

Il funzionamento polifonico del cervello: dalla semantica analitica alla semantica olistica

Silvano Tagliagambe

1. Linguaggi della *scientia* e linguaggi dell'*humanitas*: la questione del «senso»

Se, facendo un'operazione di generalizzazione un po' ardita, si volessero enucleare le caratteristiche distintive dei linguaggi della *scientia* rispetto a quelli dell'*humanitas* e metterle a confronto ne risulterebbero, almeno in prima approssimazione, risultanze associate al diverso atteggiamento nei confronti della questione del «senso» e al tipo di semantica adottata.

Il primo aspetto è strettamente legato a quello che Giuseppe Peano, uno dei maestri del pensiero formale, chiamò, nel 1898¹, il “sogno di Leibniz”, cioè da un programma di ricerca che lo stesso autore presentò con le seguenti parole:

“Ma, per tornare all'espressione dei pensieri per mezzo di caratteri, sento che le controversie non finirebbero mai e che non si potrebbe mai imporre il silenzio alle sette, se non ci riportassimo dai ragionamenti complicati ai calcoli semplici, dai vocaboli di significato vago e incerto ai caratteri determinati. Occorre, cioè, far sì che ogni paralogismo sia nient'altro che un errore di calcolo, e che ogni sofisma, espresso in questo genere di nuova scrittura, nient'altro sia che un solecismo o barbarismo, da sciogliere mediante le stesse leggi di questa grammatica filosofica. Una volta fatto ciò, quando sorgeranno delle controversie, non ci sarà maggior bisogno di discussione tra due filosofi di quanto ce ne sia tra due calcolatori. Sarà sufficiente, infatti, che essi prendano la penna in mano, si siedano a tavolino e si dicano reciprocamente (chiamato, se loro piace, un amico): *calculemus*”².

Alla base di questo sogno vi è dunque il presupposto, enunciato esplicitamente dallo stesso Leibniz, secondo il quale se si respingono i sillogismi, si respingono “tutte le ragioni: infatti tutte le ragioni sono sempre sillogismi, o per lo meno sillogismi imperfetti, come gli entimemi”³. Lo sviluppo di questo presupposto consente infatti di arrivare alla conclusione che ogni problema ben posto, formulato in un linguaggio chiaro e non ambiguo, composto di caratteri determinati, possa essere sempre risolto dopo un numero *finito* di passi attraverso una successione altrettanto finita di istruzioni precise, applicate in un ordine specificato ai dati del problema medesimo. Queste istruzioni, e le procedure che ne scaturiscono, hanno il vantaggio di non far intervenire né la memoria, né l'intuizione, né l'intelligenza, né la creatività, affidandosi invece unicamente a *regole sensibili e meccaniche*, in virtù delle quali il ragionamento si riduce a una combinazione di caratteri, a un gioco di scrittura, a una manipolazione meccanica di simboli, in breve a un calcolo. Il primo passo per edificare la logica matematica per Leibniz consiste, com'è noto, nel tradurre tutti i concetti e le loro relazioni in espressioni, che sono aggregati di caratteri rappresentanti la cosa che viene espressa. Esse corrispondono ai concetti e alle loro relazioni, rappresentando le idee semplici con segni il più possibile naturali e le idee complesse con combinazioni di segni che corrispondono, a loro volta, ai loro elementi, in modo da evidenziarne e renderne trasparente la composizione logica.

¹ G. Peano, *Formulario*, II, 2, Cremonese, Roma, 1960.

² G.W. Leibniz, *Sulla scienza universale o calcolo filosofico, sulla Caratteristica*, in *Scritti di logica*, a cura di F. Barone, Zanichelli, Bologna, 1968, p. 237.

³ G.W. Leibniz, *Dialogus inter theologum et misosophum*, in G.W. Leibniz, *Textes inédits d'après les manuscrits de la Bibliothèque provinciale de Hanovre*, a cura di G. Grua, Presses Universitaires de France, Paris, 1948, p. 22 (il corsivo è mio).

Dunque "il calcolo od operazione consiste nella posizione di relazioni compiuta mediante la trasposizione delle formule eseguita secondo determinate leggi. Quanto più numerose sono le leggi o le condizioni che vengono prescritte al calcolatore, tanto più complesso risulta il calcolo, e anche la caratteristica risulta meno semplice. E' chiaro dunque che le formule (sotto le quali si possono comprendere gli stessi caratteri intesi come le formule più semplici), le relazioni e le operazioni stanno tra di loro nello stesso rapporto in cui stanno tra loro le nozioni, gli enunciati ed i sillogismi. Vi sono anche relazioni composte che presuppongono certe operazioni"⁴.

Il secondo passo consiste, appunto, nel rappresentare le inferenze logiche attraverso regole sensibili e meccaniche di trasformazione delle formule. Le regole in questione sono regole per passare da un'espressione a un'altra, dove "il passaggio da un'espressione a un'altra significa che posta un'espressione se ne può porre un'altra"⁵. In virtù del carattere sensibile e meccanico delle regole, il ragionamento si riduce a una combinazione di caratteri, a un gioco di scrittura, a una manipolazione meccanica di simboli, permettendo così di renderlo palpabile e di mostrarlo interamente sulla carta. Leibniz, come si è detto, è quanto mai esplicito su questo aspetto: "Chiamo filo del meditare una certa direzione sensibile e quasi meccanica della mente, che chiunque, anche uno sciocco, possa riconoscere"⁶ [...]. Non posso esprimere in poche parole la natura della cosa. Oserei tuttavia dire che non può essere concepito alcunché di più efficace per la perfezione della mente umana; e che quando sia accolto tale metodo di ragionamento verrà, e anche rapidamente, il tempo in cui avremo verità non meno certe su Dio e sulla mente di quelle che abbiamo sulle figure e sui numeri, ed in cui l'invenzione di macchine non sarà più difficile della costruzione di problemi geometrici"⁷.

Dunque, in virtù del carattere meccanico delle sue regole, questo "filo del meditare" non richiede quasi alcuna intelligenza, tanto che è a portata di chiunque, "anche di uno sciocco". E questo stesso carattere fa sì che ogni errore di deduzione logica si traduca in un errore di calcolo rilevabile sulla carta, cioè in un errore di scrittura, per cui, come si legge ancora nella già citata lettera a Oldenburg non datata, quest'ultima e il pensiero andranno di pari passo o, per meglio dire, la scrittura sarà il filo del pensiero.

Quanto, e per quanto tempo, questa idea abbia inciso sugli sviluppi della logica, fino a tempi molto vicini a noi, lo si può constatare richiamando, per esempio, il Wittgenstein del *Tractatus logico-philosophicus* e la questione della "notazione perfetta". Secondo Wittgenstein in una notazione logica "perfetta" le relazioni logiche fra le proposizioni dovrebbero essere visibili immediatamente nel "segno proposizionale". "In una notazione rispondente, possiamo riconoscere le proprietà formali delle proposizioni per mera ispezione delle proposizioni stesse"(6.122), per cui "che la verità di una proposizione segua dalla verità di altre proposizioni, noi ravvisiamo dalla struttura delle proposizioni" (5.13) e "ogni tautologia mostra da sé che è una tautologia"(6.127(b)). Dunque, "nella logica *non* possono *mai* esservi sorprese" (6.1251) e in essa "processo e risultato sono equivalenti"(6.1261)⁸.

Il pensiero così guidato dalla scrittura non serve soltanto per stabilire le verità che si considerano conosciute solo imperfettamente, cioè per *giustificare* le verità già disponibili, ma anche per stabilire quelle che si considerano ancora sconosciute, cioè per *scoprire*

⁴ G.W. Leibniz, *Sulla scienza universale o calcolo filosofico, sulla caratteristica*, in G.W. Leibniz, *Scritti di logica*, a cura di F. Barone, Zanichelli, Bologna, 1968, p. 243.

⁵ G.W. Leibniz, *Sur la Caractéristique, in Opuscules et fragments inédits de Leibniz*, a cura di L. Couturat, Hildesheim, Olms, 1966, p. 327.

⁶ G.W. Leibniz, *Lettera a Oldenburg, non datata*, in G.W. Leibniz, *Scritti di logica*, a cura di F. Barone, Zanichelli, Bologna, 1968, pp. 453.

⁷ G. W. Leibniz, *Lettera a Oldenburg del 28-XII-1675*, in G.W. Leibniz, *Scritti di logica*, cit. p. 456.

⁸ L. Wittgenstein, *Tractatus logico-philosophicus*, Einaudi, Torino, 1964.

nuove verità: "Per logica [*Logick*] o arte del pensare [*Denckkunst*] io intendo l'arte di usare l'intelletto, non solo per giudicare ciò che è proposto, bensì anche per scoprire ciò che è celato. Orbene, se tale arte è possibile, cioè, se ci sono notevoli vantaggi in tali operazioni, ne risulta che essa va cercata in tutti i modi ed altamente apprezzata, anzi considerata come la chiave di tutte le arti e di tutte le scienze"⁹.

Dunque logica della scoperta e logica della giustificazione coincidono, in quanto l'ordine tra le verità già note suggerisce nuovi problemi e nuove soluzioni, permettendo così di rinvenire nuove verità. E infatti Leibniz può dire esplicitamente che, prima di lui, "nessuno ha fatto il tentativo di elaborare una lingua o caratteristica nella quale *siano contenute contemporaneamente l'arte di scoprire e l'arte di giudicare*, ossia una lingua i cui segni (*notae*) o caratteri servono al medesimo scopo a cui servono i segni aritmetici rispetto ai numeri e i segni algebrici rispetto alle grandezze astratte"¹⁰.

La traduzione, che così viene operata, di tutti i concetti e delle loro relazioni in espressioni, e di tutte le regole logiche in regole meccaniche a portata di chiunque e rilevabili in modo immediato sulla carta significa porre alla base dell'intera costruzione le *capacità percettive*, sostituendo, di fatto, le operazioni mentali con manipolazioni di espressioni che, come si è visto, sono oggetto di percezione. Perché il cerchio si chiuda e l'intero itinerario proposto da Leibniz abbia senso occorre dunque identificare, alla base del calcolo, una facoltà che ci dia una conoscenza immediata e indiscutibile dei propri oggetti, che ce ne fornisca una rappresentazione di così limpida e diretta evidenza da consentirci di sottrarci all'argomento di Descartes del genio cattivo che ci può, malignamente, indurre in errore. Questo elemento permane e diviene una costante di tutto lo sviluppo del pensiero logico moderno. Frege, per esempio, è molto esplicito nel presentare la sua ideografia come una totalità di regole date, in modo da soddisfare l'esigenza che tutti i metodi di inferenza impiegati siano specificati in anticipo. Ma ciò non basta ancora per avere un sistema formale: per poter disporre di quest'ultimo occorre aggiungere, a questa prima condizione, una seconda, consistente nell'assumere che le regole in questione siano formali, meccaniche. In effetti l'ideografia si presenta come un calcolo, nel senso che esiste "un algoritmo, cioè una totalità di regole che governano il passaggio da una o due proposizioni a una nuova proposizione, in modo che nulla accada che non sia in conformità con queste regole"¹¹.

Questo orientamento di Frege riceve un'ulteriore e ancor più radicale specificazione attraverso le ulteriori determinazioni che ne fornisce Hilbert, secondo il quale non solo un sistema formale relativo a un certo campo della matematica è un "sistema chiuso", ma esso "*rappresenta*" in modo fedele e completo i nostri pensieri rispetto a quel campo. Queste determinazioni trovano un'esplicita e rigorosa espressione nell'affermazione, secondo la quale, in ogni dato sistema assiomatico, "i modi inferenziali del sistema sono orientati secondo l'immagine di una *realtà chiusa, totalmente determinata*, e danno espressione formale a questa immagine"¹². Questa affermazione, a sua volta, si basa su principi altrettanto chiaramente enunciati, come i seguenti:

⁹ G.W. Leibniz, *Lettera a GabrielWagner (fine del 1696)*, in G.W. Leibniz, *Scritti di logica*, cit. p. 496.

¹⁰ G.W. Leibniz, *Storia ed elogio della lingua caratteristica universale che sia al tempo stesso arte dello scoprire e del giudicare*, in G.W. Leibniz, *Scritti di logica*, cit. p.209.

¹¹ G. Frege, *Über die Begriffsschrift des Herrn Peano und meine eigene*, in *Berichte über die Verhandlungen der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Mathematisch-Physische Klasse*, XLVIII, p. 365.

¹² D. Hilbert e P. Bernays, *Grundlagen der Mathematik II*, Springer, Berlin, 1939, p. 289.

1) quando si fissano gli assiomi per una data scienza, essi devono contenere "una precisa e completa descrizione delle relazioni che sussistono tra i concetti elementari di quella scienza. Gli assiomi fissati sono nello stesso tempo definizioni di quei concetti elementari"¹³;

2) Una volta dati i principi della scienza assiomatica corrispondente a un certo campo conoscitivo, "il successivo sviluppo del singolo campo consiste poi nell'ulteriore sviluppo logico dell'intelaiatura di concetti già prodotta"¹⁴;

3) Ogni proposizione, appartenente al dominio della scienza considerata, "vale per vera solo se essa può essere derivata dagli assiomi stabiliti mediante un numero finito di inferenze logiche"¹⁵.

Anche per Hilbert, dunque, come già per Leibniz, la questione fondamentale da affrontare è quella di garantirsi la possibilità, per una data classe di problemi, di arrivare comunque a una soluzione mediante una successione *finita* di istruzioni, la cui esecuzione non lasci alcun margine di dubbio o di ambiguità. La disponibilità di *procedure meccaniche* è dunque finalizzata a dare una risposta concreta alla questione suddetta e a assicurare che, nel caso di una funzione, per esempio, esista un algoritmo per calcolare il valore della variabile dipendente a partire da quello della variabile indipendente (o delle variabili indipendenti, nel caso si tratti di una funzione a più argomenti). In questo caso possiamo dire che la funzione sia effettivamente *calcolabile* o *computabile*; e, d'altro lato, qualunque algoritmo definisce la funzione computabile che associa ai dati del problema la risposta data dall'algoritmo stesso. L'obiettivo che ci si pone, seguendo questa via, è quello di mostrare che ogni problema matematico è *decidibile* con un numero finito di operazioni e di considerare questa procedura generale di decisione la questione principale della logica matematica¹⁶. E' proprio l'esigenza di dare una risposta concreta a questo *problema di decisione* (*Entscheidungsproblem*) che spinge Hilbert a assumere il metodo assiomatico come "il metodo generale di ricerca, che nella matematica moderna sembra valersi sempre di più"¹⁷ e come lo strumento indispensabile per ogni ricerca esatta in qualsiasi campo, proprio in quanto esso facilita la precisazione dell'impostazione del problema e aiuta a preparare la sua soluzione. Quest'ultima richiede infatti che i sistemi formali siano governati da regole le quali "costituiscono un sistema chiuso, che si lascia scoprire e formulare in modo definitivo"¹⁸. Che esse costituiscano un sistema chiuso significa che il sistema è determinato da un insieme di regole che non può essere né esteso, né modificato successivamente.

In questo caso, pertanto, come viene detto chiaramente da Wittgenstein nel *Tractatus*, nessuna sorpresa dovrebbe essere possibile, dal momento che non soltanto non viene conferita nessuna attenzione al ragionamento di un agente che, in presenza di

¹³ D. Hilbert, *Mathematische Probleme*, in D. Hilbert, *Gesammelte Abhandlungen. Dritter Band: Analysis, Grundlagen der Mathematik, Physik, Verschiedenes*, Springer, Berlin, 1935, p. 299 (tr. it. parziale in D. Hilbert, *Ricerche sui fondamenti della matematica*, a cura di V.M. Abrusci, Bibliopolis, Napoli, 1978, pp. 145-162).

¹⁴ D. Hilbert, *Axiomatisches Denken*, in D. Hilbert, *Gesammelte Abhandlungen. Dritter Band: Analysis, Grundlagen der Mathematik, Physik, Verschiedenes*, cit., p. 147 (tr. it. in D. Hilbert, *Ricerche sui fondamenti della matematica*, cit., pp. 177-188).

¹⁵ D. Hilbert, *Mathematische Probleme*, cit., p. 300.

¹⁶ E' importante notare che "decidibile" non equivale a "risolvibile". Un problema matematico è decidibile quando esiste un algoritmo che, a ogni istanza del problema, fornisce sempre una risposta, sia essa positiva o negativa; si veda M. L. Dalla Chiara, R. Giuntini, F. Paoli, *Sperimentare la logica*, Liguori, Napoli, 2004.

¹⁷ D. Hilbert, *Axiomatisches Denken*, cit., p. 146.

¹⁸ D. Hilbert, *Die Grundlagen der Mathematik*, 'Abhandlungen aus dem mathematischen Seminar der Hamburgischen Universität', 6, 1928, p. 79 (tr. it. in D. Hilbert, *Ricerche sui fondamenti della matematica*, cit., pp. 267-289).

un'informazione incompleta, prende decisioni ragionevoli che possono essere scartate successivamente quando si ottenga nuova informazione (il cosiddetto ragionamento non monotono), ma l'obiettivo al quale si tende è quello di rimpiazzare la libera iniziativa del matematico con un procedimento meccanico, che consenta di controllare tutto e di eliminare ogni elemento di imprevedibilità.

Il percorso che abbiamo qui cercato di ricostruire schematicamente può essere sintetizzato dicendo che l'obiettivo esplicitamente perseguito era quello di costruire un linguaggio, la *characteristica universalis* in Leibniz, l'Aritmetica come teoria dei numeri interi finiti in Hilbert, la cui coerenza possa essere garantita *formalmente*, cioè grazie a calcoli finiti di puri segni formali, senza alcun riferimento al senso o a elementi estranei al linguaggio medesimo, come ad esempio lo spazio e l'azione in esso, in modo da diventare il luogo formalmente perfetto e chiuso della certezza deduttiva, capace di auto-dimostrare la propria consistenza e quindi la soluzione finale del problema dei fondamenti.

