

Aspetti metodologici nella definizione dei fatti mentali e della loro dinamica

*Renzo Beltrame*¹

Le questioni che intendo trattare in questo contributo appartengono ad una problematica ampiamente dibattuta in precedenti lavori nell'ambito di studi che sostengono l'impostazione di questo *Quaderno*. Il punto di partenza di questi studi è stato una radicale critica del modo tradizionale di intendere il conoscere, dove un risultato di fondamentale importanza venne raggiunto da Ceccato sin dalla fine degli anni 50². Questo modo tradizionale di intendere il conoscere, è stato spesso indicato 'raddoppio conoscitivo' o 'conoscitivismo' nei successivi scritti di questo indirizzo³. Il lavoro successivo si è incentrato sulla messa a punto di un modello dell'attività mentale coerente con i risultati di tale critica⁴ e questi studi hanno avuto un momento di forte accelerazione nella prima metà degli anni 60.

Le soluzioni proposte, ripensate a distanza, mi hanno suggerito alcune modifiche ed aggiunte che hanno dato vita ad interventi sulla rivista *Methodologia*⁵. Il ripensamento riguarda principalmente due questioni: l'individuazione del mentale e la sepa-

¹- CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE. - ISTITUTO CNUCE - Via Santa Maria 36 - 56126 Pisa - email: r.beltrame@cnuce.cnr.it.

²- Ceccato notava, e riportiamo per curiosità storica la formulazione originaria, che al termine 'conoscere' era stato attribuito un significato irriducibilmente metaforico e quindi contraddittorio in quanto: «Si è cominciato col ritenere che l'osservatore e l'osservato sussistano prima ed indipendentemente dall'osservazione, ognuno di per sé tale. Si esegue cioè l'operazione di: Sdoppiare l'osservatore in "osservatore di per sé tale ma in attesa di osservare" e "osservatore che osserva", e l'osservato in "osservato di per sé tale ma in attesa di essere osservato" e "osservato osservato". Questo modo di operare è chiamato 'passivismo'. E allora: Si aggiunge l'osservazione...come attività dell'osservatore sugli osservati, che trasforma gli osservati da "osservati in attesa di essere osservati" a "osservati osservati" (idealismo), o come attività degli osservati sugli osservatori, che trasforma gli osservatori da "osservatori in attesa di osservare" a "osservatori che osservano" (realismo)» S. Ceccato, *Il linguaggio con la tabella di Ceccati*, Hermann, Parigi, 1951, p. 20.

razione proposta a livello di analisi tra operazioni costitutive dei fatti mentali e condizioni di una loro occorrenza, condizioni che in precedenti lavori sono state

³ Una formulazione che possiamo già considerare standard è in S. Ceccato, “La macchina che osserva e descrive”, *Ric. sci.*, 32 (I), (1962), pp. 38:39. La formulazione riportata qui di seguito è stata scelta per la sua concisione ed è presa da S. Ceccato, “Mente e percezione”, *Linea grafica*, XXI, 2, (1969), p. 103: «Quando...alcuni studiosi cominciarono ad occuparsi della percezione, di certo operavano già...servendosi della percezione. In particolare ne avevano fatto lo strumento, come del resto ancora oggi lo facciamo noi, per esaminare in quali rapporti si pongano le cose percepite e localizzate spazialmente, cioè le cose fisiche, o localizzate temporalmente, cioè le cose psichiche.Che cosa sarebbe successo il giorno in cui, partendo da....situazioni ove la percezione è adoperata come strumento, ed almeno due volte, la curiosità, gli interessi, si fossero allargati alla percezione stessa, alla singola percezione, facendo di questa l’oggetto dell’indagine? Non è difficile immaginarlo: si applicò il modello della situazione fisica anche allo studio della singola percezione; e poiché l’oggetto della singola percezione è pur sempre uno solo, al fine di poterne avere due localizzati in posti diversi, lo si sdoppiò. Uno fu collocato all’esterno e l’altro all’interno del corpo del percipiente, eguali fra loro, dapprima brutalmente, cioè acqua, aria, fuoco, terra fuori e dentro al corpo, poi più gentilmente come un suono e la sua eco, o come una figura e la sua immagine nello specchio, ed infine come le due parti di una comunicazione, quella che emette e quella che riceve, introducendo anche i messaggeri, scelti fra gli effluvi, gli atomi, etc., ed oggi ancora le particelle corpuscolari o le onde, per il percorso esterno al corpo, ed i sensi per quello interno.Naturalmente, l’impostazione della ricerca doveva sollevare difficoltà a non finire, aporie tacitabili solo per andare a cascare in altre; e non mancò anche una prima radicale denuncia di Socrate, che nel *Teeteto* fa notare come, se la cosa fuori di noi è incognita e cognita soltanto quella dentro di noi, un confronto fra le due è ineffettuabile; anzi, qualcuno aggiunse poi, non si può nemmeno asserire che la seconda stia per una prima, sicché se la soluzione del raddoppio si era rivelata dogmatica, questa si rivelò scettica.». Sul carattere scettico della filosofia greca ripensata in questo orizzonte culturale, si veda G. Vaccarino, *La nascita della filosofia*, Quaderni di *Methodologia*, 1, 1996.

⁴ La bibliografia sull’argomento è pressoché sterminata. Essa coincide infatti con una parte cospicua della nostra cultura perché la comprensione del modo attraverso cui conosciamo è problema di cui troviamo documenti scritti nella cultura occidentale sin dalla riflessione dei presocratici. Qui mi limito ad alcuni riferimenti essenziali che riguardano il punto di vista sotteso all’impostazione di questo volume, punto di vista che ha una lucida presentazione storica nello scritto di V. Somenzi, “La Scuola Operativa Italiana”, *Methodologia*, 1 (1987), pp. 7:14. Sempre nell’ambito del punto di vista sotteso a questo volume e per la parte critica, si vedano soprattutto: S. Ceccato, *Il linguaggio con la tabella di Ceccatieff*, Parigi, 1956; S. Ceccato, *Un tecnico tra i filosofi*, Vol. I - *Come filosofare*, Padova, 1964; S. Ceccato, *Un tecnico tra i filosofi*, Vol. II - *Come non filosofare*, Padova, 1966; e G. Vaccarino, *La nascita della filosofia*, Quaderni di *Methodologia*, 1, Roma, 1996. Invece, per la prima proposta di un modello globale dell’attività mentale, si vedano soprattutto S. Ceccato, “La macchina che osserva e descrive”, *Ric. sci.*, 32 (I), (1962), pp. 37:58; S. Ceccato, “A Model of the Mind”, in E. Caianiello ed., *Cybernetics of Neural Processes*, Quaderni della Ricerca Scientifica, CNR Roma, 1965, pp. 21:79; e S. Ceccato ed., *Corso di linguistica operativa*, Milano, 1967.

⁵ Faccio qui riferimento principalmente a: R. Beltrame, “Mente e Cervello”, *Methodologia*, 10 (1992), pp. 85:91; R. Beltrame, “Memoria e attività mentale”, *Methodologia*, 12/13 (1993), pp. 71:80; e R. Beltrame, “Sulla descrizione dei sistemi intelligenti”, *Methodologia*, 15 (1996), pp. 1:20.

designate 'dipendenze'. Qui vorrei riprendere ed approfondire questi temi che, come avremo modo di vedere, sono strettamente interrelati tra loro. E poiché in un ripensamento critico è cruciale la formulazione dei problemi e delle soluzioni proposte, ogni riferimento a precedenti posizioni deve essere inteso riguardare unicamente scritti miei⁶, in modo da evitare spiacevoli fraintendimenti delle posizioni di altri autori⁷. La connessione tra questi problemi e un approccio di tipo diacronico allo studio dell'attività mentale verrà discussa in seguito e risulterà legata anch'essa a problematiche di occorrenza dell'attività mentale.

Nel corso del lavoro, salvo esplicito avviso contrario, supporremo sistematicamente attivo il requisito che i fatti studiati e le procedure impiegate per studiarli siano ripetibili senza restrizioni di principio o di metodo. Questo sia perché siamo interessati ad una discussione in chiave scientifica, sia perché tale requisito introduce vincoli che rendono la discussione notevolmente più precisa e determinata⁸. Senza voler aprire qui una discussione se la ripetibilità richiesta basti da sola a caratterizzare il metodo scientifico, possiamo osservare che essa rende possibile ricontrollare, e quindi al caso 'falsificare', un fatto; e questa caratteristica è stata spesso invocata come individuante il metodo scientifico⁹.

Vorrei sottolineare che il rispetto del requisito di ripetibilità è un atteggiamento mentale, una decisione programmatica, anche se le conseguenze influenzano molto profondamente il successivo modo di operare¹⁰. In ciascun esperimento, in particolare, possiamo avere una sola variabile dipendente e dobbiamo studiare la

⁶ Penso qui soprattutto a: R. Beltrame, "La première machine sémantique", *4me Congres International de Cybernetique*, Namur, 1964; R. Beltrame, "L'analisi in operazioni", *Nuovo* 75, 1 (1967), pp. 17:21; R. Beltrame, Osservazione e descrizione meccaniche, in *Corso di Linguistica Operativa*, S. Ceccato ed., Milano, 1969, pp. 115:139; R. Beltrame, "Le operazioni percettive", *Pensiero e linguaggio in operazioni*, I, 2 (1970), pp. 149:170; e a diversi aspetti della loro ripresa in R. Beltrame, "Aspetti metodologici di una teoria delle operazioni mentali", *Methodologia*, 7 (1990), pp. 53:84.

⁷ Il lettore interessato alla posizione di altri autori può vedere: F. Accame, *L'individuazione e la designazione dell'attività mentale*, Roma, 1994, che affronta con una prospettiva storica una problematica in molti punti assai vicina a quella dibattuta in questo lavoro.

⁸ Una serie di conseguenze che derivano dall'accettazione dei canoni del procedere scientifico nello studio dell'attività mentale sono state discusse in uno dei lavori citati in precedenza; si veda R. Beltrame, "Mente e cervello", *Methodologia*, 10 (1992), *cit.*.

⁹ Penso qui alle ben note posizioni di Popper in K.R. Popper, *The logic of scientific discovery*, 1934, 1959; in traduzione italiana K.R. Popper, *La logica della scoperta scientifica*, Torino, 1970.

¹⁰ Ad esempio, se un corpo celeste si avvicina al nostro sole ciò comporta che si misurino accuratamente i parametri - relativi al corpo in questione, al sole e ai componenti del nostro sistema solare - che riteniamo necessari per verificare se un altro corpo celeste che si avvicini al sole nelle stesse condizioni abbia lo stesso comportamento. Questo aspetto era stato trattato abbastanza diffusamente in R. Beltrame, "Appunti di metodologia operativa: i caratteri costitutivi della scienza", *Ricerche Metodologiche*, 3 (1968), pp. 23:40.

sua dipendenza da una sola variabile indipendente, inoltre dobbiamo precisare con molta cura il valore assegnato alle variabili che pensiamo possano influenzare l'esperimento, fissando così le condizioni dell'esperimento stesso. Questi vincoli, che a stretto rigore si riferiscono agli esperimenti, si estendono alle teorie nella misura in cui queste sono usate per formulare deduzioni e previsioni che si vogliono sottoporre a verifica sperimentale.

Conviene anche ricordare che dallo studiare i fatti come ripetibili non si può dedurre alcuna certezza che la ripetizione di un esperimento dia gli stessi risultati; ne discende solo una ragionevole attesa che i risultati siano identici quando si riproducano fedelmente le condizioni elencate per individuare l'esperimento¹¹; anche se, proprio il fallimento di questa attesa diventa l'elemento che scatena una revisione dell'organizzazione delle nostre conoscenze. Pure il fatto che le deduzioni e le previsioni ricavate da una teoria siano state verificate dagli esperimenti non garantisce che ciò si riverifichi identicamente. Tuttavia il requisito di ripetibilità risulta un vincolo assai utile: intanto perché porta ad una raccolta organizzata di fatti che di solito sono stati ripetutamente verificati, ma soprattutto perché nel sistema di conoscenze sono presenti gli elementi che permettono di riverificare in ogni momento qualsiasi fatto noto.

Vorrei infine ricordare che il requisito di ripetibilità è incompatibile con l'affermazione di una totale libertà degli individui studiati nella misura in cui tale affermazione equivalga a dichiarare l'impossibilità di verificare sperimentalmente qualsiasi asserzione sul comportamento degli individui stessi. Da un'affermazione di questo tipo conseguirebbe infatti l'impossibilità di formulare una teoria scientifica del comportamento degli individui in questione.

La definizione dei fatti mentali

Anche nella definizione dei fatti mentali sono in gioco, come in tutte le definizioni, alcune scelte. Anzitutto la scelta di definire i fatti mentali in maniera che non si incorra in contraddizioni nell'attribuire loro carattere privato¹². Vi sono valide ragioni a supporto di questa scelta oltre a quella, immediatamente evidente, di rispettare un'abitudine consolidata. Qui vorrei ricordare che il carattere privato

¹¹. Questa è anche la ragione per cui si preferisce parlare di falsificabilità piuttosto che sottolineare una verità che avrebbe soltanto i caratteri sopra discussi.

¹². Lo stesso problema si presenta per i fatti psichici, che sono definiti anch'essi in modo che si possa attribuire loro carattere privato. Nel corso di questo lavoro ci occuperemo esclusivamente di fatti mentali perché è possibile vedere il singolo fatto psichico come un particolare fatto mentale. Una caratterizzazione in questi termini era stata proposta dal 1966 in S. Ceccato, *Un tecnico tra i filosofi*, Vol. II, *cit.*, pp. 49:54.

viene di solito presentato come una proprietà del mentale, per cui si può volerne contraddittoriamente tentare una deduzione, quando si ha a che fare in realtà con una scelta.

