
PER UN CONCETTO FORMALE DI LIBERTÀ

Andrea Zhok

Poche parole si sono prestate ad usi così difformi ed ambigui quanto il termine "libertà". In epoca moderna e contemporanea, sulla scorta dei progressi e successi delle scienze, il termine "libertà" è spesso divenuto voce retorica di protesta contro un quadro ontologico determinato dal potere predittivo della scienza; come tale la libertà ha assunto generalmente un'accezione più delimitata, priva di pretese ontologiche, legata a fattori quali l'autodeterminazione politica o l'interiorità religiosa. Il nostro tentativo nelle seguenti pagine è quello di suggerire, attraverso un sommario confronto con due luoghi critici interni alla scienza, una ricollocazione ontologica della nozione di libertà, che superi il ghetto politico-religioso in cui frequentemente è costretta, per approdare ad una rinnovata posizione ontologica. Ciò che desidereremmo suggerire con le seguenti brevi argomentazioni è la possibilità di pensare unitariamente significati di "libertà" così abissalmente diversi come quella nominata nell'indeterminazione scientifica (Heisenberg), nella comprensione ed interpretazione di contro alla spiegazione obiettivistica (Gadamer) o nella presa di coscienza da parte dell'Io delle proprie tendenze impulsive inconsapevoli (Freud). Visti i limiti dell'esposizione non potremo addentrarci nell'illustrazione delle diramazioni possibili della nostra analisi, e ci limiteremo ad esporre il nucleo interno essenziale della nozione di libertà, che nominiamo come "concetto formale di libertà".

A) Gödel, Heisenberg e la forma della libertà

In questa prima parte vogliamo mostrare come due celebri tesi, quali il teorema di incompletezza di Gödel e il principio di indeterminazione di Heisenberg, ambedue a modo proprio "indeterministiche", ab-

biano alla radice una struttura comune, e come sia precisamente tale struttura ad esprimerne l'essenza indeterministica.

A. 1) *Sul teorema di Gödel* – Nel gennaio del 1931 venne pubblicato l'articolo "Sulle proposizioni formalmente indecidibili dei *Principia Mathematica*" del giovane matematico austriaco Kurt Gödel. I risultati di questo lavoro, che erano già stati diffusi da circa un anno, ebbero, come noto, effetti devastanti, e questo non tanto con riferimento all'opera di Russell e Whitehead cui si fa menzione nel titolo, quanto in relazione al radicale programma di fondazione formalista della matematica (Hilbert). Non possiamo qui soffermarci né sulla storia dell'accoglienza dei teoremi di incompletezza, né sulla maggior parte delle particolarità tecniche dell'articolo del '31, ma ci limiteremo a richiamare sommariamente le linee generali del teorema. Gödel dimostrò all'interno di un sistema formale ottenuto combinando la logica dei *Principia Mathematica* (= PM) con gli assiomi di Peano per i numeri naturali, che non era possibile ottenere per questo sistema una dimostrazione di completezza (cioè una dimostrazione che ogni formula del sistema è o refutabile o soddisfacibile); la dimostrazione procede attraverso una serie di 46 definizioni di funzioni e predicati in cui si fa uso di un procedimento oggi noto come "aritmetizzazione della metamatematica" (o "gödelizzazione"), in altri termini si tratta di esprimere vari predicati relativi ai numeri naturali associando ad essi, secondo una regola, determinati numeri primi (numeri di Gödel). In questo modo diviene possibile esprimere predicati che parlano del sistema formale all'interno del sistema formale medesimo, il che permette a Gödel di esprimere con l'ultima definizione della serie il concetto "x è una formula dimostrabile" (o meglio "x è il numero di Gödel che rappresenta una formula dimostrabile"). Si giunge per questa via alla proposizione, che nominiamo come proposizione G, la quale afferma che "per ogni x, x non è il numero di Gödel di una dimostrazione di G", che è quanto a dire "io non sono dimostrabile". A differenza dell'autoreferenza nella proposizione che afferma "io sono falsa" o "io mento", "io sono indimostrabile" non genera una contraddizione. I rapporti generali tra verità e dimostrabilità sono regolati in termini, intuitivamente comprensibili, di implicazione univoca: ogni proposizione dimostrabile deve essere vera

(ogni sistema coerente ha un modello), mentre non è detto che ogni proposizione vera sia dimostrabile (come invece voleva Hilbert). La proposizione "io sono indimostrabile" non può essere dimostrabile perché se lo fosse sarebbe falsa, ed una proposizione non può essere ad un tempo dimostrabile e falsa; dunque, se non è dimostrabile, allora deve essere indimostrabile², e perciò essa è anche vera; l'enunciato autoreferente, avendo se stesso come significato, ha già in sé tutto ciò che determina la corrispondenza o meno della propria forma al proprio contenuto, cioè è già vincolato al vero o al falso. Nel nostro caso l'autoreferenza dunque non produce l'asserzione contemporanea del vero e del falso, cioè la contraddizione, ma l'indecidibilità, che è l'asserzione contemporanea dell'indimostrabilità e della verità (= non refutabilità). Ora l'indecidibilità in questione è particolarmente rilevante in quanto concerne una proposizione costruita in modo legittimo in un sistema atto a generare l'aritmetica ordinaria; essa è dunque una formula vera dell'aritmetica non deducibile formalmente nell'ambito di quest'ultima. Da ciò segue che gli assiomi del nostro sistema, possiamo dire in generale gli assiomi dell'aritmetica, se sono coerenti sono incompleti (e se dovessero essere completi sarebbero incoerenti). La completezza di un sistema deduttivo, cioè l'equivalenza di verità e dimostrabilità, costituirebbe l'indipendenza autofondativa del sistema: asserire l'essenziale incompletezza dell'aritmetica significa asserire l'impossibilità di una formalizzazione totale del calcolo, dunque, ancora, significa che non può esistere alcun automatismo di calcolo onnicomprensivo: l'orizzonte del calcolo formale non può né escludere da sé, né includere in sé la concettualità informale.

