

I contesti della scienza

Matteo Motterlini* e Francesco Guala†

in Penco, C. (a cura di) *La svolta contestuale*, McGrawHill, cap. 4.

1. Un'ideale a-contestualista?

Immaginiamo una filosofia della conoscenza come pura descrizione (linguistica) della realtà empirica. Secondo tale proposta, la scienza è fondamentalmente costituita da *teorie*, insiemi di enunciati organizzati in sistemi più o meno formali. Il banco di prova delle teorie, inoltre, è costituito dal tribunale dell'esperienza - una teoria è giudicata in modo positivo o negativo a seconda della sua capacità di descrivere accuratamente i fatti osservati dalla comunità scientifica. Immaginiamo infine che i promotori di tale filosofia perseguano un'ideale *a-contestualista*: in linea di principio, essi vorrebbero che la valutazione delle teorie fosse indipendente da altre considerazioni contestuali, quali i pregiudizi religiosi, politici e ontologici dei singoli scienziati, il luogo geografico e il periodo storico in cui la valutazione viene effettuata, la specifica teoria scientifica da essi preferita, e perfino il tipo di realtà che stiamo studiando, sia questa un sistema di particelle subatomiche, la struttura del cosmo, l'evoluzione di una specie animale o le istituzioni di una società esotica.

Una filosofia a-contestualista avrebbe bisogno di una 'macchina epistemologica' con due porte d'ingresso: nella prima vengono inserite le teorie, ovvero insiemi di enunciati del tipo 'tutti i corpi si attraggono con forza inversamente proporzionale al quadrato della distanza e direttamente proporzionale alle loro masse', 'la quantità di moneta circolante in un'economia è direttamente proporzionale al livello dei prezzi', e così via. Nella seconda porta vengono inseriti enunciati che descrivono fenomeni empirici effettivamente osservati, per esempio: 'una palla di piombo di 100 libbre lasciata cadere da un'altezza di 100 braccia ha impiegato 5 secondi per raggiungere il suolo'; 'nel 1982 il governo indiano ha aumentato l'emissione di rupie del 4,9% e l'inflazione è salita del 5,2%', ecc. La macchina ha il compito di confrontare le teorie con i fatti osservati, e di emettere un verdetto, del tipo: 'la teoria T_1 è confermata dall'osservazione O_1 '; 'la teoria T_2 è confutata dall'osservazione O_2 '; 'la teoria T_3 è internamente incoerente', ecc.

Per poter costruire una tale macchina, il filosofo a-contestualista ha bisogno di articolare una serie di *regole* che governano (o dovrebbero governare) il ragionamento scientifico. Tali regole devono fare uso di due tipi di enunciati soltanto: enunciati teorici e enunciati osservativi, indipendentemente dal contenuto di

* Laboratorio di scienze cognitive, Università di Trento e Centre for Philosophy of Natural and Social Sciences, The London School of Economics.

† Laboratorio di scienze cognitive, Università di Trento e Centre for Philosophy of the Social Sciences, University of Exeter.

questi enunciati. Una macchina epistemologica di questo genere era già stata sognata da Leibniz nel diciassettesimo secolo. Ma all'inizio del ventesimo alcuni filosofi viennesi avevano creduto che i tempi fossero finalmente maturi, soprattutto grazie agli sviluppi stupefacenti ottenuti in quegli anni nel campo della logica matematica.¹ Il progetto a-contestualista, tuttavia, incontra alcuni gravi ostacoli, che passeremo ora a esaminare.

2. Olismo e 'buon senso'.

Il primo colpo inferto all'ideale a-contestualista è attribuibile a Willard van Orman Quine. Contro il dogma dell'empirismo tradizionale per cui "ciascuna proposizione, presa in sé e isolata dalle altre, si possa confermare o infirmare", Quine (1951) rivendica il punto di vista espresso con efficacia già da Pierre Duhem. Duhem (1906) avrebbe mostrato che "le nostre proposizioni sul mondo esterno si sottopongono al tribunale dell'esperienza sensibile non individualmente ma solo come insieme solidale" (Quine, 1951, p. 39). Quine afferma inoltre che

la scienza nella sua globalità è come un campo di forza i cui punti limite sono l'esperienza. Un disaccordo con l'esperienza alla periferia provoca un riordinamento all'interno del campo [...]. Ma l'intero campo è determinato dai suoi punti limite, cioè l'esperienza, in modo così vago che rimane sempre una notevole libertà di scelta per decidere quali siano le proposizioni di cui si debba dare una nuova valutazione alla luce di una data esperienza contraria. (p. 40)

Pertanto,

qualunque asserzione può essere considerata vera qualunque cosa succeda se facciamo delle rettifiche sufficientemente drastiche in qualche altra parte del sistema. (p. 41)

Questa tesi è altamente influente nella filosofia contemporanea e segna una svolta contestualistica in riferimento al problema della valutazione della conoscenza in generale, e delle teorie scientifiche in particolare. Solitamente nel dibattito epistemologico si fa riferimento a due sottotesi che costituiscono la cosiddetta 'tesi Duhem-Quine':²

- i. Nessuna ipotesi costitutiva H di una teoria più ampia può mai essere sufficientemente isolata da altre ipotesi ausiliari A per poter essere separatamente confutata dall'osservazione.
- ii. Per ogni risultato osservativo O' in contraddizione con la congiunzione $H \& A$ esisterà sempre un insieme di ipotesi ausiliari modificate A' tale che $H \& A'$ possa essere considerata vera "qualunque cosa succeda" e spieghi O' .

¹ Quanto detto in questo paragrafo è tutt'al più una caricatura della filosofia neopositivista. Sacrificando l'accuratezza abbiamo preferito delineare un ideale filosofico che non è mai esistito in forma così semplificata. In realtà le dottrine dei filosofi del Circolo di Vienna furono ben più sofisticate ed eterogenee - cfr. gli studi di Friedman (1987) e Uebel (ed.) (1991). Per una esposizione divulgativa degli "aspetti logico-linguistici dell'impresa scientifica" si veda Di Francesco (1994).

