi sempre possibile mettere un enunciato come quello della conservazione dell’energia al sicuro dalle smentite dell’esperienza; anche se in origine il principio aveva un carattere sperimentale (cfr. Poincaré, 1902, pp. 151-154).

I princípi della meccanica sono dunque di natura sostanzialmente ambigua: “verificati in maniera approssimata in casi particolari, possono venir tramutati in convenzioni” al sicuro da qualsiasi smentita; anzi, sono delle “definizioni camuffate” (p. 157).

L’origine empirica non va dimenticata, anche se a tali princípi “la nostra mente attribuisce un valore assoluto” (p. 27). Le convenzioni, a detta di Poincaré, non sono però assolutamente arbitrarie, né nascono da un nostro capriccio; vengono piuttosto adottate nella convinzione che esse siano le più *comode* nella nostra attività di comprensione della natura e modificazione dell’ambiente (cfr. p. 155). Infine, anche se un principio come quello della conservazione dell’energia sembra sfumare in una tautologia, non gli si può negare un ruolo *influyente* nella crescita della scienza: esso infatti “significa che le differenti cose a cui diamo il nome di energia sono legate da una parentela vera; esso afferma un rapporto reale fra di loro” (p. 127). È solo da questo particolare punto di vista che si può distinguere, secondo Poincaré, il creativo dibattito della fisica moderna dalle sterili controversie della metafisica tradizionale. Ovviamente, anche questo ha il suo prezzo. Nel caso, per esempio, del principio di conservazione dell’energia:

se questo principio ha un senso, può essere falso; può succedere che non si abbia il diritto di estenderne le applicazioni e tuttavia si può essere sicuri in anticipo che può essere verificato nella stretta accezione del termine; come dunque sapremo quando avrà raggiunto tutta l’estensione che gli si può dare legittimamente? Semplicemente quando smetterà di esserci utile, cioè di farci prevedere fenomeni nuovi senza ingannarci. In un simile caso saremmo sicuri che il rapporto affermato non è più reale; perché altrimenti sarebbe fecondo; l’esperienza, senza contraddire direttamente una nuova estensione del principio, l’avrà tuttavia condannata. (1902, p. 177)

Questa possibilità di *condannare* le teorie¹² per ragioni pragmatiche rende conto del fatto che la stabilità delle nostre conoscenze è solo relativa; ma essa caratterizza l’attività scientifica rispetto ad altre attività umane. La distinzione tra ciò che è scienza e ciò

che non lo è viene messa in discussione da un convenzionalista più *radicale* di Poincaré, e cioè Edouard Le Roy (cfr. in particolare 1899; 1900-1901; 1901). Egli intende conciliare la “nuova critica delle scienze” con la “filosofia della libertà” di Bergson: la *convenzione* gioca un ruolo maggiore di quanto Poincaré si senta autorizzato a riconoscere. Seguendo la ricostruzione di Giedymin (1982, p. 118 sgg.) tale radicalizzazione avviene su tre punti specifici: (1) Le Roy rivendica la natura puramente linguistica dei fatti scientifici: essi non sono un raffinamento dei “fatti bruti” in cui ci imbattiamo nel corso della nostra esistenza quotidiana, ma vere e proprie *costruzioni* in cui è coinvolto l’apparato concettuale condiviso dagli esperti di quella sezione della comunità scientifica impegnata nella attività di osservazione, sperimentazione ecc. Al variare del tempo, dello spazio e delle culture umane cambiano anche i fatti utilizzati nel controllo delle teorie. (2) Le leggi scientifiche – pensiamo al caso, abbastanza semplice, di proposizioni genuinamente universali (“Tutti i corvi sono neri”) – per un nominalista quale Le Roy non sono altro che *comode abbreviazioni* per una famiglia di fatti scientifici; il che non elimina la loro natura convenzionale: del resto, già sono convenzionali i fatti. (3) Le leggi, peraltro, non vengono prese in considerazione come proposizioni isolate, ma solo inserite in sistemi teorici di notevole complessità. Questi sistemi non fanno altro che *definire implicitamente* le entità di cui ritengono di parlare, entità delle quali non è sempre facile esibire una descrizione puramente fattuale, ma che vengono introdotte per ragioni di economicità. Ne consegue che il medesimo insieme di “fatti” può essere inserito in teorie radicalmente differenti, che stanno tra di loro come “dialetti” distinti per lessico e grammatica.