2. Linguaggi della *scientia* e linguaggi dell'*humanitas*: la semantica analitica e «composizionale»

Il secondo tratto distintivo fondamentale dei linguaggi della *scientia* sta nella semantica alla quale si fa riferimento quando dal puro calcolo si passa a linguaggi, come quello della fisica, ad esempio, che «denotano», cioè intendono riferirsi a un dominio extralinguistico. La tipologia di questa semantica, per i grandi della Fisica matematica fra '700 e '800, è contrassegnata, com'è ampiamente noto, dal presupposto che tutti i fenomeni osservabili siano riducibili alla ontologia elementare soggiacente della materia, del movimento e della forza e che, a quel livello, ogni analisi debba basarsi sulla possibilità di isolare, matematicamente, una sola particella elementare e descriverne il moto, ricostruendo poi, grazie a delle operazioni di integrazione matematica, l'espressione della legge di interazione a distanza in sistemi di particelle. I sistemi di equazioni differenziali devono poter descrivere tutti i fenomeni fisici rilevanti, a partire appunto dalla descrizione dei moti individuali e delle loro progressive interazioni. In particolare, le leggi fisiche, sotto la forma delle equazioni di Lagrange, prima, di Hamilton, poi, devono poter regolare (esprimere la determinazione di) ogni movimento, ogni traiettoria, quindi ogni evento fisico, proprio come le equazioni di Newton-Laplace determinano l'evoluzione dei corpi celesti nei loro campi gravitazionali. E questa determinazione equazionale consente la predizione, misura della validità della proposta teorica, nucleo centrale del rapporto fra esperienza e teoria: si osserva, si teorizza (ovvero si scrivono le equazioni che correlano azioni e forze osservate), si predice l'evoluzione del sistema grazie alle soluzioni di dette equazioni, si raffrontano infine le predizioni con nuove osservazioni. L'efficacia predittiva di una teoria è lo scopo stesso della formalizzazione matematica. La creatività matematica dei nuovi formalismi del '700-'800 permette gradualmente di capire l'Universo tutto espandendo la conoscenza in modo certo e progressivo: le equazioni mirano a ricoprire completamente il mondo, a renderlo intelligibile e predittibile.

La semantica che ne risulta è, pertanto, di tipo *acontestuale* («libera dal contesto»), in quanto si basa sull'esigenza di isolare l'oggetto di studio dall'ambiente di cui fa parte e di descriverlo e analizzarlo separatamente rispetto a esso, e *analitico* e *composizionale*, ricalcata cioè su quella che Donald Davidson ha definito la «building blocks theory», ossia la dottrina semantica che esplica il senso di un enunciato, riconducendolo alla somma dei significati delle sue componenti elementari. Davidson presenta la questione nei termini seguenti:

“The essential question is whether [reference] is the, or at least one, place where there is direct contact between linguistic theory and events, actions, or objects describe in

nonlinguistic terms. If we could give the desired analysis or reduction of the concept of reference then all would, I suppose, be clear sailing. Having explained directly the semantic features of proper names and simple predicates, we could go on to explain the reference of complex singular terms and complex predicates, we could characterize satisfaction (as a derivative concept), and finally truth. This picture of how to do semantics is (aside from the details) and old and natural one. It is often called the building-block theory. It has often been tried. And it is homeless”¹⁹.

È evidente che una semantica di questo genere, che va dalle parti al tutto e presuppone che il significato di quest’ultimo si risolva interamente nella somma dei significati delle sue componenti, è quanto di più si lontano si possa immaginare dalla semantica dei linguaggi poetici e letterari, cioè dell’*humanitas*. Non a caso Carlo Bernardini, ad esempio, propone e sostiene una distinzione molto netta tra due tipi di linguaggio: “nel corso dei secoli, viene sviluppato un linguaggio (che chiamerò "di elaborazione", LdE) diverso da quello di uso comune (che chiamerò "di comunicazione" LdC). I due linguaggi differiscono profondamente: il LdC serve, nell’impiego soggettivo, per la formulazione di registrazioni memorizzabili di informazioni (fatti, opinioni, idee, corredate di valutazioni: giudizi estetici, morali, di attendibilità, talvolta di utilità soggettiva, ecc...); e per lo scambio di quelle informazioni, nell’impiego intersoggettivo. Il LdE, invece, usa le informazioni, particolarmente quelle della realtà circostante, per elaborarle secondo procedure concepite e collaudate al fine di conseguire, secondo una successione di argomentazioni riproducibili e logicamente analizzabili, risultati non contenuti già nelle informazioni di partenza. Il LdC è essenzialmente un linguaggio proposizionale, cioè costruito con parole per ottenere regole minimali di senso che, usando come "atomi del discorso" gli elementi di un vocabolario più o meno esteso e condiviso, rendono la comunicazione comprensibile a più parlanti. Il LdE, invece è essenzialmente un linguaggio formale, simbolico, che, usando regole di manipolazione logica autoconsistente di un repertorio di simboli condivisi (per significato e per uso) rende manifesta una conclusione verificabile degli assunti di partenza: non è difficile verificare che il contenuto dominante del LdE è soprattutto equivalente alla proposizione inespressa "se...allora", di cui riempie i puntini (possiamo chiamare forse "equazione primordiale" questa tacita proposizione eccezionale. Non è difficile riconoscere, in queste definizioni sommarie, al LdC lo status di strumento di base della cosiddetta «cultura umanistica» e al LdE quello di strumento di base della cosiddetta «cultura scientifica»²⁰.

3. La *scientia*, l’*humanitas* e il rapporto tra l’«effettualità» e la «possibilità»

Un’altra linea di demarcazione molto netta tra la *scientia* e l’*humanitas* è, tradizionalmente, il diverso atteggiamento rispetto al mondo delle possibilità. La *scientia* si occupa del «qui» e «ora», dell’effettuale, parla della nostra esperienza sensibile, ripete, con il Galileo del *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, che “i discorsi nostri hanno a essere intorno al mondo sensibile, e non sopra un mondo di carta”²¹. Per la letteratura il mondo delle possibilità è un ambito di riferimento imprescindibile, come chiarisce in modo netto ed esplicito Musil nell’*Uomo senza qualità*: "Se il senso della realtà esiste, e nessuno può mettere in dubbio che la sua esistenza sia giustificata, allora, ci deve essere anche qualcosa che chiameremo senso della possibilità. Chi lo possiede non dice, ad esempio:

¹⁹ D. Davidson, *Reality without Reference*. In: Platts M., ed., *Reference, Truth and Reality. Essays on the Philosophy of Language*, Routledge & Kegan Paul. London, 1980, pp. 134-135.

²⁰ C. Bernardini, Seminario di filologia francese, *A cosa serve la letteratura*, http://www.filologiafrancese.it/index.php?menu_sez=a_cosa_serve_la_letteratura2

²¹ G. Galilei, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, Edizioni Studio Tesi, Pordenone, 1988, p. 143.

qui è accaduto questo o quello, accadrà, deve accadere; ma immagina: qui potrebbe o dovrebbe accadere la tale o tal'altra cosa; e se gli si dichiara che una cosa è com'è, egli pensa: be', probabilmente potrebbe anche essere diversa. Cosicché il senso della possibilità si potrebbe anche definire come la capacità di pensare tutto quello che potrebbe essere, e di non dare maggiore importanza a quello che è, che a quello che non è"²².

Dobbiamo indubbiamente a Kant il migliore inquadramento della distinzione e delle reciproche relazioni tra la realtà, l'effettualità e la possibilità. Per impostare l'intera questione l'autore della *Critica della ragion pura* parte dal problema dei "confini" di un concetto e delle procedure che rendono possibile l'applicazione di quest'ultimo all'intuizione: Se ad esempio, egli rileva, io mi trovo di fronte, *qui*, cioè in un luogo ben determinato, e *ora*, vale a dire in un istante di tempo ben definito, a un animale quadrupede x e asserisco che «x è un cane», qual è il fondamento di questo giudizio? Come posso essere sicuro di aver sussunto l'oggetto x della mia intuizione sotto il concetto giusto? Per elaborare la sua risposta Kant parte dalla seguente osservazione:

"Il concetto di cane indica una *regola*, secondo cui la mia capacità di immaginazione può tracciare universalmente la figura di un animale quadrupede, senza essere ristretta ad un'unica figura particolare, offertami dall'esperienza, oppure ad ogni immagine possibile, che io sia in grado di raffigurare *in concreto*. Questo schematismo del nostro intelletto, a riguardo delle apparenze e della loro semplice forma, è un'arte nascosta nella profondità dell'anima umana"²³.

Dunque io posso asserire il giudizio: «x è un cane» perché tra il concetto di cane e l'oggetto intuito interviene un elemento di mediazione, costituito dallo schema empirico, offerto dall'immaginazione. Questo schematismo fornisce una risposta accettabile se, come nell'esempio proposto, ci fermiamo alle rappresentazioni immediate («questo quadrupede, qui e ora») ma si dimostra del tutto insufficiente se vogliamo invece attestarci al livello delle rappresentazioni universali. In tal caso, infatti, non possiamo esimerci dal prendere in considerazione l'eventualità che il mondo non sia più rimasto lo stesso, da quando mi sono formato originariamente il concetto di cane, o che non sia abbastanza stabile da autorizzarmi a elaborare queste rappresentazioni a partire, appunto, da quelle immediate. Non è quindi a partire dalle rappresentazioni empiriche immediate, dal cane che sto guardando in questo specifico luogo e in questo istante che posso pensare di arrivare, per estensione e generalizzazione, al concetto universale di «cane», quello in cui possono e devono essere fatti rientrare tutti i cani possibili e soltanto quelli.

Questo problema, a giudizio di Kant, può essere convenientemente affrontato e risolto solo ponendosi nella prospettiva di definire quella che egli stesso chiama una «geografia della ragione umana», sforzandosi cioè di delineare lo spazio di legittima pertinenza di quest'ultima, *tracciandone i confini*. Nella *Critica della ragion pura*, come si sa, viene attribuito a Hume il merito di aver compiuto il primo passo in questa direzione: "Il complesso di tutti gli oggetti possibili è, per la nostra conoscenza, come una superficie piana, che ha il suo orizzonte apparente, quello, cioè, che abbraccia tutto l'ambito di essi, ed è stato detto da noi il concetto razionale della totalità incondizionata. *Raggiungerlo empiricamente è impossibile*, e tutti i tentativi per determinarlo a priori secondo un certo principio sono stati vani. Intanto tutte le questioni della nostra ragion pura mirano a ciò che può essere fuori di questo orizzonte, o in ogni caso sulla linea del suo confine.

²² R. Musil, *L'uomo senza qualità*, Einaudi, Torino, 1957, p. 12.

²³ I. Kant, *Critica della ragion pura*, introd., trad. e note di G. Colli, Einaudi, Torino, 1957, p. 221 (il primo corsivo è mio).

Il celebre David Hume fu uno di questi geografi della ragione umana, che credette di essersi bene sbrigato a un tratto di quelle questioni, restringendole al di là di quell'orizzonte di essa, che egli pur non poté determinare²⁴.

Qui Kant si riferisce al «problema di Hume», quello cui, peraltro, aveva attribuito il merito di averlo svegliato dal suo «sonno dogmatico» e che egli espone nei termini seguenti: Hume «si fermò principalmente al principio di causalità, e osservò di esso, del tutto a ragione, che la verità sua, per non dire la validità oggettiva del concetto di causa efficiente in generale, non si fonda su una veduta, o conoscenza a priori: che, quindi, non la menoma necessità di questa legge, ma una semplice possibilità generale di servirsene nel corso dell'esperienza, e però una necessità oggettiva che ne nasce, e che egli dice abitudine, costituisce tutta la sua autorità. E dalla impotenza della nostra ragione a fare di questo principio un che vada al di là di ogni esperienza, dedusse la vanità di tutte le pretese della ragione di sorpassare l'empirico»²⁵.

Il problema può dunque essere sintetizzato attraverso la seguente domanda: come si passa da una molteplicità di osservazioni a una teoria che permette di prevedere il comportamento della natura? E' corretto e scientificamente affidabile il procedimento induttivo (che permette di passare da tanti casi particolari a un enunciato generale)? Ed è corretto stabilire un nesso di causalità tra di eventi a proposito dei quali l'unica cosa che si è autorizzati a dire, in base all'osservazione empirica, è che sussiste una relazione di successione regolare, per cui al primo segue costantemente il secondo? L'esempio tipico di Hume era questo: come possiamo essere certi che domani sorgerà il Sole sulla base del fatto che ogni giorno l'esperienza passata ci ha insegnato che il Sole è sorto? C'è una ragione per cui il futuro debba *necessariamente* somigliare al passato? La risposta di Hume era scettica (l'induzione non è uno strumento affidabile per la ricerca della verità); tuttavia l'uomo è portato a «credere» nell'induzione (a *credenze* del tipo «domani sorgerà il Sole») perché guidato dall'abitudine. Ciò che ho visto molte volte accadere mi porta alla credenza che lo rivedrò ancora accadere in futuro.

Secondo Kant Hume ha pienamente ragione nel sostenere che il problema non può essere risolto né empiricamente, né seguendo la via delle determinazioni a priori. L'unica soluzione possibile è pertanto quella di attribuire al soggetto l'incombenza e la funzione di dettare le regole e di tracciare i confini idonei a garantire la disponibilità di un mondo empirico stabile e regolare. Questo, com'è ampiamente noto, è il senso generale della rivoluzione copernicana, il cui «nucleo» è costituito dalla teoria degli schemi trascendentali e dei principi dell'intelletto che tale schematismo rende possibili, per chiarire la quale Kant parte dall'esempio dello schema empirico, che assume come termine di paragone. E infatti poco dopo il passo precedentemente citato, relativo al «concetto di cane», si trova il seguente: «Lo schema di un concetto puro dell'intelletto è qualcosa che non può essere affatto portato entro un'immagine; piuttosto, esso è soltanto la sintesi pura in conformità di una regola dell'unità, secondo concetti in generale, espressi dalla categoria»²⁶.

Pur essendo un prodotto dell'immaginazione, lo schema non va confuso con l'immagine, in quanto non è diretto, come questa, a una singola intuizione, bensì a stabilire le condizioni di pensabilità di un oggetto in generale. Esso è quindi il risultato della collaborazione che si istituisce tra immaginazione e concetto. Se prendiamo, ad esempio, lo schema di un triangolo dove la prima fornisce al secondo l'immagine di cui ha bisogno per rappresentare la molteplicità di queste figura geometrica, il riferimento al secondo chiarisce che al concetto di triangolo in generale nessuna immagine sarebbe adeguata. Lo

²⁴ I. Kant, *Critica della ragion pura*, trad. it. di G. Gentile e G. Lombardo-Radice, Laterza, Bari, 1965⁹, p. 593 (Il corsivo è mio).

²⁵ *Ibidem*.

²⁶ I. Kant, *Critica della ragion pura*, introd., trad. e note di G. Colli, Einaudi, Torino, 1957, p. 221.

schema del triangolo non può pertanto esistere mai altrove che nel pensiero: “esso è un prodotto e, per così dire, un monogramma della immaginazione pura a priori, per il quale e secondo il quale le immagini cominciano a essere possibili: Le quali immagini, per altro, non si ricollegano al concetto se non sempre mediante lo schema, che esse designano, e in sé non coincidono mai perfettamente con esso (concetto). Lo schema, per contro, di un concetto puro intellettuale è qualche cosa che non si può punto ridurre a immagine, ma non è se non la sintesi pura, conforme a una regola dell’unità (secondo concetti in generale), la quale esprime la categoria, ed è un prodotto trascendentale dell’immaginazione, riguardante la determinazione del senso interno in generale, secondo le condizioni della forma (il tempo) in rapporto a tutte le rappresentazioni, in quanto queste debbono raccogliersi a priori in un concetto conformemente all’unità dell’appercezione”²⁷. Secondo Kant, dunque, l’unica via per risolvere il problema della generalizzazione è quella di chiamare in causa un *meccanismo che operi sia al livello percettivo, sia a quello intellettuale*, elaborando il materiale grezzo, fornitogli dall’esperienza, secondo uno schema di forme generali che si possono applicare non solo al caso individuale, ma a un numero infinito di altri casi definiti in modo analogo. Ogni dato sensoriale viene così inserito, prima di essere “trattato”, per così dire, dalle categorie, in una configurazione strutturale che non è parte dello stimolo, ma non viene neppure “estratta” intellettualmente da un successivo processo astrattivo. Essa è invece il canale tramite il quale il dato entra nel processo percettivo, per cui ciascun oggetto di quest’ultimo dipende dallo schema categoriale costitutivo, che proprio in quanto fornisce un primo processo di classificazione e di configurazione, costituisce la condizione indispensabile perché dal flusso caotico delle impressioni si possano trarre immagini utilizzabili a livello concettuale. Dall’altra parte anche lo schema deve soddisfare alcune condizioni strutturali ben precise: esso, in particolare, deve avere un carattere di regola, ferrea e universale, cioè valevole per qualsiasi soggetto cosciente dotato di intelletto e di un apparato sensibile come quello umano. Proprio perché tali “*gli schemi dei concetti puri dell’intelletto sono le sole vere condizioni, che danno a essi una relazione con gli oggetti, e quindi un significato*”²⁸. Una volta stabiliti tutti questi principi dell’intelletto si dispone di un quadro generale all’interno del quale risultano ben fissati quelli che Kant, nel suo linguaggio figurato, chiama i contorni dell’isola della verità e si potrà essere certi che, entro questi specifici contorni, potremo enunciare, ricorrendo a schemi empirici, giudizi come: «questo è un cane» potendo contare su un mondo empirico stabile.

