

Spunti per una discussione

Su ciò di cui non si può parlare si deve tacere.
Wittgenstein, *Tractatus logico-philosophicus*, prop. 71

Fabrizio Pini

Questo articolo propone alcuni stimoli per una discussione su un tema che - almeno così ci sembra - dovrebbe raccogliere qualche interesse in un circolo di Volterriani. Alludiamo allo status epistemologico dei modelli scientifici. Ovviamente queste note non intendono e non possono dare risposte. Esse ambiscono a fungere da sasso gettato nello stagno per smuovere le acque, e poi stare a vedere, in attesa di interventi critici sulle pagine di questo bollettino.

Cercheremo dapprima di inquadrare sommarariamente quella che era la concezione dominante nella scienza ottocentesca e del primo Novecento. Essa domina ancora oggi nell'opinione pubblica e in quelle scienze che non sono state confrontate direttamente con gli eventi che hanno rivoluzionato la fisica fra i primi anni del secolo e gli anni trenta. Riassumeremo poi a grandi linee quella che ci pare essere la concezione nuova che - alla luce di questi eventi - è venuta configurandosi.

Non mancheremo di richiamare - ovunque possibile - le numerose problematiche che meriterebbero un approfondimento.

1. Introduzione

A partire dal XVI secolo con Galileo e soprattutto con il fondamentale contributo di Newton è venuta gradatamente formandosi la concezione positivista ottocentesca della scienza. La visione alla base della fisica classica è un modello meccanicistico di punti materiali dotati di massa, che si muovono in uno spazio tridimensionale, lo spazio assoluto a struttura euclidea, e che sono sottoposti alla forza gravitazionale. L'evoluzione temporale avviene secondo un determinismo assoluto. Nel XIX secolo il sistema newtoniano viene integrato con i concetti derivati dall'elettromagnetismo. In particolare il concetto newtoniano di forza, con la sua misteriosa azione a distanza istantanea, è reinterpretato come manifestazione di un'altra entità, che si pone come fondamentale

accanto alle particelle. Si tratta della nozione di campo. Si pensi ai campi gravitazionali, elettrici, magnetici come a delle entità diffuse nello spazio e che si manifestano localmente, in presenza di masse, cariche o correnti elettriche, con forze applicate a queste ultime. Questa integrazione, avvenuta felicemente, portava già in sé il germe della profonda rivoluzione iniziata dalla teoria della relatività.

Il linguaggio della scienza era sostanzialmente il linguaggio naturale, completato dalla matematica. I concetti matematico-linguistici relativi al mondo fisico erano considerati come oggettivamente esistenti nella realtà, indipendentemente dal soggetto e coesistentemente con un realismo assoluto, fondato sul dualismo fra Io e mondo, consacrato dalla filosofia cartesiana. La separazione cartesiana fra mente e materia ha indotto l'uomo-osservatore a considerarsi in qualche modo fuori e al di sopra del mondo. Così si pensava di poter descrivere il mondo senza alcun riferimento all'osservatore umano ed al linguaggio impiegato. Questa oggettività assoluta è diventata, agli occhi di quasi tutti, l'ideale del metodo scientifico, al punto da identificarsi quasi con esso. Si tratta di un malinteso duro a morire. La peculiarità del metodo è piuttosto da vedere nella possibilità offerta a tutti di porre domande alla natura e di riceverne risposte, anche e soprattutto negative, che seppur da interpretare nel contesto di una teoria, e quindi condizionate storicamente, permettono un discorso razionale fra gli individui e delle scelte razionali nella realtà. Queste scelte saranno magari sbagliate, ma è il metodo stesso che offre la possibilità di riconoscerle e correggere l'errore.

Anche la matematica, nel suo filone platonista, largamente diffuso ancora oggi, ha trovato ampio appoggio nella visione positivista che abbiamo sin qui delineato.

