

IL “GIOCO” DELLA LOGICA TRA USO DEL LINGUAGGIO E COSTRUZIONE DELLA SCIENZA

Tamara Bellone⁽¹⁾ – Luigi Mussio⁽²⁾

⁽¹⁾ Politecnico di Torino – DIATI – Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10139 Torino
Tel. 011-364-7709 – Fax 011-564-7699 – e-mail tamara.bellone@polito.it

⁽²⁾ Politecnico di Milano – DICA – Piazza L. da Vinci, 32 – 20133 Milano
Tel. 02-2399-6501 – Fax 02-2399-6602 – e-mail luigi.mussio@polimi.it

con il contributo di Marco Piras

Politecnico di Torino – DIATI – Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10139 Torino
Tel. 011-364-7661 – Fax 011-564-7699 – e-mail marco.piras@polito.it

Riassunto – E tanto più intendo tanto più ignoro, motto di Tommaso Campanella, può servire a spiegare, bene, le virgolette messe attorno alla parola: gioco, ed il suo carattere, ambiguo e contraddittorio, essendo tutto ciò vero tanto nell’uso del linguaggio, quanto nella costruzione della scienza. Quanto segue si dipana in alcuni meandri della filosofia analitica, a partire dal positivismo logico, dove molto forte è l’accanirsi contro la metafisica. A riguardo, avendo presente l’uso rinnovato del termine, fatto da giovani filosofi contemporanei, corre il dovere di precisare la sua validità, se significa andare oltre le cose fisiche, con le assunzioni necessarie per pensare e fare scienza. Al contrario, validissimo è il rigetto della metafisica, quando questa voglia dire, come nella tradizione della storia del pensiero, rifarsi a principi primi indiscutibili ed assoluti. Rudolf Carnap e Karl Raimund Popper sono i maggiori esponenti delle scuole filosofiche, prese in esame. La trattazione collega linguaggio e costruzione della scienza, perché una concezione moderna descrive la scienza come un linguaggio, capace di leggere la realtà fisica, dove la complessità dell’analisi cresce al crescere della complessità della modellazione adottata. Infatti oltre a muoversi liberamente nello spazio, parametrizzato con righe, colonne e pile, è spesso necessario muoversi congiuntamente nel tempo e/o nel cosiddetto spazio delle scale, entrambi parametrizzati con pioli e montanti, a seconda che si permanga ad un dato livello, oppure si passi da un livello ad un altro. D’altra parte, un esempio musicale dà il segno della complessità: le cinque note pentatoniche (la si do re mi fa sol) permettono 720 permutazioni, mentre le dodici note (mettendo insieme i tasti bianchi e neri del pianoforte) permettono 479.001.600 permutazioni e, anche limitandosi alle ventiquattro scale armoniche, maggiori e minori (sulle sette note del clavicembalo ben temperato), il numero di permutazioni è 120.960. In questo contesto, il superamento dell’empiria fa passare dalla capacità di verifica alla sola possibilità di falsificazione, dove è possibile dire quello che è errato, ma non è possibile certificare quello che è esatto. Infatti la verità è sempre provvisoria e precaria, valida fino ad una possibile smentita, più o meno prossima¹, e le costruzioni tecniche, sociali, economiche e politiche sono, sempre e solo, governate dal dubbio ed altrettanto precarie e provvisorie. Infine con un salto notevole di contenuto, ma affatto estraneo alla vita ed alle concezioni dei pensatori (qui già citati e/o citati nel seguito), è davvero difficile, soprattutto in questi tempi così tanto travagliati, separare il parlare alto di ricerca scientifica e tecnologica, nonché di storia della scienza e della tecnica, e di epistemologia, dai casi della vita quotidiana, vari e diversi. Di fronte a tutti questi è davvero difficile scegliere la strada migliore, in ogni caso, ben sapendo come occorra, sempre ed ovunque, il coraggio e l’impegno e talvolta anche la ribellione.

¹ Questo modo di procedere è un classico di tutta la storia del pensiero e della scienza, dove più severi e rigorosi dovrebbero essere i controlli e più facili i punti di convergenza e contatto. Ancora più importante, è rilevare un andamento pendolare tra ardite spiegazioni audaci, un po’ oltre quello che è semplice e tranquillo sostenere, e consolidare, su basi sicure, quello che è certo e facile difendere con tranquillità. Quanto ripreso, da autori importanti, e presentato si muove sul versante della filosofia scienza e dell’epistemologia, con un’attenzione alla scienza stessa, alla tecnica ed alla prassi politica. Al contrario, nettissima è l’avversione nei confronti di ogni deriva idealista e/o storicista, purtroppo oggi di gran moda. Infatti per quanto alte cattedre raccomandino questi percorsi, a giudizio degli autori, sono pericolosi regressi (fumosi, subdoli ed autoritari), già tristemente provati, nel corso della storia dell’umanità.

Premesse neokantiane del positivismo logico

La filosofia neokantiana rivaluta la figura ed il pensiero di Immanuel Kant, difendendoli dall'accusa infondata di essere superati per l'avvento delle geometrie non euclidee, delle teorie della relatività ristretta e generale, e della teoria dei quanti. Infatti tutte queste teorie, sviluppatasi tra l'800 e l'inizio del '900, stabiliscono che il tempo, lo spazio ed il moto non sono più concepiti come assoluti, rispetto ad un unico sistema di riferimento dato (riprendendo alcune tesi di Gottfried Wilhelm von Leibniz e di Johann Friedrich Herbart). Allora il merito di Kant è aver proposto una concezione filosofica, aderente alla geometria euclidea, alla teoria (astronomica) copernicana ed alla meccanica newtoniana, contro qualsiasi cedimento alle tesi spiritualiste/idealiste, e soprattutto alle dottrine imposte dalla teologia cristiana. In questo modo, la sintesi critica kantiana diventa un passaggio obbligato tra la filosofia razionalista ed empirista del '600 e '700, e la nuova filosofia della scienza che si sta sviluppando dall'800 in poi, ad esempio, con il positivismo logico.

Tra i precursori notevoli sono le figure del fisico energetico Ernst Waldfried Josef Wenzel Mach e del filosofo neokantiano Ernst Cassirer ². In questo contesto, si superano alcune tesi kantiane, per una teoria della conoscenza, con le forme sintetiche a priori. Pertanto a priori, si hanno solo forme analitiche, logicamente dedotte, mentre i giudizi sintetici sono sempre a posteriori, in quanto derivati dall'esperienza. Tuttavia seppure più tardi è l'abbandono definitivo della distinzione tra analitico e sintetico ³, qualche accenno inizia a comparire già in quell'ambiente tardo ottocentesco e primo novecentesco. Queste osservazioni rivestono una notevole importanza, in quanto collegano, già a quell'epoca ed in modo diretto, l'evoluzione biologica ed i prodotti della storia (ma non certo l'esperienza personale) con la formazione di certe strutture cerebrali che hanno innate il tempo, la geometria, i numeri naturali e la sintassi del linguaggio (dopodiché l'esperienza personale riempie di contenuti diversi queste forme già predisposte).

Non già nella vicinanza al dato immediato, ma nel progressivo allontanamento da esso risiedono il valore e la natura specifica del linguaggio come dell'attività artistica. Questa distanza dell'esistenza immediata e dell'esperienza immediatamente vissuta è la condizione della perspicuità e della consapevolezza del linguaggio. Questo comincia soltanto là dove cessa il rapporto diretto con l'impressione sensibile e con l'emozione sensibile (Ernst Cassirer, *Filosofia delle forme simboliche*).

Il simbolo non è il rivestimento meramente accidentale del pensiero, ma il suo organo necessario ed essenziale. Esso non serve soltanto allo scopo di comunicare un contenuto concettuale già bello e pronto ma è lo strumento in virtù del quale questo stesso contenuto si costituisce ed acquista la sua compiuta determinatezza. L'atto della determinazione concettuale di un contenuto procede di pari passo con l'atto del suo fissarsi in qualche simbolo caratteristico (Ernst Cassirer, *op. cit.*).

Le diverse forme della cultura non vengono, nella loro intima essenza, tenute insieme attraverso un'identità, bensì per il fatto che ad esse si pone un comune compito fondamentale (Ernst Cassirer, *op. cit.*).

La ragione è un termine assai inadeguato per comprendere tutte le forme della vita culturale dell'uomo in tutta la loro ricchezza e varietà. Ma tutte queste forme sono forme simboliche. Per conseguenza, invece di definire l'uomo animale razionale, possiamo definirlo animale simbolico. Così facendo indichiamo ciò che specificamente lo distingue e possiamo capire la nuova strada che si è aperta all'uomo, la strada verso la civiltà (Ernst Cassirer, *Saggio sull'uomo*).

Per completezza, si precisa che la teoria della conoscenza ha il compito preciso di verificare le conoscenze e diverse sono le vie percorse dalla ricerca scientifica. A volte, l'intuizione di risposte corrette, a partire da

² Non molto lontane da queste concezioni sono quelle del matematico e fisico Jules Henri Poincaré e del filosofo (di formazione matematica) Edmund Gustav Albrecht Husserl.

poche informazioni, precede la formulazione completa di un problema e della corrispondente teoria. Altre volte, l'esperienza suscita le risposte corrette e, per mezzo dell'induzione, ottiene una giustificazione ⁴, arrivando a costruire una teoria. Altre volte ancora, una deduzione razionale costruisce una teoria che, solo più tardi, è confermata dall'esperienza e soprattutto non smentita. In ogni caso, una scomposizione logica (riconoscendo un nucleo fondamentale ed altri elementi accessori) ed una ricostruzione razionale sono confermate solo da una determinazione ridondante, fornita da una sovrabbondanza di informazioni conferite ⁵. Duplice è anche la possibilità d'inganno: rifiutare un'ipotesi vera, oppure accettare un'ipotesi falsa; di conseguenza, nei casi dubbi è opportuno acquisire nuova informazione ⁶.

Questo modo di procedere è applicabile a tutti i tipi di oggetti (psichici propri, fisici, psichici altrui e spirituali ⁷) su cui formulare asserti. Ogni asserto, fornito di senso, esprime uno stato di fatto e può essere vero o falso, a seconda che tale fatto esista, oppure no ⁸. Gli asserti noti confermano le rappresentazioni dell'esistente, mentre gli asserti nuovi devono essere confermati o smentiti dall'esperienza, dove la conferma o la smentita sono una condizione necessaria e sufficiente. Infatti le rappresentazioni degli stati di fatto si riferiscono ad asserti, coinvolgendo spesso anche rappresentazioni concomitanti (estranee all'asserto in esame); invece le rappresentazioni degli oggetti isolati non si riferiscono ad asserti, ma solo a nomi, al più, con aggettivi e/o apposizioni. Infine gli oggetti si distinguono in fondamentali o di primo grado (come i numeri naturali) cui far seguire gli oggetti di secondo grado (come i numeri razionali: tutti e solo quozienti di numeri interi), poi quelli di terzo grado (come i numeri irrazionali ⁹), ecc.



René Manritte ¹⁰, Sentireascoltare

³ La distinzione è definitivamente superata nell'opera di Willard Van Orman Quine.

⁴ Come noto, alla possibilità di conferme induttive sono contrapposte le confutazioni alle congetture.

⁵ La ridondanza contribuisce a rendere le determinazioni più accurate, precise ed affidabili, nonché il sistema più stabile.

⁶ L'acquisizione di nuova informazione, a parità di significatività, aumenta la potenza della decisione possibile.

⁷ Gli oggetti psichici che diventano patrimonio comune, intersoggettivo e collettivo sono convenzionalmente detti spirituali.

⁸ Come noto, alla distinzione nel senso è contrapposta la grammaticità di un asserto, oppure no, essendo un'espressione, inaspettata ed inusuale, solo una frase ritirata dal traffico corrente.

⁹ Un numero irrazionale è l'elemento separatore tra due classi contigue di numeri razionali, comunque densi nel campo dei numeri reali.

¹⁰ Pittore, esponente del surrealismo, spinto in un gioco ambiguo, in bilico tra ambiguità ed assurdo.

Una costruzione logica ¹¹

L'obiettivo di una costruzione logica è la formazione di una specie di albero genealogico dei concetti (oggetti, stati, processi ed asserti, con le loro classi e relazioni ¹²), così da ridurre questi a proposizioni elementari. E' una teoria per l'assiomatizzazione che consiste dapprima nell'ordinare analiticamente e successivamente nel raggruppare, in modo sintetico. Questa teoria collega la teoria delle relazioni di Bertrand Arthur William Russell e Alfred North Whitehead con analisi della realtà, tra molti altri, sviluppata da Mach e Poincaré. Entrambe fanno riferimento ad alcune determinazioni fondamentali di Gottfried Wilhelm von Leibniz e hanno punti di contatto anche con la prospettiva dell'esperienza immediata di Husserl. A riguardo, è necessario distinguere insiemi da complessi logici (cioè le classi ¹³), in quanto i primi sono la somma delle loro parti, mentre i secondi sono un'aggregazione organizzata formata dagli elementi della classe stessa ¹⁴.

La scienza studia le proprietà strutturali degli oggetti. La descrizione delle loro proprietà serve ad analizzare oggetti singoli, prescindendo dalla loro struttura. La descrizione dei loro rapporti prende in considerazione le relazioni tra oggetti, costruendo la struttura, propriamente detta. Tuttavia è spesso possibile inferire proprietà da rapporti e viceversa, anche se in forma meno potente e talvolta confusa. La descrizione di una struttura avviene con operatori logici e simboli matematici. Importante per poter definire la complessità strutturale, sono le cardinalità delle relazioni: molti a molti, molti ad uno, uno a molti ed uno ad uno. La struttura di un sistema finito di oggetti fa uso di elementi algebrici ¹⁵, mentre se un sistema contiene un numero infinito di elementi (od un'infinità non numerabile), si ricorre alla nozione di campo continuo. L'individuazione degli elementi avviene con una presentazione diretta, oppure mediante la caratterizzazione delle relazioni con un numero, minimo indispensabile o comunque molto limitati, di elementi noti ¹⁶.

Gli oggetti ¹⁷ fisici occupano porzione di spazio, per un determinato tempo, hanno grandezza e forma, nonché peso, temperatura, colore, ecc. Gli oggetti psichici sono personali (non solo propri, ma anche altrui), hanno una loro durata, ma nessuna caratteristica spaziale, essendo pensieri (cioè percezioni, rappresentazioni, concezioni, volizioni, ecc.). Gli oggetti psichici che diventano patrimonio comune, intersoggettivo e collettivo, sono chiamati convenzionalmente spirituali. Tutti gli oggetti presentano problemi di denotazione (per chiarire cosa sono, nel loro ambiente) e manifestazione (per definire a cosa servono, in un contesto ben definito). Ovviamente esistono relazioni d'appartenenza tra gli oggetti fisici e quelli psichici (e studi più recenti cercano di localizzare nel cervello la produzione di atti mentali) ¹⁸ I problemi di essenza degli oggetti sono metafisici e non scientifici. Invece i problemi di coordinazione studiano le relazioni tra gli oggetti, sono scientifici e tutti rivolti alla costruzione della struttura ¹⁹.

¹¹ Questo paragrafo è liberamente ripreso e riassunto da: La costruzione logica del mondo, di Rudolf Carnap (Fratelli Fabbri Editori, Milano, 1966).

¹² E' ozioso domandarsi, se la costruzione sia una produzione od un riconoscimento, così come distinguere tra concetto ed oggetto (ove si assegni a quest'ultima parola un significato assolutamente generale).

¹³ Dato un oggetto, la sua classe d'appartenenza differisce sempre dall'insieme degli elementi che lo compongono (questa osservazione prescinde dal prendere in esame alcuni noti paradossi logico matematici).

¹⁴ Allo scopo, giova il concetto di struttura delle relazioni e la definizione dei loro gradi, così da trasformare gli asserti scientifici in asserti strutturali che prendono in considerazione la forma dei singoli oggetti e la forma complessiva di un sistema.

¹⁵ Tra questi elementi, sono d'interesse gli insiemi, i *cluster*, i grafi, i gruppi, gli anelli ed i corpi.

¹⁶ Date due descrizioni strutturali identiche discende un isomorfismo tra le due strutture.

¹⁷ Classi particolari di oggetti sono costituite dai valori etici, dagli oggetti della logica e dell'aritmetica (qui Carnap scrive della matematica, ma usa i numeri, come esempio), dalle forme geometriche, dai colori, dai suoni dagli odori, dai sapori, ecc.

¹⁸ Tutti gli oggetti fisici sono riducibili agli oggetti psichici e viceversa. Il percorso diretto è denominato percezione ed apprendimento, quello inverso è giustificato dalla teoria della conoscenza che, per problemi di praticità, postula l'esistenza della realtà, costituita dal mondo esterno. Invece gli oggetti spirituali sono riducibili agli oggetti fisici, ma non viceversa. Infatti mentre il percorso diretto è sempre denominato percezione ed apprendimento, quello inverso è negato, perché nessuna teoria della conoscenza può creare dal nulla quello che non esiste.

¹⁹ La coordinazione che pretende di diventare causalità (spaziando dal puro occasionalismo ad un'armonia prestabilita) fa diventare la stessa fisica un segmento della metafisica.

La teoria della costituzione²⁰ stabilisce innanzitutto due forme di gradi, ovvero in accordo con le definizioni di Friedrich Ludwig Gottlob Frege, gli oggetti saturati, cioè i nomi propri, e gli oggetti non saturati (detti quasi oggetti), cioè i nomi comuni e collettivi. Gli oggetti²¹ sono definiti esplicitamente od implicitamente mediante funzioni d'uso²². La struttura formale che lega tra loro i nomi, detti argomenti ammissibili, è detta funzione proposizionale od implicazione: essa è vera, per tutti i nomi che soddisfano le sue proprietà, e falsa, in caso contrario. Se le implicazioni hanno un antecedente ed un conseguente, esse istituiscono relazioni d'ordine. Le classi di nomi che sono in rapporto/relazione tra loro, o presentano affinità, costituiscono una sfera di oggetti (che estendono così le proprietà comuni): essa è pura, se chiusa, ed impura, in caso contrario. Una mescolanza impropria di sfere di nomi determina ambiguità ed errori, sempre possibili, essendo il numero di classi sicuramente molto grande (anche se probabilmente non infinito).