² Cfr. Grünbaum (1960), (1966), (1971).

La tesi (i) afferma che nessuna ipotesi teorica de-contestualizzata ha alcuna conseguenza osservativa. Immaginatoci per un momento scienziati newtoniani. E immaginatoci impegnati nel tentativo di prevedere l'orbita di un dato pianeta. Ci renderemo immediatamente conto che con una singola teoria (per esempio un'asserzione universale del tipo: "Tutti i corpi si attraggono con una forza direttamente proporzionale alla loro massa e inversamente proporzionale al quadrato della distanza") non potremo ottenere alcuna predizione specifica circa l'orbita di un pianeta. Quello che ci occorre infatti è una teoria insieme al suo contesto, vale a dire a tutta l'impalcatura implicata nella previsione del fenomeno in questione. In questo specifico caso il *contesto teorico* potrebbe essere costituito dalla legge di gravitazione, dalla meccanica newtoniana, e dalla teoria dell'ottica dell'epoca che ci spiega il funzionamento e l'affidabilità dei telescopi. Dovremo inoltre includere alcune condizioni iniziali, per esempio quelle riguardanti le misurazioni che ci offrono i nostri strumenti - l'ora, il giorno, l'inclinazione del telescopio; e anche condizioni al contorno, per esempio il grado di rifrazione della luce quando entra nell'atmosfera, o il numero dei pianeti conosciuti; ogni pianeta infatti ha un effetto gravitazionale su ogni altro corpo celeste di cui si dovrà tenere conto, ecc. Se così stanno le cose, allora - con le parole di Duhem - quando "il fenomeno previsto non si produce, non è soltanto la proposizione contestata a essere messa in difetto, ma tutta l'impalcatura teorica che il fisico ha usato". (1906, pp. 208-209)

Quando le premesse teoriche sono numerose e complesse - come accade di norma nella scienza - una contraddizione fra teoria e osservazione ci dirà semplicemente che *qualcosa* nell'intero sistema va modificato; il problema è capire che cosa. Il progetto a-contestualista è in questo caso disarmato; necessita di una guida metodologica per orientarsi nel dedalo teorico. Una guida che sia, ovviamente, indipendente dal contesto.

Quine sembra non prendere sul serio l'esistenza di una guida di tal genere. Per Quine, in un certo senso, *tutto va bene*: la tesi (ii) suggerisce che qualsiasi sistema H&A', modificato per tenere conto dell'evidenza anomala, può essere accettabile. Ma la tesi (ii) è probabilmente vera soltanto se intesa in senso banale; mentre intesa in senso non banale richiede di essere supportata da argomenti più forti. La banalità di (ii) dipende dal modo in cui interpretiamo ciò che Quine indica con "rettifiche sufficientemente drastiche del sistema". Per esempio, se qualcuno avanzasse l'ipotesi che le rose sono rosse, e osservasse che in realtà sono nere, potrebbe mantenere la propria ipotesi attraverso una rettifica sufficientemente drastica consistente nello scambiare l'uso delle parole "rosso" e "nero" nella lingua italiana. In questo caso, pertanto, la "condizione *necessaria*" perché (ii) valga in senso non banale è che il "linguaggio teorico sia semanticamente stabile" (Grunbaum, 1966, p. 278). Inoltre, (ii) sarebbe banale anche nel caso in cui per "rettifica sufficientemente drastica" intendessimo trucchetti logici come quello che ci consente di ripristinare l'accordo tra teoria e osservazione impiegando H & O' come ipotesi ausiliare modificata A'.

Da parte sua Duhem non ha mai sostenuto una tesi di questo tipo.³ Questo dettaglio non ha una semplice rilevanza storiografica ma precisa il problema filosofico col quale ci stiamo misurando. In particolare, Duhem non accetta che *tutte* le teorie possano sempre essere salvate *qualunque cosa succeda* mediante opportuni

³ Anche Quine ha precisato successivamente le sue affermazioni a favore di un olismo meno radicale. Si veda per esempio Quine (1960), p. viii, e par. 1-3 e 7-19. Sulle diverse posizioni di Duhem e di Quine, cfr. Harding (ed.) (1976), Vuillemin (1979), Ariew (1984), Gillies e Giorello (1995, cap. 5), Motterlini (1997).

aggiustamenti del contesto teorico praticamente rilevante. Una dose di "buon senso" permette al ricercatore di decidere se salvare l'accordo tra teoria e fatti attraverso rettifiche sufficientemente drastiche oppure se far saltare le basi dell'intera teoria. Tuttavia, riguardo alle procedure con cui il buon senso dovrebbe operare per localizzare il bersaglio teorico dell'esito negativo di un controllo sperimentale Duhem ci lascia senza indicazioni. Con le sue parole:

le ragioni del buon senso non si impongono con lo stesso implacabile rigore delle prescrizioni della logica, esse hanno qualcosa di vago e fluttuante, non si manifestano contemporaneamente con la stessa chiarezza a tutte le menti. Da qui deriva la possibilità di lunghe discussioni tra i detentori di un vecchio sistema e i sostenitori di una dottrina nuova, pretendendo ciascuno schieramento di avere il buon senso dalla sua, e trovando invece insufficienti le ragioni dell'avversario. (1906, pp. 244-245)

Riassumendo: negare la verità della tesi (ii) implica individuare le norme che vietano di salvare una teoria 'qualunque cosa succeda'. Duhem suggerisce che tali norme esistono, ma non è in grado di renderle esplicite. Questo problema apparentemente semplice, come vedremo, costituirà un ostacolo formidabile per molti filosofi contemporanei.