Una volta deciso che la definizione dei fatti mentali debba essere compatibile con l'attribuire loro carattere privato, l'esigenza di definirli attraverso una corrispondenza con qualcosa di pubblico sussiste già se si vuole che la definizione possa venir condivisa con altri. Se poi, come si è detto, si intende procedere nello studio rispettando il requisito di ripetibilità proprio della prassi scientifica, dobbiamo evitare che per le definizioni risulti costitutiva la testimonianza di qualcuno, e quindi ci ritroviamo ancora a dover definire i fatti mentali attraverso una corrispondenza con qualcosa di pubblico. La scelta di impiegare una corrispondenza con qualcosa di pubblico, scartando invece una loro identificazione con qualcosa di pubblico, ci consente di attribuire carattere privato ai fatti mentali senza incorrere in contraddizioni. L'impiego di una corrispondenza con funzione definitoria dei fatti mentali consente poi di evitare problematiche di dualismo ontologico e di riduzionismo.

Richiederemo, ovviamente, che la definizione sia univoca: richiederemo cioè che la corrispondenza tra la cosa fisica usata nella definizione e il fatto mentale che si vuole definire sia a un sol valore. Una definizione in questo senso polivoca sarebbe infatti di scarsa utilità perché tra l'altro non consentirebbe di decidere quando si verifica il fatto mentale così definito. In vista dei successivi sviluppi teorici conviene richiedere anche che la corrispondenza sia biunivoca: ciò significa che ogniqualevolta accade uno dei fatti fisici impiegato per definire i fatti mentali si stabilisce per definizione che accade anche il fatto mentale corrispondente, e viceversa ogniqualevolta si ipotizza il verificarsi di un fatto mentale si richiede che si verifichi il fatto fisico impiegato per definirlo. Se poi il fatto fisico non si verifica, si stabilisce, sempre per definizione, che il fatto mentale in questione non si è verificato. Nel seguito parlando della corrispondenza usata per definire fatti mentali o attività mentale supporremo che essa sia sempre biunivoca.

Richiederemo infine che la cosa pubblica impiegata nella definizione di un fatto mentale, ad esempio un processo fisico, non sia ipotetica, ma debba essere chiaramente individuabile nel sistema a cui si attribuisce capacità di svolgere attività mentale; altrimenti non potremmo stabilire quando si verifica il fatto mentale corrispondente.

Quando poi si intenda condurre esperimenti su fatti mentali rispettando il vincolo della ripetibilità, soltanto i fatti fisici impiegati per definirli possono intervenire come variabile indipendente, come variabile dipendente o come parametri che caratterizzano l'esperimento. Occorre inoltre programmare l'esperimento in modo che non risulti costitutiva la testimonianza di qualcuno poiché questo ne distrug-

gerebbe la ripetibilità. Infatti se la testimonianza del soggetto dell'esperimento diventasse costitutiva, non potremmo confrontare i risultati ottenuti ripetendo l'esperimento con soggetti diversi, e avremmo un analogo problema se diventasse costitutiva la testimonianza dello sperimentatore.

Come si è detto, i vincoli, che a stretto rigore si riferiscono agli esperimenti, si estendono alle teorie nella misura in cui queste sono usate per formulare deduzioni e previsioni che si vogliono sottoporre a verifica sperimentale. Nelle teorie possiamo usare anche la dimostrazione per ricavare deduzioni e previsioni dalla teoria che abbiamo sviluppato¹³; ma quando si vogliono sottoporre a verifica sperimentale le deduzioni e le previsioni che si ricavano dalle teorie, esse debbono venir spinte sino ad avere una formulazione che soddisfi le caratteristiche prima ricordate. E tutto ciò investe pesantemente l'attività scientifica perché l'ampiezza delle previsioni confermate dagli esperimenti è di solito il criterio decisivo per scegliere tra soluzioni teoriche diverse. Vorrei poi sottolineare che il valore della variabile indipendente e dei parametri che caratterizzano ogni singolo esperimento determinano completamente il valore della variabile dipendente¹⁴ e che questo fatto si traduce in un ulteriore vincolo a cui debbono soddisfare le deduzioni e le previsioni teoriche che si vogliono sottoporre a verifica sperimentale.

Poiché non si richiede che la definizione di un fatto mentale contenga anche le informazioni relative all'occorrenza dei fatti pubblici impiegati, rimane da compiere lo studio delle condizioni al ricorrere delle quali si verificano i fatti pubblici impiegati nelle definizioni e quindi anche fatti mentali ad essi associati per definizione. La teoria che descrive tali condizioni e permette di formulare previsioni circa l'occorrenza dei fatti mentali verrà in seguito indicata come dinamica dei fatti mentali o dinamica dell'attività mentale, ed è stata indicata in passato come studio delle dipendenze dei fatti mentali.

Una volta deciso di definire i fatti mentali rispettando le caratteristiche indicate in precedenza, una teoria che spieghi e preveda l'occorrenza di questi coincide con una teoria che spieghi e preveda l'occorrenza dei fatti fisici impiegati per definirli, e una analoga indicazione vale per la dinamica dei fatti psichici o dell'attività psichica.

Nel seguito di questa sezione verranno passati in rassegna i principali modi che sono stati storicamente impiegati per stabilire una corrispondenza tra fatti fisi-

¹³. Confinando, come in matematica, l'interpretazione dei simboli all'inizio e alla fine della dimostrazione, quest'ultima può essere pensata come una sequenza di operazioni di riscrittura delle espressioni che descrivono le ipotesi, e le regole di riscrittura derivano da: definizioni, risultati sperimentali e deduzioni stabilite in precedenza. Da questo modo di vedere la dimostrazione risulta immediatamente chiaro perché e in qual modo essa soddisfi il requisito di ripetibilità sin qui discusso.

¹⁴. I valori in questione diventano distribuzioni se l'approccio è di tipo probabilistico.

ci e fatti mentali, ponendo in luce alcuni problemi di ordine metodologico e soprattutto di ordine pratico che questi modi sollevano. Nella sezione successiva verranno invece discussi un certo numero di problemi di metodo posti dallo sviluppo di una teoria che spieghi e preveda l'occorrenza dei fatti mentali.

I sistemi a cui storicamente si è deciso di attribuire attività mentale, considerati come sistemi fisici presentano cambiamenti di colore, di forma e di dimensioni, inoltre modificano altri oggetti fisici, per cui è possibile avvalersi di questi fatti pubblici per definire attraverso una corrispondenza, biunivoca per le ragioni dette, i fatti mentali che si considerano rilevanti. Quando sono visti in questa problematica, i fatti pubblici che intervengono nelle definizioni sono stati spesso indicati globalmente come comportamento esterno o più semplicemente comportamento del sistema a cui si è deciso di attribuire attività mentale.

Troviamo così l'associazione dei fatti mentali ad azioni fisiche dell'ambiente attraverso il rapporto stimolo-risposta; oppure l'associazione a cambiamenti che osserviamo nel sistema e che consideriamo effetto, o manifestazione o espressione, o comunicazione di un fatto mentale; oppure, infine, l'associazione a modificazioni che il sistema provoca su altri oggetti fisici nell'ambiente e che consideriamo ancora effetto, o manifestazione, o espressione, o comunicazione di fatti mentali. Ne sono esempi, nel caso degli esseri umani, il riso, le lacrime, l'arrossire o lo sbiancarsi del viso, oppure l'ammiccare, il gestire, l'atteggiare il volto, il modo di muoversi, la danza, l'emettere suoni, il tracciare grafie o disegni, etc.

Quando ciò a cui si è deciso di attribuire attività mentale è pensato come un sistema fisico complesso, composto cioè di parti fra loro interagenti e sede di processi, tra le cose aventi carattere pubblico che sono state storicamente associate a fatti mentali per definirli, ricorderemo: il rapporto organo-funzione, tramite cui i fatti mentali sono associati a qualche parte del sistema fisico, e l'associazione, attraverso un rapporto di corrispondenza, con processi fisici che avvengono nel sistema fisico.

I diversi modi di definire un fatto mentale non si escludono a vicenda, per cui possono venir usati insieme in una stessa teoria, e torneremo in seguito sui problemi di coerenza che ciò impone. Nessuno di questi modi, tuttavia, va esente da difficoltà pratiche spesso notevoli che, pur non riguardando direttamente il momento definitorio, hanno un forte impatto sugli sviluppi di una teoria che descriva e predica la dinamica dell'attività mentale. Qui accennerò brevemente alle difficoltà che mi sembrano più rilevanti.

Definizioni basate sul rapporto organo-funzione

Il rapporto organo-funzione è uno dei modi storicamente più antichi per stabilire una corrispondenza tra fatti mentali e qualcosa di pubblico. Esso tuttavia è uti-

le soltanto quando ricorrono almeno due condizioni: quando l'organo è specifico, correlato cioè ad un'unica funzione, e quando esso è una parte anatomicamente ben delimitata. Molte situazioni non consentono di soddisfare questi requisiti. Se ad esempio proponessimo un organo per ciascuno dei colori o dei rumori che siamo in grado di discriminare ci troveremmo a dover ipotizzare un numero elevatissimo di organi, e così per le emozioni e molti altri casi consimili. L'organismo, per questa via, verrebbe pensato come qualcosa di profondamente inverosimile.

Incontriamo analoghe difficoltà quando la funzione è pensata realizzata attraverso l'attività integrata di diverse parti. Si pensi alla caduta di un gatto da una certa altezza; l'animale esegue una serie di movimenti coordinati in modo da atterrare sulle zampe. I movimenti e la loro coordinazione dipendono dalle condizioni iniziali della caduta e quindi difficilmente li ritroveremo identici. Se supponiamo che ogni schema di coordinazione abbia un proprio organo siamo costretti ad ipotizzare un numero estremamente alto di organi e, ancora una volta ci ritroviamo a pensare l'organismo come qualcosa di profondamente inverosimile.

Inoltre, quando l'organo è pensato come una parte anatomica specifica, si esclude automaticamente che la relativa funzione sia appresa: una volta che l'organo come parte anatomica si è formato durante lo sviluppo dell'organismo si pensa che sussista automaticamente la relativa funzione. Con queste premesse si è portati ad assumere posizioni di tipo innatistico per i fatti mentali che definiamo attraverso un rapporto organo-funzione, e una posizione innatistica come ipotesi generale per i fatti cognitivi non soltanto è molto rischiosa, ma appare inaccettabile nel quadro attuale delle nostre conoscenze dove l'apprendimento ha un ruolo determinante.

Anche il rapporto funzione-funzionamento risulta poco adatto per definire fatti mentali. Infatti non possiamo associare in generale ad uno scopo una sola maniera di realizzarlo e dobbiamo considerare equivalenti tutti i cammini operativi che portano al raggiungimento dello scopo. L'eventuale unicità del cammino va provata caso per caso, e ci si può attendere che sia molto rara perché poter mettere in atto modi diversi per ottenere uno stesso risultato favorisce di solito la sopravvivenza di un sistema biologico. Perderemmo quindi la corrispondenza biunivoca che è di utilità estrema nello sviluppare una teoria dell'attività mentale o, comunque, dovremmo complicare in maniera inaccettabile la teoria per farla sussistere.

Definizioni basate sulla corrispondenza con processi fisici

Se si vuole mantenere un approccio alla definizione dei fatti mentali basato su un rapporto con la descrizione fisica del sistema a cui attribuiamo attività mentale, e nel contempo evitare di utilizzare i rapporti organo-funzione o funzione-funzionamento, si possono come si è detto definire i fatti mentali attraverso una corri-

spondenza con processi fisici che si verificano nel sistema a cui attribuiamo la capacità di svolgere attività mentale. L'uso di corrispondenze di questo tipo consente di utilizzare per le definizioni anche differenze quantitative delle grandezze fisiche che caratterizzano i processi scelti, facendo così cadere le difficoltà poste dall'uso del rapporto organo-funzione che, come abbiamo visto, obbligava in molti casi ad introdurre un numero inverosimilmente alto di organi.

Va tuttavia sottolineato ancora una volta con decisione che i processi fisici impiegati nelle definizioni non possono essere ipotetici: essi debbono essere noti e chiaramente individuabili nei sistemi biologici per i quali si vuole decidere se e quando si verificano i fatti mentali così definiti. Questo punto in miei precedenti scritti spesso non ha ricevuto il risalto che merita. Con la copertura della modellistica o del proporre soltanto delle ipotesi, alcuni elementi fondamentali nella definizione dei fatti mentali sono stati introdotti come funzioni di un organo ipotetico o come processi fisici ipotetici. Ciò è accaduto almeno per la funzione selettiva dell'attenzione, per l'attività atomica del categoriale, i cosiddetti stati attenzionali, e per i relativi modi di combinazione. Infatti quando l'operazione posta come base per definire le categorie mentali viene definita con riferimento ad un organo a due stati, si utilizzano delle categorie mentali e non dei fatti fisici. Molti funzionamenti possono infatti essere considerati come transizioni tra due stati, tanto più che per la definizione delle categorie mentali non entrano in gioco parametri di queste transizioni, come ampiezza, durata, frequenza, etc.¹⁵. Non avendo quindi caratterizzato univocamente il processo fisico, non si aveva la richiesta corrispondenza biunivoca nella definizione.

Vi sono in quegli scritti avvertenze ad intendere questi processi fisici ipotetici soltanto come indicazione di una direzione di ricerca e come un'ipotesi compatibile con il precedente lavoro critico. Si può anche ricordare che è acquisizione relativamente recente l'abbandono di una schematizzazione del neurone biologico come sistema a due stati dove il cambiamento di stato è pilotato da un sommatore lineare degli ingressi e relativa soglia di scatto. Sono state le conoscenze sul funzionamento della cellula introdotte e continuamente accresciute dalla biologia molecolare a rendere decisamente obsoleta tale schematizzazione, anche se la sua sostituzione con una che tenga conto di tali acquisizioni è questione per molti aspetti ancora aperta.