È appunto in questo sfondo che va collocata la distinzione, netta e precisa, tra la *Realität*, categoria della qualità, corrispondente al giudizio affermativo, da una parte, e il concetto di *Dasein* e quelli di *Existenz* e di *Wirklichkeit*, cioè di esistenza e di effettualità, strettamente associati a esso, dall’altra, che rientrano invece nell’ambito delle categorie della modalità. Ciò che emerge da questa distinzione è che la realtà in quanto categoria della qualità non si riferisce all’esistenza effettiva di un qualcosa nel “mondo” esterno, bensì alle determinazioni e ai contenuti che sono propri di un qualcosa in quanto *res*, cioè alla determinazione del contenuto di una cosa in quanto cosa. Come sottolinea Heidegger, quando ci riferiamo alla realtà così intesa e definita “noi guardiamo alla cerchia dei possibili aspetti come tale, e, più esattamente, a ciò che traccia i limiti di questa cerchia, a ciò che regola e delinea il modo in cui qualcosa deve apparire in generale, per poter offrire la veduta corrispondente”²⁹.

Quale sia il senso e quale l’oggetto di questo sguardo rivolto verso la cerchia dei possibili e puntato su ciò che ne traccia i limiti è ben illustrato e spiegato dall’esempio, proposto

²⁷ I. Kant, *Critica della ragion pura*, trad. it. di G. Gentile e G. Lombardo-Radice, cit., pp. 169-170.

²⁸ *Ivi*, p. 173.

²⁹ M. Heidegger, *Kant e il problema della metafisica*, Silva, Milano, 1962, p. 127.

nella *Critica della Ragion pura*, là dove si afferma che cento talleri possibili non si distinguono affatto da cento talleri effettivi, se questi ultimi vengono considerati dal punto di vista che Kant ci invita ad assumere, quello del *Gegenstand* e della sua *Position an sich selbst*, cioè della *res*, che non può variare, sia che venga considerata come possibile o come effettiva, dal momento che si tratta, nell'un caso e nell'altro, dello stesso *quid*. Questo *quid* è l'essenza al quale l'effettualità non fa che aggiungersi successivamente, per cui si può dire che anche l'*esistenza* ha il valore e il significato d'una realtà. Ma è il *quid* in se stesso, in quanto tale, che consente all'oggetto di definirsi, di qualificarsi in un modo specifico che sia sufficiente a differenziarlo da ogni altro: esso, pertanto, costituisce la risposta appropriata e sufficiente alla domanda tendente a stabilire *ciò* che una cosa è, e non ad appurare se tale cosa esista. Intesa in questo modo la realtà, come si è detto, designa la *totalità della determinazione possibile della res*.

Cerchiamo di capire meglio il significato di questa distinzione. Con il termine «realtà» intendo tutto ciò di cui devo disporre per afferrare il concetto e il contenuto di un oggetto qualsiasi. Se mi riferisco a una casa, ad esempio, della sua realtà fanno parte in modo imprescindibile le fondamenta, il tetto, la porta, la grandezza, l'estensione, i colori, insomma tutto ciò che mi serve per potermene fare un'idea corretta ed esaustiva, e quindi tutti i suoi predicati e le determinazioni possibili. Il fatto che essa sussista effettivamente oppure no è inessenziale ai fini della costruzione dell'idea e della sua corrispondente rappresentazione, intesa non nel senso puramente rappresentativo che abbiamo appena finito di precisare. Proprio per questo l'esistenza di ciò che esiste, la sua *effettività*, non è un predicato reale. Essa concerne non il *che cosa* dell'oggetto «casa», ma il suo *come*, cioè il rapporto che questo oggetto ha con il soggetto conoscente e con la facoltà del conoscere. Kant è preciso ed esplicito su questo punto. All'inizio del "Chiarimento" dei "Postulati del pensiero empirico in generale" egli infatti dice con molta chiarezza: "Le categorie della modalità hanno questo di particolare, che non accrescono menomamente, come determinazione dell'oggetto, il concetto al quale sono unite, ma esprimono soltanto il rapporto con la facoltà conoscitiva: Quando il concetto di una cosa è già del tutto completo, io posso chiedermi sempre se questo oggetto sia solamente possibile o reale, e, in questo caso, se sia anche necessario"³⁰. Mentre quando parlo di «realtà» mi riferisco alle determinazioni della cosa in quanto tale, a tutto ciò che risulta necessario per poterla pensare in tutta la sua estensione possibile, in tutte le sue possibili varianti e modalità di presentazione, quando parlo invece di «effettualità» non aggiungo un elemento o aspetto che riguardi la cosa "in e per se stessa" ma pongo questa stessa cosa nella relazione conoscitiva. Ed è soltanto in questa relazione, secondo Kant, che il reale si legittima come effettivo.

La *scientia*, dunque, secondo Kant guarda all'effettuale e concentra l'attenzione su quest'ultimo proprio perché essa traccia i confini del dominio nell'ambito del quale la cosa di cui ci si occupa, qualunque essa sia, si pone "nella relazione conoscitiva", che è la sola che legittima il reale come effettivo. *L'humanitas*, per contro, soprattutto in quanto espressione della creatività artistica e letteraria, non ha come obiettivo primario quello di conoscere il mondo *descrivendolo* e *spiegandolo*, ma piuttosto quello di *progettarlo* e di *costituirlo*, incidendo operativamente su un ambiente inteso come sfondo e un campo d'azione che, almeno in parte, va inteso come un qualcosa da strutturare e ordinare a opera della cognizione e del comportamento del soggetto.

"Grazie alle molteplici possibilità di lettura l'opera diventa 'crogiolo di riflessione', suggerisce concatenazioni, associazioni, combinazioni delle rappresentazioni cerebrali, di oggetti mentali di diverso tenore affettivo e dalle più varie implicazioni concettuali. La fugacità degli schemi interpretativi che accompagnano nel nostro cervello ogni percezione

³⁰ I. Kant, *Critica della ragion pura*, trad. it. di G. Gentile e G. Lombardo-Radice, cit., p. 229.

crea una 'instabilità' nell'interpretazione che diamo del quadro. Si aprono spazi all'immaginazione, alla ri-creazione, al sogno, che sfuggono ormai alla coscienza razionale. Lo spettatore diventa creatore"³¹.

Introducendo il concetto di *contingenza*, l'attività creativa esplora il possibile e permette di conseguire la capacità di operare una serie di rimandi ad altre possibilità dell'esperire e dell'agire, alternative rispetto a quelle vigenti e operanti. La chiave di volta di essa è quindi, come si è detto, il possibile, contrapposto all'effettuale. In questo senso si attua e si pratica una *strategia considerata come continua creazione di possibilità* e nella quale ogni scelta, ogni atto, ogni comportamento, attualizza una parte del possibile e contemporaneamente crea un nuovo possibile.

Chiave di volta di questa strategia è la classica distinzione tra *fabula* e *intreccio*, introdotta dai formalisti russi, in particolare da Viktor Sklovskij, qualche anno prima della stesura del trattato *L'analisi della spazialità e del tempo nelle opere di arte figurativa*. Con il primo termine, com'è noto, si indica la sequenza dei fatti raccontati, disposti nell'ordine cronologico in cui si sono svolti e selezionati in base ai loro rapporti di causa-effetto, con conseguente riferimento privilegiato alla narratività e alla causalità. Il secondo termine si riferisce invece al modo in cui i fatti raccontati vengono disposti dal narratore, spesso alterando l'ordine cronologico della *fabula* e/o introducendo fatti che non hanno rapporto di causa-effetto con altri, ma sono liberi (digressioni, descrizioni ecc.)

A giudizio di Sklovskij "lo scrittore, con l'intreccio, *lava il mondo*. Il mondo non fa che confondersi e impolverarsi. Lo scrittore, con l'intreccio, *strofina lo specchio della coscienza*"³².

Le modalità di questa operazione di recupero della trasparenza e della brillantezza della realtà sono oggetto del testo sicuramente più rivoluzionario che Sklovskij abbia scritto, opera di riferimento dell'intero movimento dell'Opojaz, denominazione che fa riferimento all'*Obščestvo izučenija poetičeskogo jazyka* (Società per lo studio del linguaggio poetico), dove i teorici russi, aderenti a questo gruppo, si riunivano solitamente. Si tratta dell'articolo *Iskusstvo kak priëm* (L'arte come procedimento), del 1917, in cui venivano enucleate le leggi del linguaggio prosaico e quelle del linguaggio poetico: "Se ci mettiamo a riflettere sulle leggi generali della percezione, vediamo che, diventando abituali, le azioni diventano meccaniche. Così, per esempio, passano nell'ambito dell' 'inconsciamente automatico' tutte le nostre esperienze; se uno ricorda la sensazione che ha provato tenendo in mano per la prima volta la penna, o parlando per la prima volta in una lingua straniera, e confronta questa sensazione con quella che prova ora, ripetendo l'azione per la decimillesima volta, sarà d'accordo con noi. Col processo dell'automatizzazione si spiegano anche le leggi del nostro linguaggio prosaico, con le sue frasi non completate e le sue parole pronunciate a metà. E' un processo la cui espressione ideale è l'algebra, in cui gli oggetti vengono sostituiti dai simboli. Nella rapidità del linguaggio pratico le parole non vengono pronunciate fino in fondo, e nella coscienza appaiono appena appena i primi suoni della parola. Questa proprietà del pensiero non solo ha suggerito la via dell'algebra, ma anche la scelta dei simboli (le lettere, e precisamente le iniziali). Con questo metodo algebrico, gli oggetti vengono considerati nel loro numero e volume, ma *non vengono visti*: li conosciamo solo per i loro primi tratti.

L'oggetto passa vicino a noi come imballato, sappiamo che cosa è per il posto che occupa, ma ne vediamo solo la superficie. Per influsso di tale percezione, l'oggetto si inaridisce, dapprima solo come percezione, ma poi anche nella sua riproduzione. [...] Ed ecco che per restituire il senso della vita, per 'sentire' gli oggetti, per far sì che la pietra sia

³¹ J.P. Changeux, *Ragione e piacere. Dalla scienza all'arte*, Cortina, Milano, 1995, p. 82.

³² V. Sklovskij, *Energija zabluzdenija* (L'energia dell'errore), tr. it. di M. Di Salvo, Roma, 1984, p. 32 (i corsivi sono miei).

di pietra, esiste ciò che si chiama *arte*. Scopo dell'arte è di trasmettere l'impressione dell'oggetto, come 'visione' e non come 'riconoscimento': procedimento dell'arte è il procedimento dello *straniamento (ostranenie)* degli oggetti e il procedimento della forma oscura che aumenta la difficoltà e la durata della percezione, dal momento che il processo percettivo, nell'arte, è fine a se stesso e deve essere prolungato; *l'arte è una maniera di 'sentire' il divenire dell'oggetto, mentre il 'già compiuto' non ha importanza nell'arte*³³.

Secondo Sklovskij il procedimento più efficace di "disautomatizzazione" delle forme della percezione è costituito dall'«intreccio», che ha la funzione di deformare e decontestualizzare la sequenza spazio-temporale "normale" del processo o della vicenda, oggetto della narrazione, che si traduce in un ordine causale-empirico di sequenze narrative. Esso è dunque uno strumento finalizzato alla ricomposizione, in forma diversa, delle unità tematiche proprio per liberarsi da modelli narrativi automatizzati e canonizzati e aumentare il contrasto fra la struttura attesa del racconto (e il sistema di motivazioni psicologiche, sociologiche, ideologiche che la sorreggono) e la struttura alternativa proposta, che fa capo a motivazioni differenti. L'intreccio serve quindi a "demistificare" la storia protesa verso un fine, smontarla, e schiudere la strada a una nuova concezione, aperta e non chiusa, dell'opera, caratterizzata da un punto di vista *costruttivistico* che vede nell'opera medesima l'espressione di una nuova organizzazione dei materiali e della volontà e capacità dell'uomo di dare un senso inedito, una forma e una costruzione originali non soltanto alle letterature, ma alla vita stessa. "Ogni opera letteraria", conclude infatti Sklovskij, "è un nuovo montaggio del mondo, una nuova sorpresa, una nuova apparizione"³⁴.

Quanto questa visione dell'opera letteraria ci orienti verso un procedimento costruttivo con i tratti distintivi che stiamo qui cercando di evidenziare ce lo conferma l'insistenza con la quale uno scrittore come Calvino, sempre attento all'esigenza di trovare una necessità generale di costruzione che condizionasse l'incastro di ogni storia nelle altre, pone in primo piano la centralità e il carattere essenziale del lavoro di *orchestrazione* dello scrittore. Indicativo in proposito è il seguente brano, tratto dal capitolo conclusivo di *Ti con zero*: "Le intersezioni tra le varie linee ipotetiche definiscono una serie di piani che si dispongono come le pagine di un manoscritto sulla scrivania d'un romanziere. Chiamiamo Alexandre Dumas lo scrittore che deve consegnare al più presto un romanzo in dodici tomi intitolato *Il conte di Montecristo*. Il suo lavoro procede in questo modo: due aiutanti (Auguste Maquet e P. A. Fiorentino) sviluppano una per una le varie alternative che si dipartono da ogni singolo punto, e forniscono a Dumas la trame di tutte le varianti possibili d'uno smisurato iper-romanzo. Dumas sceglie, scarta, ritaglia, incolla, interseca; se una soluzione ha la preferenza per fondati motivi ma esclude un episodio che gli farebbe comodo d'inserire, egli cerca di mettere insieme i tronconi di provenienza disparata, li congiunge con saldature approssimative, s'ingegna a stabilire un'apparente continuità tra segmenti di futuro che divergono. Il risultato finale sarà il romanzo *Il conte di Montecristo* da consegnare alla tipografia. Sui margini della scrivania di ammucchiano le proposte di continuazione della vicenda che i due aiutanti vanno metodicamente compilando. [...] Disponendo una dopo l'altra tutte le continuazioni che permettono d'allungare la storia, probabili o improbabili che siano, si ottiene la linea a zigzag del *Montecristo* di Dumas; mentre collegando le circostanze che impediscono alla storia di continuare si disegna la spirale d'un romanzo in negativo, d'un *Montecristo* col segno meno. Una spirale può girare su se stessa verso il dentro o verso il fuori: se si avvita all'interno di se stessa, la storia si chiude senza sviluppo possibile; se si svolge in spire che si allargano potrebbe a ogni giro

³³ V. Sklovskij, *Iskusstvo kak priëm*. in *O teorii prozy* (Teoria della prosa). Trad. it. di C.G. De Micheli e R. Oliva, 'L'arte come procedimento', in *Una teoria della prosa*, Einaudi, Torino, 1981, p. 12.

³⁴ V. Sklovskij, *Energija zabluzdenija*. tr. it. cit., p. 373.

includere un segmento del *Montecristo* col segno più, finendo per coincidere col romanzo che Dumas darà alle stampe, o magari per superarlo nella ricchezza delle occasioni fortunate. La differenza decisiva tra i due libri – tale da farli definire l'uno vero e l'altro falso, anche se identici - sarà tutta nel metodo. Per progettare un libro [...] la prima cosa è sapere cosa escludere”³⁵.

Eccoci dunque approdati all'idea che il lavoro creativo non si esercita accumulando, aggiungendo, seguendo un percorso «bottom-up», dall'esperienza effettuale al possibile, fino a comporre, «dal basso verso l'alto» appunto, un quadro il più ricco ed esaustivo possibile del mondo che ci circonda. Esso comincia invece a essere concepito sempre più come un percorso «top-down», l'esito di uno sforzo tenace e costante di *selezione* e di *restringimento*, dall'ambito originario del possibile, con le sue opportunità presso che illimitate, al sistema dei vincoli dettati e imposti dall'adesione all'effettualità, vale a dire al reale quale ci si presenta «qui» e «ora», cioè nelle circostanze spaziali e temporali nei quali esso è percepito e concettualizzato. Un cammino che assume la forma di una piramide rovesciata, in quanto parte dall'alto, da una base molto ampia, che tende poi a rastremarsi verso il basso, fino ad assottigliarsi in una sorta di vertice. Lo aveva ben compreso Bruno Munari il quale osserva nel suo *Verbale scritto*: “Complicare è facile, semplificare è difficile. Per complicare basta aggiungere, tutto quello che si vuole: colori, forme, azioni, decorazioni, personaggi, ambienti pieni di cose. Tutti sono capaci di complicare. Pochi sono capaci di semplificare. [...] Per semplificare bisogna togliere, e per togliere bisogna sapere cosa togliere, come fa lo scultore quando a colpi di scalpello toglie dal masso di pietra tutto quel materiale che c'è in più della scultura che vuole fare. [...] Togliere invece che aggiungere vuol dire riconoscere l'essenza delle cose e comunicarle nella loro essenzialità. Questo processo porta fuori dal tempo e dalle mode, il teorema di Pitagora ha una data di nascita, ma per la sua essenzialità è fuori dal tempo. [...] La semplificazione è il segno dell'intelligenza, un antico detto cinese dice: quello che non si può dire in poche parole non si può dirlo neanche in molte”³⁶.

In qualche modo l'approccio seguito da Kant nell'impostare la questione del rapporto tra «realtà» ed «effettualità» prefigura questa soluzione. Dire infatti che noi possiamo riconoscere e classificare come «cane» il quadrupede che abbiamo dinanzi qui e ora soltanto se riusciamo a tracciare i confini della totalità della determinazione possibile di questo specifico animale, cioè dell'intera gamma delle le forme e modalità che esso può legittimamente assumere e in cui può presentarsi in tutte le sue varianti, significa affermare che noi possiamo esperire consapevolmente il nostro contingente esistenziale solo in rapporto a un'intera gamma di possibilità esistenziali alternative, come se l'intuizione del possibile fosse il presupposto necessario per dare significato alla percezione dell'effettuale.