3. Il falsificazionismo e l' "obiezione del contesto"

Come è noto, Karl Popper (1934/1959) ha sostenuto che una teoria è *scientifica* se *vieta* il verificarsi di qualche evento, cioè se è falsificabile. La falsificabilità, in altri termini, distinguerebbe la scienza dalla 'pseudoscienza'. Le considerazioni di Duhem e Quine mostrano tuttavia che all'atto pratico anche le migliori teorie scientifiche possono *non* essere in grado di vietare alcuno stato di cose osservabile, dal momento che è sempre possibile rendere la teoria compatibile con l'esperienza grazie a opportune modificazioni del contesto nel quale le teorie sono calate. Nel suo *Poscritto alla Logica della scoperta scientifica* (1956-1983) Popper ne prende atto e riconosce l'importanza dell'obiezione del contesto:

Appare più seria un'obiezione [rivolta al mio criterio di demarcazione] strettamente connessa con il problema del contesto, e con il fatto che il mio criterio di demarcazione si applica a sistemi di teorie piuttosto che ad asserti isolati da un contesto. Questa obiezione può essere formulata nel seguente modo. Non si può dire che nessuna ipotesi singola sia falsificabile, perché ogni confutazione di una conclusione può colpire qualsiasi singola premessa dell'insieme di tutte le premesse usate nel derivare la conclusione confutata. L'attribuzione della falsità a qualche particolare ipotesi appartenente a questo sistema di premesse è, perciò, rischiosa, soprattutto se consideriamo il gran numero di assunzioni che intervengono in ogni esperimento. [...] La risposta è che noi possiamo, in realtà, falsificare solo sistemi di teorie e che qualsiasi attribuzione della falsità a un particolare asserto nell'ambito di un tale sistema è sempre estremamente incerta. (pp. 203-205, corsivo nostro)

A questo punto, però, "è soltanto l'istinto scientifico del ricercatore (influenzato, naturalmente, dai risultati del controllare e ricontrollare) che gli fa indovinare quali asserzioni [dell'insieme utilizzato per derivare la predizione confutata] debbano essere considerate innocue e quali debbano essere considerate bisognose di modificazione" (Popper, 1934/1959, p. 64, nota 2). Dal buon senso di Duhem al tirare a indovinare di Popper non abbiamo fatto molta strada. Ma per un altro verso, lo schema popperiano delle congetture e confutazioni costituisce addirittura un passo indietro. Popper infatti non possiede gli strumenti necessari per risolvere il problema in questione. Popper, insieme a Hans Reichenbach, è noto per aver operato una netta distinzione fra "scoperta" e "giustificazione", cioè fra il processo (psicologico) che consiste nel concepire una nuova idea e i metodi (logici) per controllarne la validità. La sua *Logik der Forschung* non pretendeva niente di più che "fornire un'impalcatura

logica della procedura dei controlli delle teorie scientifiche" (1934/1959, p. 11), relegando nel mistero la genesi di nuove teorie e programmi di ricerca. Ricordiamo l'immaginaria macchina epistemologica descritta all'inizio di questo capitolo: in essa vengono inserite teorie già fatte e formate. Il filosofo a-contestualista non è interessato alla logica della scoperta in senso stretto.

Ma per risolvere il problema di Duhem-Quine abbiamo bisogno di regole per la revisione delle teorie, e revisione e scoperta sono processi difficilmente separabili. La teoria che oggi viene sottoposta a un controllo empirico (chiamiamola T_n) ha verosimilmente una lunga storia alle spalle. Essa, solitamente, è stata ottenuta modificando una teoria precedente (T_{n-1}) per tenere conto di alcune anomalie osservative. Il problema di come *modificare* una teoria scientifica è dunque strettamente legato al problema di come *creare* una nuova teoria (cfr. Lakatos, 1978). Una volta portata in primo piano l'importanza del contesto teorico, si comprende come logica della scoperta e logica della giustificazione debbano entrambe occuparsi del processo attraverso il quale arriviamo a una nuova ipotesi piuttosto che a un'altra, e di come la nuova ipotesi dia un senso a fatti vecchi e nuovi che risulterebbero altrimenti inspiegabili.⁴

Con le parole di Norwood Russell Hanson (1958):

Una teoria non si forma accozzando assieme i dati frammentari di fenomeni osservati; essa è piuttosto ciò che rende possibile osservare i fenomeni come appartenenti a una certa categoria e come connessi ad altri fenomeni. Le teorie organizzano fenomeni in sistemi. (p. 109)

In breve, i fenomeni osservati dipendono dal contesto teorico. Sono le teorie, infatti, che rendono intelligibili i dati dell'esperienza. Le celebri figure ambigue di Wittgenstein e della psicologia della *Gestalt* mostrano proprio questo: per poter essere visto un disegno come quello della *Figura 1* ha bisogno di una organizzazione percettiva.

Figura anatra/coniglio

Nelle *Ricerche filosofiche*, Wittgenstein enfatizza che in casi come quello della figura "non c'è neppure la più lontana somiglianza fra la testa vista *da un lato* e la testa vista *dall'altro*". A sua volta, Hanson sottolinea che in casi del genere immediatamente "*si vede* qualcosa di diverso", piuttosto che "*si vede* la medesima cosa e poi la si interpreta in modo diverso" (p. 19). E soprattutto trasferisce queste condizioni nella pratica scientifica:

Consideriamo Keplero: immaginiamo che egli si trovi su una collina e che osservi il sorgere del Sole in compagnia di Tycho Brahe. [...] Tycho vede [però] un Sole mobile, Keplero [...] un Sole statico. (pp. 14-29)

Non c'è dunque osservazione pura e di conseguenza nemmeno un linguaggio osservativo neutro: "l'osservazione di x è condizionata dall'anteriore conoscenza di x "

⁴ Cfr. Hanson (1958): "Se la verifica di un'ipotesi attraverso le predizioni che essa consente ha una sua logica lo stesso vale anche per la concezione di un'ipotesi. Per formarsi l'idea dell'accelerazione o della gravitazione universale si richiede genialità: addirittura un Galileo o un Newton. Ma ciò non può significare che le riflessioni che conducono a tali idee siano irragionevoli o irrazionali. Proprio in ciò risiede la continuità della spiegazione fisica dall'antichità a oggi." (p. 90)

(p. 31). Il caso di Tycho e Keplero mostra un altro aspetto rilevante, vale a dire che nel vedere c'è un *fattore linguistico* - "se non ci fosse l'elemento linguistico, niente di ciò che osserviamo potrebbe avere rilevanza per la nostra conoscenza" (p. 30).