Tali considerazioni, che Le Roy ritiene legittimo desumere dal complesso della “nuova critica delle scienze” e in particolare dalle analisi di Poincaré, dovrebbero convincerci che l’impresa scientifica è un insieme di costruzioni largamente arbitrarie – un’arbitrarietà che, sotto il profilo filosofico generale, è per Le Roy conseguenza della “libertà” dello spirito umano. Una libertà che nemmeno condizioni di utilità pratica (per esempio il successo tecnologico) possono vincolare.

Non entriamo qui nei dettagli della reazione di Poincaré (si veda il suo 1905): basterà ricordare che per Poincaré è sempre possibile distinguere tra il contenuto fattuale di un asserto empirico e la sua particolare espressione linguistica, sicché il “fatto scientifico” è ciò che resta *invariante* in tutte le sue particolari formulazio-

ni. E per quanto il nostro bagaglio linguistico, teorico, culturale ecc. condizioni la comunicazione dell'informazione fattuale, e, a maggior ragione, l'espressione delle leggi scientifiche e la costruzione delle teorie, pare possibile, almeno nei casi storicamente più rilevanti, stabilire un "dizionario" che permetta di confrontare due distinte formulazioni teoriche per vedere se esse hanno lo stesso contenuto fattuale (vale a dire se esse sono *empiricamente* equivalenti).

Convinto in questo modo di poter salvare il "valore della scienza" e di spiegarne anche la sua "relativa" stabilità col *commodissime*, Poincaré sviluppa un punto di vista che apparentemente ha analogie con la concezione positivista e pragmatista espressa dal fisico e storico della scienza Pierre Duhem, anch'egli chiamato in causa da Le Roy e non poco perplesso di fronte a di una lettura estremistica dei propri argomenti.¹³

2.2 La tesi di Duhem

La théorie physique (Duhem, 1906, 1914) descrive processi analoghi a quello sopra ricordato per il principio della conservazione dell'energia; processi nei quali audaci ipotesi si tramutano in "convenzioni universalmente accettate" (p. 238: uno dei rari passi in cui Duhem impiega il termine *convenzione!*). Anzi, Duhem concorda con Poincaré che le scienze fisiche – la meccanica detta *teorica* o *razionale* in particolare – sono state costruite ricorrendo a "ipotesi il cui enunciato non ha alcun significato sperimentale" (p. 239).

Spieghiamoci con un esempio. Il principio di inerzia ci insegna che un punto materiale, sottratto all'azione di ogni altro corpo, si muove lungo una linea retta di moto uniforme. Noi possiamo osservare solo i movimenti relativi, non possiamo pertanto dare un significato al principio se non si suppone scelto [...] un determinato solido geometrico preso come riferimento fisso, al quale sia rapportato il movimento del punto materiale. Fissare il riferimento fa parte integrante dell'enunciato della legge e se lo si omettesse l'enunciato risulterebbe privo di significato. (Duhem, 1906, 1914, pp. 239-240).

Ne consegue una difficoltà nel *controllo empirico* del principio di inerzia:

Se la legge di inerzia enunciata prendendo la Terra per riferimento è contraddetta da un'osservazione, le si potrà sostituire la legge d'inerzia, il cui enun-

ciato riferisce i movimenti al Sole. Se a sua volta questo enunciato è completamente inventato, in esso si potrà sostituire al Sole il sistema delle stelle fisse e così di seguito. È *impossibile bloccare questa scappatoia*. (Duhem, 1906, 1914, p. 240, *corsivo nostro*)

Vedremo oltre (cfr. *questo volume*, par. 3.1) come Popper proponga di "bloccare" scappatoie del genere presentando all'interno della propria metodologia un insieme di *decisioni* che i membri della comunità scientifica *dovrebbero* prendere per salvaguardare "l'atteggiamento critico" – a suo parere minato dai vari "stratagemmi" dei convenzionalisti. Per quanto riguarda Duhem, è bene sottolineare che non sempre gli si adatta quell'etichetta di *convenzionalista conservatore* che sembra calzare a Poincaré.¹⁴ Leggiamo infatti in *La théorie physique* (1906, 1914):