Vogliamo però ora circoscrivere meglio ciò che riteniamo essere il senso autentico del teorema di Gödel. Frequentemente si ritrova un accostamento tra i risultati del teorema e l'esistenza nella matematica di proposizioni generali di cui si riscontra la verità empirica senza poter giungere ad una loro dimostrazione³; un esempio di questo tipo di proposizioni è l'ipotesi di Goldbach, empiricamente sempre verificata, secondo cui ogni numero pari è la somma di due numeri primi. Sembrerebbe legittimo pensare che casi come l'ipotesi di Goldbach possano costituire degli esempi di proposizione vera ed indimostrabile, nel senso indicato dal teorema di Gödel. Ma riflettiamo per un attimo sul carattere particolare della proposizione vera ed indimostra-

bile che dovrebbe rappresentare l'archetipo di un numero indefinito di proposizioni simili presenti nell'aritmetica: la proposizione G ha una forma ben precisa, essenziale al funzionamento del teorema: si tratta cioè di una proposizione autoreferenziale. Ora, concludere secondo consuetudine logica da « $f(a)$ » a « $(\exists x) f(x)$ », cioè dall'esistenza della proposizione G all'esistenza di "qualche proposizione vera ed indimostrabile" è corretto, giacché $(\exists x) f(x)$ può essere verificata tanto da 100 proposizioni che da una sola, ma trasferita nel linguaggio naturale può costituire un travisamento, in quanto la proposizione G ha caratteristiche più restrittive delle "proposizioni in generale". Gödel stesso ammette che la costruzione della proposizione G ha una stretta analogia con l'antinomia di Richard e con il paradosso del Mentitore⁴, e questo ovviamente rinvia a tutta la fioritura di paradossi che hanno accompagnato la discussione, a cavallo del '900, sui fondamenti della matematica. La proposizione G ricostruisce scientemente nel sistema PM (modificato) proprio quel tipo di proposizioni che Russell aveva inteso escludere con la "teoria dei tipi". In tutti i paradossi, come notarono Poincaré e Russell, è presente una forma di autoreferenza, ed il divieto di operazioni tra elementi appartenenti a tipi diversi consentiva di evitare proprio ogni forma di autoriferimento. Tuttavia l'introduzione dei "numeri di Gödel" permette di riprodurre una forma di autoreferenza senza violare i precetti russelliani su tipi ed ordini⁵; questo però non deve distogliere lo sguardo dalla sostanza della prova di Gödel, e questa sostanza è l'impossibilità di trattare l'autoreferenza come un calcolo formale. Facciamo per un momento parlare Gödel intorno alle premesse della sua dimostrazione; egli scrive:

Le formule di un sistema formale [...], esteriormente, sono sequenze finite di simboli primitivi (variabili, costanti logiche e parentesi o segni di separazione) e si può facilmente precisare in modo del tutto rigoroso *quali* sequenze di simboli primitivi siano formule sensate e quali non lo siano. Analogamente le dimostrazioni, formalmente, non sono altro che sequenze finite di formule (con certe proprietà che si possono specificare). Naturalmente, da un punto di vista metamatematico, la scelta degli oggetti da assumere come simboli primitivi è irrilevante, e noi impiegheremo a questo scopo i numeri naturali. Quindi una formula sarà una sequenza finita di numeri naturali, e una dimostrazione formale una

sequenza finita di sequenze finite di numeri naturali. I concetti (proposizioni) metamatematici diventano così concetti (proposizioni) su numeri naturali o sequenze di numeri naturali; quindi possono essere espressi almeno in parte con i simboli del sistema stesso dei PM⁶.

Gödel si muove nel suo ragionamento assumendo pienamente la prospettiva del formalismo matematico: i segni matematici non abbisognano di un proprio significato intuitivo, ma possono essere trattati come puri segni che rinviano per una determinazione del loro significato alle regole con cui vengono sostituiti da altri segni o da serie di segni. Questo sembra fare delle formule e degli assiomi nient'altro che serie di segni, o meglio di oggetti cui la funzione segnica viene associata arbitrariamente, e questo consente di considerare il ragionamento matematico (ed in linea di principio il pensiero *tout court*) in termini totalmente obiettivati, nella forma di collezioni di enti definiti e stabili. In quest'ottica Gödel ritiene di poter assumere come simboli primitivi dell'alfabeto formale qualsivoglia oggetto, dunque anche i numeri naturali la cui definizione il sistema PM indica. Qui sorge però un problema di non semplice soluzione: qual è il significato che dobbiamo attribuire ai segni numerici, in particolare ai numeri primi scelti come rappresentanti dell'alfabeto formale (1 per «0»; 3 per «f»; 5 per «~», ecc.)?⁷ Nel corso delle 46 definizioni che preparano la proposizione G ci troviamo di fronte ad un uso ambiguo dei segni numerici: posto che la totalità dei numeri naturali sia stata data attraverso gli assiomi di Peano e la logica di PM, ci troviamo di fronte a segni numerici che hanno come proprio significato non un oggetto (come la "Bedeutung" di Frege), ma alcuni determinati modi di relazionarsi (ad esempio «3» è «f(f(f(0)))»), e solo per questo possiamo dire ad esempio che «1 < 3». Ma allora come è possibile usare, ad esempio, un'espressione come $(\exists z) (z > 13...)$ ⁸ per esprimere il fatto che il segno di variabile non è nessuno dei primi sette segni dell'alfabeto primitivo? Di fatto non è definibile alcuna relazione d'ordine tra 13 come segno della parentesi «)» e z come variabile, ma solo tra z come variabile definita sul dominio dei naturali e 13 come numero naturale (una variabile non è "maggiore" di una parentesi). È questa ambiguità che consente l'espressione di concetti metamatematici in termini di relazioni tra numeri naturali (o tra classi di numeri natura-

li), e che dunque permette la costruzione della proposizione autoreferenziale G nel sistema formale scelto. Ciò che fondamentalmente il teorema di Gödel dimostra non è l'esistenza in generale di non meglio precisate proposizioni vere ed indimostrabili all'interno di un sistema formale, ma piuttosto l'indimostrabilità, in un sistema formale, di proposizioni autoreferenziali, e dunque, in ultima istanza, di proposizioni autofondanti (o di sistemi di proposizioni autofondanti): il calcolo non contempla l'autofondazione.