Per procedere ulteriormente nell'indagine della natura, soprattutto a livello di microfisica (a fine Ottocento si pensava che nella macrofisica non vi fosse praticamente più nulla da scoprire, visti i trionfi della meccanica di Newton e dell'elettromagnetismo di Maxwell), gli scienziati hanno dapprima - ed è del tutto naturale - estrapolato i concetti ed il linguaggio classici al nuovo livello di

realtà preso in esame. A questo punto si sono rivelati dei paradossi, che risultano tali solo nell'ottica classica, la quale non presta sufficiente attenzione alla base linguistica e lavora per l'utopico ideale di oggettività assoluta. Essi hanno posto grossi problemi anche alle massime menti del secolo. Basta pensare alla posizione di Einstein nei riguardi della fisica quantistica.

2. Realtà e linguaggi

2.1

Il nostro secolo ha visto il nascere di una nuova concezione della scienza. Questo in conseguenza dell'affermarsi di grandi teorie fisiche: dapprima la relatività ha sconvolto le nozioni di spazio e di tempo; poi la meccanica quantistica, indagando sul mondo atomico e subatomico, ha sconvolto a sua volta, ad un livello ancor più fondamentale, le basi epistemologiche della conoscenza.

A fondamento di una descrizione coerente della nuova situazione si può porre una versione debole dell'ipotesi del realismo, che potremmo chiamare *realismo a-strutturale*. Essa postula l'esistenza di una realtà di cui l'osservatore è parte, senza però fare asserzioni sulla sua struttura. In particolare rinuncia all'assunzione, fatta implicitamente dalle altre versioni del realismo, che l'osservatore possa descrivere la struttura del reale con un linguaggio ed in modo globale. Si tratta in sostanza di rinunciare all'ideale di oggettività assoluta di cui si è discusso poc'anzi.

Se il discorso scientifico deve avere un senso - e chi lo pratica deve ovviamente esserne convinto - è sufficiente postulare l'esistenza di una molteplicità di codici, di linguaggi che descrivono approssimativamente settori limitati della realtà. Si tratta insomma di riconoscere la situazione attuale della scienza e di rinunciare al sogno di una super-teoria che spieghi il mondo.

I linguaggi - che denomineremo *linguaggi parziali* - sono i linguaggi delle teorie scientifiche. Essi costituiscono degli strumenti atti ad orientare l'osservatore nei rispettivi ambiti di realtà. Come strumenti sono imperfetti e producono asserzioni vere o false non

in assoluto, ma nel contesto particolare. Ad esempio, in speciali situazioni sperimentali ha senso ed è corretto dire che un elettrone è una particella; in altre situazioni invece l'elettrone è un'onda; in altre ancora non si parla né di onda né di particella. "Particella" e "onda" sono semplicemente concetti presi da un contesto differente da quello in cui evolve l'elettrone. Il loro uso nel nuovo contesto li ridefinisce e ne fa qualcosa di differente, addirittura non confrontabile. Gli stessi termini linguistici sono applicati con una semantica del tutto differente.

L'ambito di realtà proprio alla fisica classica è quello del mondo macroscopico, quello "di tutti i giorni" ed il relativo linguaggio è quello ordinario. In questo ambiente è effettivamente indubitabile che la sedia su cui siedo è una sedia e nient'altro, che non dobbiamo attenderci strani effetti quantistici. La nozione non appare ambigua. Il linguaggio è perfettamente adeguato. Allo stesso modo, per esempio, quell'oggetto matematico che i fisici chiamano spinore di Dirac rappresenta proprio un elettrone. Esso è perfettamente definito nell'ambito della teoria di Dirac. I fisici non si attendono da esso "strani effetti classici". I problemi sorgono quando si vuole parlarne nel linguaggio classico (e vedremo che in una certa misura non si può farne a meno). Ci sembra illuminante la seguente osservazione di Richard Feynman, uno dei più grandi fisici teorici del secolo: "*L'elettrone è una teoria che noi usiamo; ma per capire il modo in cui la natura opera è talmente utile che potremmo chiamarlo realtà*" ([1], p. 62).