I termini estensione ed intensione hanno vari significati; ad esempio, i metrologi li usano con riferimento allo spazio principalmente e secondariamente al tempo, rifacendosi ad una distinzione già presente nella Critica della ragion pura di Immanuel Kant e distinguendo quello che è puntuale da ciò che è esteso. Nell'ambito della filosofia del linguaggio e dei fondamenti logici della matematica, Bertrand Arthur William Russell li distingue in base alla possibilità di ridurre o meno un concetto a concetti più semplici, tuttavia dopo alcune osservazioni di Ludwig Josef Johann Wittgenstein, la stessa distinzione diventa meno importante. Infine un punto d'arrivo, molto radicale, ma non assurdo, esclude l'esistenza di qualsiasi asserto intensionale. Ancora un esempio metrologico può chiarire meglio questa affermazione; infatti la misura puntuale della temperatura è realmente una misura estesa di un allungamento termico di un materiale ben sensibile alle variazioni di temperatura (come il mercurio)²³.

La forma del sistema complessivo è definita dalla riducibilità dei suoi oggetti che, espressi tramite asserti, permettono di tradurre il linguaggio della realtà in quello costituzionale. Con maggiore precisione, gli asserti esprimono gli stati di fatto individuali e le funzioni proposizionali gli stati di fatto generali. In corrispondenza, alla durata temporale e/o all'estensione spaziale di un oggetto (ed all'inevitabile dispersione dei suoi aspetti), si definisce uno stato di fatto fondamentale, quale contrassegno dello stesso (solitamente adottando un suo valore centrale o comunque grazie ad un valore di riferimento). La traduzione del senso degli asserti non cambia il loro valore logico, ma modifica il valore conoscitivo degli oggetti cui gli asserti si riferiscono. Infine qualunque sia la forma adottata per il sistema, essa prescinde da qualsiasi ipotesi idealista o materialista²⁴ della realtà, in quanto fare ipotesi di tal fatta significa solo porre vanamente la propria attenzione verso inconcludenti, inutili ed insolubili problemi metafisici.

La struttura relazionale che collega nella base gli elementi fondamentali indecomponibili agli altri elementi delle classi fondamentali è costituita da relazioni fondamentali (che godono, in generale, delle proprietà riflessiva, simmetrica e transitiva). Una base nel campo fisico, può essere fornita dalle particelle subatomiche o dai punti nello spazio-tempo. Tuttavia volendo meglio aderire alla granularità della realtà in esame, una base nel campo psichico, è preferibile, restringendola solitamente al proprio campo psichico, ovvero ai dati vissuti elementari. Questo non significa fare alcuna concessione al solipsismo ed all'irrealtà, per contro,

²⁰ Una base di dati, le forme degli oggetti e la forma del sistema completano la struttura cercata.

²¹ Se un oggetto complesso è descrivibile, in modo completo, da altri oggetti, si dice riducibile, mediante essi che costituiscono l'insieme dei suoi elementi.

²² Le definizioni d'uso forniscono rapporti/relazioni (o quantomeno affinità) ed aumentano la complessità della struttura data. Questa osservazione elimina la distinzione tra essenza di un oggetto (prescindendo da assurde argomentazioni metafisiche) ed il suo valore.

²³ Più opportuno è distinguere gli asserti in asserti di segno (puramente formale), di senso (provvisto di un contesto logico interno) e di significato (collegato anche ad altri asserti e conseguentemente ad una struttura).

essendo ben più difficile modellare anche i campi psichi altri, così da ottenere un campo psichico generale (forse addirittura una pretesa assurda, essendo questo forse inesistente). D'altra parte, l'intersoggettività è una proprietà essenziale della realtà che si distingue così dai sogni e dalle illusioni, in contrapposizione all'arbitrarietà di una comprensione ristretta alla sola base psichica propria.

In particolare, la scienza, riconoscendo solo proprietà strutturali della realtà (ad esempio, secondo i dettami della teoria della Gestalt), costruisce l'oggettività comune, facendola fuoriuscire dalla corrente dei dati vissuti individualmente. Inoltre poiché comunque la realtà non mostra come evidenti gli elementi fondamentali indecomponibili (fisici), l'analisi autentica produce una decomposizione logica della realtà stessa, fino a questi od alla grana, ritenuta sufficientemente fine per la modellazione richiesta (questa ultima aggiunta non è scritta da Carnap, ma è ragionevole, dati gli sviluppi recenti della scienza e della tecnica, nonché della metrologia da esse richiesta). Dopodiché una sintesi (qui convenzionalmente detta quasi analisi²⁵) procede alla classificazione ed alla ricostruzione razionale della realtà stessa in circoli di similarità²⁶, distinti tra loro o parzialmente sovrapposti. In questo modo, caratterizzando ogni circolo di similarità²⁷ con un proprio valore di riferimento, è possibile definire le varie classi fondamentali.

La filosofia neokantiana di Ernst Cassirer accetta le premesse del materialismo positivista, ma va oltre lo stesso, in quanto per la comprensione della realtà materiale sono necessarie determinazioni di ordinamento. Analogamente e con maggiore precisione, le relazioni fondamentali sono presentate, dal positivismo logico, come più importanti delle classi fondamentali e perciò primarie, in quanto si può passare dalle prime alle seconde, ma ben difficilmente viceversa²⁸. Infatti un buon modello può essere riempito grazie ad un archivio, dando preziose indicazioni per la sua formazione, ma è molto difficile costruire un buon modello, a partire da un archivio, per quanto ricco possa essere. Tra le relazioni, accanto all'ordinamento temporale²⁹ ed alla disposizione spaziale³⁰, sono importanti anche certe qualità e la loro intensità³¹. Inoltre passando da una base fisica ad una psichica, per le stesse motivazioni già espresse, il ricordo di similarità nei dati vissuti elementari sostituisce i circoli di similarità, con le loro gradazioni.

Un esempio di progetto di un sistema di costituzione prende in considerazione innanzitutto gli oggetti psichici propri ed individua il ricordo di similarità, quale relazione fondamentale³². A riguardo, importantissimo è il principio d'analogia, perché permette di attribuire, in base ai postulati di causalità e sostanzialità, le categorie

²⁴ Un sistema di costituzione materialista della realtà è formalmente ineccepibile e scientificamente corretto, ma è logicamente errato farne un presupposto metafisico, del tutto indimostrabile.

²⁵ La quasi analisi fa uso di un linguaggio simbolico costituito da: variabili, costanti, asserti, funzioni proposizionali, classi e relazioni. Il linguaggio simbolico può essere tradotto in quello naturale (parlato e scritto), nelle descrizioni scientifiche analogiche e nei modelli analitici convenzionali di queste descrizioni.

²⁶ La gradazione della similarità va, in senso forte, dall'uguaglianza all'uguaglianza parziale, e poi sempre più giù, in modo debole, fino ad una sola similarità parziale. Le relazioni collegate, se non riflessive, simmetriche e transitive, possono diventarlo per loro estensione.

²⁷ Ogni circolo di similarità misura la propria dispersione (interna), tramite un diametro del circolo stesso. Invece presi due circoli di similarità, la loro distanza è la misura della differenziazione (esterna) tra essi.

²⁸ Il maggior pregio del metodo proposto è l'adattabilità delle relazioni fondamentali alle novità della realtà (comunque quasi sempre semplificata, ipotizzando una relativa stabilità del dato, quasi sempre inesistente) ed al mutare delle concezioni scientifiche.

²⁹ L'ordinamento temporale può vantaggiosamente prevedere una sua, più complessa, illustrazione bidimensionale, dove insieme alla distanza temporale è riportata la durata dell'oggetto/evento analizzato.

³⁰ La ricostruzione dello spazio 3D parte dal campo visivo bidimensionale e dallo spazio tridimensionale dei colori che contribuisce a concepire la terza dimensione, grazie anche ai movimenti cinestetici dei muscoli oculari (che esplorano uno spazio bidimensionale, a loro volta, seppure ristretto). Inoltre anche le sensazioni tattili ed acustiche possono talvolta coadiuvare le sensazioni visive nella percezione della realtà 3D.

³¹ Ad esempio, nella comprensione di una scena viva, sono importanti le sensazioni acustiche, caratterizzate dalla frequenza e dall'ampiezza dei suoni (percepiti dai timpani), e quelle visive, distinte nelle coordinate bidimensionali delle caratteristiche morfologiche della scena stessa (proiettate sulla retina) e nella percezione dei colori della scena (in termini di tinta, saturazione ed intensità, ovvero rispettivamente le quantità di bianco e di nero che si legano ad un determinato colore o tinta).

³² L'analisi logica di queste relazioni si sviluppa mediante teoremi empirici sintetici, a posteriori, derivati dall'esperienza, e si confronta con teoremi logici e matematici analitici, ovvero tautologie, anche se non triviali (come mostra la matematica). Invece questa analisi non richiede giudizi sintetici, a priori, come accade, al contrario, nella sintesi critica kantiana. A loro volta, gli oggetti logici e matematici includono anche la geometria astratta, prescindendo dalla nozione di spazio fisico.

omonime di continuità (di causa e di sostanza), rispettivamente ai fenomeni ed agli oggetti in esame. Infatti un primo punto d'arrivo, uscendo dal mondo degli oggetti psichici propri, per entrare nel mondo degli oggetti fisici, è proprio la determinazione delle grandezze fisiche, tipiche del mondo della fisica, determinato da leggi matematicamente concepibili, tali che i risultati delle loro elaborazioni siano solo numeri (cioè quantità e non più qualità³³). Un secondo ed ultimo punto d'arrivo è il mondo degli oggetti psichici altrui e spirituali, costruiti a partire dai primi due mondi. Di seguito, sono elencati gli elementi fondamentali del campo psichico proprio, messi in gioco dalle relazioni fondamentali:

- uguaglianza parziale;
- similarità parziale;
- similarità tra qualità;
- circoli di similarità;
- classi di qualità;
- classi di senso;
- sensazioni e scomposizioni del dato vissuto elementare;
- senso della vista;
- luoghi del campo visivo;
- colori e corpo cromatico;
- ordine temporale provvisorio;
- derivazione di un oggetto.

Lo stesso esempio prosegue, nella sopraccitata costruzione, prendendo in considerazione gli oggetti fisici, a partire dal mondo fisico spazio-temporale (ovviamente distinto dalla geometria astratta). Inizialmente esso è fatto da punti cosmici almeno quadridimensionali, dove quelli aventi la stessa coordinata temporale sono detti simultanei e formano una classe di spazio. A tutti questi punti, occorre poi attribuire i colori, partendo dalla curva continua dei punti di vista e seguendo le semirette³⁴, uscenti da questi ultimi, che formano le linee dello sguardo. I dati vissuti elementari sono i primi punti cosmici, diversi dai punti di vista, incontrati lungo le semirette (per essi è immediata l'attribuzione del colore, assegnando loro il ruolo di punti cromatici veduti). Il colore degli altri punti cosmici (detti punti cromatici non veduti) è attribuito poi, seguendo linee cosmiche, in generale, poco diverse dalla direzione temporale, continue e gradualmente variate³⁵, in modo tale da riempire completamente lo spazio-tempo in esame.

Le sensazioni tattili della cute e, in particolare delle mani, quelle uditive, olfattive e gustative, ed i sentimenti completano la conoscenza qualitativa e quantitativa del mondo fisico spazio-temporale. Questo insieme è detto cosa percepibile (di cui l'aspetto è la sua parte direttamente visibile), rigida (se mantiene invariati certi rapporti spaziali) o deformabile (in caso contrario). Una particolare cosa visibile è il proprio corpo. I dati vissuti elementari, con elementi e formazioni più complesse, formano il campo dei propri oggetti consci³⁶, riguardo i quali (e facendo riferimento alla psicologia della percezione) la regolarità più completa non è più richiesta. Inoltre in parallelo, si apre il problema psicologico dell'ammissibilità metodologica della costituzione dell'inconscio, risolta positivamente, in analogia ai punti cromatici non veduti. Infine il punto d'arrivo è la

³³ E' chiarissima l'adesione, completa e senza riserve, all'approccio fisico di Isaac Newton, contro l'approccio naturalistico di Johann Wolfgang von Goethe (bastando fare qui riferimento alla sua teoria dei colori).

³⁴ L'assunzione di semirette, quali linee dello sguardo, non tiene conto della rifrazione atmosferica. Del resto, Carnap parla di metrica euclidea e distanza pitagorica, senza mai prendere in considerazione lo spazio geodetico (ovvero la curvatura terrestre, per ambiti abbastanza limitati, già poco oltre uno strettissimo ambito locale, e poi l'ellissoide ed il geoide per gli spazi più ampi). Per contro, Carnap cita espressamente la teoria della relatività generale, come esempio d'abbandono della metrica euclidea e della distanza pitagorica.

³⁵ La continuità, qui come prima, è spiegata dall'assenza di buchi, nella percezione, mentre la graduale variabilità può essere solo un comportamento di massima, prevedendo così possibili eccezioni (questa osservazione non è tuttavia presente in Carnap che invece si appella alla ricerca della regolarità più completa).

³⁶ Ovvero la propria coscienza o la propria anima che non hanno così proprio nulla di soprannaturale.

formazione concettuale del mondo della scienza fisica, in quanto la formazione concettuale del mondo della percezione ha un valore solo provvisorio.

Da ultimo, l'esempio prende in considerazione gli oggetti psichici altrui, ovvero il corpo degli altri, la coscienza o anima degli altri (notando che non può mai esistere alcuna psiche di altri, senza i loro corpi) ed i processi inconsci degli altri. Allora il contributo di tutti questi altri che non sono macchine comandate, ma soggetti autonomi (con una loro dignità e meritevoli di rispetto, integrando quanto scritto da Carnap con altre lezioni coeve, come quelle della Scuola di Francoforte) è un diverso ordinamento, spazio-temporale e quantitativo. Esso porta ad una nuova coordinazione intersoggettiva, valida per tutti gli oggetti, compresi quelli psichici e, in primis, per il linguaggio. Pertanto intersoggettivi sono anche il mondo della scienza e gli oggetti spirituali, primari (come le abitudini consolidate) e superiori (come i valori e le istituzioni). La trattazione fatta non entra nell'esemplificazione dei passi specifici per il riconoscimento degli oggetti psichici altrui, ribadendo invece l'origine dagli oggetti psichici propri e dagli oggetti fisici, ed il rifiuto della metafisica ³⁷.

Chiarire poi i dubbi significa anche poter completare la costruzione del sistema di costituzione. La prima precisazione riguarda il concetto di particolare e generale, dove il primo richiede un posto assegnato nell'ordinamento spazio-temporale ed il secondo posti qualsiasi. Una seconda precisazione puntualizza il concetto d'identità che, se linguistica, richiede la completa ed inequivocabile sostituibilità delle definizioni. Tuttavia l'identità può essere anche topologica, se certe proprietà restano invariate per determinate trasformazioni, molto generali (come stabilito da Felix Christian Klein), oppure geometrica, dove la trasformazione è un'omografia (in geometria proiettiva), un'affinità (nella geometria metrica tradizionale) ed una congruenza (in topografia ³⁸). Un'altra precisazione esclude il problema dell'essenza del sistema di costituzione e nega un posizione primaria all'io (che è solo un oggetto derivato), mentre la posizione primaria è assegnata all'esperienza del dato vissuto elementare.

Dall'incontro tra queste esperienze e la costruzione del mondo fisico deriva la definizione di certe leggi: di stato (nel caso di simultaneità), di decorso (nel caso di una successione temporale), di contiguità (nel caso di una vicinanza spaziale), di causalità (nel caso di una vicinanza spaziale per una successione temporale, dove l'antecedente è convenzionalmente detto causa ed il conseguente, sempre convenzionalmente, effetto ³⁹). Un'ultima precisazione attiene alla spiegazione del decorso parallelo dei problemi psicofisici che esula dall'ambito proprio della scienza, non potendo mai questa formulare problemi che oltrepassino i fatti. In questo contesto, la distinzione tra oggetti reali ed irreali è data da almeno uno di questi contrassegni ⁴⁰: il possesso di una posizione nell'ordine temporale, l'appartenenza ad un sistema spaziale, comprensivo e regolato da leggi, e l'essere un dato oggetto riconosciuto in modo intersoggettivo. Infine la conclusione elenca i compiti della scienza ⁴¹.

³⁷ Come già detto in precedenza, sono metafisica (classica) tutti i discorsi, a favore o contro, sia sull'idealismo che sul materialismo (gretto).

³⁸ La traduzione proposta usa proprio il termine: Topografia, ma in tedesco: *Land-vermessung* (come pure il termine inglese: *Surveying*) ha un significato molto più generale e significa di Rilievamento, includendo così, oltre alla Topografia, vera e propria, anche le Misure geodetiche e l'Ingegneria geodetica.

³⁹ Causalità non significa l'ro che dipendenza funzionale, tra due stati successivi (come sostenuto da Mach), senza rifarsi a cause reali, agenti ed attori.

⁴⁰ Permangono comunque casi d'incertezza, mancando una definizione scientifica del concetto di realtà i cui confini sono arbitrari ed oscillanti.