A. 2) Sul principio di Heisenberg – Veniamo ora ad esaminare, sia pure in modo necessariamente sommario, il cosiddetto “principio di indeterminazione”, o di Heisenberg. Il principio asserisce che il prodotto della misura della posizione (s e della misura della quantità di moto Δp di una particella non può essere minore di un valore dipendente dalla costante di Planck h ($\Delta s \cdot \Delta p \geq h$)⁹. La costante di Planck è, nel suo senso stretto¹⁰, la costante che regola il rapporto tra l'energia ΔE e la frequenza ν in una radiazione qualsiasi; in altri termini la scoperta della costante h corrisponde all'affermazione che l'energia si trasmette e si assorbe soltanto in quantità fisse, multiple di una quantità minima detta “quanto d'azione”. Ad esempio nell'effetto fotoelettrico¹¹, si vede che l'intensità della luce incidente sulla lastra determina solo il numero di elettroni liberati per unità di tempo, mentre l'energia degli elettroni risulta indipendente dall'intensità luminosa e dipendente solo dalla frequenza della luce incidente: l'energia ΔE e la quantità di moto Δp della luce di una data lunghezza d'onda λ si propagano in forma di “quanti di energia radiante” (fotoni) di valore $\Delta E = h \cdot \nu$, e $\Delta p = h/\lambda$ (in cui λ è eguale al rapporto tra la velocità della luce c e la frequenza ν). Il presupposto tacito della fisica classica, newtoniana, era costituito dalla possibilità, in linea di principio, di determinare con precisione infinita la collocazione spaziotemporale di un ente e le variazioni di essa. Il principio di indeterminazione, invece, pone un limite alla massima risoluzione osservativa possibile, e ciò non in accidentale dipendenza da impossibilità tecniche contingenti, ma per la natura stessa delle pratiche misurative. Questo limite è quindi interpretabile come un limite alla verificabilità di nessi causali deterministici, e per ciò stesso è un'ipoteca sull'uso generalizzato dell'idea di determinismo fisico. Per poter rilevare fisicamente un og-

getto dobbiamo poter distinguere una differenza nello spazio tramite un medio fisico, che può essere, ad esempio, la luce riflessa per la vista, la cute innervata per il tatto, o, per una misurazione fisica, il contatto di un regolo rigido, di un termometro, ecc. Ciò che è imprescindibile in una rilevazione è una qualche corrispondenza tra l'oggetto della misurazione ed il medio rilevatore. Ora è chiaro che il medio, nel corrispondere con l'oggetto interagisce con esso, e per evitare turbamenti del misurato devo ridurre quanto più possibile la dimensione dell'influsso del misurante; così, posso misurare immergendovi un termometro la temperatura di una piscina, non invece l'acqua di una provetta, giacché la proporzione tra le dimensioni del misurante e del misurato è tale da rendere massiccia l'influenza del primo sul secondo. Per concepire un'approssimazione di tipo classico alla misurazione esatta devo presupporre la possibilità di ridurre indefinitamente la dimensione fisica del misurante. Ma, come ricordato, proprio a questa possibilità viene posto un limite dall'esistenza del quanto d'azione di Planck.

Veniamo ora più dappresso alla relazione tra quanto detto ed il principio di Heisenberg; esso è in primo luogo appunto un *principio teorico*, ed ha come tale il suo valore, mentre sul piano misurativo reale il livello di approssimazione è ben inferiore al limite tracciato dal quanto d'azione. Ora, ipotizziamo che la costante h , possa un giorno, con il progredire della fisica, rivelarsi inesistente, o che comunque non costituisca il limite ultimo dell'articolazione energetica, e che dunque sia possibile modellare le nostre "sonde energetiche" in modo infinitamente sottile, e dunque in definitiva in modo continuo e non discreto. Potremmo in questo caso ottenere informazioni sull'oggetto indagato? Potremmo cioè tradurre le "risposte" dell'oggetto in segni rilevabili dal soggetto sperimentatore? La risposta è: in nessun modo. Una variazione di energia assolutamente continua non potrebbe mai essere "amplificata", ed il "messaggio" proveniente dalla particella che eventualmente stessimo indagando ci rimarrebbe precluso. È opportuno qui pensare a come avviene di fatto l'amplificazione dei microsegnali nella sperimentazione fisica: ad esempio, per vedere le traiettorie di particelle come gli elettroni possiamo utilizzare una camera a nebbia, dove il passaggio delle particelle viene identificato dalla scia di condensa che esse lasciano dietro di sé e che

ha dimensione macroscopica. Questa amplificazione ha come condizione di possibilità un sistema in *condizioni instabili*, cioè ad una soglia di reazione critica (la camera è piena di vapor d'acqua soprassaturato, e basta la minima variazione energetica dovuta al passaggio della particella a farlo condensare). Un esempio analogo potrebbe essere esibito per il contatore Geiger (prossimità critica di un gas alla rigidità dielettrica).

È chiaro che senza l'esistenza di queste "soglie critiche" non solo non sarebbe possibile una traduzione dal microscopico al macroscopico, ma più in generale non sarebbe possibile alcuna rilevazione di oggetti. Cosa sono infatti queste "soglie critiche" se non ciò che consente l'esistenza di strutture discrete stabili? Se non ci fosse un comportamento "quantistico" generalizzato della natura, ad ogni azione infinitesima dovrebbe corrispondere immediatamente un infinitesimo effetto, ed a ben vedere non avrebbe neppure senso distinguere tra la causa e l'effetto. Invece una soglia critica rappresenta il momento in cui una somma di elementi di un tipo, finora cumulatisi in modo inerte quantitativo, produce un risultato qualitativamente difforme dai precedenti (e questo comportamento chiaramente implica ogni "stabilità" presente nella materia inorganica). Ma il fatto che sussistano relazioni discrete comporta necessariamente una falsificazione del presupposto classico per cui "*causa aequat effectum*" (pensiamo esemplificativamente a un'evidenza macroscopica come la differenza tra attrito radente e attrito statico: l'applicazione di una forza F provoca lo scivolamento di un blocco di pietra, mentre l'applicazione di una forza pari ad $1/2 F$ può lasciare il blocco immoto). Da quanto detto si può trarre una prima semplice conclusione: perché si dia qualcosa come la rilevazione di un oggetto, o, se vogliamo, la relazione soggetto-oggetto in generale, è necessario vi sia una strutturazione discreta della realtà; dunque il sussistere di "quanti", indipendentemente dalla specifica dimensione fisica ad essi attribuita, non è un accidente empirico, ma un presupposto logico-operativo di ogni misurazione. La formulazione di Heisenberg del "principio di indeterminazione" costituisce l'occasione per una presa di coscienza che era possibile *a priori*, prima della scoperta di Planck. La determinazione della costante di Planck dà una qualificazione empirica ad un limite la cui sussistenza generale poteva essere stabilita *a priori*: la fisi-