Ne consegue che i pretesi termini "osservativi" in realtà sono "carichi di teoria"; inoltre, i significati di tali termini "sono funzioni di schemi concettuali" che ineriscono ai linguaggi. Una scienza di fatti bruti non è possibile. Questa concezione ha una conseguenza molto importante sulla nostra valutazione del *cambiamento concettuale* in scienza: per tornare all'esempio, tra Brahe e Keplero non si erge il tribunale dell'esperienza neutra, ma il complesso intreccio di differenti modi di vedere *contestualizzati*. Il cambiamento scientifico consisterà nel passaggio dall'uno all'altro.

4. La svolta contestualista

Gli argomenti di Hanson sono entrati a far parte del canone filosofico contemporaneo soprattutto grazie all'uso che ne ha fatto Thomas Kuhn nella *Struttura delle rivoluzioni scientifiche* (1962/1969). Kuhn caratterizza i passaggi da un 'modo di vedere i fenomeni' all'altro come riorientamenti gestaltici. Ma *che cosa* determina un certo modo di vedere il mondo, e *come* si passa da un modo all'altro? Per rispondere a queste domande non bastano considerazioni psicologiche relative alla percezione individuale, ma occorre tenere conto del fenomeno *sociologico* di una tradizione di ricerca. A questo proposito Kuhn introduce la nozione di 'paradigma': vale a dire una costellazione di leggi, teorie, norme metodologiche, applicazioni e strumenti che assistono e guidano lo scienziato nello studio della realtà, e che definisce una particolare tradizione di ricerca scientifica dotata di una sua coerenza. Tradizioni del genere sono quelle che lo storico descrive per mezzo di etichette quali astronomia tolemaica o copernicana, dinamica aristotelica o newtoniana, ottica corpuscolare o ondulatoria, economia classica o marginalista, e così via.

Un paradigma fornisce un contesto teorico e metafisico per l'interpretazione dei dati empirici: Tycho Brahe vede un Sole mobile perché lavora ancora nel contesto del paradigma geostatico, mentre Keplero è già immerso nel paradigma copernicano. Inoltre, esso fornisce un insieme di regole per la costruzione di nuove teorie e la modifica di vecchie ipotesi che faticano a rendere conto delle osservazioni empiriche. Le decisioni dello scienziato vengono in un certo senso dettate dal paradigma, che fornisce le regole per fare della 'buona scienza' – dove 'buona' significa appunto coerente con lo spirito di quel particolare programma di ricerca. Per Kuhn il giudizio su una determinata mossa scientifica è intrinsecamente contestuale: non ha senso chiedersi se il paradigma X sia migliore del paradigma Y, poiché al di fuori di un paradigma non si danno norme per la valutazione della pratica scientifica.

I mutamenti di paradigma sono vere e proprie rivoluzioni (macro-)contestuali, e, come le rivoluzioni politiche, non possono essere spiegati sulla base di considerazioni puramente logiche. Kuhn riconosce che le rivoluzioni sono eccezionali e sottolinea che la crescita della conoscenza si svolge principalmente nei periodi di scienza "normale" - quella cioè che procede *all'interno* di un paradigma. La scienza normale poggia su uno o più risultati raggiunti dalla scienza del passato a cui una particolare comunità scientifica, per un certo periodo, affida la capacità di

indicare la sua prassi ulteriore. Kuhn enfatizza dunque la funzione virtuosa del dogma e l'importanza dell'esperto quale giudice del progresso scientifico.

Con Kuhn non è soltanto la natura del controllo empirico a essere dipendente dal contesto, ma la stessa pratica scientifica. Non si dà scienza al di fuori da un contesto paradigmatico. E di conseguenza, anche lo studio della conoscenza scientifica deve essere lo studio dei contesti nei quali, di fatto, la scienza viene prodotta. *La struttura delle rivoluzioni scientifiche* costituisce uno spartiacque nella filosofia del ventesimo secolo, perché modificando la nostra percezione della scienza ha determinato anche un cambiamento del modo di fare filosofia della scienza. Più precisamente la svolta ha avuto luogo tanto grazie a Kuhn quanto contro Kuhn. Grazie a Kuhn, nella misura in cui la sua caratterizzazione della scienza per paradigmi ha stimolato la ricerca e l'esplicitazione delle regole che governano specifiche comunità di scienziati in precisi momenti storici e in circostanze localmente determinate. Contro Kuhn, perché la cosiddetta "svolta localista" ha portato all'abbandono dello studio di macro-unità di ricerca come i paradigmi per concentrarsi sullo studio di micro-contesti e quindi su un livello di analisi enormemente più dettagliato.

5. Il contesto teorico: le generalizzazioni simboliche

Nel *Poscritto* del 1969 Kuhn insiste sul ruolo cruciale che 'esemplari' e 'generalizzazioni simboliche' svolgono nell'attività di scienza normale all'interno di un paradigma. Gli 'esemplari' sono soluzioni-modello di problemi specifici, che si presume però possano essere generalizzate a una classe più ampia di problemi simili a quello originale. Gli esemplari possono essere sia concreti sia astratti. Un esemplare astratto è anche detto 'generalizzazione simbolica'. Le cosiddette 'leggi di natura', secondo Kuhn, non sarebbero altro che esempi felici di soluzione di problemi specifici, come per esempio la descrizione in termini teorici di un certo tipo di sistema meccanico. 'Astratto' va inteso qui nel senso etimologico di *abstrahere*, 'portare via', eliminare i dettagli per concentrarsi sulla struttura essenziale di un'entità o di un sistema. Le generalizzazioni simboliche si collocano a diversi livelli di astrazione.⁵ In cima alla scala abbiamo 'leggi di natura' come $F = ma$. A livello più basso (o concreto) troviamo descrizioni teoriche (modelli) di sistemi fisici più specifici, per esempio un pendolo o un oscillatore armonico. Kuhn nota che la relazione fra le generalizzazioni più astratte e le descrizioni di sistemi fisici concreti non è puramente deduttiva. Riprendendo il secondo Wittgenstein, egli sostiene che esse fanno parte di una famiglia di modelli accomunati da una *relazione di*

somiglianza. Un pendolo per esempio è descritto dall'equazione $mg = -ml \frac{d^2\theta}{dt^2}$, una generalizzazione simbolica astratta strettamente imparentata con $F = ma$. Sistemi più complessi o concreti hanno un grado di somiglianza ancora più debole.⁶ A differenza di quanto suggerito dall'ideale a-contestualista, secondo questa prospettiva la conoscenza scientifica non risiede fondamentalmente in un insieme di leggi universali dai cui dedurre meccanicamente i fenomeni concreti (posto che si conoscano le condizioni iniziali, ovviamente). La scienza teorica consiste piuttosto in arcipelaghi di modelli accomunati da relazioni di vicinanza e similarità più o meno

⁵ Per una discussione di Kuhn in termini di astratto e concreto, cfr. Cartwright (1993).