4. Il senso e le ragioni di una svolta

Se dunque quelli che abbiamo sin qui analizzato sono i capisaldi del modo tradizionale di impostare e vedere la contrapposizione tra la *scientia* e l'*humanitas*, si può dire che oggi la radicalità di questa contrapposizione si stia sensibilmente attenuando. Cerchiamo di capire perché.

Il programma formalista, quale si è venuto sviluppando da Leibniz a Hilbert, ha subito, com'è ampiamente noto, un colpo micidiale nel 1931, quando Gödel riuscì a demolirlo

³⁵ I. Calvino *Ti con zero*, Einaudi, Torino, 1967, pp161-164.

³⁶ B. Munari, *Verbale scritto*, Corradini, Mantova, 2008, p. 53.

dall'interno, per via meramente formale, con puri calcoli di segno senza significato, proprio come Hilbert prescriveva, e quindi senza il minimo ricorso a «verità» trascendenti o a un qualsiasi «senso» esterno al linguaggio, ma giocando il puro gioco formalista. Egli riesce così a dimostrare non solo che l'Aritmetica (la Teoria Formale dei Numeri), se coerente, è incompleta, ovvero ammette asserti del suo linguaggio indecidibili, di cui cioè non è dimostrabile né l'asserto né la sua negazione, ma che essa è *incompletabile*, ovvero non ammette estensioni formali coerenti e complete. E non basta: la coerenza dell'Aritmetica, una volta formalizzata, alla Hilbert diciamo, non è dimostrabile in Aritmetica. Ovvero, non esiste una prova finitista di coerenza dell'Aritmetica. Nessun appello a *interpretazioni* delle combinazioni formali, nessuna invocazione del concetto di «verità», comunque inteso e definito. «Solo nell'introduzione, per spiegare informalmente il senso del I teorema a venire, Gödel osserva che G , l'enunciato che risulterà indecidibile, è *corretto*. Ma *subito dopo* aggiunge che l'analisi precisa del ragionamento meta-teorico che lo prova porterà appunto a dei «risultati sorprendenti» riguardo alle «prove di coerenza dei sistemi formali» (il II teorema!)»³⁷. E ancora: «Nella ricerca ontologica di una verità matematica indimostrabile, si fa talvolta uso del “fatto” che G deve essere vera o falsa, o, il che è lo stesso, che G o $\neg G$ (una delle due) deve esser vera, *senza dire quale*, poiché questo andrebbe dimostrato. Questa «ontologia debole del vero» deriva da un'ipotesi classica (il «tertium non datur»), legittima, ma fortissima e *semanticamente* insoddisfacente (o di cattivo gusto – nozione importante in matematica) per discutere della verità un asserto, G , riscrittura formale del paradosso del mentitore, il quale, per l'appunto, non è né vero né falso. Gödel pure usa il «tertium non datur» (G è indipendente da AP classica), ma proprio per darci, in *teoria della dimostrazione*, il «tertium», l'indecidibile»³⁸. L'«indecidibile» ricavato, con un colpo da maestro, per via puramente formale, cioè rispettando rigorosamente i canoni di un programma, il cui nucleo era costituito dalla procedura generale di decisione e che si basava sul metodo assiomatico, per il quale lo sviluppo di una teoria consiste nel formulare problemi e nel cercare di *deciderli* sulla base degli assiomi che sono stati assunti!

Miglior sorte non sembra avere la seconda convinzione, quella secondo la quale la semantica delle teorie scientifiche sia sempre analitica e compositiva. Come infatti evidenziavo già in un'opera del 1991, *L'epistemologia contemporanea*, nella meccanica quantistica si ha un tipo di semantica formale che è capace di descrivere situazioni *olistiche* e *contestuali*. Ciò è dovuto al fatto che, nell'ambito di questa teoria fisica, «la referenza non può essere localizzata in un punto particolare del discorso: è quest'ultimo nella sua *totalità* che attua il riferimento, per cui non più di referente si dovrà parlare, ma di *funzione referenziale* da intendersi come *una funzione globale ripartita su tutto l'enunciato*»³⁹. Si riscontra così una vaghezza e labilità dell'abituale e preliminare operazione di identificazione di un referente che «contribuisce non poco a mettere in forse la legittimità della distinzione, che abitualmente siamo portati a compiere all'interno di ogni enunciato, tra segmenti *referenziali* (destinati, appunto, a far riferimento agli oggetti di cui si parla e ad operare, da soli, questa referenza, indipendentemente dal resto della frase) e segmenti *descrittivi* (il cui ruolo, invece, dovrebbe essere quello di descrivere le proprietà o il comportamento degli oggetti ai quali i segmenti precedenti si riferiscono)»⁴⁰. L'impossibilità di ridurre la funzione referenziale alla designazione di oggetti e l'esigenza di presentarla come una funzione «spalmata» sull'intero discorso, conferiscono a questo una compattezza e un grado di integrazione tali da far sì che i sensi delle singole parole si

³⁷ G. Longo, «Incompletezza», di imminente pubblicazione in *La Matematica*, vol. 4, Einaudi, Torino, 2010.

³⁸ *Ivi*.

³⁹ S. Tagliagambe, *L'epistemologia contemporanea*, Editori Riuniti, Roma, 1991, p. 252

⁴⁰ *Ivi*, p. 96.

fondano e si correlino strettamente, subendo ‘variazioni semantiche’ determinate dalle reciproche integrazioni. Il discorso si trasforma, cioè, in un tutto semantico con un contenuto distribuito sul suo spazio globale”⁴¹.

Si ha in tal modo una “catena di causalità circolare” che, proprio perché produce un’*interferenza* tra ciò che si descrive e il modo in cui lo si descrive, e dunque tra l’oggetto su cui verte il discorso e il soggetto che ne parla, assegna all’atto di “instaurare una funzione referenziale” il compito di concentrare l’attenzione su determinate proprietà e di selezionare associazioni con certi altri oggetti, piuttosto che con altri, e quindi di far rientrare l’oggetto medesimo, quando le sue dimensioni siano subnanometriche, all’interno di una prospettiva influenzata in misura tutt’altro che trascurabile dal contesto, in particolare dalle “condizioni di osservazione” e dagli strumenti” di misura ma anche da quelli linguistici e concettuali, di cui l’osservatore dispone.

Questa “interferenza” tra l’oggetto da osservare e misurare, da un lato, e le condizioni nelle quali si sviluppa il processo di misurazione, dall’altro, in virtù della quale la misura è cocostitutiva dell’oggetto fisico, cioè la sua azione dà la specificazione di quest’ultimo, è una conseguenza dei fenomeni di «entanglement» (intreccio, ingarbugliamento o meglio «intricazione», termine che adotteremo d’ora innanzi). Questi ultimi, a loro volta, sono l’espressione di una proprietà fondamentale della meccanica quantistica, che scaturisce dal tipo di relazione tra teoria e misura che si riscontra in essa: *quel che si calcola*, con la funzione d’onda (l’equazione di Schrödinger), *non è quel che si misura*. In fisica classica e relativistica si fanno calcoli su numeri reali, che risultano da misure, calcoli che producono a loro volta numeri reali, da verificare con nuove misure. In MQ, si calcola su numeri complessi, in spazi di Hilbert molto astratti, anche di infinite dimensioni, fuori quindi dallo spazio-tempo usuale, per poi produrre dei numeri reali, come proiezioni (valori assoluti) dei numeri complessi ottenuti con il calcolo. Tali valori sono la probabilità di ottenere certi risultati nel processo di misura e, nel verificarli con la misura, da una parte risultano dipendere dall’ordine della stessa (non commutatività), dall’altra possono essere correlati se relativi a particelle intricate.

Per capire perché si parli di «dipendenza dall’ordine» delle misurazioni, e in che cosa essa consista, occorre fare riferimento allo «scandaloso» (per le teorie classiche) «principio di sovrapposizione», in virtù del quale *stati puri quantistici* (cioè gli stati che rappresentano un massimo d’informazione sul sistema studiato, un’informazione che non può essere estesa in modo coerente a una più ricca, per cui anche la mente onnisciente di Laplace non potrebbe saperne di più) possono essere *sommati*, determinando nuovi stati puri. Uno stato puro ψ non decide semanticamente tutte le proprietà di cui può godere l’oggetto da esso descritto. Alcune proprietà restano indeterminate. Questa è una conseguenza del principio di indeterminazione di Heisenberg.

Che cosa significa, allora, la somma di due informazioni massimali come la seguente?

$$\psi = a\psi_1 + b\psi_2$$

ψ_1 e ψ_2 determinano una “nuvola di proprietà potenziali” di cui, in un certo senso, il sistema sembra godere nello stesso tempo. Quando si fa una misura, quest’ultima provoca il collasso (o riduzione) del pacchetto d’onda, per cui lo stato ψ , rispetto a cui una data proprietà (ad esempio la posizione A) era indeterminata, si trasforma nello stato ψ_1 , che *decide* quella proprietà. A questo punto si può effettuare una seconda misurazione, che provoca una diversa riduzione del pacchetto d’onda, in seguito alla quale lo stato ψ , rispetto al quale era indeterminato anche il momento (B) della particella, si trasforma nello stato ψ_2 che decide questa seconda proprietà, lasciando ovviamente indeterminata la

⁴¹ *Ivi*, p. 97.

posizione. A e B non commutano, cioè $AB \neq BA$, e quindi la conoscenza precisa dell'una preclude questa stessa conoscenza per l'altra. Non essendoci una particella che viaggia con le sue proprietà e stati "già dati" e che, al più, si disturba con la misura, ed essendo quest'ultima decisiva al fine di determinare la posizione o il momento, che non possono avere simultaneamente la specificazione e il grado di precisione voluti, i valori ottenuti *dipendono dall'ordine* in cui vengono fatte le misure.

Quanto all'*intricazione*, essa è una conseguenza della linearità dell'equazione di Schrödinger, la quale implica che il sistema composto "sistema oggetto + apparato misuratore" evolva in una sovrapposizione di stati, quando lo stato del sistema oggetto è esso stesso una sovrapposizione. Il famoso "paradosso del gatto" di Schrödinger costituisce l'esemplificazione tipica di tale problema. Un gatto che venga chiuso in una scatola e collegato a un meccanismo che ne provochi o meno la morte per avvelenamento, a seconda del decadimento o meno (eventi che hanno, poniamo, identica probabilità di realizzarsi) di un atomo di una sostanza radioattiva, si troverà in uno stato intricato (*entangled*) con quello di un tale atomo, cosicché il sistema composto da gatto e sostanza radioattiva (trascurando gli altri elementi, quali scatola e marchingegno) risulterà essere in una sovrapposizione dello stato in cui l'atomo non è decaduto ed il gatto è vivo e di quello in cui l'atomo è decaduto ed il gatto è morto. Questo finché non venga sottoposto a "misurazione" da parte di un osservatore che apra la scatola e constati la situazione del gatto (e dell'atomo).

Il fenomeno dell'*intricazione* è stato verificato nel 1982 dal fisico francese Alain Aspect, il quale ha riscontrato che due o più particelle descritte da un'unica funzione d'onda ψ possono, in particolari condizioni, mostrare correlazioni istantanee senza scambio d'energia. Per capire il senso e l'importanza di questa verifica occorre risalire al 1935, anno in cui, in collaborazione con i fisici Nathan Rosen e Boris Podolsky, Einstein pubblicava un articolo in cui veniva esposto il paradosso che porta il nome dei tre autori (il paradosso EPR). In meccanica quantistica, argomentavano i tre fisici, secondo il principio di indeterminazione di Heisenberg, è impossibile, come si è visto, misurare con arbitraria precisione, a un dato istante, *sia* la posizione *sia* la velocità di una particella. Ma immaginiamo una particella che si disintegri in due particelle, che schizzino via in direzioni opposte a uguale velocità: semplificando molto ma cercando di rispettare la sostanza dell'argomento, possiamo dire che se misuriamo la posizione di una delle due particelle e la velocità dell'altra, riusciremo, unendo le informazioni raccolte, a conoscere sia la velocità sia la posizione di ogni singola particella. Insomma, due particelle opportunamente predisposte – particelle *intricate* come le abbiamo chiamate – rimangono soggette a una «correlazione» a distanza che agisce in maniera istantanea. L'esperimento mentale di Einstein-Podolsky-Rosen lasciava pertanto aperte solo due possibilità: o esistono proprietà fisiche nascoste che eludono la descrizione della realtà fornita dalla meccanica quantistica (e allora questa teoria è incompleta) o si verificano *effetti non locali* che ci obbligano a rivedere radicalmente la nostra concezione dello spazio e del tempo.

In effetti il paradosso EPR coglieva un tratto distintivo fondamentale della MQ. Dal formalismo di quest'ultima (l'equazione di Schrödinger, in particolare) si deduce che se due sistemi hanno interagito ad un istante $t = 0$ e risultano poi separati, senza più alcuna interazione fra loro all'istante $t = T > 0$, si può, misurando solo uno di essi, conoscere con certezza il valore di una stessa misura sull'altro, all'istante T. Due particelle "intricate", si dirà poi, permettono una conoscenza istantanea del valore di una misura fatta sull'una grazie alla misura fatta sull'altra. Se la prima ha lo spin "up", per dire, si è certi, che lo spin dell'altra è "down", *se misurato*. Iterando lo stesso identico processo, si può ottenere spin "down" per la prima: allora la seconda avrà spin "up".

Così, l'equazione di Schrödinger permette di calcolare l'evoluzione di un sistema di particelle intricate e fornisce dei valori "correlati" di probabilità, per eventuali misure.

Questa situazione è ovviamente paradossale e del tutto inspiegabile dal punto di vista della fisica precedente a questa rivoluzione: infatti, se si lanciano due monete «classiche» in aria e queste interagiscono (si toccano, per dire) per poi separarsi definitivamente, le analisi probabilistiche dei valori testa-croce assunti dalle due monete sono del tutto indipendenti. Ecco perché Einstein-Podolsky-Rosen ritenevano che il loro esperimento mentale lasciasse aperte solo due possibilità: o esistono proprietà fisiche nascoste che eludono la descrizione della realtà fornita dalla meccanica quantistica (e allora questa teoria è incompleta) o si verificano *effetti non locali* che ci obbligano a rivedere radicalmente la nostra concezione dello spazio e del tempo. Tra le due alternative essi optavano, in modo netto ed esplicito, per la prima, considerando presso che inammissibile, dal punto di vista della concezione della «realtà fisica» alla quale aderivano, la seconda.

Dovevano passare trent'anni perché le intuizioni puramente speculative di Einstein-Podolsky-Rosen fossero espresse in una forma suscettibile di verifica sperimentale. Il fisico irlandese John S. Bell in un articolo magistrale del 1964 dimostrò in maniera matematicamente rigorosa, sulla base di certe disuguaglianze, che la meccanica quantistica è incompatibile con l'ipotesi dell'esistenza di «variabili nascoste». Nel 1972 John F. Clauser e Stuart Freedman dell'Università della California a Berkeley, effettuarono un primo esperimento ispirato alle idee innovative di Bell, seguiti l'anno successivo da Ed S. Frey e Randal C. Thomson della Texas A&M University. La serie di esperimenti effettuati nei primi anni '80 da Alain Aspect nel suo laboratorio dell'Università di Orsay, a Parigi, utilizzando atomi di calcio eccitati come sorgente di fotoni *intricati*, ebbe come risultato quello di mostrare che la disuguaglianza di Bell viene violata, fornendo così una inconfutabile prova sperimentale a sostegno del carattere non locale della meccanica quantistica. Nel 1997 Nicolas Gisin e la sua équipe dell'Università di Ginevra eseguirono con un successo una versione dell'esperimento di Aspect in cui i rivelatori si trovavano a una distanza di 11 chilometri l'uno dall'altro. È dunque ormai stato verificato empiricamente che le misure (valori di probabilità) di due quanta intricati (che abbiano cioè interagito) sono correlate, non indipendenti. Conoscendo una misura si conosce l'altra, anche effettuata a enormi distanze. Non passa "informazione" fra i due eventi distanti: bisogna comunicarsi (con qualsiasi mezzo) il risultato per controllare che le due misure sono in effetti intricate. Ma lo sono sempre.

La più spettacolare applicazione del fenomeno dell'*intricazione* è il teletrasporto quantistico, una procedura che permette di trasferire lo stato fisico di una particella a un'altra particella, anche molto lontana dalla prima. Questa idea, che appare così bizzarra, ha avuto una prima conferma sperimentale nel 1997, quando due gruppi di ricerca – uno diretto da Anton Zeilinger a Vienna, l'altro da Francesco De Martini a Roma – riuscirono a teletrasportare un singolo fotone. Nessuno sa con certezza se il teletrasporto si potrà realizzare anche per atomi e molecole, o addirittura per oggetti macroscopici. Quello che appare certo però che esso sembra fornire una prova difficilmente confutabile di quanto diversa sia la realtà di fronte alla quale ci pone la meccanica quantistica rispetto a quella che ci viene suggerita dalla nostra usuale esperienza percettiva.