ca è sempre stata consapevole dell'esistenza di soglie critiche ad ogni livello delle relazioni causali, ma ad ulteriori conclusioni si opponeva l'ideale normativo della meccanica classica, con l'istanza degli "atomi infinitesimi", dei "punti materiali" qualitativamente indifferenti. Ma è insensato pensare che l'unione quantitativa di elementi identici possa essere ragion sufficiente delle "soglie qualitative", o, detto altrimenti, che un continuo come infinita interazione di infinitesimi possa generare il discreto. Il quanto d'azione non ha un significato essenzialmente differente da quello di qualunque altra soglia critica, salvo per il fatto di essere collocato ad un livello che, allo stato attuale delle conoscenze, è quello della soglia minima. La situazione è dunque la seguente: se vogliamo avere misurazioni fisiche, o, più in generale, se abbiamo relazioni soggetto-oggetto, dobbiamo avere "quantità" di realtà. In conclusione potremmo interpretare il senso del principio di Heisenberg come segue: al di sotto di quella "soglia quantica" minima che è il quanto d'azione di Planck non vi sono oggetti. Il principio infatti asserisce non che noi non possiamo avere alcuna sorta di risposta al di sotto della soglia in questione, ma che questa risposta turba il sistema osservato in modo tale che non è più possibile svolgere ulteriori determinazioni cumulative su quel medesimo oggetto, e questo perché propriamente *quell'oggetto*, dopo l'osservazione, non esiste più, essendone state modificate le caratteristiche in modo essenziale. Un oggetto che non ha permanenza nel tempo, che cioè non può essere reidentificato, su cui non si possono accumulare predicati, non è propriamente un oggetto. Così, dice Heisenberg, noi possiamo misurare la posizione di una particella con grado qualsiasi di precisione (ad esempio, con uno strumento ottico che utilizzi una radiazione di lunghezza d'onda adeguatamente corta), ma quanto maggiore sarà la precisione che vogliamo ottenere, tanto maggiore sarà l'energia apportata dal nostro medio di osservazione, e tanto superiore sarà l'impatto sul sistema con conseguente indeterminazione della quantità di moto. Parimenti possiamo determinare con grado idealmente infinito di precisione la quantità di moto della particella, per esempio misurando l'effetto Doppler della radiazione diffusa, purché la lunghezza d'onda della radiazione sia sufficientemente grande (energia sufficientemente piccola) da poter tralasciare l'effetto di rinculo; in tal caso però viene lasciata indeterminata la sua posizione. Ciò che ad ogni

modo conta è solo questo: che ciò che correla soggetto ed oggetto deve essere in qualche modo congenere ad entrambi, e dunque dobbiamo aspettarci che, se esso è in grado di modificare il soggetto comunicandogli un'informazione proveniente dall'oggetto, allora dev'essere anche, in qualche misura e circostanza, capace di modificare l'oggetto di cui dà conto. Se tocco qualcosa non posso sperare che esso non sia toccato; se poi ritengo il tatto troppo rozzo per non influire sull'oggettività della rilevazione, posso usare la vista, ma è poi la luce, che, se può impressionare la mia retina, deve poter modificare in qualche circostanza l'osservato, e, così procedendo, fino ad un limite inferiore, necessario giacché l'alternativa sarebbe una continuità energetica non rilevabile, cioè priva di esistenza fisica.

A. 3) *La relazione soggetto-oggetto come forma dell'indeterminazione* – Cerchiamo ora di fissare, ad un primo livello di analisi, la struttura comune alle due tesi esaminate. Preliminarmente dobbiamo rendere però un po' più chiaro il significato di "soggetto" ed "oggetto" di cui abbiamo fatto uso finora. Poniamo che io veda la mia penna. La penna che vedo è oggetto in quanto la identifico e reidentifico, in quanto posso sottoporla ad esame e scoprirne qualità che finora non conoscevo. Questo significa che l'oggetto "penna" ha un significato universale, che riemerge ad ogni incontro con una penna diversa (o con la mia stessa penna vista da angolazioni diverse) e che mi consente poi eventualmente di "individualizzarla" scoprendo in essa qualità ulteriori. Ciò che chiamo "oggetto" non è dunque il contenuto di una mera reazione riflessa, ma il risultato di un atto di *riconoscimento*, che in quanto tale richiede una struttura duale, costituita dall'evento attuale e dallo schema che tale evento verifica inscrivendovisi. Ma questo non basta; quando io vedo la mia penna il significato universale "penna" si trova sempre in un intreccio di relazioni semantiche: il "riconoscimento" non è la reazione riflessa dell'emergere del termine "penna" a fronte della presentazione di un determinato fenomeno, ma è la collocazione di tale associazione in un fluire di relazioni: io *vedo* la penna, la penna è *mia*, e sono *io* a vederla, inoltre questo pensiero ne segue e precede molti altri ad esso connessi, che forniscono lo sfondo, teorico e reale al tempo stesso, su cui il particolare oggetto si staglia (per inciso: lo sfondo percettivo su cui la penna si staglia nel

momento in cui mi concentro su essa è uno sfondo teorico: io *so* implicitamente, senza propriamente vederlo, che c'è un tavolo, in una stanza, in una città, in un certo momento temporale, ecc.). Dunque nel riconoscimento la struttura minima è piuttosto ternaria che duale: evento-significato-sfondo, o, detto altrimenti, particolare-universale-totalità. Delineando in questi termini la nozione di "oggetto" abbiamo anche determinato la sua nozione complementare; con "soggetto" vogliamo intendere, in prima battuta, soltanto ciò che consente ad un evento di diventare "oggetto", dunque il *significato universale* che identifica e lo *sfondo totale* in cui l'identificazione si colloca, e questo equivale a dire, nel suo complesso, il "pensiero articolato" (lasciando impregiudicata la sua assegnazione a questo o quell'ente biologico, la sua spiritualità o materialità, ecc.).

Alla luce di questa prima determinazione di soggetto ed oggetto possiamo tentare di chiarire innanzitutto la struttura logica fondamentale esposta dal principio di Heisenberg. La relazione misurativa è una relazione tra soggetto ed oggetto, ma la relazione soggetto-oggetto presuppone l'esistenza di una struttura "quantistica" del reale, ed ogni "soglia critica", "quantica" nei processi naturali comporta un'infrazione del "*causa aequat effectum*"; in particolare il sussistere di una soglia quantistica minima come il quanto d'azione di Planck sopprime la possibilità di un livello elementare puramente quantitativo cui ricondurre le reazioni qualitative di ordine macroscopico.

Ciò che, con una certa libertà d'appropriazione terminologica, abbiamo chiamato "struttura quantistica del reale" può forse essere meglio espresso come "irriducibilità del discreto-qualitativo nel reale". Abbiamo già osservato come una struttura totalmente continua della realtà non permetterebbe il sussistere di alcun nesso causale, di alcuna relazione fra parti in generale, e dunque come l'esistenza di "oggetti" per un "soggetto" costituisca di per sé una confutazione di tale ipotesi. D'altro canto neppure una organizzazione discreta quantitativa del reale risulta plausibile: si tratterebbe di un atomismo non infinitesimo, ma finito, qualcosa come una collezione di biglie rigide, prive di "parti", prive di qualità differenti ed interagenti. Infatti una reazione presuppone già *due* stati possibili (reazione in atto e assenza di reazione), e due stati esigono una differenza interna all'elemento, dunque un'ulteriore riducibilità a qualcosa di più semplice. Dunque

per generare la molteplicità logica del “discreto qualitativo” dobbiamo disporre di elementi a loro volta “discreti qualitativi”.