⁶ Vedi gli esempi in Kuhn (1962/1969), p.188, e Giere (1988), cap. 3.

stretta. I modelli più concreti sono anche quelli più *ad hoc*, ovvero ispirati dai modelli astratti ma aggiustati qua e là per adattarli alle caratteristiche del contesto di applicazione.⁷

Seguendo Wittgenstein, sappiamo che la relazione di somiglianza stessa non è in grado di determinare se un problema specifico sia abbastanza simile a un esemplare-modello oppure no – per esempio se un certo sistema possa essere descritto per mezzo di un certo tipo di modello (un modello quantistico, per esempio, o un modello economico di scelta razionale).⁸ Anche nella migliore delle ipotesi l'esemplare astratto suggerisce soltanto che un problema può essere risolto più o meno 'così e così', ma lo scienziato sa che l'esemplare dovrà essere modificato per catturare opportunamente i dettagli delle circostanze. In generale, più ci si allontana dalle semplici formule dei fisici teorici, più aumenta di importanza la conoscenza del contesto di applicazione del modello o teoria in questione.

6. Il contesto pratico: gli esemplari concreti

Facciamo un esempio: il *laser* (l'acronimo sta per *Light Amplified by Stimulated Emission of Radiation*). In generale, un laser è definito in base alla sua funzione: si tratta di una macchina capace di produrre una radiazione altamente coerente, uno strumento dotato della capacità di 'laseggiare', per così dire (*lasing*). Secondo la definizione da manuale, la sua struttura può essere descritta a un alto livello di astrazione nel modo seguente:

queste macchine hanno in comune un materiale attivo (per esempio un rubino) per convertire parte dell'energia in una luce laser; e degli specchi, uno dei quali semi-trasparente, per fare in modo che il raggio attraversi il materiale attivo molte volte e in questo modo diventi grandemente amplificato.⁹

Nel descrivere la struttura astratta di un laser, gli autori hanno inserito tra parentesi degli esempi di materiali che possono essere usati *in concreto* per costruire una macchina che 'laseggia'. Ma esistono in linea di principio altri modi e altri materiali per raggiungere lo stesso risultato (il materiale attivo, per esempio, può essere un gas). Il punto è che per quanto ci si sforzi di fornire una descrizione del processo di costruzione di un laser, il livello di dettaglio non sarà mai sufficiente a guidare ogni mossa dello scienziato. Si tratta di un problema molto generale, che Nancy Cartwright chiama 'questione dell'astrazione materiale':

Un fisico può predicare i principi secondo i quali un laser dovrebbe funzionare; ma soltanto gli ingegneri sanno come estendere, correggere, modificare, o aggirare quei principi per adattarli ai diversi materiali che possono essere assemblati per produrre un laser funzionante. I principi della fisica in qualche modo astraggono da tutte le manifestazioni materiali del laser, per fornire una descrizione generale che è in qualche senso comune a tutte, ma non letteralmente vera di alcuna di esse (1989, p. 211).

⁷ Numerosi esempi sono illustrati e discussi in Morgan e Morrison (a cura di) (1998).

⁸ Gli argomenti di Wittgenstein sul 'seguire una regola' sono stati ripresi in questa chiave dai sostenitori del 'programma forte di sociologia della scienza'. Cfr. Bloor (1983).

⁹ L. Allen and D.G.C. Jones, *Principles of Gas Lasers*, New York: Plenum Press, 1967; citato in Cartwright (1989), p. 216.

Questa difficoltà è connessa al carattere eminentemente *ad hoc* di gran parte dell'applicazione della scienza. Ma poiché sono proprio le applicazioni tecnologiche (i laser, i radar, gli aerei e le navicelle spaziali) a indurci a prendere sul serio le teorie scientifiche che le hanno ispirate, non possiamo esimerci dal confrontarci con esso e dall'esaminare più nei dettagli la relazione esistente fra teoria e applicazione.¹⁰ Per cominciare, le teorie scientifiche hanno la *forma* di sistemi assiomatici, ma in pratica non contengono informazioni sufficienti per legare il mondo delle idee con quello dei fatti concreti. Come dei libri di cucina, le teorie sono costituite da una serie di esempi ('esemplari' o 'modelli') di come spiegare (e talvolta creare) fenomeni di un certo tipo. Ma come le ricette di cucina, molto è lasciato all'immaginazione e alle capacità individuali. Poche persone sono in grado di cucinare una buona *Sacher torte*, specialmente se non hanno mai cucinato dolci in precedenza, e l'aiuto di una buona ricetta non risolverà tutti i problemi che incontreranno nel corso della preparazione. Allo stesso modo, nessun principiante è in grado di far funzionare uno strumento delicato o di replicare un esperimento sulla base soltanto di un libretto di istruzioni o di un manuale di fisica.