⁴¹ Per convenzione, il primo compito è costruire il sistema di costituzione. Dopodiché sulla base dell'esperienza, il secondo compito fa ricercare le proprietà non costitutive della realtà, poiché il sistema della conoscenza concettuale, cioè la scienza stessa, non ha limiti. A riguardo, la fede (per chi intende testimoniarla) è un esempio di estraneità alla scienza, perché non contribuisce alla crescita della conoscenza. Infatti gli enigmi della vita (come il male, il dolore e la morte) non sono affatto problemi insoluti della scienza, ma situazioni concrete della vita pratica, di ciascuna persona e del suo prossimo, più o meno vicino, secondo le circostanze specifiche (come sostenuto da Wittgenstein).

Sintassi e linguaggi ⁴²

I linguaggi, oggetti di studio, oppure usati per studiare i primi (dove molto dibattuta è la questione, se sia sempre possibile studiare un linguaggio tramite se stesso ⁴³) sono composti da proposizioni ⁴⁴, strutturate secondo una sintassi, composta da regole. Queste dette di formazione e trasformazione (a volte, coincidenti tra loro), se intese in un modo piuttosto ampio, non sono dissimili da quelle della logica. In ogni caso, l'analisi sintattica dei linguaggi, prescinde dal contenuto semantico delle loro proposizioni e dai loro possibili contesti sociologico e psicologico. I linguaggi, qui presi in considerazione, sono dapprima l'aritmetica dei numeri interi e successivamente anche dei numeri reali e complessi, nonché l'analisi matematica classica ⁴⁵ (resta da segnalare come la fisica classica e relativistica ricadano interamente nel secondo linguaggio). Da quanto detto finora, risulta evidente che le regole analizzate sono essenzialmente regole di calcolo ⁴⁶ (ed a queste possono comunque essere ricondotte tutte le regole in uso).

In questo contesto, i numeri sono detti coordinate e la determinazione delle regole avviene tramite predicati, descrittivi e logici, chiamando funtori le proposizioni che legano le coordinate ai predicati, facendone i loro argomenti. Gli elementi del linguaggio sono costituiti da simboli (non definiti, cioè primitivi o connettivi, di: congiunzione, disgiunzione, implicazione, equivalenza e negazione ⁴⁷), altri simboli (definiti da catene ⁴⁸ di definizioni), variabili (libere od aperte: sostituibili, e legate o chiuse), costanti numeriche, predicati e funtori (cioè condizioni dirette od inverse). Gli operatori, ovvero i predicati, sono universali od esistenziali, limitati od illimitati (ma il secondo caso vale solo nei linguaggi complessi). La scelta di regole e proposizioni primitive è largamente arbitraria. Stabilire una conseguenza, in corrispondenza a due proposizioni, richiede un concetto non ancora logicamente definito; perciò si preferisce far uso del, più semplice, concetto di derivazione o dipendenza (laddove l'assenza di derivazione è detta indipendenza).

In questo senso, una proposizione è derivabile da un'altra, se essa è provabile analiticamente, altrimenti è refutabile, in quanto contraddittoria, mentre le proposizioni che non sono analitiche, né contraddittorie, sono dette sintetiche, in quanto indecidibili ⁴⁹). La non contraddizione ed il principio del terzo escluso, la riduzione all'assurdo e l'induzione sono tutti metodi di prova e giudizio ⁵⁰. L'insieme delle proposizioni provate forma una classe di proposizioni ⁵¹ e le proposizioni appartenenti ad una stessa classe sono dette compatibili (ed altrimenti incompatibili). Le proposizioni aventi lo stesso contenuto sono dette equipollenti, in quanto esprimono sinonimi. Conformemente all'uso kantiano dei termini analitico e sintetico, si preferisce non introdurre un terzo termine: tautologico (come invece in Wittgenstein e in altri membri del Circolo di Vienna), in quanto non dissimile da analitico. Come già detto in precedenza, l'analisi logica delle proposizioni più semplici consiste in un calcolo formale, da effettuarsi con le regole dell'insiemistica e dell'aritmetica ⁵².

⁴² Questo paragrafo è liberamente ripreso e riassunto da: Sintassi logica del linguaggio, di Rudolf Carnap (Silva editore, Milano, 1961).

⁴³ Altresì dibattuta è la questione, se le certe proprietà derivino o meno dalle definizioni.

⁴⁴ Le proposizioni elementari sono dette atomiche e molecolari le loro unioni, così da formare intere espressioni (o frasi).

⁴⁵ Strettamente collegate all'aritmetica ed all'analisi matematica sono la geometria descrittiva e la geometria (fisica) cartesiana.

⁴⁶ Le regole di calcolo prevedono, tra l'altro, la trasformazione aritmetica della sintassi, costruendo i cosiddetti numeri serie. A sua volta, lo svolgimento del calcolo prevede sostituzioni semplici o sostituzioni con argomenti, entrambi ricavati dal campo di valori presenti.

⁴⁷ La congiunzione può essere messa in corrispondenza, per analogia di contenuto, all'operazione aritmetica di somma (e l'equivalenza all'uguaglianza). Introducendo poi il concetto di numero negativo e, in particolare, il numero: meno uno, la congiunzione include anche l'eliminazione che, a sua volta, può essere messa in corrispondenza, per analogia di contenuto, all'operazione aritmetica di sottrazione.

⁴⁸ Catene di definizioni sono tutte le operazioni più complesse, presenti nel calcolo, ad esempio, come il principio di selezione di Ernst Friedrich Ferdinand Zermelo (od assioma moltiplicativo di Russell).

⁴⁹ Un esempio di proposizione indecidibile è data dall'impossibilità di costruire ogni numero trascendente.

⁵⁰ In generale, i giudizi, ovvero la valutazione dei dati e dei modelli, è condotta tramite regole d'inferenza.

⁵¹ Le proposizioni sono classificate per tipi (concordemente con Russell), strutturati per livelli, costituenti classi, sottoclassi, ecc. Come per l'aritmetica, una classe è detta vuota, se non si applica ad alcun elemento (o non ne contiene alcuno), mentre una classe è detta universale, se si applica a tutti gli elementi (o li contiene tutti).

⁵² Importanti contributi logici al calcolo formale (proposizionale, su espressioni predicative, e funzionale, proprio della matematica, a partire dall'aritmetica) sono dovuti ai matematici Giuseppe Peano e David Hilbert, e dai logici Alfred Tarski e Kurt Gödel, ad esempio,

Principio di tolleranza: non è nostro compito stabilire delle proibizioni, ma soltanto giungere a delle convenzioni (Rudolf Carnap, Sintassi logica del linguaggio).

Uno problemi molto importanti di calcolo ⁵³ consiste nello stabilire, se una successione od una serie siano regolari ed ordinabili analiticamente o solo empiricamente, oppure siano irregolari e non ordinabili (in questa sede, non sono presi in considerazione le cosiddette successioni o serie quasi regolari). Una ragione sta nella possibilità di estendere i concetti logico matematici alla fisica, passando dalla nozione di punto di uno spazio (geometrico astratto) a quella di dominio, finito e delimitato, di un campo (fisico concreto), dove le usuali quattro coordinate (tre spaziali ed una temporale) forniscono la posizione (spazio temporale) di un centroide del suddetto dominio, invece di quella di un punto. In questo ambiente, geometricamente definito, si strutturano tutte le proprietà fisiche, caratteristiche del dominio in esame, in termini di attributi all'entità che lo rappresenta e alle relazioni che intercorrono, tra diverse entità collegate tra loro, così come in relazione tra loro possono essere alcuni domini collegati ⁵⁴.

Seguendo l'insegnamento di Frege, Tarsky e la Scuola di Varsavia (da questi fondata), nonché del logico ed informatico Alonzo Church, è massimamente importante precisare il concetto di designazione di un'entità. Infatti la designazione di un'entità, sia essa un oggetto o un'espressione, è innanzitutto un nome, poi una sua descrizione ed eventualmente un altro tipo di designazione, per lo più fondata, su certe sue relazioni. A riguardo, Carnap dichiara ammissibili sia i termini indefiniti che i termini non predicativi (e conseguentemente

nella teoria degli insiemi, con gli assiomi di estensione, riducibilità e comprensione che possono essere messi in corrispondenza, per analogia di contenuto, con le operazioni aritmetiche di elevamento a potenza, estrazione di radice e divisione (sia di ripartizione che di contenzza).

⁵³ Relativamente al calcolo, sono note alcune estensioni dell'algebra con numeri ipercomplessi, come ad esempio il corpo sghembo dei quaternioni. Essi sono scoperti da William Rowan Hamilton che interpreta il prodotto di tre unità immaginarie non come il cubo di una sola (che la cambierebbe di segno), ma come il prodotto di tre unità immaginarie, ortogonali tra loro (in uno spazio a quattro dimensioni) il cui risultato è il numero reale: meno uno. Da qui, tutta l'algebra dei quaternioni con i prodotti non commutativi e comunque la divisione. Il corpo sghembo dei quaternioni contiene il campo dei numeri complessi (annullando due delle tre unità immaginarie) e quello dei numeri reali (quando non sia presente alcuna unità immaginaria). Gli otteti (ad otto dimensioni) ed i sedenioni (a sedici dimensioni) sono ulteriori estensioni, costruiti sulla base delle algebre di Arthur Cayley e Leonard Eugene Dickson.



Lapide celebrativa, posta a Dublino, in memoria della scoperta dei quaternioni

⁵⁴ L'approccio entità relazioni, tipico dei sistemi informativi (a referenza spaziale, oppure no, su basi di dati dinamici o meno), va oltre la disamina carnappiana, ma è certamente in linea con le sue premesse ed i suoi sviluppi.

indecidibili), perché potrebbe sempre essere possibile trovare un caso particolare, ove applicarli. Infatti è detto campo premessa la classe delle applicazioni standard e campo supplementare la classe di tutte quelle applicazioni che standard non sono. Invece la disamina sulla completezza o sull'incompletezza di contenuto, sempre piuttosto difficile da determinare, riguarda anche la definizione di sottolinguaggi quasi sintattici, con le loro capacità logiche conservative ⁵⁵.

Una questione prossima a quella della completezza/incompletezza è rivolta a definire la verità o la falsità, oppure meglio della coerenza od incoerenza (ovvero espressioni non cariche di contenuti etici, fuori luogo) delle proposizioni di un linguaggio. Infatti innanzitutto occorre distinguere tra le antinomie logiche, risolubili grazie alla teoria dei tipi russelliana (cioè procedendo alla gerarchizzazione, su livelli differenti, delle classi che sembrerebbero appartenere a se stesse) e le antinomie sintattiche. Dopodiché si devono evitare le seconde massimamente, per non incorrere in contraddizioni indecidibili (come mostrato dal famosissimo paradosso del mentitore ⁵⁶, ovviamente indecidibile ⁵⁷). D'altra parte, è noto come sia pressoché impossibile giudicare sempre un dato linguaggio (ed anche una situazione, un evento, un fenomeno od un processo, andando oltre il contenuto specifico di questo paragrafo) dal suo interno ⁵⁸, mentre tutto diventa più facile, se si ha a disposizione un diverso punto di vista (da cui emettere il giudizio richiesto).

Le relazioni tra le entità in esame (proposizioni e/o oggetti, oppure loro classi), in caso di non indipendenza, esprimono innanzitutto una connessione e talvolta una correlazione (che invece, in ambito statistico, prende il nome di dipendenza funzionale o regressione). Questo secondo tipo è detto proiezione, se lineare (che è detto correlazione, sempre in ambito statistico, richiedendo così particolare attenzione allo slittamento di significato delle denominazioni). Inoltre quando la relazione di dipendenza diventa una legge deterministica, essa è detta isomorfismo o sinonimia (mentre è chiamata dipendenza in legge, in ambito statistico). Queste relazioni ⁵⁹ possono essere definite rapporti di conseguenza, nel caso di proposizioni, mentre sono semplici implicazioni, nel caso di oggetti. Infatti la logica modale suole distinguere una logica del contenuto, riferita alle proposizioni (la cui validità prescinde dal loro significato), da una logica del significato, riferita agli oggetti (della realtà, in esame).

⁵⁵ Problemi analoghi coinvolgono anche le proposizioni e le espressioni/relazioni parziali, per lo più, intensionali (cioè indicative di condizioni specifiche), che possono comunque essere tramutate nelle proposizioni e nelle espressioni/relazioni estensionali (cioè indicative delle caratteristiche generali o quantomeno di alcune di queste) di un linguaggio (da cui sono derivate). Resta da osservare, come la distinzione, tra estensionale ed intensionale non abbia alcun legame con la distinzione tra formale e sostanziale.

⁵⁶ Il paradosso del mentitore, dichiarando se stesso falso, è falso, se vero, ed insieme vero, se falso.

⁵⁷ Un altro esempio di proposizione indecidibile è dato dall'assioma della scelta di Zermelo secondo cui, data una famiglia non vuota di insiemi non vuoti, esiste una funzione che fa corrispondere un suo elemento ad ogni insieme della famiglia. Per contro, conseguenza diretta dell'accettazione di questo assioma è la validità dell'assioma della regolarità secondo cui ogni insieme non vuoto contiene un ed un solo elemento dell'insieme stesso. Infatti se non esistono successioni infinite (ma solo successioni finite), perché nessun insieme può essere un elemento di se stesso, ne consegue la validità dell'assioma della regolarità e, in generale, tutti gli assiomi di Zermelo – Fraenkel (Adolf Abraham Halevi) sono validi, se vale il sopraccitato assioma della scelta. A riguardo, occorre precisare che questi assiomi sono premesse, cioè funzioni primitive proposizionali, come già nella teoria dei numeri razionali e reali di Julius Wilhelm Richard Dedekind e nelle scoperte degli insiemi numerabili e non numerabili, e dei numeri trans-finiti (con le loro diverse cardinalità) di Georg Ferdinand Ludwig Philipp Cantor.

⁵⁸ L'aritmetica è difettiva, contenendo termini aritmetici indefinibili e proposizioni aritmetiche indecidibili. Di conseguenza, è necessario costruire altri linguaggi (anche matematici), sempre più ricchi, essendo impossibile rinchiudere tutta la matematica in un unico sistema.

⁵⁹ Un'analisi fine delle relazioni matematiche e delle loro topologie va oltre la sintassi dei linguaggi di Carnap ed è dovuta ad alcuni matematici francesi la cui opera è nota sotto lo pseudonimo di Nicolas Bourbaki. Nell'ambito specifico della ricerca bourbakista, importanti sono i concetti di iniezione, suriezione e biiezione. Infatti una funzione è detta iniettiva, se ogni elemento di un insieme dato ha un'immagine distinta nell'insieme derivato, tramite la funzione stessa (inoltre detto nucleo l'insieme degli elementi dell'insieme dato che confluiscono nello spazio nullo dell'insieme derivato, il nucleo risulta costituito da un solo valore). Invece una funzione è detta suriettiva, se ogni elemento di un insieme immagine ha una contro-immagine nell'insieme dato. Infine una funzione è detta biiettiva, se essa è insieme iniettiva e suriettiva, ovvero se istituisce una corrispondenza biunivoca tra i due insiemi. Altrettanto importanti sono i concetti di laterale di un gruppo ed ideale di un anello, benché già definiti precedentemente, in quanto presentano strutture algebriche, via via più ricche di proprietà formali (ed importanti in ambito bourbakista). Infatti dato un gruppo ed un suo sottogruppo, se il prodotto (o la somma, nel caso di un gruppo abeliano), di ogni elemento del gruppo ed ogni elemento del sottogruppo, appartiene al sottogruppo stesso, il sottogruppo è detto laterale del gruppo (e, se il laterale è insieme destro e sinistro, il sottogruppo è detto normale). Inoltre dato un anello ed un sottogruppo del suo gruppo abeliano, se il prodotto, di ogni elemento dell'anello ed ogni elemento del sottogruppo, appartiene al sottogruppo stesso, il sottogruppo è detto ideale dell'anello (che è detto bilatero, se l'ideale è insieme destro e sinistro).

La conclusione di questo lavoro carnappiano introduce il concetto di logica della scienza, per poter prendere in considerazione i problemi metodologici della scienza, nel suo complesso, e delle varie scienze, nelle loro specificità. Lo studio si rifà alle idee di David Hume, dei positivisti, di Frege, Hilbert, Russell e Wittgenstein, di esponenti del Circolo di Vienna (in primis, Moritz Schlick) e di Hans Reichenbach. Per Carnap, i problemi metodologici della scienza sono tutti problemi sintattici che, largamente intesi, coinvolgono anche problemi di contenuto, senso e significato. Infatti innanzitutto la critica del linguaggio deve chiarire che le regole della sintassi sono indipendenti dal significato semantico dei simboli adottati. Dopodiché Carnap puntualizza alcune distinzioni, elaborate dal Circolo di Vienna, rispetto alle tesi proposte da Wittgenstein, con l'obiettivo di tenere unite la logica della scienza e la sintassi ed accettare la ricorsività nelle espressioni impiegate, per poter costruire la sintassi della sintassi.

Le proposizioni sono distinte in proposizioni oggettive, riferite ad oggetti, proposizioni logiche, riferite alla sintassi, con un tipo intermedio, costituito dalle proposizioni pseudo oggettive, riferite apparentemente ad oggetti, ma realmente alla sintassi, oppure riferite al contenuto, al senso od al significato di una proposizione (altrimenti dette quasi sintattiche). Infatti queste ultime vertono sul modo materiale di esprimersi, mentre le proposizioni sintattiche propriamente dette riguardano il modo formale di parlare (resta da osservare, come il modo materiale di esprimersi presenti maggiori rischi d'incoerenza e contraddizione). Procedendo con le definizioni, le preposizioni complete analitiche sono dette predicati universali e parole universali alcune loro parti costituenti. A loro volta, le parole universali sono divise in ausiliarie (come articoli, preposizioni, aggettivi non qualificativi, pronomi, avverbi non di modo e congiunzioni) ed indipendenti (come nomi e verbi, aggettivi qualificativi ed avverbi di modo, non riferiti ad oggetti, ma di uso generale).