Tutto questo non cancella l'effetto negativo che il definire alcuni elementi base della descrizione del mentale come funzioni di un organo ipotetico ha avuto sullo studio dell'attività mentale e in particolare della sua dinamica. Torneremo su que-

¹⁵Questo fatto era stato sottolineato con chiarezza in R. Beltrame, "Aspetti metodologici di una teoria delle operazioni mentali", *cit.*, ma non ne erano state tratte le conseguenze qui discusse.

sti effetti anche in altri punti dello scritto, qui vorrei ricordare che in conseguenza di questo stato di cose l'effettiva definizione dei fatti mentali risultava affidata a vie diverse dove, ovviamente, continuava a mancare un criterio esplicito per decidere se un certo fatto mentale si sia verificato oppure no. In molti casi era anche proposta una scomposizione dell'attività mentale in un seguito di attività elementari ed essendo queste definite come funzioni di organi ipotetici risultava anche impossibile dare una dimostrazione dell'unicità della decomposizione nelle funzioni componenti. Infatti venivano presentate come analisi cose che erano invece definizioni, mascherando così il corretto criterio di validità delle proposte che, nel caso di definizioni, è la loro utilità all'interno degli schemi culturali: ad esempio la loro utilità nella costruzione di una teoria che spieghi e predica l'occorrenza dei fatti mentali.

Si può allora comprendere la difficoltà della collaborazione con il fisiologo, perché a queste condizioni gli si chiede non soltanto di verificare il modello proposto, ma gli si fa anche carico di trovare funzionamenti che possano portare alla realizzazione delle funzioni ipotizzate. Resta infatti al fisiologo il compito di verificare che la decomposizione in funzioni elementari proposta sia compatibile con l'architettura biologica del sistema in studio, nel caso in questione l'uomo. E si possono anche comprendere le notevoli difficoltà incontrate nel progettare esperimenti ripetibili. Il lavoro costruttivo, che doveva necessariamente seguire l'analisi critica, è rimasto di conseguenza confinato al livello metodologico, oppure ha fornito validi esempi per la didattica e la presentazione della parte critica, ma è risultato carente sul piano delle acquisizioni scientifiche dove la ripetibilità degli esperimenti è necessaria.

L'aver poi avanzato in quegli studi proposte formulate in termini propri, non metaforici, mascherò in parte il problema. La definizione non metaforica può infatti venire utilmente impiegata per costruire degli artefatti: sul piano pratico essa risulta quindi pienamente funzionale per progettare oggetti con comportamenti intelligenti, anche di nuovo tipo, che rispondano a particolari requisiti, soprattutto in termini di prestazioni. Sul piano teorico la realizzazione di tali artefatti, che possono essere anche programmi di calcolatore, dimostra la coerenza e la completezza della soluzione proposta al fine di ottenere i risultati previsti, ma come abbiamo già ricordato solo l'osservazione sul sistema biologico è decisiva per affermare che questo raggiunge il risultato seguendo la strada proposta.

L'accumulo di conoscenze relative ai sistemi biologici ci porta oggi a pensarli con un livello di complessità notevole. La realizzazione di un artefatto che pretenda di imitare i sistemi biologici deve riflettere tale livello di complessità e il suo costo in termini di tempo e risorse si sta rivelando sempre più eccessivo, soprattutto se si considera che il rapido accumulo di nuove conoscenze rende l'artefatto che

si impiega come modello molto presto obsoleto obbligando a pesanti aggiornamenti o rifacimenti, hardware e software. Il risultato è una convenienza sempre più bassa a percorrere questa strada e una preferenza ad utilizzare, come in fisica, formalizzazioni matematiche molto spinte di una teoria, cercando poi con l'ausilio del calcolatore soluzioni numeriche per singoli problemi.

L'approccio che definisce i fatti mentali attraverso una corrispondenza con processi fisici che si verificano nel sistema cui attribuiamo attività mentale comporta una dipendenza molto stretta delle definizioni dalla fisicità del particolare sistema preso in esame, cioè dal materiale di cui esso è fatto e dalla sua architettura. Questa dipendenza risulta assai marcata perché l'apprendimento è un carattere che consideriamo peculiare ai sistemi biologici e che richiediamo per i sistemi intelligenti; quindi una teoria del loro comportamento non può evitare di introdurre fenomeni di memoria, nemmeno in prima approssimazione. I fenomeni di memoria dipendono fortemente dal materiale e dall'architettura del sistema che si sta studiando, e quindi una parte essenziale della teoria diventa la descrizione del materiale di cui è fatto il sistema e la descrizione dei cambiamenti che l'attività del sistema induce su di esso.

Un approccio di tipo computazionale, o più in generale modellistico, può allora aiutarci solo a dedurre predizioni del comportamento del sistema a partire dalle conoscenze e dalla teoria che hanno dato origine al modello; ed è un aiuto non trascurabile poiché consente di formulare meglio esperimenti critici per la verifica e lo sviluppo della teoria. Non possiamo invece pensare di ottenere da questo approccio proprietà o comportamenti che non fossero impliciti nella teoria che ha originato il modello, ma in ogni caso occorre tornare a verificare ogni deduzione o previsione di un nuovo comportamento con esperimenti sul sistema biologico originario, perché le differenze di materiale e architettura invalidano ogni verifica condotta sul modello ed inoltre, come vedremo, le non linearità della teoria obbligano a verificare sperimentalmente le deduzioni.

Una definizione dei fatti mentali fortemente dipendente dal materiale e dall'architettura del sistema considerato è come abbiamo visto un'inevitabile conseguenza del requisito di poter decidere quando si verificano i fatti mentali così definiti. Torna quindi opportuno costruire una teoria che contenga anche livelli di maggior generalità, e questo comporta che vengano definiti i fatti mentali necessari alla costruzione di tale teoria. Per la loro definizione valgono interamente le considerazioni sin qui svolte.

Anche definendo i fatti mentali attraverso una corrispondenza con processi fisici che si verificano nel sistema cui attribuiamo attività mentale, rimane il problema metodologico di non mettere implicitamente in gioco un numero infinito di definizioni ciascuna slegata dalle altre. Tecniche di definizione mutuata per analo-

gia da quelle basate sulla recursione in matematica o dal trattamento dei continui in fisica-matematica sono del tutto accettabili. Esse richiedono però la preliminare messa a punto di un preciso quadro di rapporti tra i diversi fatti mentali, e nel caso di un approccio basato sul continuo la descrizione di una connessione tra i fatti mentali. Entrambi gli approcci comportano tuttavia particolari cautele dal momento che una dipendenza dalla storia è tipica dei sistemi biologici.

Nello stabilire la corrispondenza con fatti fisici che definisce i fatti mentali abbiamo ovviamente una libertà totale; le definizioni, infatti, non sono né giuste né sbagliate, ma soltanto più o meno utili per l'uso che si intende farne, uso in cui rientra anche lo sviluppo di una dinamica dell'attività mentale. Vi è ancora un margine notevole di arbitrarietà nella scomposizione di un processo fisico in una rete di processi di minor durata. Ma, utilizzati questi margini di libertà, non ne resta alcuno relativamente ai fatti fisici che seguiranno un determinato fatto, perché qui sono l'osservazione e l'esperimento a decidere, e quando le previsioni fossero disattese, abbiamo soltanto la scelta tra modificare le definizioni o modificare lo schema di relazioni che compongono la teoria sino ad avere predizioni soddisfatte¹⁶. Vi sono tuttavia significativi aspetti che dipendono da una nostra scelta programmatica che investe il momento definitorio.

Se decidiamo che la corrispondenza con cui definiamo fatti mentali non coinvolga tutti i processi fisici da noi individuati in una certa architettura biologica, può accadere che l'occorrenza di processi utilizzati per definire fatti mentali dipenda anche dall'occorrenza di processi che non sono utilizzati a scopo definitorio. In tal caso dovremo teorizzare che l'occorrenza di un fatto mentale dipende sia dalla precedente occorrenza di determinati altri fatti mentali, sia dall'occorrenza di determinati fatti fisici nel sistema che consideriamo capace di attività mentale. Nell'uomo, ad esempio, potremo avere che l'occorrenza di un certo fatto mentale dipende sia dalla precedente occorrenza di altri fatti mentali, sia da come si svolgono i processi digestivi o cardiocircolatori. Se non risulta soddisfacente una teoria con queste caratteristiche dobbiamo impegnarci per programma a definire fatti mentali in corrispondenza a tutti i processi fisici che intervengono nel determinare l'occorrenza dei processi fisici impiegati per definire fatti mentali. Per quanto non si abbiano sufficienti elementi per una scelta decisiva, la prima soluzione mi sembra preferibile perché possiamo prevedere che la seconda soluzione obblighi ad introdurre un numero molto elevato di fatti mentali al solo scopo di soddisfare una scelta programmatica.

¹⁶. Concordo infatti con il criterio che una teoria sia da considerare buona o cattiva, cioè da accettare o da rifiutare, sulla base delle predizioni soddisfatte che da essa si ottengono e non sulla base delle sole spiegazioni dei fatti noti, perché qualsiasi spiegazione è accettabile purché non contraddica i risultati degli esperimenti.

Torneremo con maggiore ampiezza su questi punti affrontando la dinamica dei fatti mentali, ora vorrei discutere il problema della scomposizione di un fatto mentale in altri più semplici e loro mutui rapporti, affrontando così un approccio di tipo costruttivistico alla definizione dei fatti mentali. La definizione dei fatti mentali per corrispondenza con processi fisici che accadono nel sistema a cui si attribuisce capacità di svolgere attività mentale, offre una impostazione particolarmente limpida al problema e rappresenta quindi un quadro di riferimento sufficientemente solido e chiaro per la discussione di questo approccio.

L'approccio costruttivistico

Scomposto un processo fisico a cui per definizione abbiamo fatto corrispondere un determinato fatto mentale in una rete di processi più brevi possiamo far corrispondere a questi ultimi, sempre per definizione, altri fatti mentali e considerare composto da questi il fatto mentale che per definizione abbiamo posto in corrispondenza con il processo di partenza. Per quanto vi sia, al solito, totale libertà nello stabilire le definizioni, ci troveremo a descrivere in maniera differente come un fatto mentale risulta composto da altri non soltanto a seconda di come decidiamo di stabilire la corrispondenza tra processi fisici e fatti mentali, ma anche in dipendenza del tipo di scomposizione adottata per i processi fisici.

Infatti quando decidiamo di scomporre il processo fisico a cui abbiamo fatto corrispondere per definizione un fatto mentale in processi fisici di più breve durata, dobbiamo ricordare che è una nostra scelta proporre una pura sequenza di processi o, alternativamente, una scomposizione in cui più processi coinvolgono parti disgiunte del sistema e si svolgono contemporaneamente in parallelo. Chiaramente i processi componenti risultano diversi nei due casi ed inoltre possiamo decidere di utilizzare schemi di scomposizione diversi in successivi intervalli di tempo. Tutto ciò ha riflessi, ad esempio, sul problema che è stato classicamente definito dell'unità di coscienza; questo è stato infatti formulato in maniera da risultare compatibile soltanto con una descrizione fisica nella quale i processi sono pensati costituire una sequenza, mentre si accorda male con una descrizione nella quale si utilizzi uno schema a processi concorrenti.

Quando poi si voglia rovesciare il cammino e adottare un approccio di tipo costruttivo per definire nuovi fatti mentali a partire da componenti individuati in un precedente momento dello sviluppo della teoria, una pura e semplice combinatoria dei processi individuati attraverso precedenti scomposizioni¹⁷ non dà origine nep-

¹⁷. Non importa qui se questi elementi siano gli atomi della scomposizione. Ricordiamo che il nostro considerare elementare un certo fatto è legato alla decisione di arrestare la decomposizione a quel livello di granularità.

pure ad una accettabile ipotesi teorica.

Intanto ipotizzato un processo risultante dalla combinatoria va verificato sperimentalmente che esso si osservi nel sistema in cui è stato ipotizzato, e anche una sua plausibilità va stabilita attraverso le previsioni di una teoria dei modi di comporsi a costituire situazioni più complesse dei processi considerati elementari in questo schema.

Abbiamo visto che esistono alternative al proporre una scomposizione in una pura sequenza di processi fisici di più breve durata, e chiaramente la stessa possibilità sussiste per la composizione. Inoltre se si utilizza uno schema a processi concorrenti è indispensabile precisare anche come si compongono i vari processi elementari e, per evitare regressi all'infinito, non si possono definire fatti mentali corrispondenti a tali modalità. Quando si voglia utilizzare una descrizione di fatti mentali complessi in termini di altri fatti mentali si avranno così descrizioni che mettono in gioco fatti mentali componenti e loro rapporti.

Vi è poi una tendenza ad utilizzare gli stessi termini con diversità di significato in dipendenza del contesto, tendenza di cui la chimica, dove possediamo una teoria più stabilizzata, offre esempi assai eloquenti. In chimica, infatti, è usuale descrivere una molecola negli atomi componenti seguendo la definizione di atomo di derivazione stechiometrica, legata cioè ai rapporti ponderali tra i componenti. Nelle nostre attuali teorie, gli atomi posti in combinazione sono però pensati differire dagli atomi isolati per la configurazione spaziale dei loro elettroni periferici¹⁸, e proprio su tali differenze si fonda la teoria del legame chimico. Inoltre nel caso del legame ionico vi sono altre situazioni nelle quali possiamo trovare i componenti nello stesso stato in cui si trovano in combinazione, penso ad esempio agli ioni in soluzione, mentre nel caso del legame covalente non mi risulta che vi siano altre situazioni in cui i componenti si trovino nelle stesse condizioni in cui si trovano in combinazione. Uno sviluppo teorico sufficientemente sofisticato consente di usare in chimica il termine 'atomo' caricato, a seconda dei contesti, delle opportune differenze. Mancando una teoria altrettanto articolata e stabilizzata, un analogo appiccio per l'attività mentale è decisamente da evitare.