Da ciò deriva forse che le ipotesi poste al riparo della smentita sperimentale diretta non devono temere più nulla dall'esperienza, che esse restano immutabili, qualunque siano le scoperte che l'osservazione dei fatti ci riserva? Pretenderlo sarebbe un grave errore. Prese isolatamente, le diverse ipotesi non hanno alcun significato sperimentale, e non può esserci alcun problema di confermarle o di smentirle mediante l'esperienza. Ma queste ipotesi entrano come fondamenti essenziali nella costruzione di certe teorie della meccanica razionale, della teoria chimica, della cristallografia che hanno per oggetto la rappresentazione delle leggi sperimentali e pertanto sono schemi destinati essenzialmente a essere confrontati con i fatti. Certamente questo confronto un giorno potrebbe farci riconoscere che una delle nostre rappresentazioni si adatta con fatica alla realtà da rappresentare, che le correzioni che complicano il nostro schema non sono sufficienti a produrre un accordo sufficiente tra schema e fatti, che la teoria, ammessa per tanto tempo incondizionatamente, deve essere respinta, che si deve costruire una teoria tutta diversa a partire da ipotesi interamente nuove. Quel giorno qualcuna delle nostre ipotesi che, prese da sole, sfidavano la smentita diretta dell'esperienza, crollerà, insieme al sistema da essa sostenuto, sotto il peso della contraddizione inflitta dalla realtà alle conseguenze di questo sistema preso nel suo insieme. (pp. 242-243)

La tesi di Duhem, secondo cui i principi di teorie sufficientemente astratte come quelle della geometria o della meccanica non possono mai venir "capovolti" da un verdetto sperimentale (cfr. Duhem, 1906, 1914, p. 243, nota 23), implica che ciò che viene davvero controllato empiricamente *non* è una *singola* ipotesi, ma "un insieme teorico", ovvero un sistema di proposizioni interconnesse. I controlli sono di *tre* tipi:

In primo luogo, un'ipotesi non sarà una proposizione in sé contraddittoria, poiché il fisico non intende enunciare dei non sensi. In secondo luogo, le diverse ipotesi non si contraddiranno tra loro; infatti la teoria fisica non deve trasformarsi in un ammasso di modelli disparati e incompatibili, essa intende

...zione naturale tenderà verso la sua forma ideale, verso la forma di classificazione naturale. In terzo luogo, le ipotesi saranno scelte in modo tale che la deduzione matematica possa trarre dal loro insieme conseguenze che rappresentino, con sufficiente approssimazione, l'insieme delle leggi sperimentali. (p. 248)

Di questi tre tipi di controllo solo il terzo, a rigore, è un controllo *empirico* nel senso abituale del termine. Duhem (1906, 1914) insiste che a tale controllo non si sottopone mai una proposizione isolata, ma un insieme di proposizioni. Sicché, mentre un successo predittivo non ci dice niente circa la *verità* delle proposizioni di questo *insieme*, un insuccesso ci informa della *falsità* della *congiunzione* di queste proposizioni, ma non indica ancora quale (o quali) tra queste ne siano responsabili.

Con l'assunzione di questa tesi cambia anche la nostra percezione della *storia della scienza*. In un'altra opera del fisico francese leggiamo:

Galileo [aveva] quasi la stessa opinione sul valore del metodo sperimentale e sul modo di usarlo di Francesco Bacone: [...] la scienza progredisce mediante un sistema di dilemmi, ciascuno dei quali è risolto con l'aiuto di un *experimentum crucis*. Questo modo di concepire il metodo sperimentale era [...] del tutto sbagliato [...]. Se i fenomeni non sono più salvati con il sistema di Tolomeo, esso dovrà essere riconosciuto come falso. Da ciò non risulta in alcun modo che il sistema di Copernico sia vero [...]. Se le ipotesi di Copernico riescono a salvare tutte le apparenze conosciute, se ne può concludere che queste ipotesi possono essere vere, ma non si può concluderne che esse sono certamente vere; per legittimare questa conclusione bisognerebbe provare prima che nessun altro insieme di ipotesi potrebbe essere immaginato in modo da salvare altrettanto bene le apparenze. Questa dimostrazione, comunque, non è mai stata data. Anche al tempo di Galileo tutte le osservazioni che si potevano invocare in favore del sistema di Copernico non erano forse salvabili altrettanto bene dal sistema di Tycho Brahe? (Duhem, 1908, pp. 138-139)

Un esempio chiarirà la questione. Galileo *non* fu né "il primo inventore" del cannocchiale, né (forse) il primo a puntarlo verso i cieli. Ma fu tra i primi a comprendere l'interesse di quel che era rivelato dal suo "strumento eccellente" e a farne un argomento pubblico per una nuova cosmologia (cfr. Van Helden, 1984; Salam, 1990, pp. 14-16; cfr. anche Drake, 1970, 1990). Osservò così i satelliti di Giove, dichiarò la composizione stellare della Via Lattea, studiò le asperità della superficie lunare. L'11 dicembre 1610 comunicò con "lettere trasposte" (cioè con un anagramma) a Giuliano de' Medici l'osservazione delle *fasi di Venere* (cfr. Figura 1).