È interessante riprendere le implicazioni per quanto riguarda la semantica di questi risultati della meccanica quantistica e fare almeno fugacemente riferimento alle loro conseguenze sul piano della logica⁴². Con il fenomeno dell'*intricazione*, come si è visto, si ha a che fare con un oggetto composto: lo stato di questo oggetto composto è puro (una informazione massimale) e determina gli stati delle parti, che non possono essere puri. L'attribuzione

⁴² Le opere alle quali fare riferimento per quanto riguarda questo aspetto sono, tra le altre: E. G. Beltrametti e G. Cassinelli, *The Logic of Quantum Mechanics*, Addison-Wesley (Reading, Mass.) 1981; M. Dalla Chiara e R. Giuntini, *La logica quantistica*, in G. Boniolo, a cura di, *Filosofia della fisica*, Bruno Mondadori, Milano, 1997, pp. 609-643.

del significato va quindi dal tutto (stato puro dell'oggetto composto) agli stati delle sue parti, ed è per questo che la semantica alla quale riferirsi è una semantica olistica, basata sulle caratteristiche olistiche del formalismo quantistico. Questa situazione ha determinato la proposta di adottare un nuovo tipo di logica, la *logica quantistica*, nella quale la verità di una disgiunzione in generale (*quantum or*) non implica, come nella logica classica, la verità di almeno un membro. Per quanto "strampalata" possa sembrare questa soluzione, va ricordato che essa trova applicazione concreta nei computer quantistici, che possono seguire diversi percorsi nello stesso tempo. Il «quantum computing» potrebbe rivoluzionare tutto il calcolo automatico: quanto meno, problemi intrattabili per complessità, diverrebbero trattabilissimi, poiché l'intricazione è una (originalissima) forma di «calcolo parallelo». Ma calcolo di che cosa? Questa è una domanda di particolare interesse ai fini del nostro discorso. Non certo di informazione digitale come comunemente intesa, bensì evoluzione di un sistema che è *globale*: le due particelle sono non-separabili, dalla misura, e una variabile associata all'oggetto sarebbe non-locale (non dipenderebbe dall'evoluzione di «un solo punto»). Situazione, questa, che Einstein, Podolsky e Rosen hanno derivato dalla teoria e che, dal punto di vista della fisica classica e relativistica, che essi assumevano, consideravano paradossale, ma che poi, come si è visto, è stata empiricamente verificata.

Nella semantica, suggerita dalla computazione quantistica, sono pertanto soddisfatte le condizioni seguenti:

- I *significati globali* (che possono corrispondere a una *Gestalt*) sono intrinsecamente *vaghi*, in quanto lasciano semanticamente indecise molte proprietà rilevanti degli oggetti studiati;
- ogni significato determina alcuni *significati parziali*, che sono di solito più vaghi del significato globale;
- i significati (*Gestalten*) possono essere rappresentati come *sovrapposizioni* di altri significati, eventualmente associati a valori di probabilità.

È interessante ricordare che la data d' inizio della rivoluzione del «quantum computing» può essere fatta risalire al 1981, quando Richard Feynman assestò un colpo micidiale all'idea che la natura possa essere conosciuta passando attraverso il riferimento a un sistema teorico capace di *rappresentare* in modo rigoroso ed esaustivo la conoscenza relativa ad essa.

Nel corso della prima conferenza sulla fisica e la computazione, tenutasi quell'anno al MIT, egli presentò infatti una memoria dal titolo "Simulating Physics with Computers"⁴³ in cui venivano poste quattro domande:

1. Può la fisica classica essere simulata da un computer classico?
2. Può la fisica quantistica essere simulata da un computer classico?
3. Può la fisica essere simulata da un computer quantistico?
4. Può una simulazione quantistica essere universale?

La conclusione che egli traeva dalla sua analisi era che la natura non è classica, per cui se si vuole produrne una simulazione è molto meglio farlo attenendosi ai criteri e ai principi che sono alla base del modo in cui si comporta la realtà, seguendo cioè il suo stesso percorso. Rispetto alla posizione di Hilbert ciò comportava un mutamento di prospettiva fondamentale: la computazione non poteva, a suo giudizio, essere ritenuta un affare

⁴³ R.P. Feynman, "Simulating Physics with Computers", *International Journal of Theoretical Physics*, (21), 1982, pp. 467-488.

interno della matematica e della logica, ma doveva essere considerata anche e soprattutto per i suoi legami con il mondo della fisica e risultare conforme alle acquisizioni di quest'ultima.

Nel momento in cui dobbiamo occuparci di un tipo di mondo che presenta tratti distintivi come l'intricazione, che non possono essere ignorati, sembra avere poco senso, a giudizio di Feynman, adottare un linguaggio o schemi concettuali che non siano in grado di cogliere e riflettere queste caratteristiche imprescindibili. È molto meglio rivolgersi a strumenti, linguistici e concettuali, che siano in grado di afferrare gli aspetti qualificanti della realtà che si vuole studiare e di "far presa" su di essi. Allora, se torniamo al problema della computazione, il computer classico non pare costituire una risorsa affidabile, in quanto la simulazione di un fenomeno su di esso richiede un mondo prevedibile in modo deterministico. Se vogliamo emulare il mondo quantistico esso, di conseguenza, ci serve a poco: sarebbe invece il caso di rivolgersi a uno strumento di calcolo che funzionasse anch'esso secondo le leggi della meccanica quantistica, i cui circuiti e bit di memoria non siano cioè vincolati a una dualità di valori 0 e 1, ma possano anch'essi operare in una sovrapposizione di stati.

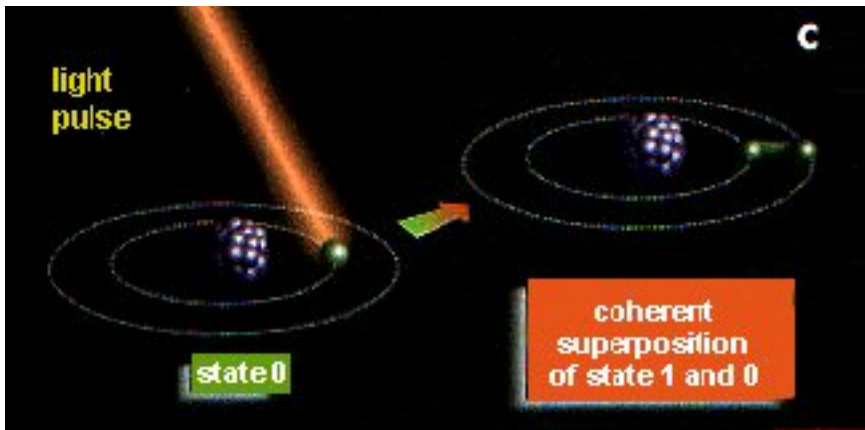
Per capire di che cosa stiamo parlando immaginiamo, in un modello del tutto intuitivo la cui illustrazione debbo alla cortesia di Roberto Giuntini, un atomo che abbia un solo elettrone nell'orbita più esterna. Questo elettrone può essere eccitato in un'orbita più ampia illuminandolo con una luce di una particolare frequenza. Se lo stato eccitato è abbastanza stabile possiamo utilizzare quest'ultimo e lo stato precedente (ossia quello relativo all'orbita interna) rispettivamente come gli stati 1 e 0. Se poi lo stesso raggio di luce viene inviato sull'elettrone quando questo si trova nell'orbita esterna esso ritorna all'orbita interna, emettendo un fotone. In sostanza questo meccanismo, descritto in maniera quanto mai approssimativa, potrebbe essere utilizzato per realizzare a livello di un singolo atomo l'operatore NOT.



Un tipico modello fisico per l'operatore Not

$$|0\rangle \rightarrow |1\rangle; |1\rangle \rightarrow |0\rangle.$$

Ma che succede se inviamo sull'elettrone un raggio di luce per una durata di tempo che è la metà di quella necessaria a farlo saltare nell'altra orbita e dunque per portare a compimento l'operazione logica NOT appena descritta?



Un tipico modello fisico per l'operatore $\sqrt{\text{Not}}$

In questo caso lo stato dell'elettrone non sarà né $|0\rangle$ né $|1\rangle$, ma piuttosto una sovrapposizione di entrambi gli stati. Dal punto di vista logico per avere un analogo di questa situazione dobbiamo introdurre un nuovo operatore $\sqrt{\text{Not}}$ che può essere considerato come un «tentativo di negazione parziale», una sorta di «mezza negazione», che trasforma valori precisi e ben definiti d'informazione come $|0\rangle$ o $|1\rangle$ in qualcosa di massimamente incerto. Nella logica booleana e in quella fuzzy non c'è alcuna operazione logica corrispondente a questa. Il ricorso a essa non va tuttavia ritenuto arbitrario, in quanto risulta motivato dall'esistenza in natura di un suo fedele modello fisico.

Se a questo punto immaginiamo ulteriormente che l'atomo in questione sia un bit, esso contiene contemporaneamente i due valori 0 e 1. Solo quando andremo a misurare quale sia il valore l'atomo collasserà in uno stato definito.

Utilizzando in tal modo un atomo si può memorizzare un'unità di informazione, ossia un bit. Nel 1995, Ben Schumacher coniò il termine "qubit" (*quantum bit*) per denotare tale entità. Un bit digitale se viene misurato può essere solo 0 o 1, con certezza, mentre un bit analogico può assumere qualsivoglia valore tra 0 e 1. Un qubit è, invece, una "sovrapposizione" di 0 e 1 e può essere definito dalla notazione matematica $a|0\rangle + b|1\rangle$, intendendo con ciò che se misurato esso potrà valere 0 con probabilità $|a|^2$ e 1 con probabilità $|b|^2$, essendo a e b numeri complessi tali che $|a|^2 + |b|^2 = 1$. Il qubit è dunque l'informazione contenuta in un sistema quantistico a due stati, come lo spin di un elettrone. Dove l'elettrone non sia in uno stato definito, ma in sovrapposizione di stati \uparrow (Spin "su") e \downarrow (Spin "giù"), qualora si assegni allo stato \uparrow (Spin "su") il valore binario "0" e allo stato \downarrow (Spin "giù") il valore binario "1", si dovrà concludere che il sistema elettrone si trova in uno stato che rappresenta la sovrapposizione di "0" e "1" – uno stato classicamente inimmaginabile! Se adesso si procede a costruire un registro costituito da due elettroni, i cui stati stabili di spin saranno quattro ($\uparrow\uparrow, \uparrow\downarrow, \downarrow\uparrow, \downarrow\downarrow$), corrispondenti ai quattro stati binari (00, 01, 10, 11), ove lo stato del registro non si trovi in uno stato definito, ma in sovrapposizione di stati, si dovrà concludere che il sistema "coppia di elettroni" (= il registro a due elettroni) si troverà in uno stato che rappresenta la sovrapposizione delle coppie di stati 00, 01, 10, 11. In un registro a due celle possono pertanto convivere in stato di sovrapposizione tutti e quattro gli stati indicati. Nel registro sono sovrapposti e simultaneamente scritti i simboli 00, 01, 10, 11, estraibili con un'opportuna misura.

In questo tipo di computer entra in gioco, con i sistemi composti, l'entanglement. Supponiamo per semplicità di avere un sistema composto da due sottosistemi. Lo stato del sistema composto può essere o il risultato dell'«accoppiamento» di due stati distinti dei sottosistemi, oppure può essere uno stato irriducibile all'accoppiamento di due stati distinti. In quest'ultimo caso si parla di stato entangled. Si tratta quindi di uno stato olisticamente specifico del sistema composto.

Come sottolinea Ernesto Hofmann, “l’*entanglement*, insieme alla sovrapposizione, è la chiave di volta dell’intero funzionamento del computer quantistico. Senza l’*entanglement*, infatti, come si potrebbero correlare i risultati ottenuti con i valori in ingresso? Per comprendere più facilmente questo fondamentale concetto si può ricorrere a una semplice metafora. Si immagini di avere un insieme di domande, quali per esempio la moltiplicazione di diverse coppie di numeri molto grandi, e di distribuire tali moltiplicazioni tra più persone. Ciascuna di queste trascriverà il proprio risultato su di un foglietto che porrà in una scatola. La scatola in questo esempio rappresenta il registro di qubit in uscita. Estrarre di volta in volta dalla scatola un risultato equivale a far “collassare” il registro dei qubit a un valore preciso dopo una misura. Ma il risultato ottenuto a quale domanda, ossia a quale moltiplicazione, corrisponde se sul foglietto è scritto solo il risultato?

Nel computer quantistico è proprio il meccanismo dell’*entanglement* che consente di associare i singoli risultati alle rispettive domande. Allo stesso tempo il principio dell’interferenza fa in modo che se viene estratto un foglietto con un risultato vengono contemporaneamente distrutti tutti gli altri.

Con i tre fondamentali meccanismi della sovrapposizione, dell’*entanglement* e dell’interferenza è possibile costruire un’intera logica circuitale quantistica, almeno a livello concettuale, con la quale si può mettere in luce la straordinaria capacità di calcolo di un computer quantistico”⁴⁴.

Ciò che è interessante, dal punto di vista del terzo degli aspetti di cui ci siamo occupati, e cioè la questione del rapporto tra «realtà», «effettualità» e «possibilità» è che la teoria quantistica senza osservazione ci impone di prendere atto e di tener conto di situazioni come quella, che abbiamo appena descritto, nella quale lo stato dell’elettrone non è né $|0\rangle$ né $|1\rangle$, ma piuttosto una sovrapposizione di entrambi gli stati. Situazioni di questo tipo sono state presentate già da Heisenberg come esempi di quello che egli chiamava uno «strato intermedio», così introdotto e definito: “Le onde di probabilità di Bohr, Kramers, Slater possono essere interpretate come una formulazione quantitativa del concetto aristotelico di $\delta\upsilon\nu\alpha\mu\iota\varsigma$, di possibilità, chiamato anche più tardi col nome latino di *potentia*. L’idea che quanto succede non sia determinato in modo perentorio, ma che già la possibilità o ‘tendenza’ al verificarsi d’un fatto possieda una specie di verità ha, nella filosofia di Aristotele, una parte decisiva. Si tratta d’una specie di *strato intermedio*, che sta in mezzo fra la verità massiccia della materia e la verità spirituale dell’idea o dell’immagine”⁴⁵.

Ecco dunque la teoria fisica costretta a misurarsi non solo con l’effettualità, ma anche con la realtà nel senso kantiano di questo termine, fortemente intrecciata, come si è visto, anzi «intricata», possiamo dire a questo punto sulla base delle risultanze della meccanica quantistica, con la dimensione della possibilità.

Basta mettere a confronto questo «strato intermedio», di cui parla Heisenberg, con l’affascinante, penetrante e lucida descrizione del «terzo stato», che ci è stata fornita recentemente da Amos Oz, per rendersi conto di quanto si sia ridotta, rispetto all’immagine che tradizionalmente ne viene offerta, la distanza tra *scientia* e *humanitas* per quanto riguarda la questione del rapporto tra «senso della realtà» (o, meglio, dell’«effettualità») e «senso della possibilità»:

“Andò alla finestra per mettere un po’ ordine nei suoi pensieri. Osservò la luce invernale che si dispiegava come materia nobile sulle vette e sui pendii. La luce baciava i picchi,

⁴⁴ E. Hofmann, “Dal computer classico a quello quantistico: realizzabilità e potenziali applicazioni”, *Mondo digitale*, 4, 2003, p.68.

⁴⁵ W. Heisenberg, *La scoperta di Planck e i problemi filosofici della fisica atomica*, in W. Heisenberg, M. Born, E. Schrödinger, P. Auger, *Rencontres internationales de Genève*, Neuchâtel, Baconnière, 1952-1958 trad. it. di A. Verson, *Discussione sulla fisica moderna*, Einaudi - Paolo Boringhieri, Torino, 1959 («Biblioteca di cultura scientifica », 59), p. 10.

scivolava per le valli, risvegliava in ogni albero e in ogni pietra l'entità dormiente, raggianti, rimasta sepolta per giorni sotto una quotidianità grigia, inanimata. Meditò sul fatto che, di tanto in tanto il sonno gli sembrava meno intaccato dalla falsità di quanto non fosse lo stato di veglia, mentre a volte, al contrario, proprio il restare sveglio fino allo stremo era ciò che desiderava più d'ogni altra cosa. Ora gli venne in mente che forse non erano due bensì tre gli stati: il sonno, la veglia e questa luce che inonda tutto da fuori e anche da dentro, sin dal primo mattino. In mancanza di una determinazione confacente, per sé stesso definì questa luce con le parole: il «terzo stato»... Non esiste al mondo, pensò, una privazione più tragica che la perdita del «terzo stato». La perdita avviene ... per colpa di futili desideri e per correre dietro a vanità e minuzie. Tutte le sofferenze, rifletté, tutta l'insulsaggine e il ridicolo non sono altro che il frutto della perdita del «terzo stato»⁴⁶.

Con ciò non intendiamo certamente proporre improbabili quanto artificiosi e forzati accostamenti tra la scienza, da una parte, e la letteratura o l'arte, dall'altra, ma semplicemente limitarci a rilevare che il quadro dei rapporti, dei nessi e delle differenze tra questi ambiti è oggi molto più articolato e sfumato di quanto si potesse supporre prima di alcuni degli sviluppi più significativi della ricerca scientifica del '900.

5. La conoscenza: processo di estensione e di ampliamento o di selezione e di restringimento?

Non solo a livello filosofico, dunque, ma oggi anche a quello della ricerca scientifica, la distinzione kantiana tra effettualità e realtà e l'apertura al possibile che essa contempla acquistano un'importanza e un'influenza tutt'altro che trascurabili, in seguito all'autentico «rovesciamento di prospettiva» al quale si perviene seguendo alcune tracce precise che ci vengono offerte dagli sviluppi della fisica contemporanea, soprattutto della meccanica quantistica. Quest'ultima, come si è visto, attribuisce infatti allo stato di un sistema il significato di una pura *potenzialità di manifestazione*. Ciò significa assumere come proprio livello fondamentale di riferimento non il «fenomeno», definito, sulla scia dell'impostazione kantiana, come un qualcosa collocato in modo preciso nella trama dello spazio e del tempo e soggetto all'azione ordinatrice e strutturante del tessuto delle categorie, in particolare della causalità, bensì l'«interfenomeno», come lo ha chiamato Hans Reichenbach⁴⁷, cioè il possibile allo stato puro, al quale la fisica classica riconosceva diritto di cittadinanza solo nel mondo del pensiero, una «presenza» che possiede un'indeterminazione intrinseca rispetto alle possibili osservazioni che si possono compiere su di esso.