Quando si pensa ad una combinazione, sia che questa riguardi fatti mentali, sia che riguardi fatti fisici, è del tutto ragionevole convenire che la forma delle leggi di composizione non dipenda dagli elementi componenti, né dal loro numero, né dall'ordine in cui questi sono posti in combinazione; in caso contrario ci troveremo ad introdurre un numero assai elevato di leggi di combinazione e dovremmo rinunciare a costruire una teoria con qualche pretesa di generalità. È invece altret-

¹⁸. Tale configurazione va pensata nei termini della meccanica quantistica cioè come distribuzione che consente di calcolare la probabilità di trovare un elettrone in un certo volume dello spazio.

tanto immediato accettare che il risultato dipenda dai componenti e, al caso, pure dall'ordine in cui questi vengono combinati.

Tuttavia soltanto una legge di composizione lineare assicura che il risultato abbia le medesime proprietà dei componenti, anche se il prezzo pagato per questa notevole proprietà è il vincolo, estremamente limitativo, di dover combinare additivamente elementi dello stesso tipo¹⁹. Non possiamo quindi utilizzare una legge di composizione lineare se per un qualunque motivo vogliamo che il risultato della combinazione abbia proprietà diverse da quelle dei componenti, oppure se combiniamo elementi di tipo diverso.

Quando invece usiamo una legge di composizione non lineare possiamo combinare tra loro elementi di tipo diverso, ma il risultato della composizione ha in generale proprietà diverse sia da quelle dei componenti, sia dalla loro unione. La deduzione logica qui non garantisce le proprietà del risultato e dobbiamo ricorrere all'esperimento, o in matematica alla verifica che l'impianto assiomatico sia sufficiente e compatibile con la nuova definizione introdotta. Inoltre è frequente trovarsi di fronte a nuove proprietà che richiedono un allargamento della teoria corrente; e ancora una volta l'esperimento nelle scienze naturali, oppure una serie di nuove, specifiche deduzioni in matematica, decidono i nuovi contenuti della teoria o del sistema assiomatico.

Un esempio assai chiaro ci è offerto dalla teoria classica dell'elettromagnetismo in fisica. Prendiamo una carica elettrostatica, ad esempio una piccola sfera carica positivamente, e facciamola muovere ad una certa velocità. Possiamo pensare la situazione risultante come combinazione di due situazioni più semplici, l'elettrostatica e la meccanica elementare, due situazioni di cui possediamo la teoria. Gli esperimenti ci mostrano che agli effetti previsti se ne aggiunge uno nuovo, perché otteniamo anche un campo magnetico. Tutto ciò non deve stupire perché, avendo combinato cose di tipo diverso, dobbiamo concludere che abbiamo usato una legge di composizione non lineare, e pertanto i risultati non sono di necessità logicamente deducibili dalle teorie che valgono per le due situazioni componenti. Del campo magnetico dobbiamo quindi costruire una teoria fondandoci sui dati degli esperimenti. Inoltre dobbiamo verificare, sempre attraverso gli esperimenti, che quanto previsto dall'elettrostatica e dalla meccanica elementare continui a valere per la nuova situazione, cioè per una carica in moto. Come sappiamo la nuova

¹⁹. L'azione elettrostatica che N cariche esercitano su una carica fornisce un ottimo esempio di quanto detto. L'azione in questione è un vettore che risulta somma delle N azioni che ciascuna carica esercita su quella considerata, nonostante che la singola azione sia una funzione non lineare della mutua distanza tra le due cariche. Qui l'azione risultante dipende dal numero di cariche, ma non il tipo di composizione, che è sempre la somma vettoriale. Inoltre l'azione risultante ha le stesse proprietà delle azioni componenti dal momento che la legge di composizione è lineare.

teoria per velocità non troppo elevate fornisce gli stessi valori numerici delle due di partenza, ma se ne discosta sensibilmente a velocità elevate.

In chimica il legame covalente ci ha portato a scorrelare la definizione di molecola di origine stechiometrica dalla possibilità di suggerire la struttura spaziale del composto. In matematica abbiamo leggi di composizione moltiplicativa con cui otteniamo entità con nuove proprietà: ad esempio un'entità con i caratteri e le proprietà di superficie a partire da due entità con le proprietà di linea²⁰; benché oggi a questo modo di pensare la superficie se ne preferiscano altri che consentono maggiore generalità.

Un altro esempio, tolto questa volta dalla psicologia, ci è offerto dalle cosiddette qualità di Ehrenfels, che segnarono l'inizio della psicologia della Gestalt. Nel classico caso di 'ruvido' (in tedesco 'rauh'), possiamo pensare che proprio il seguito di sensazioni²¹ dovute all'incontro con un susseguirsi di piccole asperità sia l'attività costitutiva di ciò che poi verrà designato con 'ruvido'²²; quindi una situazione che non ha carattere sommativo perché l'asperità comporta che si avverta una differenza e abbiamo quindi il ripetuto alternarsi di due situazioni diverse.

Nei fatti cognitivi situazioni che debbono venir riferite a leggi di composizione non lineari sono frequentissime, tanto da costituire praticamente la regola. Infatti la maggiore complessità di un fatto cognitivo comporta aggiunte che consideriamo avere carattere qualitativo e, come abbiamo visto, leggi di composizione lineari comportano che si operi sulle quantità di cose che hanno gli stessi caratteri. La presenza di essenziali non linearità rende meno critica la scelta dell'approccio che si vuole seguire nello studio dei mentali, perché queste costringono a studiare separatamente ogni fatto complesso per determinarne le proprietà. Infatti, quale che sia il criterio di composizione o scomposizione adottato e l'articolazione della teoria, non siamo garantiti che saranno verificate le previsioni teoriche circa le proprietà di quanto risulta da una legge di composizione non lineare.

²⁰. Se le linee sono due rette e la superficie un piano su questo possiamo infatti definire anche una nuova classe di oggetti, gli angoli, che non possono venir invece definiti su una retta.

²¹. Se si riserva il termine 'sensazione' per indicare che è in gioco un soggetto, per l'appunto senziente, ci serve un termine generale per indicare il contenuto della sensazione senza mettere in gioco il senziente. Non ho mai trovato un termine sufficientemente icastico nella direzione qui indicata, come ripiego era stato usato il termine 'presenziato' proposto da Ceccato (si veda S. Ceccato, *Un tecnico tra i filosofi*, Vol. II, *cit.*, pp. 20:22) che però ha svantaggi in un'altra direzione. Ci si accorge in questi casi quanto poco le nostre lingue, e quindi la nostra cultura, siano interessate a designare l'attività mentale costitutiva. Nell'uso corrente siamo piuttosto interessati, come si è detto, a rapporti tra cose fisiche, o tra cose psichiche, o, in matematica, tra oggetti che in una descrizione dell'attività mentale risultano categorie mentali.

²². Escluse al solito le aggiunte richieste dagli aspetti sistematici della particolare lingua, nel caso nostro l'italiano.

Questo è un ulteriore motivo per evitare di definire fatti mentali attraverso una combinatoria a freddo di modi di composizione e di fatti mentali più semplici anche se di questi ultimi sia stata data una corretta definizione nei termini di una corrispondenza con cose aventi carattere pubblico. La combinatoria di elementi diversi consente infatti di definire con pochi elementi un grandissimo numero di composti diversi. Se ad esempio per la definizione si usano soltanto le diverse sequenze di n elementi differenti, si possono definire $k.n!$ disposizioni diverse; se $n \geq 3$ abbiamo $2.5 \leq k < e$. Un numero quindi che cresce molto rapidamente al crescere del numero di elementi²³: è 15 per $n=3$, ma diventa già 1.302.061.344 per $n=12$, e può essere soltanto un limite inferiore quando si mettano in gioco modi di combinazione più ricchi di una pura sequenza. La compattezza della definizione maschera allora la sua totale opacità rispetto alle proprietà dei composti così definiti, proprietà che, come abbiamo visto, vanno verificate per ogni singolo composto.

Definizioni basate sul comportamento globale

Passando ora ad esaminare metodi di definizione nei quali non si articola in parti il sistema fisico che si considera svolgere attività mentale, ritroviamo molte delle difficoltà discusse in precedenza, a cui se ne aggiungono altre che non appare facile evitare quando si voglia tener fermo il requisito di definire i fatti mentali attraverso una corrispondenza biunivoca con fatti pubblici. A titolo di esempio ci riferiremo qui a un comportamento motorio, e al comportamento linguistico: come vedremo i due casi presentano sotto questo profilo molti aspetti comuni.

Utilizzo del comportamento motorio

Per illustrare i problemi posti dall'impiego di comportamenti motori nel definire fatti mentali faremo riferimento, per comodità di discussione, ad un esperimento ritenuto di solito elementare in psicofisiologia. In questo esperimento si vuole che un soggetto, posto di fronte ad uno schermo, prema un bottone o azioni una leva quando vede lo schermo illuminato da una luce colorata. In una versione classica dell'esperimento si misura il rapporto tra il numero di chiusure del contatto elettrico con cui si genera il flash che illumina lo schermo e il numero di quelle provocate dal premere il bottone o dall'azionare la leva. Si osserva poi come varia

²³. Il numero di composti diversi ottenibili è dato dal numero di disposizioni possibili con n elementi differenti, dato che le ripetizioni sono ammesse. Il numero di disposizioni di n elementi a gruppi di i è dato da $n!/(n-i)!$. Sommando per i che varia da 1 a n abbiamo: $n! (1/0! + 1/1! + 1/2! + \dots + 1/(n-1)!)$; e per n molto grande il termine tra parentesi tende al numero e base dei logaritmi neperiani.

questo rapporto al variare di una caratteristica della situazione fisica usata come stimolo, ad esempio l'intensità della radiazione elettromagnetica impiegata per illuminare lo schermo²⁴.

Per quanto l'esperimento sia tra quelli considerati elementari in psicofisiologia, esso deve essere descritto come il far seguire ad una particolare percezione visiva un determinato movimento volontario da parte di un soggetto fortemente motivato, o condizionato, a correlare i due fatti.

La motivazione o il condizionamento sono tutt'altro che secondari. Infatti possiamo interpretare i risultati dell'esperimento come relazione tra la frequenza relativa della risposta del soggetto e l'intensità dello stimolo, soltanto se supponiamo sempre attiva e costante la correlazione tra il fatto percettivo e il movimento volontario²⁵. Altri esperimenti mettono infatti in luce una dipendenza dei risultati dell'esperimento dalla motivazione che il soggetto ha a correlare il fatto percettivo con il movimento volontario. Si è quindi costretti a studiare anche tale dipendenza e l'interpretazione dei risultati del primo esperimento diventa ovviamente più complicata, perché richiede una dimensione in più.

Sia per l'interpretazione di questo e di analoghi esperimenti, sia per definire fatti mentali, dobbiamo però scartare la possibilità di porre una corrispondenza biunivoca tra fatto percettivo e azione esercitata dalla situazione fisica impiegata come stimolo sui recettori dell'apparato sensoriale messo in gioco, perché una corrispondenza biunivoca sarebbe in palese disaccordo con ciò che conosciamo della patologia dell'apparato visivo, come del resto di altri apparati sensoriali. Ma una volta che si sono messi in gioco l'architettura e i funzionamenti di uno specifico apparato sensoriale, si ricade nel modo di definizione per corrispondenza con processi fisici che accadono nel sistema a cui attribuiamo attività mentale: cioè in uno dei modi che abbiamo discusso in precedenza.

Un'alternativa è allora definire il fatto percettivo attraverso una corrispondenza con il movimento osservato. Va da sé che una scelta non oculata potrebbe portare a una situazione molto sfavorevole per una teoria del comportamento dei sistemi a cui attribuiamo attività mentale. Potremmo avere, ad esempio, che uno

²⁴. Una concisa descrizione sulla determinazione dell'intensità di uno stimolo può essere trovata in E.R. Kandel, J.H. Schwartz, T.M. Jessel, *Principles of Neural Science*, 3rd edition, Elsevier, 1991, pp. 331:332; una trattazione molto ampia ed articolata può essere trovata in E.C. Carterette, M.P. Friedman (Eds.), *Handbook of Perception*, Vol. II *Psychophysical Judgment and Measurement*, Academic Press, 1974.

²⁵. Desidero sottolineare che questa ipotesi equivale ad affermare che nell'esperimento vi è una sola incognita, condizione manifestamente essenziale per la ripetibilità dell'esperimento stesso. Spesso si ritiene che questa ipotesi sia soddisfatta per misure eseguite su uno stesso soggetto e nella stessa seduta.

stesso movimento sia risposta ad uno stimolo tattile in un certo momento o in un certo soggetto e ad uno stimolo visivo in un altro momento o in un altro soggetto. Poiché ci occorre una corrispondenza biunivoca tra comportamento fisico e fatto mentale per poter decidere quando quest'ultimo si verifica, in questo modo di definizione dobbiamo tener conto dei condizionamenti attivi.

La necessità di introdurre la dipendenza dai condizionamenti attivi è molto frequente e del resto essa è un caso particolare di dipendenza dal contesto e dalla storia passata del sistema considerato. La presenza di queste dipendenze non vieta di usare la corrispondenza con un comportamento fisico del soggetto per definire fatti mentali, essa impone però di fornire una serie molto dettagliata di precisazioni che rendano appunto biunivoca la corrispondenza usata per la definizione. Impiegare questo metodo di definizione è quindi parecchio laborioso già per fatti percettivi abbastanza elementari e lo diventa in misura ancora maggiore quando si passi a fatti più complessi, come quelli che coinvolgono categorie mentali o correlazioni di pensiero, dove il gioco dei condizionamenti diventa parecchio articolato.