Carnap accentua la polemica antimetafisica sostenendo che, ad esempio, tutte le controversie tra realismo e positivismo sono solo un'inutile disputa, originatasi da pseudo tesi, sorte a partire dal proprio modo materiale di esprimersi (ovvero, per dirla con Kant, un imbroglio di linguaggio, generato dagli occhiali dell'ideologia). Infatti il modo materiale di esprimersi, pur non essendo in sé errato, non è tanto incorretto (cioè deviato), quanto e soprattutto impreciso ed incompleto, e solo la sostituzione delle proposizioni filosofiche con le proposizioni sintattiche permette di evitare imbrogli di linguaggio. A riguardo, anche l'uso smodato di parole universali indipendenti può essere fonte di confusione. Volendo chiudere la suddetta polemica, Carnap non suggerisce mai di eliminare il modo materiale di esprimersi, anche perché il suo impiego è di uso comune e generalmente molto utile, ma richiede che siano sempre precisate le definizioni e le regole del discorso in atto, evitando espressioni ambigue od oscure⁶⁰.

La logica delle scienze è la sintassi del linguaggio delle scienze stesse e si compone di regole di formazione e regole di trasformazione, deterministiche o probabilistiche. A riguardo, le leggi scientifiche possono essere solo progressivamente confermate, fino ad una loro falsificazione, sempre possibile, non essendo valido un metodo di induzione, ma solo regole di deduzione. Allora la costruzione di un sistema scientifico non deriva da regole fisse, ma da convenzioni, e la prova della scientificità del sistema consiste nel poter definire una prova sperimentale (mentre l'assenza della prova nega la scientificità del sistema eventualmente coinvolto). Pertanto questo modo di procedere, tramite la critica dei linguaggi specifici, con la costruzione analitica di proposizioni sintattiche, vale sempre (per la matematica come per la fisica, per le scienze naturali come per le scienze umane), ma deve essere condotto, in stretto parallelo, all'attività sperimentale che permette di formulare proposizioni sintetiche oggettive (operando così necessariamente in modo intersoggettivo).

⁶⁰ Ambiguità ed espressioni oscure circolano anche nelle singole scienze, proprio a causa dell'uso del modo materiale di esprimersi.

Imparare dagli errori ⁶¹

Imparare dagli errori significa che nessuna teoria è mai definitiva, neppure in probabilità, e che le esperienze servono a solo falsificare una teoria, cosicché si possa costruirne una nuova, a partire dagli errori trovati. A partire dal Rinascimento, due correnti di pensiero filosofico accompagnano la nascita della scienza nuova: il razionalismo continentale e l'empirismo britannico, verso i quali è possibile mostrare una non così grande lontananza, alla luce della tesi esposta e dell'affermazione che l'uomo può conoscere e pertanto essere libero. Per contro, opponendosi a questa tesi ottimistica, collegata a correnti politiche liberali e progressiste, corre in parallelo un filone filosofico e letterario, improntato al pessimismo, collegabile a correnti politiche autoritarie ed irrazionali. D'altra parte, la verità non è manifesta, la natura non è un libro aperto e l'ignoranza non è frutto di una cospirazione (di qualunque colore, si pensi, essa sia). Infatti la storia prova che credenze errate possono sopravvivere a lungo, a dispetto di ogni esperienza.

La speranza di trovarsi di fronte ad una verità manifesta è già nelle poetica di Omero ed Esiodo, ispirati dalle muse, nella filosofia presocratica di Eraclito e Parmenide, ricavata direttamente dalla bocca degli dei, e dai dialoghi socratici di Platone, ad esempio, dove uno schiavo è condotto a comprendere il teorema di Pitagora. Invece Platone, con l'esposizione del mito della caverna, propende poi per una visione pessimista, circa la possibilità di conoscere la verità che risiede nel mondo delle idee, dovendosi accontentare di conoscere solo le loro ombre. Una forte ripresa della corrente ottimista è nello stabilire, da parte di Aristotele, le regole del metodo d'induzione, rifacendosi esplicitamente alla maieutica di Socrate. Questa potente costruzione logica, passando oltre le contraddizioni e le degenerazioni dell'aristotelismo tomista e controriformista, fornisce gli strumenti per riformulare, su basi rinnovate, il pensiero filosofico moderno che accompagna la nascita della scienza nuova, accanto alla rivalutazione dell'esperienza diretta.

Agli albori dell'età moderna, la struttura portante della teoria baconiana per la scienza nuova, ripresa poi nel discorso sul metodo cartesiano, distingue un metodo vero da uno falso. Il primo è detto interpretazione della natura della quale ne fa una lettura letterale, senza tutti i dubbi delle traduzioni. Il secondo è un'anticipazione della mente che si lascia trascinare dal pregiudizio ed addirittura dalla superstizione. Queste tesi sono dette razionaliste ed intendono combattere le autorità ecclesiali ed i dogmi; molte di queste stesse tesi sono riprese dalla Riforma, luterana e calvinista ⁶². Tuttavia un approccio maggiormente antiautoritario e contro la tradizione è presente prima in Cusano (ovvero Nikolaus Krebs von Kues – italianizzato in Niccolò da Cusa), Erasmo da Rotterdam e Michel Eyquem de Montaigne, poi negli empiristi inglesi (in particolare, John Locke e David Hume) e Voltaire (pseudonimo di François-Marie Arouet), ed infine in John Stuart Mill e Bertrand Arthur William Russell.

L'empiria mostra il suo limite constatando l'arbitrarietà delle parole, anche se in origine possono avere una loro spiegazione psicologica. Infatti ormai le spiegazioni delle parole sono solo definizioni che, come tutte le asserzioni, si giustificano empiricamente con altre asserzioni, con un inevitabile regresso all'infinito. Allora un contributo è offerto dal razionalismo critico kantiano da cui prende avvio l'analisi popperiana che preferisce chiamarsi empirismo critico. Pertanto nella speranza di riuscire a scoprire ed eliminare errori, o quantomeno di mitigarne gli effetti, imparando da essi, una proposta effettiva invita a procedere progressivamente per congetture cui contrapporre confutazioni (dalle quali possono scaturire nuove congetture³). Infatti la coerenza e la consistenza empiriche non garantiscono la verità teorica, mentre l'incoerenza e la contraddittorietà

⁶¹ Questo paragrafo è liberamente ripreso e riassunto da: *Congetture e confutazioni*, voll. Primo e secondo, di Karl Raimund Popper (Universale Paperbacks il Mulino, Bologna, 1972).

⁶² La Riforma, fino al suo evolvere positivamente, dopo l'incontro con l'illuminismo, contrappone spesso dogmi nuovi a dogmi vecchi.

empiriche denotano la falsità teorica, cosicché non sono necessarie un'esattezza ed una precisione maggiori della granularità propria dei problemi, dei dati e dei modelli in esame.

In questo contesto, una teoria è scientifica non perché sia vera e/o accettabile, ma perché costruita con un metodo che va oltre l'induzione empirista (in quanto, ad esempio, anche l'astrologia potrebbe rientrare sotto questo criterio, mescolando variamente le osservazioni astronomiche, i calendari, gli orologi e le biografie). Infatti una teoria è scientifica, se è falsificabile, cioè controllabile empiricamente, per mezzo di previsioni molto rare e rischiose, e confutabile teoricamente, ovvero se è capace di esprimere proibizioni (in quanto è facile trovare conferme, se si cercano proprio solo tali conferme). Per contro, se una teoria non può essere controllabile, perché non si può concepire un evento che la falsifichi, essa non è scientifica, in quanto solo le possibili confutazioni possono modificarla e/o restringerne la validità. A riguardo, si noti come un carattere, debolmente presente ed accettato, usato per confermare un altro carattere, ancora più debole, costruisce una teoria senza costrutto, capace di spiegare tutto e nulla ⁶³.

Molte teorie derivano da miti che ne costituiscono l'anticipazione ed alcune teorie non scientifiche, ma anche non metafisiche, possono avere una base empirica. Estranea alla logica popperiana è invece la ricerca di un criterio per determinare il significato delle preposizioni. La linea di demarcazione tra le teorie scientifiche e quelle puramente empiriche è l'essere falsificabili ⁶⁴. Infatti l'induzione empirica rileva la ripetizione, basata sulla somiglianza, ma è teoricamente debole, perché fondata su errate definizioni frequentiste di probabilità (benché sostenute dal senso comune). Ludwig Josef Johann Wittgenstein chiama proposizioni scientifiche le asserzioni ridicibili a proposizioni atomiche elementari, direttamente osservabili, e pseudo proposizioni tutte le altre. In questo modo, un criterio di significatività coincide con la verificabilità scientifica. Notevole è il contrasto tra i due, mentre un punto d'incontro si può trovare, parlando di falsificazione delle proposizioni atomiche elementari ⁶⁵ (o della loro negazione, ma per lo più non di entrambe).

Le osservazioni sono mosse da bisogni e quelle scientifiche da teorie precedenti, da controllare. Le teorie più semplici e vecchie possono riferirsi anche ad idee a priori, ricollegabili a riflessi innati, come la ricerca di regolarità, similarità, simmetrie e causalità. Tuttavia non necessariamente le attese sono sempre soddisfatte (il che prova la possibilità di falsificare una teoria scientifica). Infatti la logica della scienza richiede un metodo per congetture e confutazioni che fabbrica ipotesi provvisorie ed agisce di conseguenza, in assenza di qualsiasi forma di dogmatismo. In questo modo, sulla base delle credenze accolte ed operando per prove ed errori, si costruisce un metodo per eliminare le teorie false. Resta da osservare, pur non trovando riscontri nell'analisi popperiana, la fuoriuscita certa dal metodo scientifico ogniqualvolta pressioni di qualsiasi natura (per lo più, governate dal potere dominate e da cattive logiche di potenza) forzino la direzione della ricerca ed alterino i risultati attesi, a conferma di tesi precostituite.

La teoria generale della misurazione, rifacendosi al problema della semplicità ed all'idea d'approssimazione, implica un approccio operativo e strumentale, con lo scopo di migliorare la probabilità condizionata dei risultati attesi, rispetto alla probabilità elementare dei singoli dati. Infatti le scienze non studiano discipline, ma risolvono problemi che possono passare da una disciplina ad un'altra. Invece il compito della filosofia è individuare i non sensi ed insegnare a parlare sensatamente, perché le questioni filosofiche sono dominate

⁶³ Ad esempio, Karl Raimund Popper cita il marxismo e la psicanalisi; coloro che scrivono non ritengono d'avere elementi sufficienti, per confermare o smentire, limitandosi ad osservare che una parte della storia della scienza successiva ha seguito linee diverse.

⁶⁴ Secondo Popper, il marxismo e la psicanalisi sono esempi di teorie puramente empiriche.

⁶⁵ Un esempio è offerto dalle geometrie non euclidee, dove la mancanza o la non unicità della parallela ad una retta in un piano, passante per un punto esterno, determina rispettivamente un difetto ed un eccesso nella somma degli angoli interni di un triangolo qualsiasi, rispetto all'angolo piatto.

da problemi urgenti esterni. Allora in accordo con Russell, occorre distinguere gli asserti veri da quelli falsi, nonché le espressioni prive di significato (quando anche la loro negazione non è vera). Inoltre in accordo con Wittgenstein, occorre distinguere i problemi logici o matematici, le questioni empiriche e fattuali, le loro combinazioni e gli pseudo problemi ⁶⁶ (facendo seguito a quanto già affermato dal filosofo positivista Isidore Marie Auguste François Xavier Comte).

Due esempi antichi spiegano bene l'operare della conoscenza per congetture e confutazioni. La teoria pitagorica, ripresa dall'accademia platonica, fonda la geometria matematica (ipotetico deduttiva), delle figure piane e delle forma solide, andando oltre la geometria descrittiva (puramente visiva ed elementare). Essa parte dalle regolarità dell'aritmetica e della musica e giunge alla scoperta (non storicamente documentata) dei numeri irrazionali (successivamente Archimede scopre anche il primo numero trascendente: *pi greco* ⁶⁷). Le scuole ionica ed eleatica fondano la fisica, continuata ed approfondita dal peripato aristotelico. A sua volta, l'atomismo democriteo presenta una forte confutazione alla fisica precedente (sulla mancanza del moto e del vuoto) e formula una nuova congettura fisica (secondo cui il mondo non è immobile, né è un tutto unico). L'atomismo è la base culturale antica anche della fisica moderna e contemporanea, e maggiormente delle scienze biologiche e sociali.

Infatti i punti di forza dell'atomismo consistono nel salvare i fenomeni, a valle di una qualsiasi costruzione deduttiva, e nel considerare il mondo ben diverso da quello che appare con le prime grezze osservazioni. Pertanto nel campo della fisica, sviluppi successivi, ma più tardi, riconoscono comunque uno spazio in movimento e molto vuoto, introducendo il concetto di forza, grazie alla meccanica newtoniana, e quello di campo, con le leggi dell'elettromagnetismo di Michael Faraday e James Clerk Maxwell. Un'altra conquista importante dell'atomismo democriteo è l'invenzione del metodo esaustivo (per la soluzione di problemi di difficile trattazione analitica) e la quantizzazione dello spazio e del tempo (concezione in base alla quale lo spazio ed il tempo non sono infinitamente divisibili, ma hanno una "grana" elementare piccolissima, non più ulteriormente suddivisibile; a riguardo, si noti come questa concezione sia ancora alla base di gran parte del dibattito contemporaneo della fisica teorica).

Piuttosto controversa, come già detto in precedenza, è l'epoca della scoperta (forse pitagorica e/o atomista) dei numeri irrazionali. Forse per le epoche più antiche, al posto di numeri irrazionali è più corretto parlare di numeri irregolari (cioè di numeri decimali periodici, ma comunque razionali). Infatti quando si parla di misura, nel mondo greco più antico, si intende contare unità naturali, piuttosto che propriamente misurare, cosicché la misura è un rapporto tra unità naturali, cioè numeri razionali. Del resto, la scoperta dei numeri irrazionali è fondata su una dimostrazione per assurdo che, considerandoli come un quoziente di cui almeno uno dei due numeri interi deve essere dispari (perché altrimenti riducibile, dividendo per due), con pochi passaggi, porta ad imporre che entrambi siano pari (da cui il sopraccitato assurdo). Tra questi numeri si deve ad Euclide la valorizzazione di tutti i numeri irrazionali ⁶⁸, mentre Platone ed Aristotele privilegiano solo le radici quadrate di due e tre ⁶⁹.

In particolare, Platone sviluppa la filosofia pitagorica ed eleatica, ma nella sua accademia è insegnato anche l'atomismo. Inoltre Platone, con l'accettazione piena dei numeri irrazionali, rende la geometria indipendente

⁶⁶ D'altra parte, occorre anche riconoscere che molte prime formulazioni scientifiche contengono tautologie e contraddizioni, senza le quali mancherebbero invece gli stessi progressi della scienza.

⁶⁷ La scoperta del secondo numero trascendente: *e*, ad opera di John Napier (italianizzato in Nepero) risale solo all'inizio del '600.

⁶⁸ Ad esempio, la radice quadrata di cinque è contenuta nella relazione del rapporto tra l'apotema di un pentagono ed il suo lato.

⁶⁹ La radice quadrata di due è la diagonale di un quadrato di lato unitario. La radice quadrata di tre è il doppio dell'altezza di un triangolo equilatero sempre di lato unitario. A mo' di curiosità, si segnala inoltre che la somma di queste radici quadrate differisce da *pi greco* per poco meno di cinque millesimi (mentre la somma delle radici cubiche degli stessi numeri differisce da *e* per circa sedici millesimi).

dall'aritmetica ⁷⁰, come sarà poi ben evidente negli Elementi di Euclide (notevole è poi l'uso della geometria, da parte di entrambi, per spiegare la cosmologia). Infine in fisica, importante è il concetto di vortice che permette il moto anche in un pieno, purché il mezzo sia un fluido. Questo concetto è ripreso anche da René Descartes (italianizzato in Cartesio) e Christiaan Huygens, per spiegare la gravitazione, nonché da Maxwell, a proposito dell'etere. Tuttavia l'applicazione estesa del concetto, ad esempio per spiegare il moto dei gravi, è definitivamente accantonata da Galileo Galilei in poi (mentre solo la relatività einsteiniana fa cadere l'ipotesi dell'esistenza di un etere, impossibilitato a legarsi con ogni sostanza, ma necessario per la trasmissione della luce nel vuoto).

Nel Rinascimento, l'abbandono di Aristotele ed il ritorno a Platone è un rimettere la geometria al centro di tutto, a partire da Euclide, Aristarco di Samo ed Archimede, per poi proseguire con Niccolò Copernico ⁷¹, Giovanni Keplero ⁷² e Galileo, fino così ad arrivare a Isaac Newton, Maxwell ed Albert Einstein. Allora dopo Anassagora e Democrito, il contributo filosofico platonico, allo sviluppo della fisica, è l'idea di spiegare il mondo visibile, mediante un supposto mondo invisibile, non teologico, né ideologico, ma fisicamente troppo piccolo e pertanto invisibile. La sintesi critica kantiana accoglie la geometria euclidea e la fisica newtoniana, per quanto riguarda tanto la meccanica delle forze (proporzionali alle accelerazioni), quanto l'astronomia della gravitazione universale. Notevole è l'abbandono di qualsiasi discorso teologico, mentre errato (ma solo con il senno di poi) è pensare come esatto, a priori ⁷³, un modello euclideo newtoniano (che infatti è superato solo dalla successiva relatività einsteiniana).