Le conseguenze di questo rovesciamento sono sottolineate con particolare forza e incisività da Paul Dirac, premio Nobel per la fisica del 1933, uno dei fondatori della meccanica quantistica, di cui sviluppò in particolare una formalizzazione basata sull'algebra non commutativa di operatori. Nel 1931, sulla base da un sintetico ma efficace bilancio di ciò che era successo nello sviluppo della fisica della seconda metà dell'Ottocento e dei primi decenni del Novecento, egli scriveva: «L'equilibrato progresso della fisica richiede, per la formulazione teorica della fisica stessa, una matematica che divenga continuamente più avanzata. Il che è del tutto naturale, e rientra nell'ambito delle aspettative. Ciò che, invece, non rientrava nell'ambito delle aspettative dei ricercatori

⁴⁶ Amos Oz, *Fima*, Feltrinelli, Milano, 2004, pp. 226-227.

⁴⁷ H. Reichenbach, *I fondamenti filosofici della meccanica quantistica*, Paolo Boringhieri, Torino, 1954.

scientifici dello scorso secolo sta nella forma particolare che avrebbe preso la direttrice di avanzata della matematica: in effetti essi si aspettavano che la matematica sarebbe diventata sempre più complicata, restando tuttavia su una base permanente di assiomi e definizioni, mentre, in realtà, i moderni sviluppi fisici hanno richiesto una matematica che continuamente sposta le proprie fondazioni e diventa sempre più astratta. La geometria non euclidea e l'algebra non commutativa, che un tempo erano considerate pure finzioni della mente e passatempi per pensatori dediti alla logica, si sono ora mostrate del tutto necessarie per la descrizione dei fatti generali del mondo fisico. È presumibile che questo processo di crescente astrazione continuerà nel futuro, e che il progresso in fisica debba essere associato a continue modificazioni e generalizzazioni degli assiomi che stanno alla base della matematica, piuttosto che a uno sviluppo logico di un qualche schema matematico su una fondazione fissa⁴⁸.

Quest'ultima citazione, pur appartenendo ormai al repertorio della storia della scienza, non può certamente essere considerata obsoleta. La sua forza sta nell'idea, tuttora attuale, della conoscenza come un sistema dinamico che oscilla e che si ristrutturava di continuo. Questo sistema appare refrattario alla caricatura che ne viene spesso ancora offerta, basata sul presupposto della disponibilità di un ben oliato e collaudato meccanismo di scoperta di nuovi risultati, che ha nell'induzione il suo elemento trainante e la sua forza propulsiva.

Oggi gli argomenti che possono essere portati per mettere in dubbio, perlomeno, l'idea di poter disporre di un dispositivo affidabile che ci possa facilitare nel compito di acquisizione di nuove conoscenze si stanno moltiplicando e considerevolmente rafforzando. L'idea di un'intelaiatura generale, di una trama alla quale potersi riferire per collocare, come all'interno di un mosaico, le tessere che emergono via via in seguito ai nostri sforzi di «far presa» sulla realtà si sta dimostrando sempre più problematica, in seguito all'incertezza informazionale intrinseca dell'osservatore che risulta ineliminabile, legata com'è, nella fisica quantistica, ai principi di indeterminazione e di sovrapposizione. L'impossibilità, anche teorica e in linea di principio, e non solo pratica, di spingere la riduzione di questa dimensione fino al punto che anche una ipotetica *mente onnisciente* non potrebbe saperne di più (il «*conoscere intensive*» del «sogno di Galileo»⁴⁹), ci costringe, ancora una volta, a fare i conti con il possibile, inteso, in questo caso, come consapevolezza dell'esigenza di convivere con l'incertezza.

Quest'ultima si conferma, di conseguenza, sempre più come un ingrediente imprescindibile del nostro senso di realtà soggettiva, della nostra condizione di esseri costantemente alle prese con il tentativo di ridurre l'incertezza che ci circonda e domina la nostra esistenza attraverso ogni informazione e conoscenza che acquisiamo, ogni scelta che facciamo, ogni decisione che prendiamo. A questa *incertezza soggettiva*, da sempre avvertita, si sta abbinando la crescente (e inedita) consapevolezza che anche il mondo esterno, quello naturale, presenta un analogo grado di incertezza oggettiva intrinseca, che ci obbliga, come si è visto, ad attribuire «realtà», nel senso kantiano del termine, ai possibili allo stato puro, a ciò che non può essere fatto rientrare nella trama del «pre-

⁴⁸ P.M.A. Dirac, *Quantized singularities in the electromagnetic field*, 'Proc. Roy. Soc.', /a), 133, 1931.

⁴⁹ G. Galilei, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, Edizioni Studio Tesi, Pordenone, 1988, p. 130: "ma pigliando l'intendere *intensive*, in quanto cotal termine importa intensivamente, cioè perfettamente, alcuna proposizione, di che l'intelletto umano ne intende alcune così perfettamente, e ne ha così assoluta certezza, quanto se n'abbia l'istessa natura; e tali sono le scienze matematiche pure, cioè la geometria e l'aritmetica, delle quali l'intelletto divino ne sa bene infinite proposizioni di più, perché le sa tutte, ma di quelle poche intese dall'intelletto umano credo che la cognizione agguagli la divina nella certezza obiettiva, poiché arriva a comprenderne la necessità, sopra la quale non par che possa esser sicurezza maggiore". Dunque se *extensive* la conoscenza umana è molto limitata, *intensive* pareggia, però, quella divina nella dimensione matematica.

ordine» imbastito dal riferimento allo spazio e al tempo, al «qui» e all'«ora» e che la scienza classica riconosceva, proprio per questo, solo come prodotto del pensiero e della sua creatività, risultato di quelle “pure finzioni della mente” di cui parlava Dirac nel passo che abbiamo riportato

L'intuizione del possibile e la sua presenza diventano, in questo modo, la condizione necessaria non soltanto della percezione di noi stessi, ma anche del nostro rapporto con lo sfondo esterno nel quale siamo collocati, con conseguenze che non possono essere sottovalutate né circoscritte a effetti puramente locali.

L'aspetto di particolare interesse ai fini del nostro discorso è che questo approccio tipicamente «top-down», dalla sfera del possibile all'effettuale, non riguarda ormai soltanto la letteratura e l'arte, o settori specifici della conoscenza scientifica, come la meccanica quantistica, ma coinvolge l'intero ambito della nostra attività percettiva e il nostro modo di concepire la realtà esterna nel suo complesso e di riportarci a essa.

Indicativi, da questo punto di vista, sono i risultati della scoperta dovuta all'équipe dell'università di Parma guidata da Rizzolatti⁵⁰, dei «neuroni specchio», la cui presenza è stata originariamente riscontrata nella corteccia premotoria della scimmia ed è stata poi accertata sperimentalmente anche nel cervello umano⁵¹. Da essa scaturisce infatti un significativo mutamento che possiamo esemplificare riferendoci al tipo di relazione che stabiliamo ad esempio con un oggetto comune della nostra esperienza quotidiana, come una semplice tazza da caffè. L'osservazione di quest'ultima, infatti, “determinerà l'attivazione di più popolazioni neurali nell'area intraparietale superiore (AIP), ciascuna delle quali codifica una determinata *affordance*. E' verosimile che queste ‘proposte’ di azione possano essere inviate all'area F5, innescando veri e propri *atti motori potenziali*. Ora la scelta di come agire non dipenderà soltanto dalle proprietà intrinseche dell'oggetto in questione (forma, taglia, orientamento), bensì anche da quello che intendiamo fare di esso, dalle funzioni d'uso che gli riconosciamo, ecc. Nel caso della tazza, per esempio, la afferreremo in modi differenti se vogliamo prenderla per bere un caffè, per sciacquarla o, più modestamente, per spostarla. E già nel primo caso la presa potrà essere diversa a seconda che temiamo di scottarci o meno, degli eventuali oggetti che circondano la tazza, delle nostre abitudini, della nostra inclinazione a rispettare le buone maniere, ecc.”⁵².

Possiamo pertanto dire che ci troviamo di fronte a una *coppia di tendenze e capacità, entrambe effettuali*, cioè presenti e attive nello spazio e nel tempo. La tazza del nostro esempio mette a disposizione di chi la vuole utilizzare, come *risorse proprie*, tutta una serie di possibilità di presa le quali esistono oggettivamente, sia che vengano percepite o no, e che appaiono caratterizzate, appunto, da *tendenze oggettive*; d'altro canto esiste una *capacità soggettiva, ma altrettanto reale ed effettiva*, da parte dell'uomo, di estrapolare ed elaborare le informazioni relative alla forma, alla taglia e all'orientamento del manico, del bordo superiore, ecc., che rientrano nel processo di selezione, da parte

⁵⁰ V. Gallese, L. Fogassi, L. Fadiga, G. Rizzolatti, *Action recognition in the premotor cortex*, “Brain”, 119, 1996, pp. 593-609; G. Rizzolatti, L. Fadiga, V. Gallese, L. Fogassi, *Premotor cortex and the recognition of motor actions*, “Cognitive Brain Research”, 111, 1996, pp. 131-141.

⁵¹ V. Gallese, “The acting subject: towards the neural basis of social cognition”, in T. Metzinger (ed), *Neural Correlates of Consciousness: Empirical and Conceptual Questions*, MIT Press, Cambridge, MA, 2000, pp. 325-333; G. Rizzolatti, L. Fogassi, V. Gallese, *Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action*, “Nature Reviews. Neuroscience”, 2, 2001, pp. 661-670; V. Gallese, L. Fogassi, L. Fadiga, G. Rizzolatti, “Action Representation and the inferior parietal lobule”, in W. Prinz, B. Hommel (eds), *Attention and Performance*, XIX, Oxford University Press, Oxford, 2002, pp. 247-266.

⁵² G. Rizzolatti, C. Sinigaglia, *So quel che fai. Il cervello che agisce e i neuroni specchio*, Raffaello Cortina, Milano, 2006, p. 36.

sua, delle modalità di presa, e di attivare la serie di movimenti (a cominciare da quelli relativi alla prefigurazione della mano) che di volta in volta intervengono nell'atto di afferrarla. Dall'accoppiamento di queste due serie di tendenze oggettive emerge come "la tazzina funga [...] da *polo d'atto virtuale*, che per la sua natura relazionale definisce ed è insieme definito dal *pattern* motorio che viene ad attivare"⁵³.

Dall'altra parte, cioè da quella dell'uomo che si pone di fronte alla tazzina, si ha un vedere che non è fine a se stesso, ma è orientato a guidare la mano, e che si presenta, dunque, "anche, se non soprattutto, un vedere *con* la mano, rispetto al quale l'oggetto percepito appare immediatamente codificato come un insieme determinato di *ipotesi d'azione*"⁵⁴. La percezione, dunque, si presenta come un'implicita preparazione dell'organismo a rispondere e ad agire e dalla quale scaturisce, di conseguenza, un tipo di comprensione che ha una natura eminentemente *pragmatica*, che non determina di per sé alcuna rappresentazione "semantica" dell'oggetto, in base alla quale esso verrebbe, per esempio, identificato e riconosciuto come *una tazzina da caffè*, e non semplicemente come *qualcosa di afferrabile con la mano*. "I neuroni di F5 e di AIP rispondono solo a certi tratti degli oggetti (forma, taglia, orientamento, ecc.), e la loro selettività è in tanto significativa in quanto quei tratti sono interpretati come altrettanti sistemi di *affordances* visive e di atti motori potenziali. Di contro, i neuroni che popolano le aree della corteccia cerebrale inferiore codificano profili, colori e trame degli oggetti, elaborando l'informazione selezionata in immagini che, una volta memorizzate, consentirebbero di riconoscerli nelle loro fattezze visive. Ma basta questo per risolvere la distinzione anatomica tra la via *ventrale* e le vie *dorsali* nella contrapposizione funzionale tra una *visione-per-la-percezione* e una *visione-per-l'azione*? Crediamo di no – a meno di non ridurre la *percezione* a una rappresentazione iconica degli oggetti, alla raffigurazione di una *cosa*, indipendente da qualsiasi *dove* e da qualunque *come*, e l'azione a un'intenzione che discrimina tra un *come* e forse un *dove*, ma nulla ha a che fare con il *cosa*. A meno cioè di non relegare il processo percettivo a mera identificazione di figure (*idee*, nel senso letterale della parola), emendate da qualunque pregnanza motoria ed elevate al rango di unici possibili veicoli di significato, e di frantumare il senso dell'azione in una semplice successione di movimenti di per sé privi di correlato oggettuale"⁵⁵.

Il fatto che le due serie di tendenze effettuali sulle quali ci siamo soffermati, e cioè le risorse proprie della tazzina e le possibilità di presa che esse consentono, da una parte, e la capacità dell'uomo di valutare tutte le possibili modalità di presa, di selezionarle e di attivare la serie di movimenti conseguenti, dall'altra, assumano significato e valore solo nella loro reciproca interazione, dà un senso preciso e concreto all'idea, già affacciata in conclusione del precedente paragrafo, che al pensiero oggettivante, fondato su una pretesa autonomia e autosufficienza delle "cose" che popolano il nostro ambiente, debba subentrare un'*ontologia delle relazioni*, in virtù della quale, appunto, la tazzina, più che un oggetto a sé stante, risulta essere, come si è visto, un *polo d'atto virtuale* al quale corrisponde un'*intera gamma di possibilità*, cioè uno spettro, altrettanto virtuale, di modalità di presa e di relativi movimenti, tra le quali operare una selezione e una scelta. Solo dall'accoppiamento di questi due "orizzonti virtuali" e dalla loro convergenza scaturisce la selezione, all'interno di ciascuno di essi, di quella soluzione progettuale che trasforma le possibilità in realtà, cioè *l'ipotesi d'azione* in *una tazzina* e *l'intero spettro di modalità di presa* nell'*effettivo movimento prescelto*. Quella che ci appare come "naturalità immediata" del mondo si configura pertanto, alla luce di queste acquisizioni, come *il risultato delle relazioni intenzionali pragmatiche* che uniscono il soggetto che agisce e

⁵³ *Ivi*, p. 47.

⁵⁴ *Ivi*, p. 49.

⁵⁵ *Ivi*, pp. 49-50.

conosce all'oggetto verso il quale egli dirige la propria attenzione in un rapporto correlativo di attribuzione reciproca di senso.

A questa estensione dell'orizzonte percettivo si accompagna un ampliamento significativo dello spazio delle nostre relazioni interpersonali, che, come ho avuto già occasione di rilevare, "sarebbe il risultato di una attività di simulazione incarnata definita in termini sub-personali dalla attività dei neuroni specchio che permettono di mappare sullo stesso substrato nervoso azioni eseguite e azioni osservate, sensazioni ed emozioni esperite personalmente e osservate negli altri. Ecco dunque cominciare a profilarsi quel terreno fenomenico che richiede alla scienza nuovi tagli epistemici nella produzione della teoria della cognizione, e che appare, in particolare, orientato al superamento di quelle nette antitesi non solo tra la 'mia mente' e il 'mio corpo', ma anche tra la 'mia mente' e lo spazio e l'ambiente esterno, e tra la 'mia' mente e quella dell'altro"⁵⁶.

Siamo dunque di fronte a una prospettiva che sembra poter offrire un sostegno empirico rilevante al secondo cardine dell'idea di "mente" proposta da Gregory Bateson in una conferenza dal titolo *Forma, sostanza, differenza*, tenuta il 9 gennaio 1970 per il diciannovesimo Annual Korzybski Memorial, nella quale egli dava la seguente risposta alla domanda: "Che cosa intendo per 'mia' mente?": "La mente individuale è immanente, ma non solo nel corpo; essa è immanente anche in canali e messaggi esterni al corpo; e vi è una più vasta mente di cui la mente individuale è solo un sottosistema. [...] La psicologia freudiana ha dilatato il concetto di mente verso l'interno, fino a includervi l'intero sistema di comunicazione all'interno del corpo (la componente neurovegetativa, quella dell'abitudine, e la vasta gamma dei processi inconsci). Ciò che sto dicendo dilata la mente verso l'esterno"⁵⁷.

Questo ampliamento di orizzonte e di prospettive non può restare privo di conseguenze sul modo di concepire gli strumenti e i metodi della ricerca scientifica e il funzionamento di quello che abbiamo chiamato il "dispositivo della scoperta». Lo aveva già genialmente intuito Henri Poincaré, il quale più di un secolo fa, con un'originalità e una capacità di anticipazione che ancora oggi non cessano di stupire, osservava, a proposito del comportamento dello scienziato, che egli deve, quando si trova di fronte ai dati e alle osservazioni che costituiscono il suo materiale di lavoro, "non tanto constatare le somiglianze e le differenze, quanto piuttosto individuare le affinità nascoste sotto le apparenti discrepanze. Le regole particolari sembrano a prima vista discordi, ma, a guardar meglio, ci si accorge in genere che sono simili; benché presentino differenze materiali, si rassomigliano per la forma e per l'ordine delle parti. Considerandole sotto questa angolazione, le vedremo ampliarsi, tendere a diventare onnicomprensive. Ed è questo che dà valore a certi fatti che vengono a completare un insieme, mostrando come esso sia l'immagine fedele di altri insiemi già noti. Non voglio insistere oltre; saranno sufficienti queste poche parole per mostrare che l'uomo di scienza non sceglie a caso i fatti che deve osservare [...]. Egli cerca piuttosto di *concentrare molta esperienza e molto pensiero in un esiguo volume*, ed è per questo motivo che un piccolo libro di fisica contiene così tante esperienze passate e un numero mille volte maggiore di esperienze possibili delle quali già si conosce il risultato"⁵⁸.

L'uomo di scienza, dunque, non procede accatastando e accumulando fatti e dati, non agisce per sommatoria, bensì per intersezione e per incastro, riscontrando, sotto le

⁵⁶ S. Tagliagambe, *Il presente e l'ontologia delle relazioni*, in P.F. Pieri (a cura di), *Il presente*, Moretti&Vitali, Bergamo, 2008, pp. pp. 17-65.