La necessità di sistemi di linguaggi parziali per la descrizione della realtà può essere illustrata con l'analogia del globo terrestre: questo viene rappresentato non da una singola carta geografica piana, bensì da un sistema di mappe parzialmente sovrapposte e che nel loro insieme rappresentano la terra. Attenzione però! Come ebbe a dire lo studioso di semantica Alfred Korzybski (citato da F. Capra in [2]) "*la mappa non è il territorio*". Il linguaggio fornisce solo una mappa intellettuale di una fetta di realtà. Sempre Capra ([2], cap. 18) dice: "*i fisici sono giunti a comprendere che tutte le loro teorie dei fenomeni naturali, comprese*

le "leggi" che formulano, sono creazioni della mente dell'uomo; proprietà della nostra mappa concettuale della realtà, più che proprietà della realtà stessa".

Le difficoltà nascono nei domini in cui due linguaggi parziali si sovrappongono, come nella transizione fra micro- e macrofisica, e quando si usano linguaggi diversi per rappresentare lo stesso fenomeno. Questi problemi sono di regola superati con la costruzione di regole di traduzione e con la formulazione di principi ad hoc. Si pensi ad esempio al principio di complementarità di Bohr o al principio di indeterminazione di Heisenberg. Quest'ultimo risolve il problema posto dall'inapplicabilità al mondo microscopico della nozione classica di particella con posizione e quantità di moto perfettamente definiti: se vogliamo usare il linguaggio classico con i suoi concetti di posizione e quantità di moto dobbiamo ammettere un'intrinseca e correlata indeterminazione delle due grandezze, il cui limite inferiore è dato dalle relazioni di Heisenberg. I termini "posizione" e "quantità di moto" appaiono sì nella teoria quantistica, ma con un significato nuovo. Sono degli oggetti matematici di natura diversa, degli operatori in uno spazio di Hilbert, collegati solo indirettamente con le corrispondenti nozioni classiche.

Lo stesso Heisenberg, a proposito del passaggio alla nuova fisica ed alla discussione sui problemi dello spazio e del tempo sollevati dalla teoria della relatività, scriveva ([3], pp. 203-204):

"bisognava dire che le strutture dello spazio e del tempo erano realmente diverse da ciò che si era pensato che fossero o si doveva affermare soltanto che i risultati sperimentali si potevano commettere matematicamente in modo corrispondente a codesta nuova struttura, mentre lo spazio e il tempo, essendo il modo necessario e universale in cui le cose ci appaiono, rimanevano quello che erano sempre stati? Il problema reale che si nascondeva dietro queste controversie era il fatto che non esisteva alcun linguaggio col quale parlare efficacemente della nuova situazione. Il linguaggio ordinario era basato sui vecchi concetti di spazio e di tempo e quel linguaggio offriva gli unici mezzi non

ambigui di comunicazione per l'organizzazione e i risultati delle misurazioni. Tuttavia gli esperimenti mostrarono che i vecchi concetti non potevano applicarsi ovunque."

L'ultimo passaggio della precedente citazione allude al condizionamento dell'uomo ad usare prevalentemente il linguaggio ordinario. Ritorniamo in seguito su questo fatto, riportandolo ad un'origine biologico-evolutiva. Il linguaggio coerente ed altamente formalizzato delle teorie fisiche deve poter essere, almeno in parte, tradotto nell'impreciso e spesso ambiguo linguaggio ordinario. Il prezzo di tutto questo è l'introduzione dei vari principi di indeterminazione e di complementarità a cui abbiamo fatto allusione in precedenza. La maggior parte delle dispute a cui abbiamo assistito e che hanno coinvolto i massimi fisici del secolo, specialmente a proposito dell'interpretazione da dare alla teoria quantistica, nascevano da problemi che non riguardavano né la natura né la sua descrizione nei termini del linguaggio matematico della fisica quantistica, bensì la sua interpretazione nei termini dei vecchi concetti. Tant'è che mentre più accese infuriavano dispute e polemiche, gli scienziati utilizzavano tranquillamente e concordemente la teoria quantistica con enormi successi. Il problema è l'inadeguatezza del linguaggio.