Il portato storico della disputa tra Galileo ⁷⁴ e l'inquisizione cattolica è la separazione tra lo studio fisico dei fenomeni della natura e la loro interpretazione filosofica. Di conseguenza, l'atteggiamento maggioritario dei fisici è solo puramente strumentale: studiare quello che è possibile rilevare e misurare, mentre quello dei filosofi prevalentemente separa l'apparenza conoscibile dalla sostanza inconoscibile ⁷⁵. A riguardo, famosa è l'obiezione di George Berkeley che altrimenti imputa all'uomo una capacità di procedere nella conoscenza, senza l'aiuto della rivelazione divina (cui si contrappone l'impossibilità della conoscenza di Hume). Poche e quasi tutte sul versante della fisica sono le eccezioni; tra queste, sono da segnalare i fisici Gustav Robert Georg Kirchhoff, Ernst Waldfried Josef Wenzel Mach ⁷⁶, Heinrich Rudolf Hertz, il matematico Jules Henri Poincaré, i fisici moderni Albert Einstein ed Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger ⁷⁷, ed i metrologi Arthur Stanley Eddington e Percy Williams Bridgman.

L'atteggiamento strumentale della fisica si occupa solo del formalismo matematico e delle applicazioni ingegneristiche, senza occuparsi delle descrizioni del mondo, come nella pretesa galileiana di spiegare i cieli, contro l'ottusità degli inquisitori. Invece la tradizione razionalistica fonda la filosofia e la scienza greche, come pure la loro rinascita rinascimentale e seicentesca, in particolare, galileiana ed il contenuto informativo

⁷⁰ Per l'aritmetica, un posto nuovamente centrale è assegnato solo dalla fisica dei quanti, come per il principio d'esclusione di Wolfgang Ernst Pauli.

⁷¹ In polacco, Mikołaj Kopernik.

⁷² In tedesco, Johannes Kepler.

⁷³ L'ipotesi a priori combatte lo scetticismo humeano, relativo all'incertezza di ogni esperienza, potendosi sempre inventare miti e teoria. Tuttavia proprio la libertà umana trasforma l'a priori in un a posteriori, dove per salvare i fenomeni, molte congetture falliscono di fronte a varie confutazioni.

⁷⁴ Nella prefazione al *De Revolutionibus* di Copernico, Andrea Osiander scrive che il modello proposto è solo un modello matematico migliore. Tuttavia le scoperte di Galileo, sui satelliti di Giove e le fasi "lunari" di Venere, danno senso fisico alla rivoluzione copernicana, cosa inaccettabile per l'inquisizione cattolica ed inizialmente anche per la censura protestante.

⁷⁵ La stessa sintesi critica di Immanuel Kant ed il pragmatismo (secondo William James, la verità coincide con l'utilità) si muovono su questa linea.

⁷⁶ Per contro, Mach rifiuta l'atomismo, proposto da Ludwig Eduard Boltzmann, per non affrontare questioni apparentemente metafisiche.

⁷⁷ A giudizio di Popper e, a suo avviso anche di Einstein, il principio di complementarità di Niels Henrik David Bohr (a differenza del suo precedente principio di corrispondenza), con il suo appello al senso del limite nella ricerca scientifica, maschera una scissione fra fisica e filosofia.

di questa tradizione serve ad abbattere pregiudizio ed a formulare ipotesi ardite. Tuttavia l'esagerazione in questa direzione riporta all'essenzialismo aristotelico che pretende di dare spiegazioni ultime alle essenze. Per questa ragione, combattendo insieme lo strumentalismo e l'essenzialismo, è necessaria una terza teoria che propone congetture, solo provvisoriamente vere, come un tentativo di spiegare la realtà, ben disponibile a riconoscere queste stesse congetture messe in discussione da appropriate confutazioni e soppiantate da nuove congetture, altrettanto provvisorie.

L'essenzialismo mira a trovare una descrizione vera del mondo, capace di spiegare i fenomeni, a partire da certe condizioni iniziali. Tuttavia tutte queste teorie si autodefiniscono assurdamente le migliori in assoluto e hanno la falsa pretesa di essere definitive, perché i controlli non possono mai essere esaustivi (del resto, andando un po' oltre quanto affermato da Popper, anche i collaudi, tecnologici e/o statistici, delle scienze applicate non sono mai esaustivi). Un chiaro esempio di essenzialismo è dato dai tentativi settecenteschi ed ottocenteschi (cioè precedenti la teoria einsteiniana della relatività generale) di unificare i concetti di massa gravitazionale (che determina l'attrazione tra due corpi, inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza) e massa inerziale (che permette ad un corpo di permanere nel suo eventuale stato di moto, costituendo anche la costante di proporzionalità tra forze ed accelerazioni, agenti sul corpo stesso). A riguardo, si noti invece che proprio Newton rifiuta di azzardare ipotesi.

Dati la realtà, le essenze e le proprietà che intercorrono tra queste, inoltre i corrispondenti fenomeni, nonché le loro rappresentazioni e le teorie che spigano le suddette proprietà (come sostenuto per quanto riguarda l'essenzialismo), lo strumentalismo (ad esempio, sostenuto da Moritz Schlick) riduce le teorie a pure norme strumentali e matematiche, utili e semplici, annullando completamente la realtà. Tuttavia l'accettazione forte dello strumentalismo (benché attraente, perché modesto) toglie quasi tutti i significati alla scienza, fatto salvo le osservazioni od esperienze più elementari, ma anche scontate. Al contrario, fare scienza (e non solo tecnologia) richiede di affiancare un significato descrittivo al valore strumentale. Una considerazione, in apparenza collaterale, ma non secondaria, rileva come le osservazioni indirette siano in numero maggiore di quelle dirette, imponendo di affiancare un approccio anche operativo (che consiste nel dare disposizioni) accanto a quello puramente strumentale.

Declinato progressivamente l'essenzialismo, nel corso dell'ottocento, la struttura formale delle teorie fisiche non richiede necessariamente lo strumentalismo. Infatti voler procedere, tramite congetture, confutazioni e nuove congetture, non determina alcuna certezza, ma è ben capace di far cadere una qualsiasi teoria falsa. Questo modo di procedere si differenzia dall'essenzialismo, perché ogni spiegazione è solo un certo livello reale del mondo reale, essendo invece inesistente ogni realtà ultima. Questo stesso modo di procedere si differenzia anche dallo strumentalismo, non essendo certamente meno vera una teoria, perché provvisoria, incerta e mai definitiva. Per altro, la possibilità di falsificare una teoria differenzia profondamente proprio le teorie scientifiche, dai miti e dalle fiabe. Inoltre sempre questo stesso modo di procedere opera tramite scoperte e/o invenzioni ⁷⁸, guidate da una data ed opportuna teoria, piuttosto che con la costruzione di teorie, dopo una qualche osservazione.

Una questione tuttora aperta è rappresentata dall'atteggiamento da tenersi nei confronti della tradizione, in particolare, in politica e nelle scienze sociali, ma non solo. Innanzitutto è sbagliato, liquidare la tradizione, come qualcosa di regressivo e/o passatista, per foga razionalista, perché la tradizione è un bene prezioso, difficile da ricostruire, quando si perde. All'opposto, è sbagliato accettare acriticamente la tradizione, mentre

⁷⁸ La parola invenzioni non è presente in Popper, in questo passo.

è doveroso accettarla criticamente, valutandone i suoi pregi e superando le sue possibili contraddizioni e soprattutto i suoi tabù. In particolare, nell'ambito della tradizione scientifica, sono certamente da superare tanto l'empirismo, piatto e banale, che riduce la conoscenza del mondo alle sole percezioni sensibili, senza mai valutarle criticamente, quanto il razionalismo determinista, nemico della libertà ed evidentemente falso, carico di veri e propri pericoli, autoritari ed illiberali, spesso e purtroppo forieri di tragedie ⁷⁹, se rivolto al campo della politica e delle scienze sociali.

Rifacendosi alla storia, nella Grecia più antica, come altrove, i miti religiosi hanno sempre offerto spiegazioni per i differenti fenomeni della natura. Tuttavia a partire dal VI secolo a.C., nuove spiegazioni sostituiscono i vecchi miti, forse ancora un po' solo a mo' di miti nuovi (per innovare una tradizione, per caso, sottoposta a critica), ma certamente mossi anche da una molla più forte che sfida la tradizione, con la sofistica, la retorica e la maieutica. Da qui nasce la scienza come faro per la conoscenza del mondo, noto ed incognito, cosicché senza eccedere in un massimalismo rigorista, una teoria inventata (come già i miti religiosi) muove nuove osservazioni, determina nuove scoperte e germina nuove teorie, sempre dalla critica della propria tradizione. Infatti la conoscenza non è un archivio, benché ordinato, ma un processo, anche caotico, ma in evoluzione. D'altra parte, la conservazione della tradizione, al pari dell'esistenza di istituzioni (necessarie per la società), è la condizione per il sorgere di qualsiasi innovazione.

Tradizione ed istituzioni permettono di partire rispettivamente da una scienza vecchia e dalla società attuale, per innovarle, così da spiegare quello che la prima non spiega e da gestire meglio quello che la seconda non governa bene. Al contrario, distruggere tradizione ed istituzioni, per costruire da zero, è pura follia (perché dal nulla non nasce nulla). Il linguaggio è insieme un'istituzione, in quanto lingua (formale) d'un popolo, ed una tradizione, in quanto parole (usate) di quello stesso popolo. A riguardo, ogni linguaggio svolge funzioni espressive, di segnalazione, descrittiva (o narrativa ⁸⁰) ed esplicativa (od argomentativa). Le prime due sono comuni anche al linguaggio animale ed alla lallazione degli infanti. La terza è propria del linguaggio umano, a partire da quando i bambini imparano a parlare. La quarta funzione è invece propria del linguaggio umano razionale, cioè provvisto della capacità di esprimere spiegazioni e giudizi critici (da qui discende che l'obbligo o la costrizione al silenzio è irrazionalismo).

Un esempio preclare di unitarietà tra linguaggio, filosofia, fisica e cosmologia è offerto dai presocratici, in particolare, dove la teoria della conoscenza diventa il problema del mutamento. Infatti la scuola ionica con Talete ed Anassimandro ⁸¹, ipotizzando rispettivamente che la terra galleggi sull'acqua o sia in equilibrio nel vuoto, formulano due teorie, provviste di scarse osservazioni dirette, all'epoca ⁸², che sembrano anticipare la deriva dei continenti e la gravitazione universale. Al contrario, l'osservazione delle fasi lunari porta alla teoria che la luna brilli di luce riflessa, dapprima con l'ipotesi pitagorica di un fuoco centrale e poi con il sistema eliocentrico di Aristarco di Samo. In questo modo, il problema del mutamento diventa dapprima una teoria del mutamento con Eraclito e Democrito ⁸³, e successivamente un problema logico con Parmenide e Zenone

⁷⁹ Un esempio grave è dato dalla dittatura hitleriana, protrattasi fino alla seconda guerra mondiale ed all'olocausto, ma pesantemente sconfitta, basata sulla falsa teoria sociale della cospirazione ebraica. Infatti raramente una cospirazione riesce, se non quando i cospiratori giungono al potere, per altra via, ma gli stessi, a loro volta, falliscono quasi sempre, perché quasi nulla accade come già prestabilito. Un altro esempio è dato dall'applicazione volgare del pensiero marxista, nelle cosiddette democrazie popolari, basata sulla falsa teoria sociale della cospirazione capitalista (a loro volta, miseramente fallite e cadute, seppure dopo la stesura dei testi di Popper).

⁸⁰ La funzione narrativa manca nel testo popperiano, ma la narrazione è la descrizione del passato.

⁸¹ Il successore di Anassimandro è Anassimene che, più fisico che filosofo, si occupa di spiegare i mutamenti delle stagioni, dei climi e delle età della vita di piante, animali ed uomini.

⁸² Per Talete, le uniche osservazioni dirette sono i terremoti ed i maremoti, mentre nessuna osservazione diretta è presumibile, per Anassimandro che, parlando di vuoto, evita il regresso all'infinito, cercando il sostegno del sostegno (pur commettendo l'errore di considerare piatta la terra che Popper sottovaluta).

⁸³ Il fuoco inestinguibile di Eraclito e gli atomi in movimento di Democrito sono una presentazione viva della teoria del movimento.

d'Elea, poiché questi filosofi, analizzando la fisica matematica del movimento ed in mancanza del concetto di limite, procedono per paradossi, parlando di un unico, pieno ed immobile.

Partendo dalla vivacità della descrizione eraclitea, dove gli esseri viventi sono fiamme e tutte le cose sono processi fisici, occorre rimarcare la vivacità della discussione critica, nella tradizione greca più antica (con una qualche eccezione nella scuola pitagorica, non certo a caso ammantata dalle caratteristiche proprie di un ordine religioso). Infatti presso molti popoli sorgono miti e parecchie civiltà istituiscono scuole, ma i miti sono tradizionalmente tramandati, quasi ovunque, e le scuole sono, per lo più, sede dell'ortodossia, dove le dottrine eretiche producono scismi. Dopo Socrate, Platone ed Aristotele (e forse proprio a causa delle scuole contrapposte di questi ultimi), la tradizione si dissolve, per essere riscoperta e ripresa, solo nel tardo '500 e nel primo '600, ad opera di Galileo⁸⁴, da allora, diventando parte costituiva della scienza moderna. Pertanto la tradizione razionalistica favorisce la conoscenza congetturale ed ipotetica, cosicché due teorie siano messe a confronto, per sapere quale spiega di più e può essere meglio verificata.

Nel cammino verso la modernità, importante è poi liberarsi dagli assoluti galileiani e newtoniani, ed un primo contributo è offerto da George Berkeley che pretende il significato di ogni parola e dichiara parole prive di significato empirico lo spazio, il tempo, il moto e la quiete assoluti (come già in Gottfried Wilhelm von Leibniz e successivamente in Johann Friedrich Herbart). In questo contesto, la gravità e, in generale, le forze non sono entità sperimentali, ma grandezze derivate dalle accelerazioni, pur riconoscendo pienamente che la teoria newtoniana fornisce risultati corretti. Due osservazioni complementari affermano che non esiste una fisica occulta (né essenze o qualità nascoste) e che le cosiddette leggi di natura derivano semplicemente dall'osservazione di regolarità di comportamento e talvolta possono essere elaborate con lo strumento matematico del calcolo (senza cedere alle facili tentazioni dell'essenzialismo⁸⁵, né supponendo l'esistenza di cause vere, né assegnando valore di essenze o qualità ad i risultati ottenuti).

La mistura, proposta da Berkeley, tra l'accettazione della meccanica newtoniana ed il superamento di inutili assoluti, trova il suo seguito nel principio di economia del pensiero, presentato nella filosofia della fisica di Ernst Waldfried Josef Wenzel Mach, nei principi di meccanica di Heinrich Rudolf Hertz, nella teoria della relatività di Albert Einstein e nel trattato logico filosofico di Ludwig Josef Johann Wittgenstein. A riguardo, occorre precisare che Newton non fa ricorso all'essenzialismo, essendo famosa la sua affermazione di non inventare ipotesi, in mancanza di una spiegazione certa. Tuttavia dopo Newton, derivate in tal senso sono notevoli e conseguentemente la rettifica machiana, le sue premesse ed il suo seguito sono molto importanti. A complementare poi il positivismo che ne deriva, l'ulteriore proposta popperiana fa menzione di livelli di spiegazione (pur senza giungere a cause ultime) e di superamento dei puri strumenti matematici (come i modelli linguistici qualitativi), cosicché la formulazione di una congettura possa produrre una spiegazione provvisoria, valida fino alla sua confutazione, a fronte di una nuova congettura.

La figura di Immanuel Kant rappresenta, riportando il sintetico epitaffio di Popper, l'uguaglianza davanti alla legge, i diritti dell'uomo, il sentimento cosmopolita, la pace in terra e l'emancipazione solo per mezzo della conoscenza. Infatti Kant crede fermamente nell'illuminismo, così come Voltaire lo propone, combattendo per il governo costituzionale britannico, contro l'assolutismo francese, per la tolleranza religiosa inglese, contro l'ortodossia e l'inquisizione cattolica, per l'empirismo di John Locke⁸⁶, contro il dogmatismo di Cartesio.

⁸⁴ Diverso e, secondo Popper, più controverso è l'approccio per induzione, a partire dalla ripetizione delle osservazioni, di Francis Bacon (italianizzato in Bacone), anche sulla base di citazioni antiche da Senofane, Eraclito e Democrito.

⁸⁵ Il vescovo Berkeley accoglie la nozione di Dio cui demanda le spiegazioni ultime, ma la esclude categoricamente dal campo della fisica, mentre l'agnostico David Hume pone sotto accusa tutte le teorie che giustificano l'esistenza di Dio.

⁸⁶ Già l'empirismo di Locke è ben collegabile alla figura ed all'opera di Newton.

Invece Kant combatte l'idealismo, gli eccessi del romanticismo ed il nazionalismo tedesco (di cui intravede i pericoli futuri), nonostante le pretese dei posteri di farne l'antesignano della loro corrente filosofica. Kant aderisce alle idee della cosmologia e della meccanica newtoniana (pubblicizzata nell'Europa continentale da Voltaire), anche con il suo ⁸⁷: Saggio sulla costituzione e l'origine meccanica dell'universo, trattate secondo i principi newtoniani. A riguardo, notevole è l'accettazione della tesi, fondata su all'epoca recenti osservazioni astronomiche che la Via Lattea sia un ammasso di stelle.