⁵⁷ G. Bateson, *Forma, struttura e differenza*, in Id., *Verso un'ecologia della mente*, Adelphi, Milano, 1976, pp. 479-480.

⁵⁸ J.H. Poincaré, *Scienza e metodo*, a cura di C. Bartocci, Einaudi, Torino, 1997, pp. 14-15 (il corsivo è mio).

diversità che si manifestano, ponti sottili e analogie non rilevabili da un occhio non esercitato ed esperto. Egli riesce, in tal modo, a stabilire collegamenti e a operare trasferimenti e sovrapposizioni che gli consentono di ridurre considerevolmente il volume delle esperienze, sia effettivamente realizzate, sia semplicemente possibili, di cui può disporre.

6. Il funzionamento polifonico del cervello

Questa capacità di concentrazione in un esiguo volume di molte esperienze e di molto pensiero è connessa con le strutture parallele profonde del cervello umano che lavora come un'orchestra, realizzando di continuo quel «miracolo» della simultaneità che viene non a caso assimilato al piacere polifonico della musica. "Può essere utile pensare al comportamento di un organismo", scrive ad esempio Damasio, "come all'esecuzione di un brano orchestrale la cui partitura viene inventata via via: la musica è il risultato prodotto da molti gruppi di strumenti che suonano tutti insieme a tempo e il comportamento di un organismo è il risultato prodotto da numerosi sistemi biologici che agiscono simultaneamente. I diversi gruppi di strumenti producono differenti tipi di suoni ed eseguono melodie diverse; possono suonare ininterrottamente per tutto il brano, oppure tacere di tanto in tanto, a volte per un certo numero di battute. Analoghe considerazioni si applicano al comportamento di un organismo. Alcuni sistemi biologici producono comportamenti incessanti, altri comportamenti che in un dato momento possono manifestarsi o no. Qui desidero mettere in rilievo tre idee fondamentali. La prima è che *il comportamento di un organismo vivente*, in ogni momento scelto per l'osservazione, *non è il risultato di un'unica linea melodica, ma piuttosto di un concorso di più linee melodiche*; un direttore d'orchestra che esaminasse l'immaginaria partitura comportamentale vedrebbe *le diverse parti armonizzate verticalmente a ogni battuta*. La seconda è che alcune componenti del comportamento sono sempre presenti e ne formano la base ininterrotta, mentre altre sono presenti soltanto a periodi; la 'partitura del comportamento' registrerebbe l'entrata di un certo comportamento in corrispondenza di una certa battuta e la sua conclusione dopo qualche battuta, proprio come la partitura vera registra l'inizio e il termine dell'assolo di piano tra i movimenti di un concerto. La terza idea è che, *pur essendovi svariate componenti, il comportamento in ciascun momento è un tutto integrato, è la fusione di contenuti diversi, non dissimile dalla fusione polifonica di un'esecuzione orchestrale*. Dalla caratteristica cruciale qui descritta, la simultaneità, emerge qualcosa che nessuna delle parti specifica.

Poiché tra breve si discuterà di un comportamento umano, vi chiedo di pensare a numerose linee di esecuzione parallele che si dispiegano nel tempo. Lo stato di veglia, l'emozione di fondo e i bassi livelli di attenzione saranno sempre presenti; lo sono dal momento del risveglio a quando ci si addormenta. Le emozioni specifiche, l'attenzione concentrata e le particolari sequenze di azioni (i comportamenti) faranno la loro comparsa di tanto in tanto, come richiedono le circostanze, e così anche i resoconti verbali, che costituiscono una varietà di comportamento"⁵⁹.

Il termine "orchestrazione", così come viene proposto e utilizzato qui da Damasio, è una metafora per esprimere una concezione "reticolare" del cervello, che esclude che esso sia governato da una sorta di "cabina di regia" centrale, che sovrintende alle sue operazioni (non c'è l'ipotetico direttore d'orchestra capace di esaminare l'immaginaria partitura comportamentale e di dirigerla). Esso esprime quindi, in contrapposizione a quest'ultima situazione, l'adesione all'idea che il cervello medesimo funzioni sulla base di interazioni e relazioni, di tipo cooperativo o competitivo, che, se fra i singoli elementi vengono costituite

⁵⁹ A.R. Damasio, *Emozione e coscienza*, Adelphi, Milano, 2000, pp. 111- 112 (i corsivi sono miei).

connessioni opportune, possono fare emergere nel contesto un insieme di regolarità o di nuovi significati.

Per dare un'idea di come un sistema di questo genere possa funzionare e acquisire equilibrio e stabilità possiamo riferirci alla tradizione teorica dei sistemi dinamici non lineari. Come chiarisce Giorgio Parisi questa tradizione è nata e si sta via via consolidando in relazione allo studio di quei sistemi complessi, "composti da un gran numero di elementi di tipo diverso che interagiscono fra di loro secondo leggi più o meno complicate in cui sono presenti un gran numero di circuiti di controreazione, che stabilizzano il comportamento collettivo. In questi casi, *un punto di vista riduzionista tradizionale sembrerebbe non portare da nessuna parte. Un punto di vista globale, in cui si trascuri la natura delle interazioni fra i costituenti, sembra anch'esso inutile in quanto la natura dei costituenti è cruciale per determinare il comportamento globale*".

La teoria di cui, secondo lo stesso Parisi, dovremmo disporre per spiegare adeguatamente la natura e il comportamento di questi sistemi "ha un punto di vista intermedio: si parte sempre dal comportamento dei singoli costituenti, come in un approccio riduzionista, ma con in più l'idea che i dettagli minuti della proprietà dei componenti sono irrilevanti e che il comportamento collettivo non cambia se si cambiano di poco le leggi che regolano la condotta dei componenti. L'ideale sarebbe di classificare i tipi di comportamenti collettivi e di far vedere come al cambiare delle componenti un sistema rientri in questa classificazione. In altri termini i comportamenti collettivi dovrebbero essere strutturalmente stabili (nel senso di Thom) e quindi suscettibili di classificazione, ahimè ben più complicata di quella fatta dallo stesso Thom nella sua opera del 1975 *Stabilità strutturale e morfogenesi*"⁶⁰.

Le teorie del cervello che cominciano a essere sviluppate nell'ambito delle neuroscienze sembrano incamminarsi proprio lungo questa strada. Le ricerche dell'ultimo decennio sul suo sviluppo e sul suo funzionamento sono, infatti, giunte a due conclusioni di grande interesse ai fini del nostro discorso. La prima è che il cervello deve essere stimolato, come dimostra il fatto che la sua massa, alla nascita, è solo un quarto di quella che esso raggiungerà da adulto, e che l'esercizio della funzione nervosa è indispensabile in questo processo di sviluppo. Le connessioni nervose sono elaborate a partire da uno schema circuitale immaturo, che assomiglia solo grossolanamente a quello dell'adulto: l'ingrossamento del cervello è il risultato dell'aumento della dimensione dei neuroni e della crescita dell'estensione delle loro connessioni. La struttura della rete di neuroni non è dunque un qualcosa di acquisito e di completamente disponibile già alla nascita, ma è il risultato delle stimolazioni a svilupparsi attraverso il tatto, la parola, le immagini. Questa soluzione, che conferisce all'esperienza la possibilità di modificare e modulare in maniera fine il sistema nervoso che sta maturando, presenta un duplice vantaggio: quello di fornire a questo sistema un certo grado di adattabilità, e quello di essere economica dal punto di vista genetico. L'alternativa a essa sarebbe, infatti, l'esatta specificazione di ogni connessione nervosa, utilizzando marcatori molecolari, il che richiederebbe un numero enorme di geni, data la quantità impressionante di connessioni che si devono sviluppare nel cervello.

La seconda conclusione che qui ci preme evidenziare è il rilievo sempre maggiore che stanno assumendo il tempo e i processi di sincronizzazione nello sviluppo del cervello. Come sottolinea ancora Antonio Damasio in una sua opera precedente rispetto a quella prima citata⁶¹, il nostro forte senso d'integrazione della mente è creato dall'azione concertata di sistemi a larga scala mediante la *sincronizzazione* d'insiemi di attività neurali in regioni cerebrali separate - è una questione di *tempismo*. Se l'attività avviene in regioni

⁶⁰ G. Parisi, *La nuova fisica statistica e la biologia*, 'Sistemi intelligenti', n.2, IV, 1992, pp. 247-262.

⁶¹ A. R. Damasio, *L'errore di Cartesio*, Adelphi, Milano, 1995.

cerebrali anatomicamente separate, ma approssimativamente entro la medesima *finestra temporale*, è ancora possibile collegare le parti che stanno dietro la scena, per così dire, e creare l'impressione che tutto accada nello stesso luogo. Si noti che ciò non spiega in alcun modo come il tempo operi il collegamento, ma piuttosto suggerisce che la temporizzazione è una parte importante di tale meccanismo. L'idea di un'integrazione tramite il tempo è emersa nel decennio scorso, e oggi appare con molto rilievo nel lavoro di un certo numero di scienziati teorici. A essa si riferisce anche Boncinelli, il quale, parlando dell'attenzione e dell'opera di integrazione degli stimoli da essa svolta, sottolinea come in questi processi "intervenga un meccanismo di sincronizzazione dell'attività nervosa dei vari neuroni impegnati nell'osservazione attenta di un particolare presente in una data scena. In condizioni normali non c'è nessuna necessità che neuroni appartenenti a vie visive parallele siano percorsi da impulsi nervosi oscillanti in sincronia, ma in queste particolari circostanze sembrano farlo. Un'onda di sincronizzazione di circa 40 impulsi nervosi al secondo è stata, per esempio, recentemente individuata in alcune popolazioni di neuroni della corteccia visiva"⁶². Secondo questa ipotesi, dunque, il processo di messa a fuoco selettiva e di integrazione di un complesso di particolari e dettagli, presenti all'interno di una determinata scena visiva, corrisponderebbe al passaggio di un certo numero di neuroni da uno stato di oscillazione disordinato e asincrono a uno coerente e sincrono.

La struttura e il funzionamento del cervello appaiono dunque predisposti per attivare molti tipi di strutture costruite a partire da livelli più bassi e per assicurare un'efficace alternanza fra il percepire qualcosa globalmente e il percepirla come un insieme di parti. Questa dicotomia viene anche da Hofstadter assimilata a una situazione musicale, in particolare a due modalità alternative di ascoltare una fuga, l'una delle quali esclude l'altra: "O seguire una singola voce per volta, oppure seguire l'effetto totale di tutte le voci insieme, senza tentare di separarle l'una dall'altra". Infatti "le fughe hanno l'interessante proprietà che ognuna delle voci è un brano musicale autonomo, e quindi una fuga potrebbe essere considerata un insieme di parecchie composizioni musicali distinte, tutte basate su un singolo tema e tutte suonate simultaneamente. E dipende dall'ascoltatore (o dal suo subcosciente) decidere se essa deve essere percepita come un'unità o piuttosto come un insieme di parti indipendenti, tutte in armonia fra loro"⁶³.

Il cervello sembra dunque comportarsi come un musicista abile nel creare una bella fuga, la cui arte "consiste precisamente in questa capacità di comporre vari soggetti, ognuno dei quali dà l'illusione di essere stato composto come fine a se stesso, e che però, quando viene inserito nella totalità, vi si fonde senza alcuna forzatura"⁶⁴.

Questa dicotomia fra ascoltare una fuga come totalità e ascoltare le sue voci componenti può essere messa in relazione con la differenza tra una partitura musicale e la scrittura alfabetica. La prima è un «oggetto» sintattico fondamentalmente bidimensionale, all'interno del quale si hanno combinazioni orizzontali e verticali che danno luogo a una semantica olistica, in cui il significato del tutto determina i significati contestuali delle parti. Nell'ambito della seconda, invece, come sottolinea Derrick de Kerckhove⁶⁵, "la sequenza prevale sul contesto, e da ciò dipende il fatto che nel cervello 'letterato' (almeno per quanto riguarda il trattamento del linguaggio) si riscontra la tendenza a privilegiare l'analisi, la suddivisione e le riduzioni al minimo comun denominatore (l'unità, l'atomo, il bit, il gene, etc.) nonché le classificazioni e la ricerca delle identità originarie, gli universali,

⁶² E. Boncinelli, *Il cervello, la mente e l'anima*, Mondadori, Milano, 1999, p. 137.

⁶³ D.R. Hofstadter, *Gödel, Escher, Bach: un'Eterna Ghirlanda Brillante*, Adelphi, Milano, 1984, p. 307.

⁶⁴ *Ibidem*.

⁶⁵ D. de Kerckhove, *L'uomo "letterizzato"*, in G. Bocchi e M. Ceruti, a cura di, *Origini della scrittura. Genealogie di un'invenzione*, Bruno Mondadori, Milano, 2002, pp. 268-280.

ecc.; questa tendenza è probabilmente dovuta all'effetto di plasmazione neurofisiologica della scrittura, il quale fa sì che il cervello cerchi automaticamente la sintesi dopo l'analisi, anziché afferrare direttamente la situazione dal contesto"⁶⁶.

Per il cervello è dunque essenziale la capacità di alternare in modo rapido, se non addirittura presso che simultaneo, i due tipi di trattamento (globale e sequenziale) dell'informazione. L'equilibrio tra la prevalenza della sequenzialità analitico-temporale sulla percezione globale, che si riscontra nella lettura alfabetica e nella scrittura, e strategie orientate in senso opposto risulta, non a caso, fondamentale anche ai fini dello sviluppo efficace del percorso di costruzione, da parte di ciascuno di noi, della propria identità personale, fatto di un intreccio continuo e inestricabile di serializzazione e di integrazione. Ciò che chiamiamo «coscienza», infatti, "corrisponde a una serializzazione forzata di molti eventi mentali, per loro natura paralleli. In tale processo una collezione più o meno estesa di neurostati si trasforma in uno psicostato. Tali processi potrebbero già essere compresi come risultato di un fenomeno di sincronizzazione dell'attività nervosa dei vari neuroni presenti in un certo numero di aree cerebrali diverse. Secondo questa ipotesi l'affiorare alla coscienza di una serie di eventi mentali corrisponderebbe al passaggio di un certo numero di gruppi di neuroni da uno stato di oscillazione disordinato e asincrono a uno più ordinato e sincrono. [...] Una volta che un complesso di processi paralleli è confluito in uno stato di coscienza non può più venire ricostruito nei dettagli: non si può cioè risalire da uno psicostato ai neurostati che lo hanno determinato. Strettamente connessa con questo processo è la sensazione del trascorrere del tempo interiore. [...] Si può assimilare ogni atto di coscienza a una specie di clessidra. Un complesso di eventi nervosi paralleli viene costretto per un breve istante a serializzarsi, per dar luogo a una presa di coscienza e all'eventuale progettazione di un'azione, ma subito dopo riguadagna il suo andamento parallelo necessario per il compimento dell'azione stessa, che richiede l'attivazione concertata di un certo numero di muscoli, che dev'essere a sua volta controllata in tempo reale attraverso un continuo flusso di percezioni che servono a monitorarne l'esecuzione. Il momento della coscienza corrisponderebbe quindi alla strozzatura della clessidra. Prima tutto è parallelo. Dopo, tutto ritorna parallelo. La contemplazione cosciente corrisponde al breve istante della serialità"⁶⁷.

Per contro Douglas Hofstadter ha di recente sottolineato⁶⁸ come la generale credenza di ciascuno di noi nella propria identità personale sia paragonabile a una specie di descrizione stenografica di un percorso che è, in effetti, molto più complesso e graduale, e che approda alla creazione di quelli che vengono chiamati gli «anelli dell'io» (gli «*strange loops*» del titolo), vale a dire una rappresentazione interna di se stesso, a un livello di codifica differente da quello usuale. Questa idea di «strano anello» è ripresa da un libro precedente dello stesso Hofstadter, *Gödel, Escher, Bach*, al quale abbiamo già avuto occasione di fare riferimento, dove essa veniva presentata come "il nodo cruciale della coscienza" e definita così: "un'interazione tra livelli in cui il livello più alto torna indietro fino a raggiungere il livello più basso e lo influenza, mentre allo stesso tempo viene determinato da esso: In altre parole, c'è una 'risonanza' tra i diversi livelli che si autorafforza [...]. Il sé nasce nel momento in cui ha il potere di riflettere su se stesso"⁶⁹. Questa stessa idea è al centro dell'attenzione anche di Freeman⁷⁰, secondo il quale i processi cerebrali possono

⁶⁶ *Ivi*, p. 272.

⁶⁷ E. Boncinelli, *Io sono, tu sei. L'identità e la differenza negli uomini e in natura*, Mondadori, Milano, 2002, pp. 163-167.

⁶⁸ D. Hofstadter, *I am a Strange Loop*, New York, Basic Books, 2007.

⁶⁹ D. Hofstadter, *Gödel, Escher, Bach: un'Eterna Ghirlanda Brillante*, cit., p. 769.

⁷⁰ W. Freeman, *How Brains make Up Their Minds*, London, Weidenfeld & Nicolson, 1999 (tr. it. *Come pensa il cervello*, Torino, Einaudi, 2000).

essere compresi solo ricorrendo al modello fornitoci dalla moderna teoria dei sistemi dinamici non lineari (o complessi), le cui proprietà globali dipendono dalle configurazioni (patterns) risultanti da interazioni non lineari tra le entità elementari. Da un punto di vista fisico questo legame non lineare è dato dai cosiddetti "anelli di retroazione" (*feedback loops*, quelli di cui parla anche Hofstadter, appunto) in cui le componenti del sistema si connettono circolarmente, in maniera tale che ogni elemento agisce sul successivo, finché l'ultimo ritrasmette l'effetto al primo. Grazie a questa disposizione circolare l'azione di ciascun elemento risentirà e in qualche modo verrà influenzata da quella degli altri. Ciò consentirà al sistema di autoregolarsi, fino al raggiungimento di uno stato di equilibrio dinamico, nel quale gli elementi che compongono il sistema vengono vincolati da quello stato globale che essi stessi hanno generato cooperando insieme. L'interazione circolare o ad anello permette dunque al sistema di auto-organizzarsi spontaneamente senza che ci sia alcun agente esterno che controlli tale organizzazione.