Per questo motivo la trasmissione del sapere scientifico è tanto di tipo linguistico quanto di tipo pratico e visivo. Quando uno scienziato intende replicare un esperimento deve acquisire una serie di tecniche nuove, e il metodo migliore di apprendimento consiste nel *vedere* e nel *fare*. Guardare come fanno gli altri, e provare a ripetere le stesse procedure come lo studente che impara facendo esercizi di calcolo. Anche in questo caso, dunque, il modo 'giusto' di fare un esperimento è definito in riferimento a un esemplare, ma un esemplare *concreto*. Un laser costruito con determinati materiali, e funzionante in un particolare luogo grazie alla cura di un gruppo di scienziati, è un esemplare concreto. ('Concreto' qui non significa necessariamente 'materiale': anche un'istituzione sociale, politica o economica è 'concreta' nel senso in cui intendiamo usare il termine.¹¹)

L'apprendimento basato sull'imitazione degli esemplari è generalmente lungo e faticoso. Difficilmente un laser funzionerà al primo colpo. Dettagli apparentemente insignificanti come la lunghezza dei cavi elettrici possono costituire ostacoli difficili da superare. In *Changing Order* (1985) Harry Collins descrive il processo per tentativi ed errori, i trucchi del mestiere per mezzo dei quali un fisico applicato riesce a risolvere problemi di questo tipo. Perché l'apparato dà luogo a continui cortocircuiti?

A questo punto allarghi le braccia perché è un problema studiato da cent'anni e ancora abbastanza difficile da capire, tranne in condizioni controllate dove, diciamo, hai due superfici piatte e magari un punto. Ma dove hai qualche curva e degli spigoli e non puoi osservare direttamente, può succedere di tutto [...] (Collins 1985, p. 59).

La soluzione deve essere pragmatica e non è dettata da nessuna teoria. Alla fine, il fisico di laboratorio avvolge le parti del laser che danno luogo a cortocircuiti con fogli e bottiglie di polietilene. Questi aspetti della ricerca fanno parte della 'conoscenza tacita' dello scienziato e non vengono codificati in nessun libro di testo (e meno che mai negli articoli pubblicati nelle riviste scientifiche). Ma conoscenza tacita e dimensione del 'fare' rendono la trasmissione del sapere da laboratorio a

¹⁰ Per una difesa di questo punto di vista, si veda Hacking (1983) e Cartwright (1999).

¹¹ Sul ruolo degli esemplari concreti nelle scienze sociali cfr. Guala (2001).

laboratorio tutt'altro che banale. In breve, la conoscenza è strettamente legata alle circostanze, e viaggia con grande difficoltà da un contesto all'altro.¹²

7. Fatti senza (un'unica) teoria

Un paradigma, nel senso comune di 'modello di riferimento' a cui ispirarsi per fare scienza, non è quindi soltanto un'entità teorica. Un paradigma è fatto soprattutto di *tecniche, strumenti, laboratori*. L'olismo di Hanson è prevalentemente linguistico, e può suggerire conclusioni relativistiche: se i fatti sono 'carichi di teoria', cioè interpretazioni della realtà costruite su presupposti teorici antecedenti all'osservazione stessa, il cambiamento teorico avviene su basi né neutrali né obbiettive. In ultima analisi, lo scienziato potrà soltanto scegliere il sistema teoria-fatti (fatti *interpretati*, ovviamente) che meglio si adatta alla sua ideologia. Ma come abbiamo visto, una parte non marginale della conoscenza scientifica non è teorica. Spesso il nostro credere in un effetto, un fenomeno, o un meccanismo causale, è indipendente dalla comprensione teorica del fenomeno stesso.

Prendiamo un esempio ormai divenuto classico: l'osservazione di un piccolo organismo al microscopio.¹³ In ogni singola osservazione saremo sempre in dubbio se certe caratteristiche (delle macchie colorate, per esempio) appartengano davvero all'organismo in questione, o siano piuttosto distorsioni provocate dallo strumento di osservazione. Il teorico concluderà che due scienziati che sottoscrivono due diverse teorie dello strumento in questione (per esempio: 'lo strumento provoca distorsioni ottiche', oppure 'lo strumento non provoca distorsioni') 'vedono' due realtà diverse. Egli suggerirà inoltre che non esiste una terza teoria 'neutrale' in grado di fornire un'interpretazione dei fatti priva di pregiudizi. Ma non c'è affatto bisogno di una teoria neutrale. Se utilizzando diversi strumenti che funzionano sulla base di principi diversi (un microscopio elettronico e un microscopio ottico, per esempio) osserveremo esattamente le stesse macchie, potremo altresì concludere che le macchie appartengono all'oggetto osservato e non sono illusioni dello strumento di osservazione. Si tratta di un'applicazione del cosiddetto 'argomento dei non-miracoli': sarebbe un'incredibile coincidenza, anzi un vero miracolo, se due strumenti così diversi errassero esattamente nello stesso modo. Pertanto, è più plausibile attribuire le proprietà osservate a un'entità reale – l'organismo sotto osservazione.¹⁴

L'olismo teorico costituisce effettivamente un problema notevole per quegli approcci che concepiscono la crescita della scienza come il progressivo affinamento di descrizioni della realtà accurate e onnicomprehensive. Ma le teorie sono epistemicamente supportate anche dall'*uso* che ne facciamo, ovvero dai successi tecnologici che esse consentono. Il progresso consiste nel *saper fare*, nella capacità di creare nuovi fenomeni e di intervenire per modificare l'esistente. Il fatto per

¹² Si veda anche Latour (1984), p. 93 sul caso storico di Pasteur e dei suoi esperimenti col bacillo dell'antrace.

¹³ L'esempio e la discussione che segue sono tratti da Hacking (1983), cap. 11. Cfr. anche Kosso (1989). Un argomento simile (ma volto a difendere il realismo delle relazioni causali piuttosto che delle entità) si trova in Cartwright (1983).

¹⁴ L' 'argomento del non-miracolo' deve la sua formulazione standard a Hillary Putnam (1975), ed è ampiamente utilizzato nel contesto del dibattito sul realismo delle entità teoriche. Una discussione di questo argomento applicato alla scienza sperimentale si trova in Mayo (1996).

esempio che i raggi laser possono venire usati per correggere la miopia, o per bucare la corazza di un carro armato, suggerisce una profonda differenza fra la scienza e l'astrologia, le favole o la critica letteraria. E' la crescita cumulativa della conoscenza scientifica a livello tecnologico a segnare la differenza principale tra le discipline ermeneutiche per eccellenza e le scienze empiriche.