Infatti Kant fa seguito a questo riferimento scientifico, ipotizzando che le nebulose siano altri sistemi stellari molto lontani. Inoltre nella sua Critica della ragion pura, Kant pone il problema di un universo finito od infinito ed analogamente di un tempo limitato od illimitato. La risposta einsteiniana al primo problema che l'universo è finito ma senza frontiere, mentre tuttora nessuna risposta è data circa la finitezza o meno del tempo. Per completezza, si fa qui riferimento alla sintesi popperiana dell'antinomia kantiana sulla natura del tempo che, se infinito, ha già ora un infinto alle spalle, da cui un assurdo, mentre se è finito, dovrebbe essere preceduto e seguito da un tempo vuoto, collegabile tuttavia al tempo vero dell'universo, da cui ancora un assurdo. Infine Kant compie un'autentica rivoluzione copernicana anche nel campo dell'etica, affermando l'autonomia della morale, rispetto ad ogni rivelazione (perché ogni uomo crea il proprio dio ⁸⁸), e ribadendo che lo stato ⁸⁹ giusto garantisce l'uguaglianza dei cittadini, rispetto alle limitazioni delle libertà.

Kant, parlando dell'enigma della scienza naturale, afferma che l'empirismo di Hume ⁹⁰ risveglia dal sonno dogmatico. Un esempio è la correzione delle tesi di Newton, dove questi sostiene di aver costruito la sua dinamica sulla base di certi asserti osservativi (ad esempio le leggi di Keplero), mediante l'induzione. Infatti Kant dice che questo asserto newtoniano non è credibile, perché falso, sia logicamente che storicamente. A riguardo, relativamente alla dichiarazione di falso logico, occorre riferirsi all'imprecisione delle osservazioni dirette e maggiormente alla determinazione di quantità non osservabili direttamente (come le forze). Invece per quanto riguarda il falso storico, bisogna ricordare che il neoplatonico Copernico pone il sole al centro dell'universo, seguendo l'idea platonica, enunciata nella Repubblica, che il sole sia, in cielo, l'oggetto di maggior gerarchia. Del resto, anche Keplero inventa orbite ellittiche, perché le osservazioni di Tycho Brahe contrastano con le precedenti orbite circolari ⁹¹.

Come già detto in precedenza, al pari di Newton e figli del loro tempo, Kant considera vera la geometria euclidea e la meccanica newtoniana, pensando così che la mente umana la possa imporre alla natura stessa, per poi comprenderla. Oggigiorno le geometrie non euclidee e la relatività einsteiniana smentiscono questa orgogliosa sicurezza, proponendo altri modelli possibili. Di conseguenza, la tesi popperiana dice che la mente può solo inventare leggi di comportamento della natura, più o meno rispondenti alla realtà dei fatti. Analogamente con preciso riferimento alla conseguenze della Critica della ragion pratica di Kant, Popper parla di cinque diversi modi usuali di concepire il rapporto tra asserti umani, provvisti di una mente pensante, e la realtà esterna. Questi sono il determinismo ⁹², l'idealismo ⁹³, l'irrazionalismo ⁹⁴, il volontarismo ed il

⁸⁷ Figlio della sua epoca, Kant crede che la geometria di Euclide e la meccanica di Newton siano le spiegazioni vere per tutto l'universo, cosa smentita poi dalle geometrie non euclidee e dalla meccanica relativistica. Tuttavia Kant ha il pregio di inserire l'osservatore nella costruzione delle teorie geometriche e fisiche, fatto che ha poi un'importanza fondamentale per tutta la metrologia moderna.

⁸⁸ Ciascuno deve considerare ogni uomo come un fine per se stesso, e mai semplicemente come un mezzo rispetto ai propri fini.

⁸⁹ Il diritto internazionale deve propugnare una lega delle nazioni, composta da stati federali, con l'obiettivo di un pace eterna sulla terra.

⁹⁰ La critica humeana dell'induzione parte dalla constatazione che nessuna osservazione futura, logicamente possibile, può mai contraddire la classe delle osservazioni passate.

⁹¹ Anche Galileo rifiuta erroneamente l'attrazione lunare, come spiegazione delle maree, perché rifiuta l'idea dell'azione a distanza (di lontana derivazione astrologica), essendo un aristotelico razionalista (seppure critico con l'aristotelismo ottuso degli accademici e degli inquisitori).

⁹² Popper considera il determinismo falso, perché in contrasto con la struttura della libertà.

⁹³ Popper ritiene l'idealismo falso, perché il mondo non è un sogno, ma una realtà plurale.

nichilismo⁹⁵ che considera tutte congetture false, anche se inconfutabili, perché non scientifiche, né empiriche⁹⁶, cui contrappone l'indeterminismo, il realismo ed il razionalismo⁹⁷.

L'accrescimento continuo è essenziale per le caratteristiche razionali ed empiriche della conoscenza pre-scientifica e scientifica. Secondo il metodo d'apprendimento per prova ed errore, una teoria deve essere giudicata in base al suo contenuto empirico ed alla sua capacità di controllo, conferendo così alla stessa una bassa probabilità (data la relativa rarità del fenomeno osservato e così spiegato⁹⁸). In questo modo una congettura non confutata è corroborata, come mostrano ad esempio, la scoperta di Urano e quella delle onde elettromagnetiche, rispettivamente nei confronti delle leggi della dinamica gravitazionale e delle teorie dell'elettromagnetismo. Al contrario, una congettura confutata è negata, proprio in quanto teoria scientifica, come mostra, ad esempio, l'abbandono della chimica flogistica⁹⁹. Di conseguenza, una teoria acquista scientificità, quando progredisce, passando da un problema ad uno più complesso, in quanto la scienza inizia dai problemi, derivati dal contrasto tra teorie ed osservazioni.

In questo contesto, verità¹⁰⁰ significa, secondo (e già anticamente Senofane), la semplice corrispondenza ai fatti, fungendo questa da principio regolativo, di derivazione kantiana, come definito da Charles Sanders Peirce. Allora la sequenza induttiva¹⁰¹, forse un po' troppo pretenziosa (e soprattutto anti-congetturale e non confutabile): verità, controllabilità, precisione e verosimiglianza, può essere sostituita dalla sequenza razionale, di certo più realistica: congettura, contenuto empirico, grado di corroborazione e confutabilità. Pertanto la soluzione di un problema richiede un'ampia base di conoscenza, ottenuta evitando di partire da zero e mirando al fatto che essa sia unitaria, semplice e non contraddittoria (con le osservazioni)¹⁰². La non-contraddittorietà deve comprendere anche i dati nuovi che estendono il problema stesso, altrimenti rischia di cadere la soluzione proposta. Un esempio è fornito dall'esperienza di Albert Abraham Michelson ed Edward Williams Morley, sull'invarianza della velocità della luce¹⁰³.

Su tale questione ... avere in questa nostra vita una idea sicura, sia impossibile o molto difficile; ma d'altra parte non tentare ogni modo per mettere alla prova quello che se ne dice, e cessare di insistervi prima di avere esaurita ogni indagine da ogni punto di vista, questo, ..., non mi par degno di uno spirito saldo, e sano. Perché insomma, trattandosi di tali argomenti, non c'è una cosa sola da fare di queste tre: o apprendere da altri dove sia la soluzione; o trovarla da sé; oppure, se questo non è possibile, accogliere quello dei ragionamenti umani che sia se non altro il migliore e il meno confutabile e, lasciandosi trarre su codesto come sopra una zattera, attraversare così, a proprio rischio, il mare della vita¹⁰⁴ (Platone).

⁹⁴ Popper giudica l'irrazionalismo è falso, perché il mondo non è governabile solo dall'arte e dalla poesia.

⁹⁵ Popper considera infine debole l'appello alla sola buona volontà e degna solo di compassione la noia di fronte al nulla.

⁹⁶ Oltre alle teorie scientifiche ed empiriche, sono altresì confutabili le teorie logiche e matematiche.

⁹⁷ Sempre relativamente alle questioni filosofiche e metafisiche, Popper propone di verificarne la semplicità, la fecondità ed il contrasto con altre teorie, cosicché sia anche possibile acconsentire a qualcuna di queste, prendendo in considerazione l'attenzione verso gli altri, proposta dal positivismo logico (con i suoi precursori, ottocenteschi e novecenteschi) ed il pensare plurale, proposto da larga parte del pragmatismo americano.

⁹⁸ Un fenomeno altamente frequente non merita una particolare teoria, perché generalmente banale.

⁹⁹ L'invenzione dell'ossigeno, ad opera di Antoine-Laurent de Lavoisier, ma scoperto più tardi, con la liquefazione dell'aria, ad opera di Carl Paul Gottfried von Linde, è essenzialmente una teoria.

¹⁰⁰ Esistono diversi gradi di verità, classificabili in base all'ampiezza ed al dettaglio del contenuto informativo ed alla precisione ed affidabilità dell'informazioni.

¹⁰¹ La verificabilità induttiva cancella, dal panorama scientifico, alcune scienze, non ancora ben provviste di una notevole abbondanza di conferme sperimentali, mentre salva addirittura la teologia razionale dall'accusa di metafisica pura.

¹⁰² Popper distingue verosimiglianza da probabilità, attribuendo alla prima il significato di simile al vero, cioè di accuratezza, mentre alla seconda quello di plausibile con certezza, cioè di precisione. Inoltre Popper parla di probabilità anche come modello per comparare la frequenza d'accadimento di un evento (a riguardo, si ricordi che la dispersione, il buon adattamento, oltre che l'indipendenza, possono essere testati tutti con la distribuzione chi quadrato).

¹⁰³ Questa esperienza offre lo spunto per la costruzione, da parte di Einstein, della teoria della relatività (che si sviluppa autonomamente, fino a postulare l'equazione massa-energia), mentre una soluzione ad hoc è proposta da Hendrik Antoon Lorentz e George Francis Fitz Gerald, solo per salvare le vecchie teorie.

¹⁰⁴ Platone aggiunge: salvo che uno non sia in grado di fare il tragitto più sicuramente e meno pericolosamente su più solida barca ... D'altra parte, Platone non spiega quale sia questa barca e dove si possa trovarla e coloro che scrivono hanno troncato la citazione, per evitare di far sospettare/intendere un qualche suggerimento fideistico, riferito ad una qualsiasi religione e/o ideologia.

Tracciare una linea di demarcazione tra asserti scientifici e pseudo problemi metafisici, con il metodo induttivo, sulla sola base di osservazioni, è impossibile: affossa le teorie scientifiche più sofisticate, ma meno probabili per la rarità degli eventi, presi in esame dalle stesse, mentre convalida le superstizioni, perché spesso fondate su molte osservazioni, seppure raccolte a casaccio. Inoltre una demarcazione linguistica che richiede parole provviste di significato ed adatte le une alle altre mostra evidenti difficoltà, in quanto troppo generica, anche prendendo in considerazione tipi e categorie. Infine la costruzione di un unico sistema linguistico unificato, quale linguaggio naturale per la scienza, è in contrasto con i teoremi di incompletezza ed indecidibilità di Kurt Gödel, con l'impossibilità di costruire una logica universale e sempre contraddizioni (come dimostrato da Alonzo Church) e con essere paradossale la pretesa di poter far uso di un linguaggio unico (come affermato da Alfred Tarski).

Una teoria fornisce tanto più informazioni, quante più ne proibisce, cosicché il contenuto empirico¹⁰⁵ di una teoria è dato dalla classe degli asserti-base che la contraddicono. A loro volta, gli asserti-base descrivono¹⁰⁶ fatti, eventi, fenomeni e processi direttamente osservabili; in generale, le loro negazioni non sono asserti-base, mentre l'unione di asserti-base sono asserti-base, solo se essi sono tra loro coerenti (inoltre gli esempi non appartengono alla classe degli asserti-base, anche perché l'origine degli asserti-base è soprattutto di natura teorica). Di conseguenza, una teoria è massimamente capace di spiegare (ovvero ha un suo certo contenuto di verità), se molto severi sono i suoi controlli ed ampiamente ricco è il suo contenuto empirico (informativo, detto contenuto di falsità, perché in contraddizione con la teoria stessa). In questo contesto, è detta verosimiglianza la somiglianza al vero che cresce al crescere del contenuto empirico e decresce con la probabilità¹⁰⁷ del modello usato per comparare la frequenza d'accadimento.

Non esiste un metodo logico d'analisi del linguaggio per individuare i non-sensi, come proposto dai positivisti logici, da Russell e dal Wittgenstein del Trattato, ma non da quello delle Ricerche¹⁰⁸. Infatti non è possibile costruire una teoria fisica delle funzioni più alte del linguaggio (ovvero quella descrittiva ed argomentativa), perché le relazioni logiche¹⁰⁹ sono astrazioni, prodotte dalla mente, che provano l'interazione tra il mondo fisico e gli stati mentali. Da queste considerazioni discendono due importanti conseguenze l'unità tra il corpo e la mente, ed una concezione plurale, non solipsista. In questo modo, un unico linguaggio, nonostante tutte le sue contraddizioni, tiene unito il cervello e la mente, essendo un errore prendere in considerazione separazioni dualistiche, altre volte, dette corpo ed anima, materia e spirito, ecc. Inoltre una concezione plurale accoglie, con favore, l'esistenza di altre menti umane, mentre considera irrealizzabile una mente artificiale, essendo il cosiddetto cervello elettronico, solo un computer.

Il metodo per prova ed errore, direttamente derivato dalla selezione naturale, dà vita al metodo scientifico che storicamente fa uso della dialettica delle idee¹¹⁰, per formulare congetture (dette tesi) e controbatterle

¹⁰⁵ L'errore dell'empirismo sensista sta nel supporre che le esperienze visive, auditive e tattili siano osservazioni dirette, mentre invece già negli animali sono un adattamento tra percezione e riflessi, prodotti dalla selezione naturale, e negli uomini (e, in piccola parte, negli animali superiori) sono frutto di un apprendimento che collega percezione ed esperienza critica passata. Questa osservazione può, tra l'altro, spiegare parte delle difficoltà per la costruzione dell'intelligenza artificiale e dà ragione a quell'indirizzo attuale dell'ingegneria della conoscenza, diretto verso l'utilizzo di sistemi esperti, a loro volta, da arricchire con l'apprendimento automatico.

¹⁰⁶ Le descrizioni non portano, comunque mai, a definizioni definitive, ma spesso ad importanti distinzioni.

¹⁰⁷ Popper distingue chiaramente verosimiglianza, come accuratezza o somiglianza al vero (come già tra idee e modelli, nel mito della caverna di Platone), e probabilità, come altamente frequente (come già nelle descrizioni fisiche sperimentali di Aristotele). Inoltre tanto Platone, riferendosi alla qualità dei modelli (rispetto alle idee, per loro natura, perfettamente esatte), quanto Aristotele, riferendosi ai risultati sperimentali ottenuti, parlano di probabilità, in termini di precisione.

¹⁰⁸ Alcuni commenti sono adeguati all'oggi, andando un po' oltre il testo di Popper.

¹⁰⁹ Tra le astrazioni rientrano i paradossi, evitabili nel linguaggio corrente, ma inevitabili in generale. In particolare, quando parla di se stesso per cui, all'interno di un linguaggio, non si può dire se esso stesso sia vero o falso, ma solo se le sue espressioni siano dotate di significato o meno.

¹¹⁰ L'alternativa all'uso della dialettica, nell'ambito della storia, è il permanere nel dogmatismo, come già accaduto, nei periodi più bui della storia.

con varie e diverse confutazioni (dette antitesi). Da queste, si può ripartire, solo in caso di un loro successo, con l'abbandono delle vecchie teorie, formulando nuove congetture (dette sintesi), completamente rinnovate, oppure in relazione alle congetture precedenti ¹¹¹. D'altra parte, il metodo scientifico è in contrasto con la cosiddetta logica dialettica che intende superare il principio di non contraddizione ¹¹² e considera possibile l'emergere di una nuova teoria, anche da due contraddizioni. Infatti questo modo di procedere è, a sua volta, in contrasto con le regole dell'inferenza che proibiscono di derivare una conclusione falsa da premesse vere e, per contro, logica e dialettica differiscono tra loro, essendo la seconda solo una teoria empirica, piuttosto vaga, che spiega solo corsi e ricorsi storici.

A riguardo, la sintesi critica kantiana supera il dilemma storico tra razionalismo continentale ed empirismo britannico, proponendo una forma modificata di empirismo. Al contrario il successivo idealismo tedesco ristabilisce il dogmatismo razionalista, oppone la logica dialettica al metodo scientifico ¹¹³, per prova ed errore, e legge il mondo come un tutto unico, diretta espressione di una mente solipsista. Il rovesciamento del solipsismo idealista porta al materialismo dialettico, ugualmente dogmatico ed antiscientifico. Tuttavia il materialismo, in sé, può strutturarsi, altrettanto bene, secondo il metodo scientifico, per prova ed errore, libero da retaggi ideologici e/o religiosi, permettendo così alle scienze sociali di svilupparsi al pari delle scienze fisiche. Di conseguenza, evitando qualche eccesso di meccanicismo presente ¹¹⁴, il marxismo può comunque sviluppare le proprie teorie economiche, sociologiche e politiche, mentre più debole e dogmatico è l'approccio storicista, per quanto spesso presentato in forma ottimistiche e trionfali ¹¹⁵.

Un altro testo di Popper, spesso richiamato dallo stesso tratta di *La società aperta e i suoi nemici*. Alcune sue tesi sono riassunte. Una certa forma di organizzazione della società è necessaria, ma i suoi poteri non devono essere troppo estesi. La differenza tra democrazia e tirannide è legata alla possibilità di cambiare il cosiddetto colore del governo, senza dover ricorrere a metodi violenti ¹¹⁶. La democrazia, per non essere debole, deve fondarsi su una tradizione culturale ¹¹⁷, cosicché nessun cittadino richieda o si aspetti favori ¹¹⁸. Altre regole e certe prassi consolidate strutturano il vivere civile, in conformità agli stili di vita correnti; questi differiscono spesso, da luogo a luogo, e possono variare lentamente, nel tempo ¹¹⁹. La libertà di pensiero e di discussione, traendo vantaggio dalla varietà di opinioni concorrenti, conflittuali e la garanzia del pieno impiego, di alti salari e dei servizi sociali sono caratteristiche importanti per la qualità democratica e la convivenza civile.