Qualcosa come una “relazione soggetto-oggetto” è possibile in quanto a) gli enti possono avere relazioni reciproche senza perdere la propria identità (entro certi limiti di pressione manipo la penna, al di sotto di questi limiti non riesco a spostarla, al di sopra la distruggo), e b) in quanto tale stabilità fisica consente una molteplicità di accessi dell'evento al soggetto (vista, udito, tatto, ecc., ma anche differenti reidentificazioni tattili). È quasi sempre possibile ad un soggetto trovare un medio che gli porti l'informazione senza modificare l'oggetto, ma proprio la costituzione generale “discreto-qualitativa” non può consentire una risoluzione infinita dell'osservazione: ad un qualche livello il medio non “isolerà” più il soggetto dall'oggetto, ma modificherà l'oggetto sopprimendolo come tale. Dunque in definitiva la relazione soggetto-oggetto che pone la determinatezza oggettuale per ciò stesso non può non porre, in taluni casi l'indeterminazione oggettuale: questo è quanto vogliamo farci insegnare dal principio di Heisenberg.

Ritorniamo ora al teorema di Gödel. Abbiamo osservato come la conclusione essenziale del ragionamento non conduca tanto alla presenza generica di proposizioni “vere ed indecidibili” all'interno di un sistema formale, quanto all'impossibilità di porre l'autoreferenza, ed in particolare l'autodeduazione, come parte del calcolo formale. Ma cos'è “autoreferenza”? e cosa “calcolo formale”?

“Autoreferenza” è in prima battuta il riferirsi a se stessi, ma come può una cosa tra le cose, come sembrerebbe essere la proposizione, “riferirsi a se stessa”? Uno sgabello è se stesso, non “*si riferisce*” a se stesso; perché ci sia un “riferirsi” l'oggetto deve uscire da se stesso, deve “significare”, e ciò che è fatto segno del riferirsi diviene “oggetto”. D'altro canto l'oggetto che significa, nell'atto del significare, non è più “oggetto”, non è più ciò cui ci si riferisce identificandolo, ma diviene ciò che pone il riferimento identificando. Se guardiamo la definizione di “soggetto” e “oggetto” che abbiamo delineato vediamo subito come si tratti dell'espressione di una *funzione* codefinitoria, e non di due enti reali e distinti: il soggetto è tale in quanto obiettiva, l'oggetto è tale solo per un soggetto. Ora però ci troviamo di fronte ad una coppia di concetti, ad una funzione codefinitoria, apparente-

mente diversa, come quella "segno-oggetto": il segno è tale in quanto significa oggetti, l'oggetto esiste solo in quanto posto da un segno. Ma, a ben vedere, il soggetto, così come l'abbiamo definito non è nulla di diverso dall'esser-segno in correlazione articolata con altri segni: il soggetto come pensiero articolato equivale ad un'articolazione segnica. Un segno infatti non è un semplice rinvio, ma un rimando specifico, un riferimento identificante che si delinea su di un contestosfondo. Il pensiero (in quanto sempre "pensiero di..."), la proposizione dotata di senso, o il soggetto in quanto obiettivante sono tutte nozioni equivalenti a quella di "segno". In questo senso il pensiero che pensa se stesso, il soggetto riflettente e la proposizione autoriferita sono equivalenti a "segni di se stessi". Esamineremo meglio, più avanti, le sfumature che differenziano tali nozioni e le dipendenze strutturali rintracciabili tra esse; per ora fermiamoci al piano della forma comune: soggetto, segno, proposizione, pensiero sono sotto un determinato rispetto equivalenti, e ad accomunarli è la complementarità funzionale rispetto all'oggetto.

La complementarità che abbiamo individuato ha come importante corollario l'impossibilità, o meglio, l'insensatezza dell'autoreferenza in atto: quando il segno opera come segno, allora è non-oggetto, e parimenti, nel momento del riconoscimento obiettivante, l'oggetto in presenza è non-segno. In questo senso paradossi come quello del Mentitore sono a ben vedere inconsistenti: se dico "io mento", questa proposizione si riferisce a ciò che individuo come io, e alle sue enunciazioni, in qualunque momento eccettuato quello in cui ho detto "io mento"; e questa non è una questione temporale, ma logica: se anche dicessi "io mento sempre", questo "sempre" non includerebbe il momento in cui ho formulato l'espressione, giacché tale momento non è, né può mai essere un *oggetto* nella serie temporale (non è un "punto-istante", ma un atto che individua "punti-istante"). D'altro canto al di là delle intenzioni di Gödel, il tipo di autoreferenza presentato dal teorema di incompletezza sfugge a questa critica. Esso infatti, come già notato di passaggio, non concerne l'attuale, ma il possibile, non la verità, ma la dimostrabilità. Così, l'espressione G " G è indimostrabile" sarebbe falsificata dal sussistere di un procedimento deduttivo che conduce ad essa, l'oggetto della proposizione G è dunque tale procedimento. Esso, in quanto deduzione necessaria da premesse ve-

re, sarebbe tenuto a produrre una proposizione vera, e tuttavia non può che produrne una falsa, dunque questa possibilità risulta contraddittoria, ma questa contraddizione non ha nulla di paradossale, tant'è vero che rimane perfettamente praticabile l'ipotesi alternativa per cui G è indimostrabile, ma vera.