La necessità di ricorrere ad un sistema multiplo di linguaggi per descrivere la realtà significa che quest'ultima è dotata di una struttura semplice solo localmente, a somiglianza di quegli oggetti geometrici che i matematici chiamano "varietà" e che possiedono una semplice struttura euclidea solo localmente e che sono descrivibili globalmente mediante sistemi di carte o mappe.

2.2

Da quanto precede risulta chiara la centralità del linguaggio ordinario, nella molteplicità dei linguaggi scientifici. Questa centralità è conseguenza della storia evolutiva dell'uomo ed esprime la sua limitatezza nella natura. È solo un prodotto come un altro e non vediamo alcuna ragione per considerarlo il mezzo di espressione privilegiato di una presunta vera struttura del mondo.

Come sistema macroscopico complesso, l'uomo si è trovato, nel corso dell'evoluzione biologica, a dover sviluppare strumenti di adattamento esclusivamente a livello macroscopico: l'elettone non è mai stato un problema per l'uomo, il proprio simile o l'orso o il clima invece sì. Uno degli strumenti di adattamento più raffinati che sono stati prodotti è proprio il linguaggio. Lo stesso Darwin ne "L'origine dell'uomo" ha messo in relazione l'evoluzione delle lingue con l'evoluzione biologica. Questa tesi darwiniana della stretta connessione fra evoluzione biologica e linguaggio ha ispirato la concezione pragmatica di Bergson e di Dewey, secondo la quale il nostro linguaggio è uno strumento per l'azione, che si forma in rapporto con l'esperienza e di questa mantiene e riproduce le caratteristiche e le limitazioni. Anche Wittgenstein nel suo *Tractatus* ([4], prop. 4.002) scrive che "... il linguaggio comune è una parte dell'organismo umano, né è meno complicato di questo. ...". Il linguaggio umano è adeguato solo alla scala umana. L'evoluzione che ha condotto all'*homo sapiens* non lo ha mai confrontato nella sua globalità con il mondo quantistico (anche se i processi quantici a livello atomico-molecolare sono fondamentali per la vita). Solo l'evoluzione culturale susseguente all'emergere della coscienza ha spinto l'uomo, in tempi evolutivamente recentissimi, ad interrogarsi su ambiti di realtà diversi. È interessante rilevare come i primi tentativi dell'uomo di capire il macrocosmo siano avvenuti su base mitologica, proiettando in cielo concetti umani, creando dei a propria immagine e somiglianza.

Come il linguaggio comune, anche i linguaggi parziali della scienza, al pari degli organi sensoriali e percettivi, sono prodotti dell'evoluzione. Essi permettono all'uomo di organizzare e connettere concettualmente le proprie percezioni e di comunicare fra conspecifici. Per un approfondimento sull'emergere della coscienza e l'evoluzione del linguaggio rimandiamo al bellissimo libro di Julian Jaynes ([5]).

2.3

Con il termine "linguaggio" intendiamo qui - come dovrebbe risultare chiaro dal contesto - un linguaggio razionale dotato di una sua semantica. Questa limitazione nel significato del termine ci offre l'occasione di sollevare due ordini di questioni, che riteniamo molto interessanti ma che non possiamo approfondire in questa sede.

La prima questione riguarda la logica. La conoscenza logica, razionale è privilegiata soprattutto nelle culture occidentali. L'atteggiamento delle culture orientali è alquanto diverso. In esse trovano maggior spazio che in Occidente forme di conoscenza intuitiva, diverse da quella razionale. La loro relazione con il pensiero scientifico attuale è discussa nel bel lavoro di F. Capra citato nella bibliografia ([2]). Che la conoscenza razionale non sia l'unica possibile è ben noto anche a coloro che svolgono attività scientifica: la scoperta, la novità si manifesta sovente con intuizioni che sfuggono ad ogni descrizione razionale. La conoscenza razionale è probabilmente la più adeguata ai fini pratici nel mondo e nella società che l'uomo è andato costruendosi, ma non lo è per percepire tutta la complessità del reale. Ci si può allora domandare se la logica è solo un insieme di regole del gioco, una strategia possibile delimitata nel corso dell'evoluzione per operare tagli, discriminazioni, semplificazioni, astrazioni fra le percezioni. Oppure la logica esiste in qualche modo nella realtà, indipendentemente da noi? Coerentemente con il postulato che abbiamo denominato realismo astrutturale incliniamo piuttosto per la prima alternativa. Tutto sommato si tratta di una domanda che non può avere risposta logica, dato che rimette in qualche modo in questione la logica stessa. La nostra preferenza è una questione di semplicità e di economia: vero e falso - come bene e male - sono categorie umane, ombre linguistiche che vediamo solo noi, destinate a spegnersi con noi.