¹¹¹ L'ottica e l'elettromagnetismo offrono un esempio significativo, con la teoria corpuscolare della luce, sostituita dapprima con quella ondulatoria e successivamente dall'insieme delle due (con la definizione del fotone e dell'onda associata ad esso).

¹¹² Attualmente le logiche più moderne parlano anche di modalità a più valori, campi continui e soluzioni sovrapposte fra loro. A riguardo, si noti già l'uso del plurale. Logiche, invece del singolare: logica.

¹¹³ Paradossale è la voce: elettricità, nell'Enciclopedia delle scienze filosofiche in compendio, di Georg Wilhelm Friedrich Hegel. La citazione, qui riportata, è letteralmente ripresa dalla trascrizione di Popper: l'elettricità ... è lo scopo della forma da cui essa si emancipa, è la forma che è sul punto di sperare la sua propria indifferenza; poiché l'elettricità è l'emergenza immediata, o l'attualità che sta emergendo, dalla prossimità della forma, e ancora determinata da essa – non ancora la dissoluzione, tuttavia, della forma stessa, ma piuttosto il processo più superficiale mediante il quale le differenze abbandonano la forma che, tuttavia, esse ancora trattengono, come la loro condizione, poiché non hanno ancora acquisito l'indipendenza da e attraverso essa.

¹¹⁴ Il marxismo cade nel meccanicismo, soprattutto quando tenta di costruire una dottrina storicistica delle scienze sociali e della politica, facendo predizioni, così come si possono prevedere le eclissi. A riguardo, occorre rilevare che predizioni, spesso fallaci (diverse dalle previsioni scientifiche condizionali e più simili alle predizioni astrologiche), si riscontrano nella tradizione profetica veterotestamentaria. Del resto, tra gli stessi fenomeni naturali, sono possibili previsioni scientifiche condizionali, quando i fenomeni sono stazionari, come i moti celesti, o quasi stazionari, come i cicli biologici. Per contro, procedendo con il metodo scientifico, per prove ed errori, il marxismo può stabilire ciò che non è possibile fare, così come il secondo principio della termodinamica stabilisce che non è possibile costruire una macchina con un rendimento del cento per cento.

¹¹⁵ Altrettanto debole, dogmatico, falsamente ottimista e trionfale è anche l'approccio storicista, idealista e neoidealista.

¹¹⁶ A sua volta, l'utilizzo di metodi violenti produce altri danni cui, con difficoltà, occorre porre rimedio.

¹¹⁷ Una democrazia non è mai perfetta, ma solo perfezionabile, pur essendo la miglior forma di governo conosciuta e realizzata.

¹¹⁸ Caratteristica, indispensabile e fondamentale, della democrazia è la definizione, chiara ed inequivocabile, dei diritti e doveri di tutti i cittadini.

¹¹⁹ Le stesse forme democratiche possono variare, da luogo a luogo, come pure nel tempo, adattandosi a determinate condizioni.

Secondo Popper, tra gli uomini, bontà ed ingenuità prevalgono spesso su malvagità ed intelligenza, essendo ugualmente pericolose, se non peggio. Una prova provata è fornita da ogni tipo di guerre di religione che, spesso e purtroppo, originano dall'intenzione di costruire un mondo perfetto. Un'altra prova provata è fornita dalla diffusione e dal radicamento di idee nazionaliste, laddove è totalmente assurdo collegare stati a popoli che vogliono diventare nazioni, non esistendo mai gruppi etnici omogenei. Invece bisogna saper riconoscere che, nonostante tutte le sue contraddizioni ed i suoi conflitti, gran parte del mondo attuale è il migliore dei mondi possibili ¹²⁰, non avendo alcun senso cercarne uno perfetto, a qualsiasi utopia si riferisca ¹²¹. D'altra parte, nel bene e nel male, la potenza delle idee, a partire da quelle religiose, utopiche ed etiche, è molto importante, tanto quanto le condizioni strutturali e sovrastrutturali, economiche, politiche e sociali. Allora è un compito per tutti gli uomini, singolarmente ed insieme, impegnarsi con vero spirito di tolleranza.

Pertanto il bene deve prevalere sul male, sempre ed ovunque, e quantomeno su grandi aree e nel medio lungo periodo. Tutto ciò richiede impegno, coraggio e disinteresse, perché è difficile trovare la verità che è, per lo più, nascosta e non manifesta. Per contro, non bisogna appellarsi ad una qualche autorità che dica di possederla, perché proprio nessuno la possiede (e chi invece dice di possederla è un ciarlatano), mentre occorre ricercarla operando in modo intersoggettivo e plurale, come propugnato dal razionalismo scettico, presente già nella sapienza greca. Un altro punto importante è il ripudio forte della violenza ed è necessario adoperarsi per limitarla e possibilmente eliminarla totalmente, ben sapendo che violenza genera violenza e spesso guai maggiori. Infine nessuno può conoscere il futuro, ma la storia, passata e presente, insegna che è possibile ed occorre imparare dagli errori, a sedare i conflitti, correggere le contraddizioni ed accettare il pluralismo, come una grande ricchezza, così da potersi avvicinare un poco anche alla verità nascosta.

Alcune nostre credenze possono essere immediatamente rilevanti per la pratica, altre, se pur lo sono, lo sono molto indirettamente. Le differenze sussistenti fra queste possono far sì che vengano a trovarsi in conflitto, e anche la loro lontananza relativa può diventare oggetto di discussione. In tal modo possono svilupparsi una critica razionale, dei criteri di razionalità – alcuni fra i primi criteri intersoggettivi – e il concetto di verità oggettiva. Questa critica poi, col tempo, può svilupparsi in tentativi sistematici di scoprire cosa c'è di inconsistente, o non-vero, nelle teorie e nelle credenze degli altri, ed anche nelle proprie. E attraverso questa critica reciproca che l'uomo può infrangere, sia pure gradualmente, la soggettività di un mondo di segnali d'azionamento biologici, la soggettività delle proprie invenzioni immaginative e quella dovuta alle circostanze storiche da cui queste invenzioni possono in parte dipendere. Infatti, tali criteri della critica razionale e della verità oggettiva rendono la conoscenza umana strutturalmente diversa dai suoi antecedenti evolutivi (anche se resterà sempre possibile sussumerla in qualche schema d'azione biologico o antropologico). E' l'accettazione di questi criteri che sanziona la dignità dell'individuo; lo rende responsabile, sia moralmente che intellettualmente; lo mette in grado, non solo di agire razionalmente, ma anche di progettare e decidere, giudicare e distinguere fra teorie concorrenti. I criteri della verità oggettiva e della critica possono insegnarli a provare di nuovo e a pensare ancora; a mettere in discussione le proprie conclusioni e a servirsi dell'immaginazione nel tentativo di trovare se, e dove, le sue conclusioni sono difettose. Possono insegnargli ad applicare il metodo per prova ed errore in ogni campo, e particolarmente nella scienza; e possono così suggerirgli come imparare dai propri errori e come individuarli. Questi criteri possono aiutarlo, inoltre, a scoprire quanto poco sa, o quanto non sa, come pure ad accrescere la sua conoscenza, ed anche a rendersi conto di tale accrescimento. Possono aiutarlo a diventare consapevole del fatto che deve il proprio accrescimento alla critica degli altri, e che la ragionevolezza è disponibilità a prestare attenzione alla critica. E in tal modo possono anche facilitarli il superamento del suo passato animale, e insieme quel soggettivismo e volontarismo in cui le filosofie romantiche e irrazionalistiche si sforzano di tenerlo prigioniero (Karl Raimund Popper, Congetture e confutazioni).

¹²⁰ Almeno nella parte più sviluppata e democratica del mondo attuale, la guerra, la schiavitù ed altre forme di servitù, la discriminazione razziale e religiosa, le differenze di classe e la povertà, la disoccupazione e l'insicurezza sociale, la mancanza di istituzioni socio-sanitarie e la mancanza di istituzioni educative sono mitigate ed inoltre sono promossi programmi per una loro ulteriore mitigazione.

¹²¹ Purtroppo oggi, i pericoli costituiti dal degrado ambientale, da uno stato preoccupante di guerra permanente e dalle gravi crisi economiche, politiche e sociali, ricorrenti e cruenti, fanno ben dubitare sull'opportunità di sostenere ancora una visione ottimistica, per il futuro del mondo, ma impongono insieme, proprio per questo, un coraggio ed un impegno ancora maggiori.

La logica della ricerca ¹²²

Il compito della filosofia è l'esame critico della filosofia stessa, specialmente dopo il cosiddetto tradimento dei chierici (per usare l'espressione del filosofo critico francese, di famiglia ebraica, Julien Benda), dove questi chierici sono stati dapprima razionalisti e successivamente irrazionalisti, con identici risultati. In questo contesto, la filosofia analitica, indenne dalla colpa del tradimento, almeno parzialmente, si occupa della teoria della conoscenza, riformulando il principio d'induzione di David Hume, così da renderlo risolubile. Infatti non si tratta più di dimostrare una teoria, con l'esperienza, ma evidentemente di falsificarla, con un'esperienza contraria. Questo nuovo metodo di valutare la scienza è detto metodo critico e precede per tentativi ed eliminazione di errori. Infatti la ricerca inizia con i problemi ed una teoria è inizialmente solo una congettura precaria, tra tante altre, in attesa di una falsificazione, sempre possibile, ed è comunque solo provvisoria, anche se sopravvive a questa.

Un paragone, ben centrato, è fornito dagli artigiani che, tutti insieme, concorrono a costruire una cattedrale maestosa e, non certamente, da un superuomo che opera in totale solitudine. Noto è subito la polemica popperiana contro gli analisti del linguaggio che hanno sostituito la cosiddetta nuova via delle idee, proposta dagli empiristi, con una nuova via delle parole, essendo essi stessi empiristi critici o positivisti logici. Infatti tutta la storia della conoscenza e della scienza, in particolare, va ben oltre l'analisi del linguaggio, per quanto importante esso sia. Di conseguenza, la proposta originale popperiana è un razionalismo critico, opposto all'empirismo critico, che non si disperda nei dettagli delle singole scienze, pur riconoscendo la maggiore chiarezza e compattezza, presente nelle varie scienze, rispetto al senso comune della vita quotidiana. A riguardo, Popper chiama a testimonianza la lunga storia della scienza e della tecnica derivata, ormai giunte in una fase di grande sviluppo e progresso.

La fallacia del principio d'induzione sta nel tentativo impossibile di trasformare un asserto particolare, derivato dall'esperienza, in un asserto generale, valido come legge. D'altra parte, nessuna certezza, deterministica od anche probabilistica, può essere invocata a sostegno di questa tesi. Questa critica origina già con le tesi humeane e la sintesi critica kantiana risolve il problema solo arbitrariamente, affermando l'esistenza di giudizi sintetici a priori (tra questi, anche il principio d'induzione). L'alternativa è costituita dal metodo deduttivo dei controlli che procede solo per congetture e confutazioni. Da qui la distinzione tra la psicologia della conoscenza e la logica della conoscenza, e l'irrelevanza, per la seconda, di come avvenga, di fatto, l'immedesimazione di uno studioso con gli oggetti di una sua esperienza ¹²³. Per contro, il principio d'induzione che si vorrebbe usare per fissare una linea di demarcazione, tra scienza e metafisica, scalzandola definitivamente, fallisce anche questo scopo.

A riguardo, la polemica popperiana, spinta alle estreme conseguenze, mostra come sia possibile espellere, dalla scienza, addirittura la matematica ed accogliere, nel novero delle scienze, anche l'astrologia. Invece Popper denuncia la metafisica oscurantista, ma accoglie positivamente la metafisica, se propositiva, perchè la riconosce alla base delle cosiddette credenze scientifiche ¹²⁴. Allora un valido criterio di demarcazione, convenzionalmente assunto, consiste nel poter concepire e mettere in atto un'esperienza che falsifichi una teoria scientifica, diventando questa non scientifica, in sua assenza. Una questione complementare è data

¹²² Questo paragrafo è liberamente ripreso e riassunto da: La logica della scoperta scientifica – Il carattere autocorrettivo della scienza, di Karl Raimund Popper (Einaudi Paperbacks, Torino, 1970).

¹²³ L'origine di una teoria, come di un'opera d'arte o di una qualsiasi azione della vita quotidiana, potrebbe anche essere casuale.

¹²⁴ L'atomismo, la teoria copernicana, la gravitazione universale, l'invenzione dell'ossigeno, le geometrie (riemanniane) non euclidee, la teoria dell'evoluzione, le leggi della genetica, le teorie della relatività (ristretta e generale), la fisica dei quanti e la tettonica a placche sono alcune congetture proposte, come teorie, e non confutate.

dall'esigenza di potersi procurare effettivamente la base empirica per l'esperienza, andando oltre tutti i possibili errori sperimentali (di misura e di modello). Tutte queste esigenze rimandano all'adozione di un sistema severo di controlli intersoggettivi, metodologici e convenzionali, con cui operare, procedendo prima ad una validazione preliminare e soprattutto poi nella falsificazione successiva ¹²⁵.

La valutazione delle componenti strutturali della teoria dell'esperienza e della conoscenza riconosce che le teorie sono presenti nelle scienze empiriche e che la logica della conoscenza sia una teoria delle teorie. Infatti rifiuto di distinguere tra esperienza e linguaggio determina una forte polemica verso lo strumentalismo di Ernst Waldfried Josef Wenzel Mach e poi, andando oltre il fisicalismo, anche verso il positivismo logico del Circolo di Vienna e del suo fondatore Moritz Schlick. Al contrario, Popper rifiuta il principio di causalità, in quanto metafisico, mentre stabilisce che un modello corretto sempre deve partire dalle condizioni iniziali, cioè da asserti particolari sulla causa di un fatto od evento, come pure di un fenomeno od un processo, per giungere alla predizione dell'effetto, tramite l'uso di asserti generali, costituite da leggi universali: in senso stretto, oppure solo in senso numerico, ovvero su base statistica ¹²⁶. La distinzione tra nomi propri e comuni affianca quella tra asserti particolari e generali, pur con qualche ambiguità ¹²⁷.

Il convenzionalismo è certamente un punto di partenza, in quanto va oltre il kantismo, intendendo le leggi universali, solo come modelli della realtà (non una sua possibile interpretazione, in qualche modo aderente). Tuttavia il convenzionalismo, ben adatto ai cosiddetti periodi di scienza normale, si mostra troppo rigido nei confronti delle rivoluzioni scientifiche, in quanto adottando il principio di semplicità ¹²⁸, come idea guida, è di ostacolo alla costruzione di modelli più complessi. Invece la strutturazione di una teoria scientifica, in forma di sistema, dipende da particolari condizioni, per lo più, legate alla sua epoca specifica. Quando questo avviene, l'assiomatizzazione del sistema risponde a diversi requisiti di: non contraddizione, indipendenza, sufficienza e necessità. Infatti gli assiomi di un sistema devono essere coerenti, non devono dipendere da altri assiomi (o peggio da altre parti del sistema), devono poter spiegare il sistema stesso e non devono essere inutilmente ridondanti.

Dagli assiomi si può derivare deduttivamente tutto il sistema, strutturato per livelli, e la falsificazione ¹²⁹ può avvenire a qualsiasi livello. Se questo accade, cadono le parti collegate del sistema, ma non quelle indipendenti (inoltre se un sistema si è esteso, per una generalizzazione, la sua successiva falsificazione, in generale, può anche conservare il sistema ridotto originale). La logica usata per la falsificazione è analoga al *modus tollens* della logica classica, ovvero ad una dimostrazione per assurdo (dove negando la tesi, se non si arriva ad un assurdo, cade anche l'ipotesi). E' poi possibile istituire un certo parallelo tra il metodo della falsificazione ed il principio di non contraddizione (cioè una richiesta forte di coerenza). Infatti la falsificazione ricerca un contro-esempio, ovvero un asserto particolare che contrasti con qualche asserto generale, mentre la non contraddizione controlla che nessun asserto generale sia in contrasto con gli asserti particolari (a loro volta, spiegati con la teoria proposta).

¹²⁵ A rigore, anche la falsificazione potrebbe essere messa in dubbio, rimandando ad un regresso all'infinito; pertanto la necessità di controlli intersoggettivi è indispensabile e fondamentale.

¹²⁶ Sulla base di questa distinzione, gli asserti particolari sono solo verificabili, in quanto esperienze, e solo gli asserti generali sono falsificabili, in quanto congetture. A riguardo, alcune congetture cadute, di fronte a fondate confutazioni, sono la teoria tolemaica, il moto dei corpi leggeri verso l'alto e dei corpi pesanti verso il basso, l'esistenza dell'eldorado, l'invenzione di flogisto, la selezione naturale per adattamento all'ambiente, l'invenzione dell'etere e la scoperta di Vulcano (come il pianeta più prossimo al sole).

¹²⁷ La ragione di questa ambiguità sta nell'esistenza di classi e classi di classi, a loro volta, indicate come elementi di raggruppamenti superiori, oppure come insiemi che raccolgono gli elementi, in essi contenuti.

¹²⁸ Un discorso a sé stante meritano le ipotesi secondarie; infatti sono utili solo se accrescono la comprensione del sistema, vietando molto, cioè stabilendo parecchie restrizioni per la teoria in esame.

¹²⁹ A riguardo, occorre distinguere tra la richiesta necessaria, per una qualsiasi teoria, di essere potenzialmente sempre falsificabile, e la scoperta di un particolare contro-esempio che falsifica una certa teoria.