Qualche problema di rigore, però, il ragionamento di Gödel lo pone. È chiaro come l'attribuzione ai segni numerici di un duplice significato tradisce la pretesa prima del calcolo formale, cioè la sua obiettiva automaticità: data una formula è "come se" fossero date ad un tempo tutte le formule implicate necessariamente da essa: tutte le inferenze possibili risulterebbero già "idealmente esplicitate". Proprio questo è l'ideale del calcolo formale: la totale obiettivazione dell'inferenza, del pensiero in generale, affinché più nulla debba essere "compreso" od "interpretato"; e proprio questo è evidentemente escluso dall'ambiguità implicita nella "gödelizzazione". Peraltro questo procedimento non costituisce un accidente scandaloso (ed è per questo che lo si accoglie come legittimo) poiché in verità nessun simbolo formale è mai abbastanza formale da non abbisognare di un'"interpretazione"; che poi questa interpretazione (applicazione) sia data da un cervello umano o da un meccanismo è qui poco importante: ciò che conta è che il simbolo formale, in quanto oggetto, ha bisogno di qualcosa di esterno per generare quegli altri "oggetti" che sarebbero le sue deduzioni formali; gli assiomi della geometria di Hilbert, ad esempio, potranno pure lasciare in sospeso la determinazione esatta di quali enti fisici siano da chiamare "punto", "retta", ecc., ma perché si comprendano le codefinizioni dei termini è indispensabile un'interpretazione preliminare dei simboli che compongono gli assiomi stessi¹². La deduzione, l'inferenza, non è un oggetto, né una serie di oggetti, ma un segno o una serie di segni; se ora pensiamo che la deduzione è la forma della necessità logica, si può concludere che la necessità logica non è mai totalmente obiettiva, il che si può anche esprimere dicendo che una giustificazione della necessità abbisogna sempre dell'intervento del soggetto. Ciò che infine vogliamo accogliere come insegnamento dal teorema di Gödel è perciò questo: non è possibile portare alla luce la totalità dei fondamenti di un sistema formale, dunque la necessità logica risulta sempre fondata su qualcosa di non logicamente necessario e ogni procedimento di calcolo formale

cela in sé l'informale come intervento del soggetto.

Da quanto finora esaminato possiamo trarre le seguenti conclusioni:

a) L'idea deterministica è l'idea del "panobiettivismo". Sul piano fisico il determinismo consisterebbe nella riduzione di ogni relazione tra oggetti alle qualità degli oggetti che vi occorrono, e di ogni qualità alla combinazione di quantità indefinitamente obiettivabili (= superiorità ontologica delle "qualità primarie"). Sul piano logico il determinismo consisterebbe nella possibilità di dare una fondazione necessaria alla necessità, e questo implica la riduzione di ogni relazione inferenziale possibile ad oggetti come simboli, o serie di simboli, autosufficienti.

b) Nell'ottica adottata le due principali "tesi indeterministiche" del '900 ci dicono la medesima cosa: il determinismo, in quanto panobiettivismo, non può fare a meno dell'intervento del soggetto, ma ciò comporta proprio che ogni determinismo possa sussistere solo come realizzazione circoscritta, relativamente ad un soggetto. Il determinismo dunque implica il proprio limite, la propria negazione.

B) Dal determinismo al libero arbitrio

È opportuno ora esplicitare meglio la relazione interna tra i concetti di segno, proposizione (linguaggio), pensiero e soggetto.

"Segno" è il concetto più generico e quindi più potente, dunque non può essere ridotto a nessun altro. Ora, determinare in modo circostanziato come si costituisca ed operi un segno non è qualcosa di proponibile in queste poche pagine, ci dobbiamo perciò limitare ad un'espressione approssimativa della "triadicità" del segno: possiamo così dire che un segno può funzionare (un significante può giungere ad un referente) se il segno è "pensato", o, più genericamente, "mediato". Un segno "immediato" non è propriamente un segno, ma una "reazione": un sobbalzo in risposta ad una puntura non è ancora un segno, giacché non si distingue la puntura dal suo effetto, mentre quando scindiamo i due momenti, allora abbiamo *pensato* l'evento, è cioè intervenuto il medio del pensiero.

Il ruolo del linguaggio nel costituirsi della mediazione è poi particolarmente rilevante, ma per i nostri scopi ci basta sottolineare il suo

ruolo come "incarnazione fisica" del pensiero: se e quando il pensiero deve riflettere su se stesso, esso ha bisogno di richiamare alla mente distinte articolazioni di significato, e ciò avviene tramite ciò che chiamiamo "articolazioni linguistiche" (sfidiamo il lettore dubbioso a provar a riflettere su quanto farà domani in assenza di articolazione linguistica). La riflessione abbisogna di "segni", nel senso sopra determinato, dunque di entità articolate e di un continuo che medii fra esse.

Venendo alla nozione di "soggetto" troviamo nell'uso comune una ampia varietà di connotazioni: parliamo di soggetto grammaticale, soggetto giuridico, soggetto logico, o, comunemente, di un "soggetto nervoso", ecc. Al fondo di tutte queste accezioni c'è l'idea di soggetto come "colui che fa, o subisce, l'azione", come "protagonista" dell'azione. D'altro canto l'essenza concettuale della nozione di "soggetto" è, come osservato, semplicemente il complemento identificativo dell'"oggetto" e l'atto di obiettivazione presuppone una struttura articolata dell'obiettivante: in questo senso il soggetto ci si è mostrato come pensiero articolato¹³. A ben guardare, però, c'è nella nozione comune di "soggetto", in quanto legata all'"io", un fattore caratterizzante più evidente che nei concetti congeneri esaminati: il soggetto, diremmo, non è una "macchina da obiettivazione", ma fa differenza tra significati, preferisce taluni oggetti a taluni altri, è attivo verso l'altro-da-sé, è "protagonista" dell'evento che pone o accoglie l'alterità. In termini tradizionali diremmo che il soggetto è un ente finalistico, non meccanicistico.

Proviamo ora a porci alcune obiezioni in un'ottica deterministica. Un Determinista ideale potrebbe argomentare così: - Non c'è fenomeno "finalistico" che non possiamo concepire come un meccanismo deterministico, e, di più, non sapremmo come concepire l'idea del finalismo se non come una variazione del determinismo: se un cerbiatto va verso un ruscello per bere dobbiamo forse presumere che esso sia dotato di un non meglio precisato "libero arbitrio"? E se non è così, cosa altro possiamo pensare, se non che si tratti di una sequenza, sia pure complicatissima, di causalità efficienti? È infatti agevole ipotizzare qualcosa del genere: al cerbiatto mancano liquidi, ciò attiva lo stimolo chimico della sete, che si esprime sotto forma di uno specifico disagio, e tale disagio stimola nel cervello il richiamo degli elementi necessari a rintracciare ciò che in passato ha estinto il disa-

gio stesso, mettendo in moto l'animale verso il ruscello. Il finalismo appare dunque come una tesi dogmatica ed inesplicabile; un fenomeno finalistico è inanalizzabile in elementi a loro volta finalistici, mentre gli elementi meccanici possono essere usati per spiegare il fenomeno "finalistico". Il meccanicismo deterministico include perciò il finalismo. Quanto all'idea di "libero arbitrio" la si può togliere di mezzo abbastanza facilmente: essa è comunque insostenibile, giacché, se qualcosa di "libero" dovesse esistere non lo potremmo comprendere perché sarebbe a priori inspiegabile, non potremmo per definizione "dar ragione" di ciò che è "libero". Dunque parlare di "libertà" sembra essere al più un vezzo retorico, ma non un discorso razionale. Tentiamo ora una risposta che segua l'andamento di queste obiezioni.