Va invece escluso nello stabilire le definizioni l'impiego di una corrispondenza con una qualsiasi interpretazione del comportamento osservato. Possiamo aumentare quanto riteniamo opportuno il numero di elementi fisici da far intervenire nella corrispondenza attraverso cui definiamo i fatti mentali. Non possiamo invece mettere in gioco una interpretazione del comportamento osservato perché rinunceremmo ad operare in modo ripetibile proprio quando stabiliamo delle definizioni.

Utilizzo del comportamento linguistico

Nel caso del comportamento linguistico la corrispondenza che definisce i fatti mentali viene posta tra determinati suoni e grafie che sono impiegati come materiale designante nella lingua in questione e i fatti mentali che si vogliono definire. Anche in questo caso possiamo avvalerci per definire un fatto mentale di un complesso di suoni o di grafie esteso quanto riteniamo opportuno. Non possiamo invece appoggiare la definizione dei fatti mentali al significato da noi attribuito al materiale linguistico nei vari contesti²⁶, perché ancora contravverremmo al requisito di operare in modo ripetibile.

Benché sia attivo un condizionamento che ci attendiamo abbia molti caratteri comuni nei diversi soggetti che parlano una stessa lingua, dal momento che la corrispondenza è stata introdotta per comunicare, basta prospettarci la costruzione di una teoria che si proponga di predire l'occorrenza dei fatti mentali perché emerga-

²⁶. Preferisco vedere come un particolare contesto il considerare isolatamente una parola o una frase. In questo modo intendo sottolineare che questa è una delle condizioni nella quale può venire pensata una parola o una frase, senza darle privilegio alcuno.

no immediatamente difficoltà analoghe a quelle viste in precedenza. Il problema, al solito, è riuscire ad individuare per la definizione una corrispondenza biunivoca che regga e risulti utile per lo studio dell'occorrenza dei fatti mentali così definiti.

In linea di principio nulla vieta di usare per la definizione dei fatti mentali materiale grafico e fonetico appartenente a lingue diverse. Si complica però l'individuazione di quando si verificano i fatti mentali così definiti, perché difficilmente coloro che parlano e scrivono mescolano parole appartenenti a lingue diverse all'interno di una stessa frase, o frasi di lingue diverse in uno stesso discorso. Una definizione dei fatti mentali fondata sul comportamento linguistico è quindi costretta a comprendere l'intero materiale grafico e fonetico di una lingua se si vuole che essa risulti utile per stabilire l'occorrenza dei fatti mentali in questione.

Fatto questo, se per stabilire le definizioni dei fatti mentali abbiamo utilizzato il materiale fonetico o grafico di una lingua A e ci proponiamo di individuare l'attività mentale svolta da chi parla una diversa lingua B, la soluzione più semplice sarebbe stabilire una corrispondenza tra il materiale fonetico o grafico della lingua A e quello della lingua B. Questa strategia risulta però facile solo nell'ipotesi di fatti mentali uguali per tutti i parlanti e corrispondenze semplici, possibilmente a livello di parola singola, con differenti suoni e grafie nelle diverse lingue. Ma questa ipotesi aveva fondamento teorico in una posizione cognitivista, e la cosa è immediatamente evidente nel *De Interpretazione* di Aristotele²⁷ dove tale derivazione è formulata con grande chiarezza.

Al di fuori di una posizione cognitivista, per noi oggi inaccettabile, si incontrano notevoli difficoltà nello stabilire la corrispondenza richiesta e la traduzione di un testo da una lingua ad un'altra, cioè l'attività pratica che pone in corrispondenza il materiale fonetico e/o grafico di due lingue diverse, ne è una spia fedele. Un fatto emerge con evidenza: molto raramente tra il materiale fonetico e grafico di due lingue si ha una accettabile corrispondenza tra parola e parola, in certi casi la corrispondenza è tra parola e frase o tra frase e parola, ma di solito è tra frase e frase, e la corrispondenza dipende da un contesto che usualmente si estende al di là della frase²⁸.

Esempi di questa difficoltà si ritrovano di continuo già a livello di parole singole. Nella lingua italiana, ad esempio, 'osso' ha due forme al plurale: 'ossi' e 'ossa'; la seconda per indicare anche l'appartenenza ad un complesso. Di qui 'ossi di

²⁷. Nella chiara traduzione di J. Tricot troviamo: «Le sons émis par la voix sont les symboles des états de l'âme, et les mots écrits les symboles des mots émis par la voix. Et de même que l'écriture n'est pas la même chez tous les hommes, les mots parlés ne sont pas non plus les mêmes, bien que les états de l'âme dont ces expressions sont les signes immédiats soient identiques chez tous, comme sont identiques aussi les choses dont ces états sont les images.» Aristotele, *De Interpretazione*, 1, 16a 4-7.

seppia' e non 'ossa di seppia' perché ogni seppia ha un solo osso, ma 'ossa del piede' e non 'ossi del piede' perché questi sono pensati parte di un complesso; ma si può forzare l'uso della forma meno attesa in un dato contesto per avere particolari effetti espressivi. La lingua inglese ha una sola forma per il plurale: 'bones'; quindi non è possibile tradurre sulla base di una equivalenza a livello di parola con la lingua italiana e, come sappiamo, nel caso di traduzione dall'inglese è il contesto che decide la scelta. Possiamo quindi prevedere che nel costruire una teoria dell'occorrenza dei fatti mentali si debba concludere che l'inglese 'bones' non corrisponde né all'italiano 'ossi' né ad 'ossa'. Analogamente l'italiano 'apertura' vuole nella traduzione inglese la scelta tra 'opening', 'hole' e 'gap', e ancora una volta è il contesto a farci decidere la traduzione.

Altri esempi particolarmente efficaci si possono trovare nel linguaggio infantile. Ricordo di un bambino che tra i tre e i quattro anni di età usava sistematicamente 'apertura' per indicare un vuoto in una parete, o in una siepe, e 'aprizione' per indicare il nomina actionis; ed esempi del genere sono molto frequenti. La lingua usata dagli adulti lascia spesso al contesto il compito di precisare questo tipo di differenze, come nel caso in questione dove impiega l'unico termine 'apertura'. Rendere edotto chi ascolta mettendo in gioco il contesto è una maniera più complessa da usare, e il bambino associa a due fatti mentali diversi due comportamenti linguistici in cui la diversità è immediatamente segnalata a livello di parola.

Emerge un fatto peraltro ben noto agli studiosi di linguistica: la granularità dei fatti mentali che possiamo far corrispondere alle parole di una lingua non è sufficientemente fine per costruire un sistema di definizioni di tali fatti che permetta di studiare lingue diverse. Tuttavia la granularità dei fatti mentali corrispondenti alle parole di una lingua pone spesso problemi analoghi anche all'interno di una stessa lingua, dove osserviamo, per esempio, che viene spesso usata una frase per caratterizzare un suono, o un rumore, oppure una sensazione di disagio o di malessere. Le metafore e i giri di parole con cui parliamo dei nostri malesseri al medico du-

²⁸. Questa fu la maggiore difficoltà incontrata nel progetto di traduzione meccanica e quantunque la potenza degli elaboratori sia cresciuta enormemente, essa costituisce ancora una seria difficoltà. Per la strategia sottesa all'approccio della Scuola Operativa Italiana nell'affrontare i problemi della traduzione meccanica si possono vedere: S. Ceccato, E. Maretti, "Suggestions for Mechanical Translation", *Symposium on Information Theory held at Royal Institution, London, 1955*, Butterworths, London, 1955, pp. 171:80; S. Ceccato, "La grammatica insegnata alle macchine", *Civiltà delle Macchine*, IV, 1-2 (1956); S. Ceccato, B. Zonta, "Human Translation and Translation by Machine", *The first International Conference on Mechanical Translation, National Physical Laboratory*, (Teddington, 1961), Her Majesty's Stationery Office, London, 1962, pp. 221:46; AA.VV., *Linguistic Analysis and Programming for Mechanical Translation*, Gordon & Breach, New York, 1962; AA.VV., *Mechanical Translation: the Correlational Solution*, USAF Report RADC-TR, 1963; e V. Giuliani, B. Zonta, "Traduzione meccanica", in *Corso di Linguistica Operativa, cit.*, pp. 140:95.

rante l'anamnesi sono un esempio assai evidente di questo stato di cose.

Se si vuole impiegare il comportamento linguistico per definire i fatti mentali si è quindi portati ad assumere una strategia diversa, dove ogni lingua viene impiegata per definire i fatti mentali usati dal gruppo che si avvale di quella lingua. Il confronto tra le varie lingue costituisce poi uno dei campi nei quali si valuta l'utilità delle definizioni introdotte e la traduzione da una lingua all'altra diventa una particolare attività umana, in linea di principio staccata dal problema della definizione dei fatti mentali e da studiare utilizzando le definizioni introdotte²⁹.

Infatti la traduzione da una lingua ad un'altra non rappresenta il miglior approccio ai problemi di definizione del mentale perché in essa il comportamento linguistico viene di solito forzato a conseguire uno scopo che coinvolge anche il destinatario della comunicazione linguistica³⁰. Nella traduzione è allora molto facile che l'equivalenza tra le formulazioni linguistiche nelle due diverse lingue sia vista in rapporto allo scopo che si ritiene volesse conseguire il parlante o lo scrivente, e questo porta spesso ad una problematica diversa dall'uguaglianza dell'attività mentale svolta. Siamo di fronte ad un problema che non concerne soltanto la traduzione, perché lo si incontra ogniqualevolta per la definizione di un fatto mentale venga impiegata la corrispondenza con comportamenti che i soggetti pongano in atto in vista di conseguire uno scopo.

Vorrei concludere questa discussione circa i modi di definire i fatti mentali ricordando che nel momento definitorio gli unici vincoli stringenti sono dati dalle scelte programmatiche richiamate all'inizio. Queste sono la scelta di attribuire ai fatti mentali carattere privato, con la conseguente scelta di definirli attraverso la corrispondenza con qualcosa di fisico, e la decisione di procedere nello studio in maniera ripetibile. La corrispondenza con qualcosa di fisico è motivata, come abbiamo visto, da almeno due ragioni: la necessità di servirsi della corrispondenza con qualcosa che ha carattere pubblico per comunicare le definizioni ad altri; e l'impossibilità di utilizzare fatti aventi carattere privato, per la cui individuazione diventa costitutiva la testimonianza di qualcuno, se vogliamo procedere nello studio in una maniera ripetibile.

La costruzione di una teoria che spieghi e preveda l'occorrenza dei fatti mentali richiede a sua volta definizioni appoggiate a fatti fisici che accadono nei siste-

²⁹. Nei lavori per la traduzione meccanica possiamo trovare traccia di questo modo di vedere la traduzione da una lingua ad un'altra nella trasformazione della rete correlazionale costruita a partire dalla lingua di ingresso in una rete correlazionale adatta alla lingua d'uscita. Lo studio dell'equivalenza di due reti correlazionali diverse, che comporta anzitutto l'individuazione di ragionevoli criteri su cui basare l'equivalenza, è tutt'ora un problema per molti aspetti aperto.

³⁰. Fa chiaramente eccezione il caso in cui l'espressione linguistica è soltanto lo sfogo di uno stato d'animo, priva cioè di intenzione di comunicare.

mi che si stanno studiando, escludendo cioè fatti fisici ipotetici o categorie mentali. Richiede inoltre una corrispondenza biunivoca con le cose fisiche impiegate per definire i fatti mentali. Deciso infine che la definizione dei fatti mentali abbia queste caratteristiche, una teoria che spieghi e predica la loro occorrenza coincide con una teoria che spieghi e predica l'occorrenza dei fatti fisici impiegati nelle definizioni. Lo sviluppo di tale teoria pone anche un limite alla totale arbitrarietà di principio nello stabilire una definizione, e fornisce insieme una guida per stabilire l'utilità delle definizioni proposte.

Vorrei ora proseguire la discussione affrontando un certo numero di questioni connesse con lo studio della dinamica dell'attività mentale, avvertendo che la mia personale preferenza va ad una definizione dei fatti mentali che si avvale della corrispondenza con processi fisici che avvengono nel sistema a cui si attribuisce la possibilità di svolgere attività mentale.

La dinamica dell'attività mentale

I sistemi a cui abitualmente attribuiamo capacità di svolgere attività mentale possono essere studiati utilizzando i fatti mentali definiti nei modi precedentemente discussi, ma possono essere visti anche come sistemi fisici e quindi descritti in termini di fisica.

La teorizzazione di una dinamica dei fatti mentali implica che questi ultimi vengano posti in rapporto tra loro: si studia ad esempio come e in qual misura un certo fatto sia promosso da altri. Una dinamica mette poi in gioco il tempo, e pertanto i fatti mentali vengono inseriti in un quadro temporale e caratterizzati anche per l'essere posti in certi reciproci rapporti temporali. Questi arricchimenti nel modo di considerare i fatti mentali sono stati proposti caratterizzare i fatti psichici³¹ quando se ne voglia forzare una distinzione dai fatti mentali ed evitare di usare le due aggettivazioni come sinonimiche.

Viene così riportata all'interno della schematizzazione sin qui discussa la possibilità di descrivere il comportamento dei sistemi a cui attribuiamo attività mentale utilizzando sia gli schemi della psicologia che quelli della fisica: senza cioè dover introdurre dualismi ontologici di alcun genere. Vedremo però che lo schema delle cause utilizzato nella fisica ha elementi di incompatibilità con quello usato nella psicologia, e pertanto tra le due descrizioni possiamo porre soltanto delle corrispondenze ma non riusciamo a ricondurre l'una all'altra.