La nostra quasi inanalizzabile sensazione del sé viene quindi considerata da Hofstadter il risultato di un processo di "attraversamento di livelli" che integra la spiegazione di come funziona il cervello su scala microscopica, basata sul funzionamento dei neuroni e delle sinapsi, con concetti di grado superiore e "non rigidi", come livello, corrispondenza, significato, e prende in considerazione, oltre ai circuiti neurali, anche la formazione dei concetti, associazioni mentali, organizzazione della memoria a breve e a lungo termine, grammatica mentale, sense of humor, identità personale. Tutti fenomeni, questi, noti anche per via di introspezione, ma difficilmente misurabili, il che spiega perché ne esistano finora modelli formali rozzi. Tuttavia si tratta di un'area imprescindibile per capire perché un suono, una parola un'immagine richiamino alla mia mente un episodio o una melodia del passato, o come noi siamo in grado di riconoscere una lettera dell'alfabeto anche se è distorta, sfumata, di stile insolito. Per questo è proprio in quest'area, secondo Hofstadter, che andranno definite formalmente le variabili macroscopiche necessarie per costruire la disciplina che egli chiama «*thinkodynamics*».

7. Conclusione

Questa stessa alternanza tra serialità e integrazione è considerata da Richard Feynman cruciale ai fini dello sviluppo della stessa ricerca scientifica: "possiamo considerarci molto fortunati", egli osserva infatti a conclusione del suo libro del 1967 *The Character of Physical Law*, "di vivere nell'età in cui si stanno ancora facendo scoperte. È un po' come la scoperta dell'America, che si scopre una volta sola. L'epoca in cui viviamo è quella in cui stiamo scoprendo le leggi fondamentali della natura, e questa non ritornerà mai più. È molto emozionante, è meraviglioso, ma l'emozione è destinata a passare"⁷¹,

Che cosa succederà dopo? Anche ammesso che si possa arrivare al termine di questa avventura, con la scoperta di tutte quelle leggi fondamentali, ciò non segnerà, comunque, la fine del libro della scienza. Da quel momento in poi prevarranno altri interessi. "Ci sarà l'interesse di studiare la connessione di un livello di fenomeni all'altro, per esempio dei fenomeni biologici e così via, o se si parla dell'esplorazione, ci sarà l'esplorazione dei pianeti, ma non ci saranno più le cose che stiamo facendo adesso"⁷².

Man mano che saliamo in questa integrazione di livelli arriviamo prima a concetti come "uomo" e "storia", poi ad altri, ancora più astratti, come "male", "bellezza" e "speranza". Quello cui la scienza deve cominciare a guardare è proprio l'interconnessione strutturale di questi concetti. Lo sforzo intellettuale dell'uomo deve orientarsi a studiare i nessi fra le

⁷¹ R. Feynman, *The Character of Physical Law*, The MIT Press, Cambridge, Mass., 1967. Tr. it. di L. Radicati di Bròzolo, Boringhieri, Torino, 1971, p. 194.

⁷² *Ibidem*.

gerarchie, cioè a connettere la storia alla psicologia, questa a sua volta al funzionamento del cervello, il cervello all'impulso nervoso, l'impulso nervoso alla chimica, e così via, in su e in giù in ambedue i sensi.

In questa ricerca che, come dice Popper, non ha mai fine, proprio per la sua complessità, occupa un posto centrale l'analisi della bellezza. "In questa epoca gli uomini stanno provando l'esperienza emozionante che si ha quando si cerca di indovinare il modo in cui la natura si comporterà in una nuova situazione mai vista prima. Da esperimenti e informazioni in un certo campo si può indovinare quello che accadrà in una regione che nessuno ha ancora esplorato. È un po' diverso dalla esplorazione normale per il fatto che sulla terra esplorata ci sono già abbastanza indizi per indovinare come sarà quella non ancora scoperta. Queste ipotesi, invece, sono spesso molto diverse da quello che si è già visto, e richiedono un grande sforzo di pensiero. Che cosa c'è nella natura che permette che questo accada, rendendo possibile indovinare, conoscendo una parte, come si comporterà il resto? Questa è una domanda non scientifica, cui non so come rispondere, e perciò darò una risposta non scientifica: io credo che è perché la natura ha in sé una grande semplicità e perciò una grande bellezza"⁷³.

La risposta, pur non scientifica, non può essere considerata arbitraria e casuale. Essa può essere ulteriormente accreditata raccordandola alla riflessione, davvero acuta e profonda, sul rapporto tra etica ed estetica, proposta da Josif Brodskij l'8 novembre 1987, nel discorso in occasione del conferimento del premio Nobel. "Ogni nuova realtà estetica", dice lo scrittore, "ridefinisce la realtà etica dell'uomo. Giacché *l'estetica è la madre dell'etica*. Le categorie di «buono» e «cattivo» sono, in primo luogo e soprattutto categorie estetiche che precedono le categorie del «bene» e del «male». In etica non «tutto è permesso» proprio perché non «tutto è permesso» in estetica, perché il numero dei colori nello spettro solare è limitato. Il bambino che piange e respinge la persona estranea che, al contrario, cerca di accarezzarlo, agisce istintivamente e compie una scelta estetica, non morale.

La scelta estetica è una faccenda strettamente individuale, e l'esperienza estetica è sempre un'esperienza privata. Ogni nuova realtà estetica rende ancora più privata l'esperienza individuale; e questo tipo di privatezza, che assume a volte la forma del gusto (letterario o d'altro genere), può già di per sé costituire se non una garanzia, almeno un mezzo di difesa contro l'asservimento. Infatti un uomo che ha gusto, e in particolare gusto letterario, è più refrattario ai ritornelli e agli incantesimi ritmici propri della demagogia politica in tutte le sue versioni. Il punto non è tanto che la virtù non costituisca una garanzia per la creazione di un capolavoro: è che il male, e specialmente il male politico, è sempre un cattivo stilista. Quanto più ricca è l'esperienza estetica di un individuo, quanto più sicuro è il suo gusto, tanto più netta sarà la sua scelta morale e tanto più libero - anche se non necessariamente più felice - sarà lui stesso.

Proprio in questo senso — in senso applicato piuttosto che platonico — dobbiamo intendere l'osservazione di Dostoevskij secondo cui la bellezza salverà il mondo, o l'affermazione di Matthew Arnold che la poesia ci salverà. Probabilmente è troppo tardi per salvare il mondo, ma per l'individuo singolo rimane sempre una possibilità. Nell'uomo l'istinto estetico si sviluppa con una certa rapidità, poiché una persona, anche se non si rende ben conto di quello che è e di quello che le è davvero necessario, sa istintivamente quello che non le piace e quello che non le si addice. In senso antropologico, ripeto, l'essere umano è una creatura estetica prima che etica. L'arte perciò, e in particolare la letteratura, non è un sottoprodotto dell'evoluzione della nostra specie, bensì proprio il contrario. Se ciò che ci distingue dagli altri rappresentanti del regno animale è la parola, allora la letteratura — e in particolare la poesia, essendo questa la forma più alta

⁷³ *Ivi*, pp. 194-195.

dell'espressione letteraria — è, per dire le cose fino in fondo, la meta della nostra specie"⁷⁴ Questo rovesciamento del rapporto tra etica ed estetica è interessante perché attribuisce a quest'ultima, più che alla prima, la responsabilità della confusione e del disorientamento che stanno contaminando il mondo contemporaneo, provocando una crisi che è dunque, prima di tutto, crisi del gusto, crisi del senso della bellezza, crisi dell'«istinto estetico», prima ancora e più ancora che crisi dei valori morali. La conseguenza che Brodskij ne ricava è che questa crisi, proprio perché estetica prima ancora e più ancora che etica, si configura come incapacità di opporre una qualunque forma di difesa "privata" contro l'asservimento, cioè come mancanza di attitudine a valorizzare l'esperienza individuale e la sua ricchezza di fronte alla marea montante dell'omologazione agli stili e ai valori egemoni. La sua radice più profonda, potremmo dunque dire, sta nel *conformismo* e nella mancanza di libertà e di resistenza che ne deriva.

Questa crisi appare tanto più allarmante e gravida di conseguenze pericolose se si condivide l'idea, che a me pare tutt'altro che infondata, che la bellezza sia, almeno in qualche misura, *non soltanto un sottoprodotto dell'evoluzione della nostra specie, ma anche una sorta di motore dell'evoluzione medesima*, con una capacità attiva (anzi, per meglio dire, *proattiva*) di retroagire sulla stessa evoluzione e di stimolarla. Se così non fosse non riusciremmo a capire e a spiegare l'assunzione, da parte dei fiori di orchidea, di sembianze che innescano in alcuni insetti comportamenti sessuali, circostanza di cui le stesse orchidee approfittano, il potere attrattivo dei fiori grazie ai loro profumi e colori, gli odori sessuali, ugualmente attrattivi, di molte specie animali, la variopinta decorazione delle diverse ali di farfalla, la ruota del pavone, il canto specie-specifico degli uccelli e via esemplificando. Né potremmo fornire una qualche motivazione convincente della singolare efficacia, segnalata ancora da Braitenberg, del giallo-nero come segnale di messa in guardia non ascrivibile a un qualcosa di giallo-nero esistente in natura e pericoloso. Sembra dunque ragionevole concludere che "si tratta di un *simbolo*, un segno che ha acquisito il suo significato per caso e che da un certo punto in poi venne inserito stabilmente nella tradizione, come la maggior parte delle parole della lingua umana, la cui forma fonetica non ha niente in comune con la cosa che significano. È veramente sorprendente che un segnale simbolico, come nero-giallo con significato di pericolo, venga utilizzato da molte specie animali e venga anche compreso, come se (almeno in embrione) esistesse una lingua universale del vivente. Se uno pensa che di informazione si possa parlare solo dove, come per gli uomini, si tratta di uno scambio di simboli, sarà per lui istruttivo sapere che i simboli esistono già nel regno animale"⁷⁵.

Pare proprio che la bellezza e il piacere siano la meta non soltanto della nostra specie, ma anche della vita nel suo complesso. E anche al di là di quest'ultima, se è vero quello che scrive Giuseppe Caglioti: "consideriamo l'evoluzione darwiniana delle creature biologiche e l'evoluzione delle strutture cosiddette artificiali. Entrambe sono scandite da tre momenti caratteristici: la *mutazione* (per le strutture biologiche) o (per le strutture cosiddette artificiali) l'*invenzione*, la *selezione* e la *diffusione*. Il momento nevralgico d'ogni processo evolutivo, il momento in cui un sistema decide se al suo interno una fluttuazione iniziale è destinata a regredire oppure ad amplificarsi per costituirsi quale nuova struttura, è il momento della selezione. Orbene, questo momento critico, a partire dal quale la fluttuazione vincente può essere qualificata come mutazione o invenzione, è controllato dal *senso del bello*. [...] Ma, analogamente, il senso del *bello* configura un criterio estetico, di *verità*, di sopravvivenza dei prodotti — astratti o concreti — dell'ingegno dell'uomo: alludiamo alle idee, ai modelli fisici o alle formule matematiche, alle teorie filosofiche, alle

⁷⁴ J. Brodskij, *Dall'esilio*, Adelphi, Milano, 1988, pp. 47 – 49 (il corsivo è nostro).

⁷⁵ *Ibidem*, pp. 91-92.

strutture architettoniche o musicali, alle opere dell'arte visiva o della scultura"⁷⁶. Viene, a questo proposito, fatto di ricordare, con Freeman Dyson, un'affermazione di Hermann Weil: "Nelle mie ricerche mi sforzai di unire il vero al bello, ma quando dovetti scegliere tra l'uno e l'altro, di solito, scelsi il bello"⁷⁷.

"Il senso del bello", conclude Caglioti, "costituisce dunque un criterio etico di sopravvivenza e un criterio estetico di verità. Strettamente legato al καλός καί ἀγαθός la triade: *bello, buono, vero* ha anch'essa superato il collaudo di millenni"⁷⁸.

Da questa analisi e dagli esiti ai quali essa è così approdata possiamo trarre dunque un auspicio: che la bellezza, elemento costitutivo imprescindibile non solo dell'esperienza artistica, ma anche di quella scientifica, e fattore propulsivo della stessa evoluzione, retroagisca e incida sul senso comune, inducendoci a costruire immagini della realtà non solo più seducenti di quelle attuali, ma anche efficaci e produttive, cioè capaci di mutare ciò che è stato ritratto per il loro contenuto di proposte attraenti e realizzabili.

Come ha scritto Bertold Brecht in questa sua bellissima riflessione: "L'uomo si fa delle cose con le quali entra in contatto e di cui deve venire a capo immagini, piccoli modelli, che gli rivelano come funzionano. Ritratti simili egli si fa anche di umani: dal loro comportamento in certe situazioni che egli ha osservato desume un determinato comportamento in altre, future situazioni. Il desiderio di poter predeterminare questo comportamento, lo determina propriamente a progettare tali immagini. Delle immagini compiute fanno parte anche quei tipi di comportamento del prossimo che sono solo tipi di comportamento rappresentati, desunti (non osservati), presumibili. Ciò conduce spesso a immagini false, a un proprio comportamento falso, tanto più in quanto tutto si svolge non in modo pienamente conscio. Sorgono illusioni che deludono il prossimo, le immagini diventano oscure; insieme ai modi di comportamento solo rappresentati, anche quelli realmente percepiti diventano oscuri e poco credibili; trattare con essi diventa incomparabilmente difficile. E' dunque falso desumere tipi di comportamento futuri in base a quelli che percepiamo? Si tratta solo di imparare un retto modo di desumere? Molto sta nell'imparare un retto modo di desumere, ma non basta. Non basta perché gli umani non sono altrettanto compiuti quanto le immagini che ci si fa di essi e che meglio sarebbe non completare mai interamente. Per di più si deve anche aver cura non solo che le immagini assomiglino al prossimo, ma anche il prossimo alle immagini. Non solo il ritratto di un uomo deve venir cambiato quando l'uomo si cambia, ma anche l'uomo deve venir cambiato quando gli si presenta un buon ritratto. Se si ama l'uomo, dall'osservazione dei modi del suo comportamento e dalla conoscenza della sua condizione si possono desumere per lui certi modi di comportamento che per lui sono buoni. Questo lo si può fare proprio come egli stesso può farlo. Dai modi di comportamento presumibili ne conseguono di desiderabili. Nella condizione che determina il suo comportamento, improvvisamente rientra l'osservatore stesso. L'osservatore deve dunque donare all'osservato un buon ritratto che ha fatto di lui. Egli può introdurre modi di comportamento che l'altro da solo non troverebbe; questi tipi di comportamento suggeriti non restano però illusioni dell'osservatore; diventano realtà: l'immagine è diventata produttiva, è capace di mutare colui che è stato ritratto, contiene proposte (realizzabili). *Fare un'immagine come questa significa amare*"⁷⁹.

⁷⁶ G. Caglioti, 'Strutture numeriche, autoorganizzazione e senso del bello', in *La matematica nella società e nella cultura*, 'Bollettino della Unione Matematica Italiana' (8), 4-A, Agosto 2001, p. 212.

⁷⁷ Cfr. S. Chandrasekhar, in *Bellezza e verità. Le ragioni dell'estetica nella scienza*, Garzanti, Milano, 1990, p. 105.

⁷⁸ G. Caglioti, *art. cit.*, p. 212.

⁷⁹ G. Baratta, *Fra inediti e rari. Verso un pensatore collettivo: Brecht a colloquio con Gramsci*, "Allegoria", n.9, 1992, pp. 153-54 (il corsivo è nostro).

Chi osserva la natura e la studia lo deve fare con passione e con amore, lo deve fare cercando di coglierne ed enfatizzarne, come suggeriva Feynman, la semplicità e la bellezza: ma per riuscirci deve essere formato al senso del bello e preparato a riconoscerlo e ad apprezzarlo. Per questo la musica, la poesia, la letteratura, l'arte in generale costituiscono l'altra faccia della medaglia dell'educazione scientifica, la predisposizione del cervello e della mente a scoprire e a «sentire» il fascino sottile della ricerca e a esserne appagati. A capire che in quella capacità “di *concentrare molta esperienza e molto pensiero in un esiguo volume*”, evidenziata da Poincaré, si nasconde, come ha intuito Pirsig, il segreto della «qualità»: “questa intelligenza non è una cosa con cui si nasce, benché in effetti *si nasca* insieme a essa. È anche qualcosa che si può sviluppare. Non è soltanto «intuizione», non è «capacità» o «talento» inspiegabile. È il risultato diretto del contatto con la *realtà* fondamentale – la Qualità⁸⁰: quella realtà che rappresenta “la ricerca di questa speciale bellezza classica, il senso di armonia del cosmo, *che ci fa scegliere i fatti che meglio vi contribuiscono*”⁸¹. Non a casaccio, dunque, ma sulla base di “quella specie di armonia, di cui aveva parlato Poincaré, un'armonia che produceva una struttura di pensiero completa, capace di unificare in uno solo i linguaggi separati della Scienza e dell'Arte”⁸².

⁸⁰ R.M. Pirsig, *Lo Zen e l'arte della manutenzione della motocicletta*, Adelphi, Milano, 1991, p. 276.

⁸¹ *Ivi*, p. 263.

⁸² *Ivi*, pp. 264-65.