B. 1) Determinismo e finalismo – Il cerbiatto, c'è da scommettere, non ha una chiara consapevolezza del suo essere "meccanico", piuttosto che "finalistico" o "libero", e comunque non gliene potrebbe interessare di meno. Chi vede il determinismo nel suo comportamento è un soggetto, e per di più un soggetto che ha come fine quello di argomentare il determinismo. Ora, la sussunzione del finalismo come specificità dell'universale determinismo viene argomentata in termini di "analizzabilità", ovvero di "possibilità di spiegazione": si può ipotizzare che l'unità fenomenica della sete del cerbiatto (o della mia) sia scomponibile in una serie di oggetti semplici in cui il comportamento dell'ultimo dipenda in modo semplice ed univoco dal comportamento del primo. Quest'ipotesi però non è un'ipotesi fisica, giacché, come sappiamo dal principio di Heisenberg, non è passibile di verifica. Ma è priva delle qualità di un'ipotesi fisica anche in un modo più profondo. Ammettiamo che esista un "elementoscopio", un marchingegno che ci permetta di seguire nel cerbiatto l'ipotizzata serie di nessi causali dallo squilibrio organico fino al ruscello. Questa sequenza, se fosse semplice ed univoca dovrebbe essere isolata da ogni altro influsso, ma è sufficiente, poniamo, l'intervento di un predatore per subordinare quella sequenza causale ad un'altra. Si dirà che anche questa seconda sequenza, come la interazione con la prima, deve essere deterministica; in realtà, qualunque sequenza meccanica concepissimo, essa dovrebbe venire isolata artificialmente, giacché, posto un universo

di elementi deterministici non avremmo che interazione continua. Dunque nessuna sequenza determinata potrebbe essere davvero necessaria, perché in quanto finita sarebbe sempre influenzabile da ciò che ne determina la finitezza, circoscrivendola, e questo deve accadere per l'ipotetica sequenza che porta il cerbiatto a bere, per il cerbiatto intero, per l'ambiente in cui il cerbiatto si muove, per il pianeta in cui si trova l'ambiente, e così via fino alla totalità assoluta, cioè a quella totalità in cui compare anche l'"elementoscopio" ed il soggetto che lo manovra. Il determinismo, preso come ipotesi fisica generale, si vede costretto a confessare la propria inconsistenza; esso infatti da un lato non tollera alcuna restrizione, perché l'esistenza di un'interazione tra una sequenza "libera" ed una "deterministica" renderebbe "libera" anche la seconda, e d'altra parte non è di principio verificabile per la totalità, giacché una verifica esige un soggetto esterno al sistema, ma proprio questo è escluso dal concetto di "totalità". Giungiamo così ad una conclusione opposta a quella del Determinista: è il finalismo ad implicare come caso particolare il determinismo. Il nostro determinista ideale aveva buon gioco nel mostrare la superiorità esplicativa del determinismo, giacché il determinismo costituisce il modello esemplare della spiegazione: spiegare è dispiegare, *explicare*, distendere le parti dell'*explicandum* l'una fuori dall'altra, dunque la spiegazione ideale è un'analisi condotta fino agli elementi semplici, tale che dall'insieme di questi elementi si possa ricostruire univocamente l'intero. Ed in questo senso, se si presume che il finalismo sia un altro tipo di causalità, un modo concorrente di *analizzare* la realtà, ci si trova costretti ad ammettere la superiorità del determinismo¹⁴, o meglio, si scopre che il finalismo come "causalità finale" è uno pseudoconcetto: cosa sarebbe mai, infatti, la specificità della "causalità finale"? Forse il fatto che il comportamento di un oggetto appare determinato dallo stato finale e non da quello immediatamente antecedente? La "causalità finale", ammessa come modo di analizzare la realtà dominato dalla priorità causale di uno stato successivo sarebbe sostanzialmente equivalente alla "causalità efficiente".

Se però per "finalismo" intendiamo quell'unità fenomenica inanalizzabile che scorgiamo nel preferire e scegliere, allora ci troviamo su di un piano che non è più quello della spiegazione. L'analisi esplicativa e tendenzialmente deterministica è un modello di obiettivazio-

ne, e in quanto tale deve essere *scelto* e posto come ideale normativo *da un soggetto*; la finalità rappresenta invece semplicemente la premessa inanalizzabile di ogni obiettivazione, cioè l'attività del soggetto *tout court*. Ciò che infatti caratterizza il concetto finalistico, in quanto distinto dallo pseudoconcetto di "causa finale", è da un lato la "distanza" che separa l'origine di un'azione dal suo fine, "distanza" di natura "logica" piuttosto che "fisica"; essa è infatti la mediazione che caratterizza il soggetto, l'esser-altro del soggetto rispetto all'oggetto. Dall'altro lato il concetto finalistico è caratterizzato da un fattore valutativo imprescindibile, da un elemento valoriale di selezione della realtà che pone distinzioni nell'accoglimento dei mutevoli eventi. In conclusione non c'è finalismo se non in rapporto alla struttura triadica del segno suesposta (come "pensiero articolato", "linguaggio dotato di senso" e soprattutto "soggetto"). Il soggetto è essenzialmente "pensiero articolato" che pre-(dif-)ferisce, è "finalismo".