La seconda questione riguarda quei linguaggi a-logici, come ad esempio la musica. Come e a partire da cosa si sono evoluti? Si può descrivere e non solo sentire l'ambito oggettivo di realtà - se ve ne è uno - che è loro proprio?

2.4

La molteplicità dei linguaggi per la descrizione razionale della realtà non deve richiamare l'arbitrarietà. È sempre molto pericoloso, per sé e per gli altri, proiettare fantasie soggettive a costituenti della realtà. La storia è piena di tragedie causate da operazioni di questo genere. Ancora oggi basta scorrere i giornali per vederne le conseguenze in tutte le parti del globo, con guerre causate da fanatismo religioso o ideologico. In questo ambito la razionalità è irrinunciabile.

Un linguaggio per essere ammissibile deve poter esprimere concetti e relazioni che possano essere messi alla prova dell'esperienza, formulando domande alla natura che ammettano, a seconda dei casi, risposta positiva (da accettare in via provvisoria) o, soprattutto, negativa. L'ammissibilità è un concetto determinato storicamente. L'interpretazione dei fatti non avviene mai senza una teoria soggiacente, quindi è sempre inguadrata in un contesto relativamente mutevole. La dimensione storica va però riconosciuta come possibilità di arricchimento e non respinta a favore dell'illusoria ricerca di una statica conoscenza assoluta che ha caratterizzato la scienza ottocentesca.

La medesima realtà può però essere descritta simultaneamente da più linguaggi ammissibili. A questo proposito, Wittgenstein nel Tractatus ([4], prop. 6.341) parlando della meccanica newtoniana introduce l'analogia fra una teoria ed una rete che ricopre la realtà: *"... Pensiamo una superficie bianca, con sopra macchie nere irregolari. Noi diciamo ora: qualunque immagine ne nasca, sempre posso avvicinarmi quanto io voglia alla descrizione dell'immagine, coprendo la superficie con un reticolato di quadrati rispondentemente fine e dicendo d'ogni quadrato che è bianco o nero. A questo modo avrò ridotto la descrizione della superficie in forma unitaria. Questa forma è arbitraria, poiché avrei potuto impiegare con eguale successo una rete di maglie triangolari o esagonali. Può essere che l'uso di una rete di triangoli rendesse la descrizione più semplice, cioè che noi potessimo descrivere la su-*

perficie più esattamente con una rete di triangoli più grossa che con una più fine di quadrati (o viceversa), e così via. Alle diverse reti corrispondono diversi sistemi di descrizione del mondo. ... Pur con tutti i limiti di un'analogia, questa descrizione di Wittgenstein ci sembra cogliere bene l'essenza delle teorie scientifiche come *"mappe astratte e approssimative della realtà"* ([2], cap. 2). Descrizioni fornite da reti diverse non sono necessariamente confrontabili e - a maggior ragione - non sono in generale equivalenti. Per esempio è noto che la meccanica ondulatoria di Schrödinger e la meccanica delle matrici di Heisenberg non sono equivalenti. Si tratta di un risultato provato nel 1972 da B.L. Van der Waerden (cfr. [8]), quasi cinquant'anni dopo la formulazione delle due teorie. Allo stesso modo la descrizione relativistica della teoria quantistica dei campi e quella non relativistica sono fondamentalmente differenti.