Il problema della falsificazione investe gli asserti particolari, in quanto derivati dalle esperienze e soggetti ad errori, nelle condizioni iniziali e nella costruzione di contro-esempi. A riguardo, occorre puntualizzare che una certificazione, sicura e definitiva, è impossibile da raggiungere e che solo una ragionevole sicurezza può essere raggiunta, grazie a controlli incrociati, validati in modo intersoggettivo. Tuttavia la nozione statistica di validazione dei dati e dei modelli, grazie a test statistici (avendo definito un certo livello di significatività, od errore di prima specie, ed una data potenza del test, od errore di seconda specie, nonché una piccola regione del dubbio), anche se risponde ad identiche esigenze, non appare nel testo popperiano (che invece cita Bayes, pur senza parlare d'inferenza bayesiana). D'altra parte, l'epoca della sua stesura è pressoché coeva alla definizione della teoria dell'inferenza statistica, da parte di Ronald Aylmer Fisher, sulla base delle importanti premesse di Karl Pearson.

Il grado di controllabilità misura la possibilità di falsificare tanto asserti generali, cioè leggi universali, quanto asserti particolari, cioè condizioni iniziali. A riguardo, costruito l'insieme delle classi e delle sottoclassi, si può costruire il grafo della controllabilità (i cui nodi sono le classi e le sottoclassi, ed i cui lati sono le relazioni d'appartenenza). In questo modo, è possibile stabilire i percorsi migliori, per effettuare i controlli necessari e dovuti. Resta da osservare come un alto grado di controllabilità determini un più alto valore del contenuto empirico di una teoria, in quanto è ben precisato tutto quello che la teoria stessa vieta, e conseguentemente la sua universalità e la sua attendibilità (in primis, la sua precisione¹³⁰). Inoltre il controllo può effettuarsi non solo su asserti base, ma anche sul cosiddetto dominio d'applicazione di una teoria¹³¹. Infine ove sia possibile dare forma matematica al cosiddetto dominio d'applicazione, tanto minore è il numero dei parametri che lo caratterizza, tanto maggiore è il grado di controllabilità della teoria corrispondente.

L'esigenza di semplicità, pur prescindendo da motivazioni pragmatiche e/o estetiche, ha una certa rilevanza anche nella teoria della conoscenza. In particolare, nell'ambito della scienza, esempi sono offerti oltretutto dal sopraccitato Mach, da altri, partendo da Gustav Robert Georg Kirchhoff per giungere a Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger. Per contro, il dibattito sull'importanza della semplicità è aperto, come mostrano le idee opposte del sopraccitato Schlick (che preferisce la regolarità alla semplicità, come nelle leggi universali e per il convenzionalismo) e del matematico tedesco Hermann Klaus Hugo Wey (il quale quantifica il grado di semplicità in base al numero di parametri liberi, di un dato modello matematico). Invece secondo Popper, la semplicità coincide con la capacità di falsificare; infatti un semplicissimo modello deterministico può essere falsificato, con poche osservazioni, mentre un complesso modello statistico/casuale¹³², richiede un notevole numero di osservazioni, per essere messo in dubbio¹³³.

Esula dagli scopi del presente lavoro, ma un dibattito notevole è aperto da Popper, a valle di un'analisi sulla probabilità¹³⁴, circa l'interpretazione da dare al principio di indeterminazione di Werner Karl Heisenberg, all'interno della teoria dei quanti. Infatti senza volersi addentrare nella proposta di vari esperimenti ideali (per

¹³⁰ Il concetto di precisione è collegato al concetto di misura, dove accanto ad un certo valore, determinato dalla misurazione, è data anche l'ampiezza di un intervallo (per lo più, derivata dall'esperienza) nel quale la misura ottenuta è considerata distribuita (secondo leggi opportune). Inoltre Popper invita a considerare gli estremi dell'intervallo, a loro volta, quali due piccoli insiemi, dove si transita rapidamente dalla relativa certezza all'incertezza (come successivamente proposto dalle logiche *fuzzy*).

¹³¹ L'uso del dominio d'applicazione evita dover scendere, per ogni teoria, ai costituenti elementari della realtà in esame.

¹³² Oggigiorno secondo i dettami della statistica, si scriverebbe stocastico, ma questo aggettivo non è mai scritto da Popper.

¹³³ Seppure rilevante, in questo stesso contesto, il testo popperiano non fa menzione dei metodi variazionali e, in particolare, dei principi statistici, quali il metodo dei minimi quadrati od il criterio della minima somma dei moduli.

¹³⁴ Popper presenta tre definizioni di probabilità, mostrandone i limiti. Infatti la probabilità laplaciana (ma attribuibile già ad Abraham De Moivre), porta a confondere possibile con probabile, richiedendo l'uguaglianza delle possibilità (dove non basti parlare di uguaglianza geometrica). Invece la probabilità soggettivista coinvolge un'aspettativa matematica, di dubbia definizione, mentre la definizione di probabilità frequentista (proposta da Richard von Mises) si scontra, ancora una volta, con l'accettazione del principio d'induzione. A riguardo, la proposta popperiana si articola in un carta modifica della definizione di probabilità frequentista. Si noti poi che, proprio in quegli anni, la teoria assiomatica della probabilità di Andrej Nikolaevič Kolmogorov è ancora in formazione.

altro, almeno parzialmente, contestati da Albert Einstein), Popper mette in evidenza la deducibilità di certe condizioni iniziali e delle leggi universali numeriche, a partire dai conteggi delle frequenze empiriche¹³⁵ che permettono di stabilire valori teorici di probabilità. Questa osservazione non contrasta affatto con gli studi teorici sulle leggi universali, in senso stretto, tenuto anche conto come queste spesso originano da altri conteggi di frequenze empiriche¹³⁶. A riguardo, una nota di coloro che scrivono invita a relativizzare la dura polemica, contro i positivisti logici e l'adozione del principio d'induzione; infatti anche contare frequenze, per ipotizzare probabilità, è usare la logica induttiva delle probabilità frequentiste.

A rigore, occorre segnalare che Popper evita l'uso dell'induzione, sostituendo alle sequenze empiriche di frequenze, opportune sequenze matematiche che le approssimano, ricavando poi da queste le probabilità, quando la loro lunghezza tende all'infinito. In questo modo, è accettato l'assioma del disordine e si procede per mezzo di un assioma sull'unicità dei punti di accumulazione¹³⁷, altrimenti detti frequenze mediane, senza ricorrere all'assioma della convergenza. Dopodiché Popper correttamente sostiene che tutti i teoremi della probabilità continuano a valere e, in primis, il teorema di Bernoulli o legge dei grandi numeri. Infatti come noto, questo teorema afferma che, in generale, le sequenze brevi presentano larghe fluttuazioni e sono disordinate ed irregolari, mentre le sequenze lunghe presentano fluttuazioni molto più contenute e sono, in generale, ordinate e regolari (mentre adottando la definizione soggettivista di probabilità diventa complesso il collegamento tra frequenze e probabilità).

Infine Popper mette a confronto l'uso, con successo, della probabilità in fisica con l'impossibilità logica di falsificare asserti probabilistici, a partire dalla difficoltà di definire correttamente i concetti di lunghezza delle sequenze e di buona approssimazione dei risultati attesi ai valori teorici di riferimento. Allora Popper propone di trascurare le improbabilità estreme, allo scopo di minimizzare le suddette discrepanze, regolarizzando così non solo le sequenze matematiche, ma anche le sequenze empiriche. Pertanto dal punto di vista di coloro che scrivono, questo modo di procedere non è molto dissimile dalle classiche procedure dell'inferenza statistica. Infatti Popper raccomanda l'uso della probabilità non per predire l'accadimento (o meno) di un certo fatto o di un evento, come pure di un dato fenomeno o di un processo, ma per quantificare il grado di conoscenza sul dominio d'esistenza degli stessi, attraverso una valutazione probabilistica (che conseguentemente diventa una teoria di campo, espressa in forma probabilistica).

Con queste premesse, le teorie non sono né vere, né false, ma solo probabili e, come tali possono/devono essere corroborate. Infatti data l'asimmetria tra verifica e falsificazione, una teoria è corroborata, finché regge i controlli, e decade, quando un controllo fallisce. Inoltre il grado di corroborazione è determinato dalla severità dei controlli effettuati e Popper propone di misurare il contenuto informativo come il complemento all'unità della probabilità di successo di una teoria, confermata dai fatti, spiegati con la stessa (o l'inverso della medesima probabilità). Solitamente poi una teoria non fallisce in toto, ma è superata da una teoria, capace d'includerla, come un caso particolare. In questo modo, il principio d'induzione (che porterebbe ad un regresso all'infinito, oppure richiede di accettare giudizi sintetici a priori) è sostituito con una metodologia di quasi induzione. D'altra parte, anche la scienza (che ha il compito importantissimo di combattere l'oscurantismo) non è un sistema di certezze assolute, né evolve verso strutture definitive.

¹³⁵ Il conteggio delle frequenze dipende dalla formazione di classi e la classificazione si effettua per selezione ordinale od in un intorno.

¹³⁶ Molte leggi universali in senso stretto originano comunque da conteggi, ormai lontani nel tempo e completamente assodati. Del resto, le leggi deterministiche possono essere collegate alla perfetta dipendenza di contenuto, mentre la più completa casualità può essere collegata alla totale indipendenza di contenuto.

¹³⁷ Questo assioma restringe, di fatto, quanto affermato dal teorema di (Bernard Placidus Johann Nepomuk) Bolzano – (Karl Theodor Wilhelm) Weierstrass, sull'esistenza di almeno un punto di accumulazione, in un insieme limitato ed infinito.

Appendice A – Le Nuove Appendici

L'empirismo stabilisce che ogni tipo di conoscenza origina dall'esperienza, ma la critica humeana al principio d'induzione (volendo rifiutare i giudizi sintetici a priori) annulla la possibilità della conoscenza scientifica. In questo caso, in polemica con i tentativi d'aggiustamento, suggeriti dai positivismi logici, Popper propone di accettare che gli asserti siano solo parzialmente decidibili ed un'asimmetria di giudizio elimini la possibilità di verificarli (neppure in probabilità), ma non quella di falsificarli. Da questa posizione deriva anche un criterio di demarcazione, tra problemi scientifici e problemi metafisici (che Popper accetta disinteressandosene, senza tentare d'eliminare la metafisica, come fatto dal positivismo logico), quale valida proposta di soluzione alla questione dei limiti della conoscenza scientifica (già sollevata dalla sintesi critica kantiana). Infatti quando si tratta di realtà (per qualunque dimensione della realtà stessa), un asserto deve essere falsificabile; mentre non si tratta della realtà, se un asserto non è falsificabile.

Per quanto riguarda il concetto di probabilità, dopo tre anni, Popper riprende quanto già scritto, nel testo del suo lavoro, riportando le tre classiche definizioni di probabilità (ed accantonando la definizione di probabilità soggettivista, già fortemente criticata nel testo suddetto). Infatti accanto alla probabilità geometrica ed alla probabilità frequentista, Popper cita la probabilità formale, logica e deduttiva, di Kolmogorov (dichiarando qui di non averla conosciuta, all'epoca della stesura del testo del suo lavoro). A questa formulazione, ancora Popper riconosce i caratteri di formalità matematica, autonomia, dagli esempi specifici, e simmetria, nelle relazioni probabilistiche tra due dati, ma ciononostante non si astiene da una certa polemica, verso il suo estensore. Per contro, lo stesso Popper cita espressamente la funzione di verosimiglianza (in inglese detta: *likelihood*) di Fisher, quale importante strumento per ricavare stime di parametri di modelli dalle informazioni, contenute nei dati, collegando poi la suddetta funzione al gradi di corroborazione.

Nell'insieme dei dati, rilevante è il completo disordine casuale e poi il tipo di ordine via, via crescente, fino a giungere ad un perfetto ordinamento causale, secondo una qualche legge. A riguardo, si noti come, data una sequenza troppo corta, non sia mai possibile stabilire la sua casualità o meno (a rigore, verificabile solo in una sequenza infinita). Infatti si può parlare solo di quasi casualità, anche per le sequenze molto lunghe. Inoltre dato un universo infinto (o praticamente tale, data l'enorme numero di cose presenti) una probabilità elementare (ed una qualsiasi sua probabilità condizionata) è nulla o pressoché tale. Allora è importante, conferire ad una teoria un alto contenuto informativo (sostenuto dall'esperienza), ovvero un alto contenuto di corroborazione (cioè un'elevata capacità di superare controlli, non disgiunta da una notevole semplicità). Da tutto ciò, discende la precarietà e la provvisorietà di ogni teoria, nonché il suo basso livello di probabilità (addirittura tendente a zero), in opposizione netta con il suo alto grado di corroborazione.

Pertanto dati due asserti contingenti, la corroborazione del secondo verso il primo mostra la convalidazione, il sostegno parziale, l'indipendenza, lo scalzamento parziale e l'invalidazione (decrescendo i valori numerici, dai numeri positivi, oltre lo zero, fino ai negativi). Diverse espressioni valutano il grado di corroborazione, tra queste interessante ed innovativo, rispetto ad altre formulazioni precedenti, è il rapporto tra una contingenza (cioè la differenza tra una probabilità composta ed il prodotto di due probabilità marginali) e la somma degli stessi elementi. Questo termine è poi moltiplicato per il numero uno cui è addizionato il prodotto della stessa probabilità composta per il quoziente della prima probabilità marginale sulla seconda. Ancora qui è citata la funzione di verosimiglianza di Fisher, non senza qualche polemica specifica (in un testo peraltro disseminato di svariate polemiche). In ogni caso, la corroborazione offre la possibilità di superare le difficoltà insite nella teoria dell'induzione, logica e/o sperimentale, perché le ripetizioni delle esperienze sono tutte approssimate.

Appendice B – Altri spunti di riflessione ¹³⁸

Anticipa ogni addio, quasi già fosse alle tue spalle,
come l'inverno che ora se ne va.
Perché c'è tra gli inverni uno così infinito
che, se il tuo cuore sverna, resiste ormai per sempre.

Sii sempre morto in Euridice, e innalzati
fino al Rapporto puro, con più forza cantando, celebrando.
Qui tra effimeri sii, nel regno del declino,
un calice squillante che squillando già s'infranse.

Sii, e la condizione del Non-Essere al tempo stesso sappila,
questo fondo infinito del tuo interno vibrare,
perché s'adempia intera in quest'unica volta.

Alle risorse esauste, alle altre informi e mute
della piena natura, alle somme indicibili,
te stesso aggiungi, in gioia, e annienta il numero

(Rainer Maria Rilke, I sonetti ad Orfeo).

Penso ¹³⁹ che la bomba nucleare (e forse anche il cosiddetto "uso pacifico dell'energia atomica" le cui conseguenze possono essere, a lungo andare, anche peggiori ¹⁴⁰) ci abbia dimostrato la futilità del culto della scienza intesa come "strumento" del nostro "dominio sulla natura" o del "controllo del nostro ambiente fisico"; essa ha dimostrato che questo dominio questo controllo, può autodistruggersi, renderci schiavi anziché liberi, se non addirittura annientarci tutti quanti. E se vale la pena di morire per la conoscenza non vale la pena di morire per il potere (la conoscenza, con la libertà, l'amore, l'umanità e l'aiuto alle persone che ne hanno bisogno, è una delle poche cose per cui può valere la pena di morire).

Tutto ciò può apparire stantio, ma occorre ripeterlo di tanto in tanto. La prima guerra mondiale ha distrutto non solo la comunità del sapere, ma ha anche quasi distrutto la scienza e la tradizione razionalistica, rendendo la scienza tecnica strumentale. Aumentando la tendenza alla specializzazione, ha tagliato fuori dalla scienza chi dovrebbe esserne il vero fruitore: il dilettante, l'amante della saggezza, il cittadino comune, responsabile, mosso dalla volontà di sapere.

Questa situazione è ulteriormente peggiorata con la seconda guerra mondiale e con la bomba atomica. Ecco perché queste cose vanno ripetute. Perché le democrazie ... non possono fare a meno della scienza: il loro valore più fondamentale – a parte quello di contribuire a ridurre le sofferenze dell'umanità – è la verità; esse non possono sopravvivere se lasciamo che la tradizione del razionalismo decada. Ma ciò che possiamo imparare dalla scienza è che la verità è un obiettivo difficile da raggiungere, che essa è il risultato di sconfitte mai rivelate, di sforzi d'crepacuore, di notti insonni. Questo è uno dei grandi messaggi della scienza, e non penso che possiamo farne a meno (Karl Raimund Popper).

BIBLIOGRAFIA MINIMA

Carnap R. (1961): Sintassi logica del linguaggio. Silva editore, Milano.

Carnap R. (1966): La costruzione logica del mondo. F.lli Fabbri, Milano.

Popper K.R. (1970): La logica della scoperta scientifica – Il carattere autocorrettivo della scienza. Einaudi Paperbacks, Torino.

Popper K.R. (1972): Congetture e confutazioni, voll. 1° e 2°. Universale Paperbacks – Il Mulino, Bologna.

Popper K.R. (1984): Poscritto alla logica della scoperta scientifica – Il realismo e lo scopo della scienza. Il Saggiatore, Milano.

¹³⁸ E' davvero difficile, soprattutto in questi tempi così tanto travagliati, separare il parlare alto di ricerca scientifica e tecnologica, nonché di storia della scienza e della tecnica, e di epistemologia, dai casi della vita quotidiana, vari e diversi, di fronte ai quali è davvero difficile scegliere la strada migliore, ...

¹³⁹ Questi pensieri di Karl Raimund Popper sono riportati nel primo volume del Poscritto alla logica della scoperta scientifica, ma appartengono ai temi propri di un suo altro lavoro: La società aperta e i suoi nemici, e conseguentemente riportati nella chiusa di questa appendice.

¹⁴⁰ Popper non ne parla, essendo i suoi tempi ancora prematuri, almeno in parte, ma la guerra chimica e batteriologica, da una parte, come pure, dall'altra, le biotecnologie e la produzione di organismi e prodotti geneticamente modificati, già oggi, suscitano gli stessi dubbi e, a lungo andare, fanno prevedere conseguenze anche peggiori.