B. 2) *Il soggetto e la libertà* – Veniamo così al punto conclusivo e qualificante di queste pagine, ovvero la nozione di "libertà" in senso stretto. La prima parte delle tesi deterministiche è stata confutata concludendo per l'irriducibilità dell'indeterminazione in qualsivoglia obiettivazione. A questo concetto di "indeterminazione" è sicuramente possibile attribuire il nome di "libertà", tuttavia ad essa manca un riferimento essenziale al fenomeno della scelta, dell'arbitrio. Il concetto di "libertà", diceva il Determinista, non è utilizzabile, essendo a priori incomprendibile. Proviamo ora, senza pregiudizio, a "comprendere" il fenomeno che siamo propensi a considerare come "libero arbitrio". Ipotizziamo che chi scrive sia Adamo nel giardino di Eden e che debba scegliere se cogliere o meno il frutto dall'albero del bene e del male. Se fossi un elemento meccanicistico non avrei identità diversa dal frutto che devo scegliere, dall'albero, dal giardino, dal mondo tutto, non sarei soggetto e non sarei ovviamente libero. Se fossi un animale, posto come privo di pensiero articolato, ma dotato di sensi che operano pre-(dif-)ferenze nel reale, avrei una qualche identità ed una qualche "distanza" dalla realtà circostante; ad esempio, dovendo prendere un pezzo di carne dalla brace, potrei "scegliere" immediatamente tra l'ustione e l'appetito. Ad ogni modo la mia "libertà di scelta" non potrebbe in questo caso avere un carat-

tere diverso dalla mera "indeterminazione". Se invece sono Adamo di fronte alla mela, non solo ho consapevolezza dell'alterità del frutto, ma posso *riflettere* su ciò che sto facendo, così posso prendere l'oggetto "mela", ma posso anche rendere oggetto il mio stesso prendere e ad esempio scegliere quale traiettoria adoperare per prendere la mela oppure decidere di non prenderla *tout court, anche in assenza di un'immediata alternativa d'azione*. Ciò che accade di essenziale nella riflessione è che io rendo oggetto di pensiero articolazioni del pensiero stesso, ottenendo, per così dire, un'indeterminazione alla seconda potenza. Non che io possa rendere oggetto del pensiero il pensare in atto (come nel paradosso del Mentitore), ma rendo oggetto circoscritte articolazioni di significato richiamate linguisticamente (come per il concetto di "indimostrabile"); accade così che la scelta attuata non coincida ancora con l'azione. Ora si può parlare davvero di *libero* arbitrio, giacché non solo la preferenza immediata è indeterminata, ma i significati stessi che orientano la scelta sono oggetto della riflessione; ne segue che Adamo può *sapere* ciò che vuole, e questo anche laddove non potesse mai portare a compimento di fatto le sue preferenze: l'indeterminazione è diventata "scelta", è divenuta il "sé". Così, mentre ad una sequenza materiale, pur non potendo avere garanzie sul suo procedere univoco, possiamo in generale applicare un presupposto di "inerzia", di costanza nel proseguire il comportamento finora osservato, ad una sequenza di relazioni soggettive non possiamo in generale applicare tale presupposto "inerziale", giacché in ogni momento ciascun soggetto può modificare senza alcun intervento esterno il proprio comportamento, stimolare autonome variazioni nel comportamento altrui, e per di più può modificare il suo comportamento proprio in risposta specifica al fatto di essere osservato. Ed è su questo piano che la coscienza riflessa, il soggetto interpretante e l'indeterminazione oggettiva possono intersecarsi in un concetto di libertà operativamente chiaro ed ontologicamente rilevante.

1 Non facciamo cenno in queste pagine alla differenza tra il primo e il secondo teorema di incompletezza, né possiamo discutere in modo adeguato la varie parti dell'articolo; ci riserbiamo di trattare in un successivo lavoro il rapporto tra la scoperta di Gödel ed il problema generale della formalizzazione del linguaggio e rinviamo il lettore interessato all'eccellente testo curato da S.G. Shanker sul teorema di Gödel, citato in seguito, ed in particolare agli articoli di S.C. Kleene e di M. Detlefsen.

2 È interessante notare che il concetto di dimostrabilità esige il terzo escluso, giacché non tratta di una realtà, ma di una possibilità. Infatti una terza opzione tra vero e falso c'è in quanto può accadere che un enunciato sia possibile, ma non esista un procedimento di decisione circa la sua verità o falsità; invece un concetto come quello di "dimostrabilità", in quanto possibile, non ha uno spazio del possibile al di sopra di sé in cui lasciar sussistere una terza condizione indeterminata, perciò se qualcosa non è dimostrabile (non è possibile) deve necessariamente essere indimostrabile (impossibile).

3 Cfr. ad esempio *La prova di Gödel*, di NAGEL e NEWMAN, Boringhieri, Torino, 1992, p. 71.

4 K. GÖDEL, "Sulle proposizioni formali indecidibili dei Principia Mathematica", p. 25; in *Il teorema di Gödel* a cura di S.G. SHANKER, Muzzio, Padova, pp. 22-62.

5 Infatti i numeri di Gödel, utilizzati come nomi dell'alfabeto formale, appartengono ad un medesimo tipo, e tanto basta a rispettare formalmente le prescrizioni russelliane.

6 K. GÖDEL, *op. cit.*, p. 23.

7 K. GÖDEL, *op. cit.*, p. 28.

8 Vedi la relazione numero 11 nell'esposizione di Gödel.

9 Non potendo discutere in modo adeguato le origini e specificità del principio di indeterminazione rinviamo il lettore interessato a W. HEISENBERG, *I principi fisici della teoria dei quanti*, Torino, Einaudi, 1948, e a N. BOHR, *Teoria dell'atomo e conoscenza umana*, Torino, Boringhieri, 1961.

10 Si può vedere a proposito della scoperta della costante *b* in riferimento alla "radiazione del corpo nero" di Kirchoff, l'esposizione che ne fa PLANCK stesso in *La conoscenza del mondo fisico*, Torino, Einaudi, 1949, in particolare alle pagine 76 sgg.

11 Il riferimento è al noto articolo di EINSTEIN del 1905.

12 Senza dubbio questo tipo di obiezione non è distante dalle obiezioni che formulò Frege ai *Grundlagen der Geometrie* di HILBERT, ma lo spirito dell'obiezione è diversa, perchè noi riteniamo che il difetto delle codificazioni hilbertiane stia nell'aver sospeso i termini formali dal loro uso, ipostatizzandoli come oggetti, e non nel trascurare un supposto significato ideale correlato ad ogni segno.

13 Questo però non implica una particolare "spiritualità disincarnata" del soggetto, giacché il pensiero articolato, almeno in quanto capace di riflessione, è "pensiero per segni", pensiero affetto dalla "materialità" dei significanti, è interiorità affetta dall'esteriorità del linguaggio.

14 Va detto che nella classificazione aristotelica delle cause il fattore soggettivo della causalità finale è molto più evidente che nelle letture successive dell'idea finalistica, riferite soprattutto all'ordinamento temporale della sequenza. Per ARISTOTELE solo la causa efficiente è *principio del movimento*, mentre la causa finale coincide con *lo scopo ed il bene*

(cfr. *Metafisica*, I, 3, 983 a; e *Fisica*, II, 3, e II, 7.) Con il ridursi della fisica a scienza del movimento materiale, che subordinava a sé ogni movimento, compreso l'automovimento animale, la causalità finale doveva per forza degenerare ad una mera inversione temporale della causa efficiente.