E' possibile dunque essere empiristi anche dopo Thomas Kuhn, senza cedere al relativismo. Certo, il ruolo delle teorie nella scienza ne esce ridimensionato. E il termine stesso 'paradigma' è da intendere in modo nuovo: nessun periodo storico è mai dominato da una visione monolitica e uniforme della realtà empirica. La scienza è in ogni momento una babele di approcci, linguaggi, metodi e modelli indipendenti (e non sempre necessariamente coerenti) applicati localmente a diversi 'pezzi' di realtà.¹⁵ La disunità della scienza può rivelarsi benefica poiché permette di sostituire al circolo vizioso teoria-fatti (interpretati dalla teoria), il circolo *virtuoso* teoria₁-fatti(interpretati dalla teoria₂). Non saremo mai in grado di vedere certi aspetti della realtà senza l'ausilio di un buon paio di 'occhiali', ma l'uso di occhiali diversi ci assicura che non stiamo semplicemente guardando una fotografia appiccicata sulle lenti.

8. Un ruolo per la filosofia della scienza (contestualizzata)

Che fine ha fatto la macchina epistemologica immaginaria con cui abbiamo aperto questo capitolo? Una tale macchina, per adempiere adeguatamente alle sue funzioni, dovrebbe rinunciare a una caratteristica importante: la sua universalità e indipendenza dalle circostanze. Il metodo della scienza è infatti contestuale sotto almeno cinque aspetti:

- (1) Il significato di un controllo sperimentale dipende dal sistema teorico utilizzato per interpretarlo.
- (2) Il 'contesto' teorico è costituito dagli esemplari paradigmatici (o generalizzazioni simboliche) accettati in un dato momento dalla comunità scientifica.
- (3) Un paradigma kuhniano tuttavia non un'entità puramente linguistica ma comprende anche esemplari concreti, capaci anch'essi di orientare la ricerca scientifica.
- (4) Poiché il paradigma non è un'entità monolitica e puramente teorica, la conoscenza scientifica può emanciparsi dalla teoria grazie all'uso ingegnoso di modelli e tecniche sperimentali locali.
- (5) Ma poiché l'applicazione della teoria ai fatti è spesso opportunistica, la crescita della conoscenza dipende anche da altri fattori contingenti, in particolare dal contesto pratico, sociale e materiale che condiziona localmente ogni situazione specifica.

Queste considerazioni si traducono pertanto in un invito per la filosofia a dedicarsi allo studio dei contesti della scienza, e in particolare ai fattori che *localmente* guidano lo scienziato in una direzione piuttosto che in un'altra. Ritirarsi nello studio dei dettagli potrebbe apparire un tradimento della vocazione universalista della

¹⁵ Galison (1997) difende esplicitamente questa visione della scienza, confrontandola con quella di Kuhn e della filosofia pre-kuhniana. Le implicazioni filosofiche della tesi della disunità della scienza sono discusse in Dupré (1993), Galison e Stump (a cura di, 1996), e Cartwright (1999).

filosofia. Ma se la conoscenza (tanto del mondo quanto del metodo) non fosse nascosta nei dettagli, non si capisce perché dovremmo delegare allo scienziato il compito di indagare la struttura delle cose. Evidentemente nel mondo ideale della filosofia a-contestualista non c'è bisogno di esperti. Ma con altrettanta evidenza il mondo reale è tutt'altra cosa. Se, da una parte, è vero che soltanto l'esperto possiede le chiavi di accesso allo studio di uno specifico ambito della realtà; dall'altra, è altresì vero che gran parte delle sue conoscenze e abilità sono tacite, e difficilmente trasferibili da un contesto all'altro. Allo stesso tempo non vorremmo che scelte e decisioni che riguardano la nostre esistenze individuali e il nostro vivere associato dipendano esclusivamente dalla fede che riponiamo nell'abilità specialistica dell'esperto e nella sua autorità personale.¹⁶ Si apre dunque la possibilità di attribuire un ruolo fondamentale alla riflessione epistemologica: quello di articolare ed esplicitare (ed eventualmente mettere in discussione) le regole che *effettivamente* governano la prassi dell'esperto. In questo senso, la filosofia non è né 'regina' (Kant) né 'spazzina delle scienze' (Locke): essa non si pone né al di *sopra* né al di *sotto*, ma riflette dall'*interno* della scienza sulla scienza stessa.¹⁷ Una filosofia della scienza empirica dunque. E, come la scienza stessa, sensibile al contesto.

Riferimenti bibliografici

Ariew, R. (1984) "The Duhem Thesis", *British Journal for the Philosophy of Science*, 35, pp. 313-25.

Bloor, D. (1976) *Knowledge and Social Imagery*, Routledge, London, trad. it. *La dimensione sociale della conoscenza*, Cortina, Milano, 1994).

Bloor, D. (1983) *Wittgenstein: A Social Theory of Knowledge*, London, Macmillan.

Cartwright, N. (1983) *How the Laws of Physics Lie*, Oxford, Clarendon Press.

Cartwright, N. (1989) *Nature's Capacities and Their Measurement*, Oxford, Oxford University Press.

Cartwright, N. (1993) "How We Relate theory to Observation", in Horwich (a cura di) *World Changes: Thomas Kuhn and the Nature of Science*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Cartwright, N. (1999) *The Dappled World*, Cambridge University Press, Cambridge.

Churchland, P.M. (1989). *A Neurocomputational Perspective*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

Collins, H.M. (1985) *Changing Order: Replication and Induction in Scientific Practice*, Beverly Hills, Sage.

Di Francesco, M. (1994) "Aspetti logico-linguistici dell'impresa scientifica", in Giorello (a cura di) *Introduzione alla filosofia della scienza*, Bompiani, Milano.

Duhem, P. (1906) *La théorie physique. Son objet et sa structure*, Paris, Chevalier et Rivière, tr. it. *La teoria fisica*, Bologna, Il Mulino, 1978.

¹⁶ Su questo tema cfr. Popper (1934/1959), p. XLII e Feyerabend (1980).