Inizieremo dalla descrizione in termini di fisica, un approccio nel quale si ha

³¹. Si veda S. Ceccato, *Un tecnico tra i filosofi*, Vol. II, *cit.*, pp. 49:54; un'analogia proposta è stata avanzata per i fatti fisici a pp. 27:30.

una lunga storia di formalizzazioni di base decisamente funzionali, ma dove la forte incidenza di fenomeni di apprendimento e di memoria impone di verificare attentamente che la descrizione non muova lungo linee implicitamente escludenti la ripetibilità degli esperimenti.

Descrizione in termini di fisica

La descrizione in termini di fisica di un sistema biologico che abbia il livello di complessità dei sistemi a cui siamo soliti attribuire senza riserve un comportamento intelligente deve tener conto che sperimentalmente si osserva un comportamento profondamente differente tra un pezzetto di gatto o di una cellula biologica e quello di un gatto o di una cellula; mentre una porzione, anche ragionevolmente piccola di ferro o di cloruro di sodio, si comporta come ferro o come cloruro di sodio. Da questa differenza, fenomenologicamente assai diffusa, tra organismi biologici e altri sistemi fisici dobbiamo attenderci conseguenze molto marcate sul modo di descrivere l'interazione tra le varie parti del sistema.

Nel caso di sistemi come un solido cristallino, ad esempio il cloruro di sodio allo stato solido, si può supporre che l'interazione riguardi soltanto gli elementi vicini: si ottengono, cioè, risultati accettabili introducendo un'interazione la cui intensità diminuisca molto rapidamente all'aumentare della distanza tra gli elementi considerati. La teoria e la trattazione matematica risultano allora notevolmente semplificate, perché, considerato un elemento del sistema, ci si può limitare ad introdurre nell'analisi e nel calcolo solo l'interazione con i pochi elementi ad esso immediatamente prossimi, e pensare che questa situazione si ripeta identica per tutti gli elementi del sistema esclusi quelli che stanno nella zona di separazione tra sistema e ambiente. In condizioni stazionarie saranno proprio le condizioni al contorno, cioè le condizioni degli elementi nella zona di separazione tra sistema e ambiente, a determinare il particolare stato del sistema.

Quando invece, come nei sistemi biologici, una parte macroscopica del sistema presa isolatamente perde i comportamenti per cui interessa studiare il sistema stesso, occorre introdurre anche interazioni tra parti del sistema tra loro lontane e di solito anche azioni esterne al cessare delle quali il sistema perde la possibilità di avere i comportamenti per noi significativi³². Sono di conseguenza poco utili

³²Nei sistemi biologici è estremamente frequente la degenerazione di parti che per qualche ragione risultino escluse dall'interazione con le altre componenti del sistema o con l'ambiente. In alcuni casi ciò porta ad un loro diverso utilizzo, come nel caso dei diversi rapporti tra le aree della corteccia interessate nei processi visivi, uditivi e tattili in soggetti che, a seguito di lesioni o patologie, abbiano gravemente menomata la percezione visiva o quella uditiva. In altri casi osserviamo, soprattutto nell'animale, comportamenti volontari volti a privarsi della parte che a seguito di lesioni abbia totalmente perso funzionalità.

schemi di descrizione del sistema in cui le proprietà globali e la dinamica risultino da statistiche nelle quali gli eventi elementari siano pensati indipendenti o equiprobabili. E appaiono ugualmente poco plausibili previsioni basate su combinatorie di eventi di questo tipo. Ci si aspetta infatti che soltanto teorie nelle quali sono state introdotte forti correlazioni tra gli eventi diano risultati accettabili. Ma ci si aspetta anche le relative difficoltà concettuali e matematiche, perché modelli teorici di questo tipo sono tipicamente non lineari.

Un altro aspetto che è peculiare ai sistemi biologici è la presenza di fenomeni di memoria³³. Quando si parla di fenomeni di memoria a proposito di sistemi considerati come fisici, ci si riferisce in generale al fatto che, nelle relazioni che legano tra loro le diverse variabili all'interno di una teoria che spiega e predice il comportamento del sistema, i valori di alcune ad un dato istante di tempo non dipendono solo dai valori di altre allo stesso istante, ma anche dai valori che le variabili avevano in istanti precedenti e/o da come queste hanno variato in intervalli di tempo precedenti l'istante considerato.

Uno dei modi più immediati di tener conto di fenomeni di memoria nei sistemi fisici consiste nell'immaginare che il materiale di cui è costituito il sistema si modifichi per effetto dei processi che si svolgono nel sistema stesso. Per effetto di tali cambiamenti il materiale, sottoposto ad una medesima azione, mostra un comportamento diverso: dipendente per l'appunto da quanto accaduto in precedenza al materiale stesso. La modificazione è di solito scelta imponendo un principio di località³⁴ per cui il cambiamento che il materiale subisce in ogni sua parte viene fatto dipendere soltanto da ciò che è accaduto in precedenza a quella stessa parte. Di solito modificazioni di questo tipo sono pensate anche permanenti e i loro effetti sul comportamento del sistema sono pensati manifestarsi invariati dopo un intervallo di tempo comunque lungo in cui non siano sopravvenute ulteriori modificazioni del materiale. La tecnica offre molteplici esempi di oggetti che sono progettati enfatizzando questo modo di pensare un sistema fisico con memoria: ad esempio i dischi magnetici comunemente impiegati nei calcolatori.

Un modo classico di descrivere tali modificazioni consiste nel far variare il valore dei parametri che descrivono il materiale in ogni punto; le variazioni possono

³³. In un diverso contesto questo problema era stato affrontato in R. Beltrame, "Memoria e attività mentale", *cit.*

³⁴. Per la trattazione matematica dell'assioma di "località" e di altri assiomi con cui fondare una teoria coerente dei continui e per la trattazione delle relazioni costitutive che ne caratterizzano i diversi tipi, si possono vedere: C. Truesdell, W. Noll, "The Non-Linear field Theories of Mechanics", *Encyclopedia of Physics*, Vol III/3, Springer-Verlag, Berlin 1965; C. Truesdell, *A first course in Rational Continuum Mechanics*, Vol. I, *General concepts*, New York, 1977; M. Silhavy, *The Mechanics and Thermodynamics of Continuous Media*, Springer, 1997.

venir espresse matematicamente da funzionali della storia di quanto è accaduto in un opportuno intorno del punto in questione. Nel caso dei sistemi biologici che stiamo discutendo ci si aspetta che questi funzionali abbiano una formulazione matematica piuttosto sofisticata. Come in molti sistemi fisici sono significativi fenomeni di attenuazione e di dimenticanza, ma in biologia sono soprattutto presenti fenomeni di memoria basati su meccanismi complessi. Ad esempio se una proteina funziona da attivatore della propria trascrizione, una qualunque azione transitoria che attivi l'espressione o comunque la formazione di questa proteina in una cellula farà sì che la cellula e le sue discendenti siano in grado di esprimere la proteina in questione³⁵. Abbiamo poi scambi di materia tra sistema ed ambiente, e processi attraverso cui parti del sistema vengono demolite e ricostruite nei quali non si richiede che la ricostruzione avvenga attraverso una sostituzione identica, ma si richiede soltanto che vengano conservati determinati caratteri³⁶.

L'insorgere di fenomeni di memoria in un sistema fisico ammette anche un diverso schema quando si ipotizza che vi sia interazione tra le parti del sistema: quando cioè ci si riferisce ad uno schema in cui il variare di una certa grandezza fisica in un posto è considerato causa del variare della stessa o di un'altra grandezza fisica in un altro posto. Si può allora decidere che il ritardo con cui l'effetto segue la causa non è trascurabile, ma significativo³⁷. Quando il ritardo è significativo i valori di una grandezza fisica in un dato luogo e in un dato istante sono funzioni dei valori assunti in istanti precedenti dalla stessa o da altre grandezze fisiche in posti diversi, ma queste a loro volta dipendono da quelle avvenute in altri posti a certi istanti ancora precedenti, e così via. Un sistema in cui il ritardo dell'interazione sia significativo mostra quindi fenomeni di memoria senza che si debbano supporre modificazioni fisiche nel materiale di cui è composto; si ha cioè una me-

³⁵ Si veda ad esempio B. Alberts, D. Bray, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts and J.D. Watson, *Molecular biology of the Cell*, 3rd Edition, Garland, New York, 1994, p. 444.

³⁶ Come esempio assai significativo penso ai fenomeni di endocitosi ed esocitosi che si hanno nelle membrane cellulari. Si veda ad esempio B. Alberts, D. Bray, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts and J.D. Watson, *Molecular biology of the Cell*, cit., pp. 600:647.

³⁷ Quando nell'interazione l'effetto segua la causa con un certo ritardo è invalso l'uso di parlare di azione ritardata, sia che la causa e l'effetto si manifestino nello stesso posto o in posti diversi. Quando il ritardo è espresso come funzione lineare della distanza tra i due posti in cui si osservano i processi considerati rispettivamente causa ed effetto, si parla spesso di velocità di propagazione. Le ragioni che portano ad introdurre questo concetto, con i conseguenti problemi di che cosa si propaghi da un posto all'altro in quell'intervallo di tempo, hanno in realtà a che fare con la decisione di scrivere equazioni di bilancio, per determinate grandezze fisiche associate al sistema, che siano valide in ogni istante di tempo sia per il sistema, sia per le sue singole parti. Su questo punto si veda la bella discussione in R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, *The Feynman lectures on physics*, Masson, Parigi, 1991, Vol. II, pp. 27-1 e segg.

moria interamente dinamica, e la distinzione tra funzionamento e memoria diventa abbastanza sfumata.

I due modi di descrivere fenomeni di memoria, quello basato su modifiche permanenti del materiale e quello basato sul ritardo nell'interazione tra le varie parti del sistema, offrono facilitazioni diverse e di solito vengono usati in maniera complementare. La presenza di fenomeni di memoria di entrambi i tipi qui delineati è estremamente frequente anche nei sistemi fisici, tanto da costituire la regola piuttosto che l'eccezione. Tuttavia nel caso di molti sistemi fisici vi è un interesse a sviluppare teorie in cui o non si fanno intervenire fenomeni di memoria, oppure si considerano soltanto fenomeni di memoria del primo tipo. Tutto questo sia perché la trattazione matematica assume una notevole semplificazione, sia perché le relative teorie trovano applicazione in una produzione di artefatti dove è requisito primario un funzionamento che si ripeta invariato.

Il requisito di ripetibilità relativo ai fatti studiati e al modo di studiarli impone però che la caratterizzazione degli esperimenti ed il legame tra variabile dipendente e variabile indipendente siano invarianti per traslazione della coordinata temporale. In una teoria generale il funzionamento del sistema è allora descritto a partire da una situazione, che deve essere chiaramente individuabile, per la quale sia consentito affermare che il sistema resterà invariato se non intervengono cause esterne.

Queste condizioni sono pacificamente soddisfatte quando l'interazione è stazionaria, cioè quando la sua formulazione matematica non contiene una dipendenza esplicita dal tempo³⁸. Ciò accade nel modo più semplice quando l'interazione può venir descritta da un campo stazionario: dove cioè l'interazione varia, ma soltanto in dipendenza della posizione relativa degli elementi interagenti. Altrimenti bisogna introdurre opportuni vincoli affinché la teoria non violi il principio di ripetibilità degli esperimenti; e le strade più frequentemente seguite sono due.

Si definiscono osservabili la cui misura non coinvolge la conoscenza della storia del sistema, e per le quali la conoscenza del valore attuale equivale, al fine di formulare previsioni sul comportamento del sistema, alla conoscenza della sua storia. Ad esempio, nella meccanica elementare classica la misura della velocità del corpo equivale, ai fini di prevederne la traiettoria, alla conoscenza della storia delle forze che hanno agito sul corpo stesso sino al momento della misura. Non si hanno strategie generali per definire tali osservabili, ed è compito particolarmente arduo individuarne di utili in sistemi complessi.

³⁸. Su questo punto si vedano ad esempio L.D. Landau, E.M. Lifshitz, *Course of Theoretical Physics*, Vol. I, *Mechanics*, 2nd Edition, London, 1969; e W. Köhler, "Psychology and evolution", *Acta Psychologica*, 7, 1950.

Alternativamente si ipotizza che per formulare previsioni sul comportamento del sistema occorra risalire nella sua storia per un intervallo di tempo limitato, e si considerano inaccettabili teorie che non soddisfino questa condizione.

Quest'ultima condizione trova applicazione anche nei sistemi biologici, dove pure sono massicciamente presenti fenomeni di memoria e interazioni fra parti distanti del sistema, quando si osservi che quando tra due parti del sistema cessa per un opportuno periodo di tempo l'interazione di cui è significativo considerare il ritardo, cessano anche gli effetti del ritardo dell'interazione sul funzionamento della parte del sistema che è coinvolta nell'interazione. Nella misura quindi in cui comportamenti diversi del sistema implicano interazioni che coinvolgono parti tra loro disgiunte, o abbiano almeno come bersaglio parti tra loro disgiunte, una opportuna alternanza di comportamenti può far decadere questo tipo di memoria. Questa notazione è in accordo con l'esperienza assai comune che alternando attività differenti si riesce a ridurre la sensazione di fatica.

Nonostante vi sia necessità di introdurre interazioni tra parti anche distanti dei sistemi biologici, vi sono aspetti del loro comportamento che possono venir studiati considerando isolatamente certe loro parti. Un buon esempio di questo stato di cose ci è offerto dalla teoria dei cosiddetti recettori, cioè di parti dei sistemi biologici che rispondono unicamente ad un ristretto range di azioni dell'ambiente. Tra gli esempi più noti possiamo ricordare i coni della retina nell'occhio umano, anche se i casi più frequenti sono costituiti da specifiche proteine, di cui è spesso significativa la particolare configurazione spaziale che esse hanno assunto in quel momento nel sito in cui si trovano. Il principale problema diventa in questi casi lo studio della correlazione tra le azioni dell'ambiente esterno e i cambiamenti da esse indotti; e l'elevata specificità permette di studiare separatamente queste correlazioni. Nella teoria possiamo quindi trattare queste particolari azioni dell'ambiente o di altre parti del sistema come condizioni fra loro indipendenti.