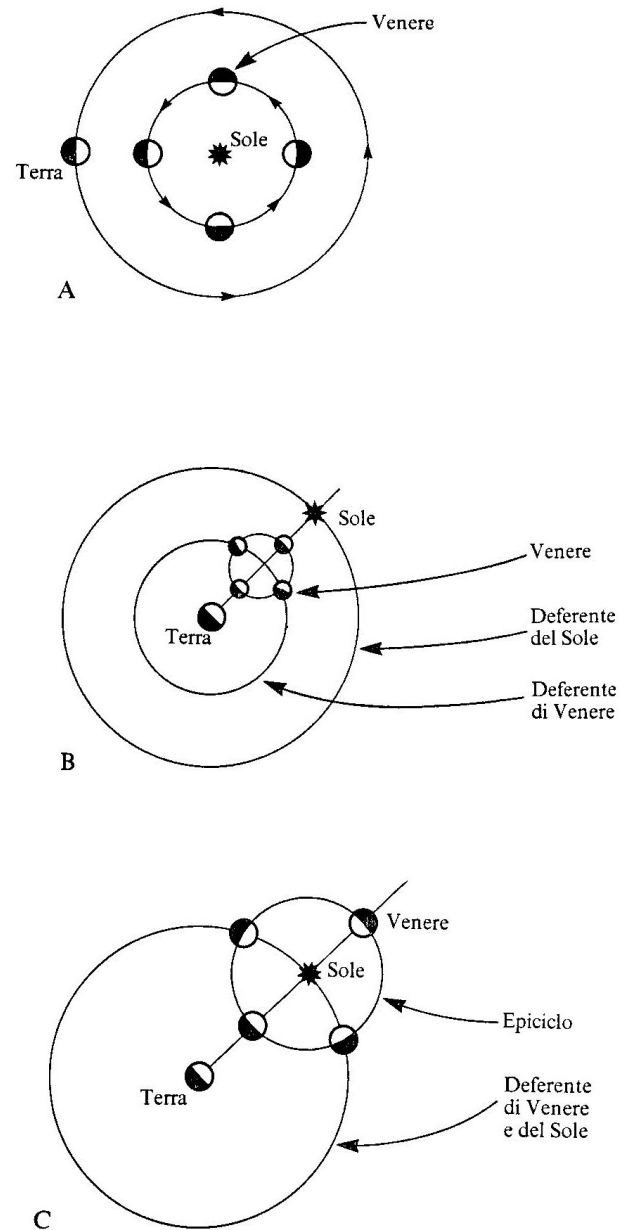


Figura 1. Le fasi di Venere. A) Nel sistema copernicano (Galileo non accettò mai le ellissi di Keplero). B) Nel sistema tolemaico. C) L'accorgimento per spiegare le fasi di Venere in una concezione "tolemaica" che in realtà (per Venere) coincide con quella Tycho Brahe.

Il dibattito sul ruolo di questa pretesa "prova" non è finito nemmeno oggi. Da un lato, scrive per esempio Drake (1978), si sarebbe trattato dell'"evento cruciale che confermò definitivamente per Galileo la correttezza dell'astronomia copernicana" (p. 253); dall'altro, *entro lo stesso sistema tolemaico* per rendere ragione della constatazione qualitativa delle fasi di Venere, come nota Roger Ariew (1987, pp. 86-87), basterebbe "porre il centro dell'epiciclo di Venere nel Sole [...]. Né da ciò si può concludere alcunché a proposito della Terra o delle stelle fisse". Inoltre, "quella era una 'correzione' veramente piccola", molto meno che accettare il sistema di Tycho Brahe per *tutti* i pianeti (p. 87, nota). Eppure, hanno ragione Imre Lakatos ed Elie Zahar (1976) quando osservano che per il sistema eliostatico di Copernico si trattava "pur sempre [...] di un segno *oggettivo* di progresso" (pp. 233-234, nota). Copernico nel Libro I (capitolo X) del *De revolutionibus* (1543) aveva già anticipato che se Mercurio e Venere "fossero sotto il Sole [...] rifletterebero la luce ricevuta in alto, vale a dire in direzione del Sole, come vediamo nel caso della Luna nuova o calante" (p. 205). Fino alla "osservazione" di Galileo, l'argomento delle fasi di Venere (attese, ma a *occhio nudo non osservate*) era piuttosto *contra* che *pro* il sistema copernicano. Sicché le osservazioni "*con l'occhiale*" disinnescano una mina piazzata sotto l'audace edificio del copernicanesimo. Producono, per così dire, una confutazione della *confutazione* del copernicanesimo (cfr. quanto osservato in Morpurgo-Tagliabue, 1963, 1981; cfr. anche Petroni, 1990, il quale critica alcuni aspetti della stessa ricostruzione di Lakatos, Zahar, 1976).