¹⁷ E' opinione diffusa fra i filosofi del nuovo millennio che la teoria della conoscenza debba essere *naturalizzata*. Esistono numerose varianti del naturalismo. Si veda Quine (1969) per la proposta pionieristica di rimpiazzare la filosofia della conoscenza con la psicologia. Giere (1988) estende il progetto nella direzione della psicologia cognitiva, e Churchland (1989) nella direzione della neurofisiologia. Bloor (1976) e Latour (1987) sostengono invece che l'epistemologia deve essere ridotta allo studio delle condizioni sociali e politiche dell'impresa scientifica.

- Dupré, J. (1993) *The Disorder of Things*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.
- Feyerabend, P.K. (1980) *Erkenntnis für freie Menschen*, Suhrkamp Verlag, Frankfurt; trad. it. dall'edizione tedesca modificata, *La scienza in una società libera*, Feltrinelli, Milano, 1982.
- Friedman, M. (1987) "Carnap's *Aufbau* Reconsidered", *Nous*, 21, pp. 521-545.
- Galison, P. (1997) *Image and Logic: A Material Culture of Microphysics*, Chicago, University of Chicago Press.
- Galison, P. e D. Stump (a cura di, 1996) *The Disunity of Science*, Stanford, Stanford University Press.
- Giere, R. (1988) *Explaining Science*, University of Chicago Press, Chicago.
- Gillies, D., Giorello, G. (1995) *La filosofia della scienza nel XX secolo*, Laterza, Roma-Bari.
- Grünbaum, A. (1960), "The Duhemian Argument", *Philosophy of Science*, 32, pp. 75-87.
- Grünbaum, A. (1966) "The falsifiability of a Component of a Theoretical System", in Feyerabend, Maxwell (a cura di) *Mind, Matter and Method: Essays in Honor of Herbert Feigl*, University of Minnesota Press, pp. 273-305.
- Grünbaum, A. (1971) "Can we ascertain the Falsity of a Scientific Hypothesis?", *Studium Generale*, 22, pp. 1061-1093, 1966; rist. in versione rivista in Nagel, E., Bromberger, S., Grünbaum, A. (a cura di) *Observation and Theory in Science*, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1971.
- Guala, F. (2001) "Building Economic Machines: The FCC Case", *Studies in History and Philosophy of Science*, 32, pp. 453-477.
- Hacking, I. (1983) *Representing and Intervening*, Cambridge, Cambridge University Press, tr.it. *Conoscere e sperimentare*, Bari, Laterza, 1987
- Hanson, N. R. (1958) *Patterns of Discovery*, Cambridge, Cambridge University Press, tr. it. *I modelli della scoperta scientifica*, Milano, Feltrinelli, 1978.
- Harding, S. (1976) (a cura di) *Can Theories be Refuted?*, Reidel, Dordrecht.
- Kosso, P. (1989) "Science and Objectivity", *Journal of Philosophy*, 86, pp. 245-257.
- Kuhn, T. S. (1962/1970) *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, The University of Chicago Press, 1962 e 1970, tr. it della 2a ed. *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Torino, Einaudi, 1979.
- Lakatos, I. (1978) *The Methodology of Scientific Research Programmes: Philosophical Papers*, vol. I, a cura di J. Worrall, G. Currie, Cambridge University Press, Cambridge; tr. it. *La metodologia dei programmi di ricerca scientifici*, a cura di M. Motterlini, Il Saggiatore, Milano 1999.
- Latour, B. (1984) *Les microbes : guerre et paix*, Paris, Metaillon.
- Latour, B. (1987) *Science in action*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Mayo, D. (1996) *Error and the Growth of Experimental Knowledge*, Chicago, University of Chicago Press.
- Morgan, M. e M. Morrison (a cura di., 1998) *Models as Mediators*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Motterlini, M. (1997) "La sfida di Duhem", *Annali dell'Università di Ferrara*, Discussion Paper, n. 48, 1997.
- Popper, K. (1934/1959) *Logik der Forschung*, Wien, Springer, 1934, tr. ing. *The Logic of Scientific Discovery*, London, Hutchinson, 1959, tr. it. della II ed. ampliata, 1968, *La logica della scoperta scientifica*, Torino, Einaudi, 1970.
- Popper, K. (1956/1983) *Realism and the Aim of Science*, From the *Postscript to the Logic of Scientific Discovery*, a cura di W. Bartley III, London, Hutchinson, ed. it. a cura di A. Artosi e R. Festa, *Poscritto alla logica della scoperta scientifica. I. Il realismo e lo scopo della scienza*, Il Saggiatore, Milano, 1984.
- Putnam, H. (1975) *Philosophical Papers, Vol. 1: Mathematics, Matter and Method*, Cambridge, Cambridge University Press.

Quine, W. V. O. (1951) "Two dogmas of empiricism", *Philosophical Review* (1951), poi in *From a Logical Point of View*, Cambridge, Mass., Harvard University press, 1953, 2a ed. 1961, tr. it. "Due dogmi dell'empirismo", in Id. *Il problema del significato*, Roma, Ubaldini, 1966.

Quine, W. V. O. (1960) *Word and Object*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1960, tr. it. *Parola e oggetto*, Milano, Il Saggiatore, 1970.

Quine, W. V. O. (1969). *Epistemology Naturalized*. In *Ontological Relativity and Other Essays*, New York: Columbia University Press.

Uebel, T. (a cura di, 1991) *Rediscovering the Vienna Circle. Austrian Studies on Otto Neurath and the Vienna Circle*, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht

Vuillemin, J. (1979) "On Duhem's and Quine's Theses", *Grazer Philosophische Studien*, 9, pp. 69-96. Ristampato in L.E.Hahn e P.A.Schilpp (a cura di) *The Philosophy of W.V.Quine in Library of Living Philosophers*, Open Court, La Salle, Illinois, 1986, capitolo 22.

Wittgenstein, L. (1953) *Philosophische Untersuchungen*, Blackwell, Oxford 1953, tr. it. *Ricerche filosofiche*, Einaudi, Torino, 1969.