Un secondo motivo, ancora più stringente, che porta a studiare in questo modo aspetti del comportamento del sistema trae origine dagli esperimenti. In ogni esperimento infatti viene studiata la dipendenza di una singola variabile assunta come variabile dipendente da una assunta come variabile indipendente, avendo fissato il valore di un certo numero di altre grandezze fisiche che di solito riguardano sia il sistema che il suo ambiente. Ricordiamo che questi parametri sono essenziali per caratterizzare l'esperimento e permetterne la ripetibilità, e nei confronti di una teoria più generale essi assumono il ruolo di vincoli o condizioni sotto cui si può considerare valida la relazione tra variabile indipendente e variabile dipendente ricavata da quell'esperimento. Come si vede ogni singolo esperimento studia per programma un aspetto del comportamento del sistema isolandolo dal resto ed è lasciato alla teoria il compito di integrare tra loro i vari aspetti studiati isolatamente

nei singoli esperimenti.

In una teoria dobbiamo anche tener conto che le azioni esercitate dall'ambiente sul sistema biologico possono variare sia quando il sistema può spostarsi nell'ambiente, sia quando esso induce modificazioni nell'ambiente modificandone gli oggetti. La separazione tra sistema e ambiente, pur non essendo necessitata, diventa in pratica inevitabile. Non è infatti realistico pensare di avere in tempi brevi una teoria che, oltre a rendere ragione della complessità del comportamento di un sistema biologico intelligente, comprenda anche la previsione delle interazioni fra sistema biologico e ambiente.

Entrambe le strade portano però a prevedere il comportamento del sistema solo come comportamento condizionato dal verificarsi di determinate interazioni con l'ambiente, e dal momento che si hanno fenomeni di memoria, la descrizione matematica si presenta assai complicata³⁹.

Abbiamo fatto notare in precedenza che non è necessario introdurre fatti mentali per determinare il risultato degli esperimenti perché i parametri che caratterizzano l'esperimento e il valore della variabile indipendente determinano quello della variabile dipendente. La stessa situazione si verifica quando vengono formulate predizioni da sottoporre a verifica sperimentale perché la condizione prima ricordata è caratteristica di ogni esperimento correttamente impostato. Inoltre abbiamo visto che la dinamica dei fatti mentali coincide con la dinamica dei fatti fisici impiegati per definirli. D'altra parte una definizione dei fatti mentali fortemente intessuta di elementi dipendenti dal materiale e dall'architettura del sistema considerato, è l'inevitabile corrispettivo di una definizione che consenta di decidere quando si verificano i fatti mentali così definiti. La dinamica dell'attività mentale risulta inoltre fortemente dipendente dalla storia del sistema considerato, perché questo è un modo diverso di affermare che si hanno fenomeni di memoria.

Si pone allora il problema di introdurre definizioni che consentano di costruire teorie più generali, e il procedimento segue, come abbiamo già ricordato, il solco tracciato da altre discipline: si isolano per definizione alcuni caratteri dei fatti studiati con lo scopo di individuare relazioni tra questi, relazioni che si vogliono indipendenti dai caratteri scartati.

La storia della scienza mostra diversi esempi di questo modo di costruire livelli di generalizzazione crescente all'interno della teoria. In meccanica elementare ad esempio la forza è definita come causa del cambiamento di velocità di un corpo fisico, ottenendo così un livello della teoria che è indipendente dalle caratteristiche

³⁹. Ammesso che si riescano a definire opportune variabili di stato, lo stato del sistema risulta definito anche dalla storia passata del sistema e questa per essere descritta matematicamente può richiedere un proprio spazio ad ogni stato.

del processo fisico che provoca il cambiamento di velocità. Sempre in fisica, nella meccanica dei materiali, lo sforzo può venir definito come causa di una deformazione, cioè come causa di una variazione della forma e delle dimensioni di un corpo fisico, ed è quindi inferito da questa. La teoria può così descrivere relazioni generali tra sforzo e deformazione che sono indipendenti dal processo fisico - meccanico, elettromagnetico, gravitazionale, termico - che ha indotto la deformazione. Inoltre sono i rapporti quantitativi tra sforzo e deformazione che variano al variare del materiale, e certe relazioni quantitative tra i due sono assunte a definizione di classi di materiali, oppure di loro tipi di comportamento: elastico, plastico, viscoso, etc. A ciò si aggiunga che nei solidi è più facile misurare direttamente deformazioni, perché queste sono legate a variazioni di lunghezze o di angoli, e quindi conviene inferire lo sforzo dalla deformazione, anche se questa inferenza può richiedere sottili sviluppi teorici e sperimentali per descrivere come essa dipende dal particolare materiale e dallo stato di questo.

Il processo di generalizzazione è sempre parte dello sviluppo di una teoria e mette in gioco: categorie mentali per avere la richiesta generalità, fatti fisici per assicurare il necessario collegamento con gli esperimenti, e una categorizzazione di questi fatti fisici che assicura il necessario collegamento con le categorie mentali di rapporto impiegate per definire gli elementi più generali. Nell'esempio prima citato abbiamo infatti lo sforzo definito come causa della deformazione, la deformazione che è per l'appunto la grandezza fisica misurata, e la categorizzazione di questa come effetto.

Teorie generali di questo tipo possono venir costruite anche per la dinamica dei fatti mentali. Come in altre discipline scientifiche esse sono accettabili e convincenti nella misura in cui sono costruite successivamente alle teorie specifiche, perché queste soltanto contengono le definizioni che permettono il collegamento con gli esperimenti. La verifica sperimentale delle teorie più generali avverrà poi sperimentando su oggetti che hanno insieme i caratteri considerati dalla teoria generale e alcuni di quelli scartati, e verificando che tra i caratteri considerati valgono le relazioni ipotizzate, e che queste non dipendano dai caratteri scartati.

Vi è una differenza che merita però di essere sottolineata. Nelle teorie che riguardano fatti fisici i livelli di maggiore generalità contengono come abbiamo visto categorie mentali e i livelli di minor generalità contengono invece fatti fisici. Nelle teorie che riguardano fatti mentali abbiamo ancora categorie mentali nei livelli di maggiore generalità, abbiamo però fatti mentali a tutti i livelli di generalità e il livello di minor generalità nella teoria è ora definito come quello a cui si è stabilito il collegamento diretto con gli esperimenti⁴⁰.

⁴⁰. Questa proprietà vale anche nelle teorie che riguardano fatti fisici.

Lo schema delle cause in fisica ed in psicologia

Nella descrizione in termini di fisica un numero opportunamente elevato di interazioni fisiche tra le varie parti del sistema e tra queste e l'ambiente sono l'elemento che consente di descrivere e predire sia la ricchezza, sia la plasticità del comportamento che osserviamo nei sistemi biologici a cui siamo soliti attribuire senza riserve un comportamento intelligente.

Dobbiamo infatti ricordare⁴¹ che le scienze fisiche ereditano dalla meccanica elementare classica l'uso di uno schema mentale in cui la causa del movimento di un corpo è esterna al corpo stesso e diversa da questo. In tale schema, quindi, un corpo non può venir considerato causa del proprio movimento, e di conseguenza anche del proprio mutamento quando si ricordi che in meccanica il movimento è l'unico tipo di mutamento preso in esame.

Questa assunzione è posta con chiarezza inequivocabile a partire dalla *Mechanica* di Eulero⁴², e si continua ad usarla dal momento che la meccanica è alla base della odierna fisica fondamentale. L'assunzione in questione deve essere considerata parte della definizione di corpo in meccanica elementare, dove il corpo è anche considerato atomico: si evita cioè di pensarlo composto di parti, e infatti uno scalare e una direzione (cioè un vettore) descrivono completamente l'azione dell'ambiente sul corpo. Quando poi si considerano sistemi meccanici complessi, composti cioè da più parti, queste caratteristiche vengono attribuite alle parti componenti⁴³.

Inoltre l'azione di un corpo su un altro corpo è pensata un processo fisico e questo, a sua volta, è pensato comportare sempre un mutamento del corpo che si considera esercitare l'azione: si esclude cioè lo schema aristotelico di un primo motore immobile. Se si vuole allora mantenere l'assunzione precedente, la causa del mutamento dell'agente dalla quale si origina l'azione deve essere esterna all'agente stesso. Nel caso di due soli corpi, ciò comporta mutue azioni di uguale intensità e di direzioni opposte, per cui l'azione di un corpo su un altro corpo viene

⁴¹. Questo aspetto della problematica posta dall'uso combinato degli schemi della fisica e della psicologia era stato affrontato in R. Beltrame, "Methodological aspects of the integration between neurosciences and cognitive sciences", (Discussion Draft) CNUCE Report C96-31, December 1996.

⁴². Nella formulazione di Newton: «Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directu, nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum illum mutare.», non è inequivocabilmente certo che la causa del cambiamento sia pensata esterna al corpo che cambia stato. Nessun dubbio in proposito è invece possibile nella formulazione di Eulero: «Corpus absolute quiescens perpetuo in quiete perseverare debet, nisi a causa externa ad motum sollicitetur.», L. Euler, *Mechanica sive motus scientia analytice exposita*, 1736, Ed. P. Stäckel. Leipzig, 1922, Vol. I, p. 27

⁴³. Penso qui alla meccanica dei sistemi; nel caso della meccanica dei continui, dove ritengo continui a valere lo schema causale qui richiamato, la formulazione non è così immediata.

ad essere pensata come interazione. Questo schema viene poi esteso al caso di più corpi considerando elementare l'interazione; e la sua estensione attraverso una legge di composizione lineare delle interazioni è alla base della meccanica classica dei sistemi. Ritengo che questo modo di pensare sia alla base anche della meccanica dei continui, sia pure con le inevitabili messe a punto che l'introduzione della nozione di continuo richiede⁴⁴.

In psicologia, invece, si usa uno schema mentale in cui il soggetto, animale o uomo, può essere pensato causa del suo comportamento, e quindi in psicologia il soggetto può essere annoverato tra le cause dei suoi cambiamenti. Se si vuole mantenere lo schema della fisica accanto a quello qui delineato della psicologia, questo soggetto non può venir identificato con il corpo fisico dell'animale e dell'uomo, altrimenti si cadrebbe in una contraddizione.

Quando consideriamo l'uomo e l'animale come sistemi biologici, li stiamo considerando dei sistemi fisici poiché sia l'elettrofisiologia, sia la biochimica, sia la biologia molecolare sono fondate sulla fisica. Di conseguenza introduciamo per descriverli gli schemi mentali propri della fisica, e non possiamo basare questa descrizione su quella in termini di psicologia. Introdurremmo infatti per spiegare dei processi fisici una causa, il soggetto agente, che ha caratteri incompatibili con quelli che ci siamo impegnati ad attribuire alle cause che si introducono nella fisica.

Allo stesso modo non possiamo fondare sugli schemi della fisica una descrizione in termini di psicologia del comportamento dell'uomo e dell'animale. Abbiamo visto che alla base degli schemi della fisica vi è l'assunto che ogni cambiamento abbia la sua causa in qualcosa di diverso dalla cosa che cambia: perderemmo allora il soggetto così come è pensato in psicologia e la sua autonomia.

Chiaramente è possibile attenuare e al limite rimuovere l'opposizione tra i due schemi cambiando uno dei punti di vista. In psicologia, ad esempio, potremmo continuare a vedere la persona come soggetto agente, ma considerare le sue azioni e i suoi comportamenti al limite interamente dipendenti dalle azioni che l'ambiente esercita sul corpo del soggetto. Una soluzione di questo tipo non è tuttavia scevra da problemi perché dovremmo rivedere larghi segmenti della nostra cultura che sono basati sul considerare libero l'agire dell'uomo e che, come l'etica e il diritto, fondano su questa assunzione un principio di responsabilità personale del soggetto⁴⁵.

⁴⁴Sulla fondazione della meccanica dei continui si possono vedere C. Truesdell, R.A. Toupin, "Classical Field Theories", *Encyclopedia of Physics*, Vol III/1, Springer-Verlag, Berlin 1960; oltre ai già citati C. Truesdell, W. Noll, "The Non-Linear field Theories of Mechanics", *Encyclopedia of Physics*, Vol III/3, Springer-Verlag, Berlin 1965; C. Truesdell, *A first course in Rational Continuum Mechanics*, Vol. I, *General concepts*, New York, 1977.

I due schemi interpretativi sono ovviamente entrambi leciti, risultano entrambi utili, e possono venir usati entrambi. Debbono venir usati con chiara consapevolezza della loro diversità che, come abbiamo visto, non consente di ridurre l'uno all'altro, e quindi non consente neppure di trasferire in modo automatico le conclusioni ricavate all'interno di uno schema all'interno dell'altro. Il rischio è di incorrere in contraddizioni.

Le ragioni per rifiutare una teoria che contenga contraddizioni ci introdurrebbero nella seconda parte della discussione affrontata in questa sezione; mi limito a presentare qui il fatto come negativo e preferisco passare prima ad illustrare con alcuni esempi tratti dalla biologia i problemi che possono sorgere impiegando insieme l'approccio della fisica e quello della psicologia.

Un primo esempio ci è offerto dalla chemiotassi nei batteri. I batteri si muovono entro il loro ambiente verso zone dove è più alta la concentrazione di sostanze che sappiamo dalla teoria e dagli esperimenti aumentare la loro speranza di vita (sostanze chimiche favorevoli); e ugualmente si allontanano da zone dove è più alta la concentrazione di sostanze che sappiamo dalla teoria e dagli esperimenti diminuire la loro speranza di vita (sostanze chimiche dannose).