2.5

Prima di concludere desideriamo accennare ad un altro problema fondamentale: la realtà è dotata a priori di una sua struttura che, per quanto complessa, può venir scoperta ed espressa in linguaggi appropriati oppure la struttura della realtà viene indotta dai linguaggi stessi impiegati per descriverla? A nostro avviso si tratta di una domanda che non ammette risposta, come spesso accade per domande formulate in un contesto metalinguistico e riguardanti la realtà e non direttamente il linguaggio che parla della realtà. Il senso comune così come la scienza classica sono convinti che la realtà possedga una sua struttura oggettiva, che sarebbe la medesima anche in assenza di esseri pensanti, e precisamente quella descrivibile con il linguaggio ordinario o con la sua estensione costituita dalla fisica classica. Questo convincimento ha radici anch'esso nella storia evolutiva dell'uomo. È noto che Kant, pur evitando la soluzione idealistica, si è indirizzato piuttosto verso la seconda alternativa, scorrendo nelle categorie che sembrano organizzare il reale nient'altro che delle condizioni a priori per la conoscenza nella mente.

La fisica nell'indagine del mondo subatomico ha poi provato sperimentamente che comunque la posizione classica non è sostenibile. Un'accurata rassegna delle prove sperimentali nonché un'approfondita discussione filosofica si trova nel saggio di Bernard D'Espagnat ([6]).

Una sintesi fra le antitesi costituite dalla posizione classica e da quella kantiana è offerta da Edgar Morin ([7], pp.237-240) in termini evolucionistici. Se è vero, per Kant, che la conoscenza del mondo è possibile solo perché la nostra mente lo organizza e gli impone le proprie strutture a priori, è anche vero però che le categorie della mente sono a loro volta un prodotto del mondo, dell'evoluzione che in esso ha subito il cervello. Dice Morin: *"Le forme ontogeneticamente a priori sono a posteriori filogeneticamente"*. Questa è la ragione per la quale è possibile una conoscenza detta oggettiva, che può corrispondere a certi caratteri intrinseci della realtà esterna. Non bisogna tuttavia dimenticare che se l'evoluzione si è giocata e si gioca a scala umana, gli interessi dell'uomo spaziano oggi dalla realtà microscopica a quella macrocosmica, ed è proprio in queste regioni estreme che ci si offre l'occasione di capire qualcosa di più sul processo della conoscenza.

2.6

La citazione dal Tractatus di Wittgenstein che abbiamo posto all'inizio di queste note vuole esprimere la limitatezza del linguaggio ma anche la sua forza, in quanto strumento in divenire, suscettibile di spingere più in là le frontiere della conoscenza. Esiste una realtà al di là dei linguaggi? Presumibilmente sì, poiché non vi è alcuna ragione per supporre che la conoscenza razionale possa esaurire o abbia già esaurito tutta la realtà. Questa ha dei gradi di libertà, delle risonanze che non possono essere attivate razionalmente, o perlomeno non lo possono ancora, allo stato attuale dell'evoluzione. Ma *"su ciò di cui non si può parlare si deve tacere"*, pena l'autoinganno e la costruzione di mere fantasie che arrischiano di essere dannose per sé e per gli altri.

Bibliografia

- [1] Feynman R., Sta scherzando Mr. Feynman!, Zanichelli, Bologna, 1988
- [2] Capra F., Il Tao della fisica, Adelphi, Milano, 1989
- [3] Heisenberg W., Fisica e filosofia, Il Saggiatore, Milano, 1966
- [4] Wittgenstein L, Tractatus logico-philosophicus e Quaderni 1914-1916, Einaudi, Torino, 1978
- [5] Jaynes J., Il crollo della mente bicamerale e l'origine della coscienza, Adelphi, Milano, 1985
- [6] D'Espagnat B., À la recherche du réel, Gauthier-Villars, Paris, 1979
- [7] Morin E., La conoscenza della conoscenza, Feltrinelli, Milano, 1989
- [8] Van der Waerden B.L., From Matrix Mechanics and Wave Mechanics to Unified Quantum Mechanics, in Mehra J. (ed.), The Physicist's Conception of Nature, Dordrecht, 1973.