Proprio questo caso storico ci suggerisce di prendere in esame proposte metodologiche che vedano nel *conflitto* tra (pretese) *confutazioni* e *mosse per resistervi* il motore della crescita della scienza. Tratteremo quindi del falsificazionismo di Popper nel paragrafo 3 e della "metodologia dei programmi di ricerca" di Lakatos nel paragrafo 4 - il primo attento a qualificare "il razionalismo critico" enfatizzando il ruolo delle "confutazioni", la seconda sensibile agli aspetti "razionali" della *tenacia* con cui parte della comunità scientifica resiste loro. In entrambi i casi il riferimento al convenzionalismo sviluppatosi tra Ottocento e Novecento, soprattutto nell'ambito della cultura *francese*, è essenziale.

3. Il falsificazionismo

3.1 Popper contro il convenzionalismo

La filosofia del convenzionalismo dev'essere considerata altamente meritevole per il modo in cui ha contribuito a chiarificare le relazioni tra teoria ed esperimento. Essa ha riconosciuto l'importanza, a cui gli induttivisti avevano prestato così poca attenzione, della parte che le nostre azioni e le nostre operazioni, pianificate secondo convenzioni e ragionamento deduttivo, hanno nell'esecuzione e nell'interpretazione dei nostri esperimenti scientifici. Io ritengo che il convenzionalismo sia un sistema autosufficiente e difendibile. È improbabile che i tentativi di cogliere in esso qualche contraddizione abbiano successo. (Popper, 1934, 1959, p. 68)

Così Karl Popper, nel lontano 1934. Nonostante i suoi pregi, il convenzionalismo appariva all'autore della *Logik der Forschung* "assolutamente inaccettabile" (p. 68). Infatti la strategia, consistente nell'interpretare qualsiasi sistema scientifico "come un sistema di definizioni implicite", finisce con il promuovere la tranquilla acquiescenza alle idee ricevute, cioè l'esatto contrario dell'atteggiamento critico. Ciò, forse, non è evidente nei periodi in cui la scienza si sviluppa in modo cumulativo; ma

ben altro accadrà in tempi di crisi. In tutti quei casi in cui il sistema "classico" in vigore è minacciato dai risultati di nuovi esperimenti che, secondo il mio punto di vista, possono essere interpretati come falsificazioni, il sistema apparirà ben saldo al convenzionalista. Egli liquiderà le contraddizioni che possono essere sorte, ricorrendo a una spiegazione e forse biasimando la nostra inadeguata padronanza del sistema. Oppure eliminerà le contraddizioni suggerendo l'adozione *ad hoc* di certe ipotesi ausiliari o, forse, di certe correzioni ai nostri strumenti di misura. (p. 69)

Come evitare siffatti esiti? Innanzitutto, essendo il convenzionalismo ineccepibile sotto il profilo della logica, "l'unico modo per evitarlo [...] consiste nel prendere [...] la *decisione* di non applicarne i metodi" (p. 71, *corsivo nostro*). Inoltre, secondo Popper, deve venire ammesso come *scientifico* "soltanto un sistema che possa essere *controllato* dall'esperienza". Più precisamente, "*un sistema empirico deve poter essere confutato dall'esperienza*" (Popper, 1934, 1959, p. 22). Scopo di tale "proposta"

non è quello di salvare la vita a sistemi insostenibili, ma, al contrario, quello di scegliere il sistema che al paragone si rivela più adatto, dopo averli esposti tutti alla più feroce lotta per la sopravvivenza. (p. 24)