Questo comportamento è assai sottilmente adattato e ne conosciamo molti particolari nel caso dell'*Escherichia coli* (*E. Coli*)⁴⁶. Il batterio si muove utilizzando dei flagelli; una rotazione antioraria di questi li porta a disporsi in un fascio coerente e il batterio si muove con una marcata componente lungo una stessa direzione; una rotazione in senso orario porta i flagelli a disporsi radialmente e il batterio si muove caoticamente, cioè senza una direzione di movimento statisticamente predominante. In assenza di cambiamenti nella concentrazione di sostanze critiche, trascorsi alcuni secondi la rotazione antioraria dei flagelli cambia verso per un breve periodo di tempo, dando origine ad una caratteristica traiettoria costituita da tratti rettilinei interrotti da bruschi cambiamenti di direzione. In questo modo i batteri si muovono su zone estese avendo la possibilità di incontrare concentrazioni diverse delle sostanze critiche.

Durante il movimento rettilineo a velocità costante, il gradiente spaziale di una sostanza chimica è individuato dal batterio come cambiamento della concentrazione di questa nel tempo. Se cresce la concentrazione di una sostanza dannosa, la rotazione dei flagelli cambia verso con maggiore frequenza, determinando un più

⁴⁵. La tendenza a considerare il comportamento umano fortemente dipendente dal condizionamento esterno è di recente emersa con forza in alcuni processi penali insieme a una netta distinzione tra la capacità di intendere e la capacità di volere. Questo punto è connesso anche alla discussione che seguirà sui paradigmi che un soggetto impiega per svolgere attività mentale.

⁴⁶. Si veda ad esempio B. Alberts, D. Bray, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts and J.D. Watson, *Molecular biology of the cell, cit.*, pp. 773:778, e la relativa bibliografia.

frequente cambiamento di direzione. Se invece la concentrazione di una sostanza dannosa diminuisce, la rotazione dei flagelli cambia verso con minore frequenza e il batterio si allontana dalla zona a più alta concentrazione. Quando si ha a che fare con una sostanza favorevole il comportamento è analogo: il cambiamento del verso di rotazione dei flagelli è meno frequente se la concentrazione aumenta, ed è più frequente se questa diminuisce. Rimane però sempre presente un cambiamento del verso di rotazione dei flagelli, e con una frequenza neppure troppo bassa, di modo che il batterio, anche in condizioni favorevoli, può incontrarne di migliori.

Per l'*E. Coli* abbiamo una descrizione piuttosto dettagliata del comportamento osservato in termini di processi fisici. Si parte da una piccola famiglia di proteine che attraversano la membrana cellulare e il cui livello di attivazione cresce quando si legano con sostanze nocive e diminuisce quando si legano con sostanze favorevoli. L'attivazione di queste proteine induce una catena di reazioni di cui si conoscono alcune delle proteine coinvolte nel citoplasma e queste vanno ad agire sul complesso di proteine che funge da motore del flagello facendolo ruotare in senso orario. Il tempo di risposta è dell'ordine di 200 millisecondi, e molti altri dettagli sono noti sui processi che consentono al batterio di rispondere, per alcune sostanze favorevoli, a concentrazioni comprese tra 10^{-10} M e 10^{-3} M.

Di altri batteri, come il *Rhodobacter capsulatus*, si conoscono diversi aspetti dei processi fisici che fanno passare, a seconda delle condizioni ambientali, ad uno o all'altro dei tre sistemi impiegati dal batterio per produrre sostanze indispensabili per i suoi processi cellulari⁴⁷. Questi batteri, infatti sono in grado di avvalersi della luce, di composti organici e di composti inorganici, e i processi sono così organizzati da evitare al massimo il modo di produzione energeticamente più dispendioso: quello legato alla fotosintesi. Anche qui le diverse condizioni ambientali inducono l'attivazione di specifiche proteine attraversanti la membrana cellulare. L'attivazione dell'una o l'altra di tali proteine promuove differenti catene di reazioni chimiche, che a loro volta producono sostanze capaci di indurre una diversa velocità di sintesi delle proteine coinvolte nei tre modi di produzione.

Vorrei infine ricordare il caso di un protozoo, il *Didinium*⁴⁸, che ha un diametro di circa 150 micron, è circondato da due festoni di cilia che muove in sincronia nuotando velocemente, ed ha una parte frontale appiattita con una protrusione simile ad un naso. Quando incontra una preda, di solito un altro tipo di protozoo, questo ciliato fa uscire dalla regione frontale dei piccoli dardi paralizzanti, quindi attacca e divora la preda contraendo la sua membrana cellulare in modo da inglo-

⁴⁷. Si veda l'interessante rassegna di C.E. Bauer and T.H. Bird, "Regulatory circuits controlling photosynthesis gene expression", *Cell*, 1996, 85, pp. 5:8.

⁴⁸. Si veda B. Alberts, D. Bray, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts and J.D. Watson, *Molecular biology of the Cell*, cit., pp. 24:25.

bare l'altra cellula; e la preda ha spesso le stesse dimensioni del *Didinium*.

Una prima notazione, abbastanza ovvia per un biologo ma notevole per le sue conseguenze, è la constatazione che comportamenti notevolmente adattivi non richiedono necessariamente organismi multicellulari e un sistema nervoso. Ma questi esempi sono stati qui richiamati sul filo di un diverso ordine di considerazioni.

Si può decidere di considerare intelligente un comportamento e il sistema che lo pone in atto solo quando si attribuisce al sistema la capacità di anticiparsi mentalmente il comportamento posto in atto e lo si considera causa del comportamento stesso⁴⁹. In questi casi il comportamento adattivo diventa una conseguenza e ci si attendono manifestazioni diverse di tale adattabilità.

Decisioni di questo tipo hanno tuttavia il limite assai netto che se si decide di rifiutare la qualifica di intelligente ad un comportamento non appena lo si pensa interamente provocato da una causa esterna, ci si trova a rifiutare la qualifica di intelligente a tutto ciò il cui comportamento sia stato descritto in termini di fisica. Infatti abbiamo visto che in fisica si impiega uno schema mentale in cui la causa del cambiamento è una cosa diversa da quella che cambia. Questo schema viene applicato anche al comportamento ogniqualvolta venga descritta una catena di operazioni fisiche che lo provocano, col risultato di considerare il comportamento provocato da qualcosa di diverso da ciò su cui si osserva il comportamento, cioè dal soggetto agente della psicologia. In prospettiva, quindi, verremmo a negare l'intelligenza a tutto il comportamento umano una volta che esso sia stato descritto e studiato attraverso i processi fisici che accadono nel corpo dell'uomo: una situazione, chiaramente inaccettabile, che scaturisce però dal pretendere di applicare contemporaneamente due schemi incompatibili.

Resta comunque il fatto che un comportamento risulta intelligente o no a seguito dell'applicazione di una categoria mentale: risulta cioè da una attività diversa da quella posta in atto per realizzare il comportamento che si considera intelligente. Vi sono molte ragioni che inducono a sviluppare una teoria con questi caratteri, ed esse sono state esposte in più punti del lavoro critico ricordato all'inizio, ai quali rimandiamo chi è interessato a maggiori dettagli sull'argomento. Qui desidero sottolineare come qualunque discussione sull'essere un comportamento intelligente oppure no richieda la dichiarazione esplicita di quali condizioni si vogliono soddisfatte per categorizzare mentalmente il sistema in questo modo. E questo ci introduce alla seconda parte della discussione.

L'approccio della psicologia

⁴⁹. Una discussione questo punto era contenuta anche in R. Beltrame, "Sulla descrizione dei sistemi intelligenti", *cit.*

Discutendo della definizione dei fatti mentali si è visto che non vi è alcun obbligo di definire fatti mentali in corrispondenza a tutti i processi fisici che sono stati distinti nel sistema a cui si attribuisce capacità di svolgere attività mentale; anche se, come abbiamo avvertito, occorre poi lasciare aperta la possibilità che l'occorrenza di un fatto mentale non dipenda soltanto dall'occorrenza di altri fatti mentali.

Trattandosi di definizioni abbiamo una notevole libertà e si possono quindi definire fatti mentali quanti ne servono per gli scopi pratici in gioco, così come si possono distinguere tanti processi fisici quanti ne servono per descrivere il sistema, visto come sistema fisico, e la sua dinamica. Fermo restando che i fatti mentali debbono venir definiti rispettando i requisiti discussi nella prima parte del lavoro, abbiamo così un approccio per fatti mentali che è in corrispondenza con quello per fatti fisici (attraverso le corrispondenze con cui abbiamo definito i fatti mentali), ma che può avere granularità diversa.

Quando affrontiamo la dinamica dell'attività mentale da questo punto di vista, facendo cioè riferimento a fatti mentali, troviamo che tale dinamica presenta un campo estremamente vasto di possibilità perché, svolta una delle attività impiegate per definire fatti mentali, abbiamo automaticamente il fatto mentale che è stato definito corrispondere a quell'attività. Sotto questo profilo neppure la contraddizione costituisce un limite, perché è anch'essa un fatto mentale.

Tuttavia considereremmo anomalo un comportamento nel quale osservassimo sistematicamente un flusso di piccoli frammenti di attività mentale tra loro sconnessi, cioè quando il comportamento presentasse una forte mancanza di stabilità e coerenza. E richiediamo una buona dose di stabilità e coerenza anche sul lungo periodo per considerare normale il comportamento di un sistema a cui attribuiamo attività mentale. Considereremmo ugualmente anomalo un comportamento che si rivelasse eccessivamente stereotipato, quando cioè al sistema venisse attribuita un'attività mentale eccessivamente ripetitiva e polarizzata su pochi fatti, come ad esempio in forme gravi di autismo.

Un contributo molto forte alla coerenza che consideriamo caratteristica di un comportamento intelligente normale proviene dal fatto che chi svolge attività mentale tende a mantenere costante la definizione di un certo numero di oggetti, di loro reciproci rapporti ed interazioni, e di proprietà degli uni e degli altri. Questa costanza può venir spiegata supponendo che il soggetto usi dei paradigmi nello svolgere la propria attività mentale⁵⁰. Se poi si suppone che quanto viene assunto come

⁵⁰. La nozione di paradigma può venir ricondotta al considerare qualcosa come termine di confronto. Qui vorrei soltanto avvertire, riservandomi di tornare in seguito sulla questione, che l'impiego di paradigmi nella maniera che verremo delineando ha legami assai stretti con la memoria procedurale.

paradigma derivi dall'apprendimento e sia modificabile per effetto dell'esperienza e della storia del soggetto, si evita anche di teorizzare un comportamento eccessivamente ripetitivo.

L'impiego di paradigmi soddisfa i requisiti richiesti per il comportamento che consideriamo normale perché ha l'effetto di indurre vincoli allo svolgimento dell'attività mentale di modo che questa segua cammini preferenziali, e d'altra parte i vincoli indotti non siano così stringenti da rendere quei cammini operativi obbligatori, privi cioè di alternative. Forti motivazioni, o la presenza di condizioni nuove, non contemplate nel paradigma in uso in quel momento, possono non soltanto attenuare la forza del vincolo indotto, ma essere addirittura una spinta ad operare in maniera diversa da quella prevista dal paradigma, ed anche una spinta a mutare i paradigmi. Ipotizzare l'uso di paradigmi è quindi una soluzione che consente di evitare, anche su scala temporale ridotta, cioè sul breve periodo, gli estremi che ci porterebbero a considerare un comportamento intelligente fortemente anomalo o addirittura patologico.

Il contenuto dei paradigmi

Volendo soffermarsi brevemente sui contenuti dei paradigmi, abbiamo anzitutto la definizione degli oggetti con cui abbiamo a che fare e di un certo numero di loro caratteristiche. Molti oggetti sono per nostra esperienza indeformabili, hanno cioè forma e dimensioni costanti, e di pochi oggetti considereremmo normale una rapida e frequente variazione di colore. E in psicologia troviamo fatti che sono spiegati introducendo per l'appunto una costanza di grandezza e una costanza di colore. Tali costanze sono molto legate ad elementi di carattere nozionale e influenzano in modo assai marcato sia come parliamo delle nostre percezioni, sia altri tipi di attività da queste promosse.

Diciamo di solito che una mano a 30 cm dagli occhi appare della stessa grandezza dell'altra lontana quanto lo consente il braccio disteso, e le zone di retina interessate dall'una e dall'altra hanno estensioni molto diverse. Analogamente entro certi limiti descriviamo gli oggetti dello stesso colore nonostante l'illuminazione vari di intensità e di composizione spettrale e l'effetto è più intenso e sicuro se tra gli oggetti ve ne sono di colore noto. Va da sé che questi fenomeni si verificano in un certo range di grandezze e distanze degli oggetti e di variazioni di illuminazione, al di fuori di tali intervalli intervengono elementi che portano a conseguenze diverse.

Una ulteriore sorgente di paradigmi è data dai vincoli all'attività di categorizzazione, vincoli che sono particolarmente evidenti nel contesto scientifico. Dovendo soddisfare il requisito di ripetibilità che è caratteristico della prassi scientifica, quando nelle teorie o nelle descrizioni degli esperimenti si introducono categorie

mentali, e più in generale elementi che non hanno il carattere di osservabili, se ne vincola l'uso legandolo al rispetto di procedure tecniche che sono specifiche dei vari contesti.

In topografia, ad esempio, per asserire che abbiamo rimisurato distanza e dislivello tra gli *stessi* punti del terreno dobbiamo aver applicato precise tecniche, che coinvolgono anche la realizzazione di stabili manufatti opportunamente inseriti nel terreno dove si vogliono fare le misure. 'Stesso' ed 'altro' sono categorie mentali e la loro occorrenza richiede soltanto che qualcuno svolga la relativa attività costitutiva; tuttavia in questo contesto decidiamo di usare la categoria 'stesso' applicata ai punti del terreno solo se sono state seguite le procedure tecniche statuite, altrimenti considereremmo scorretta la categorizzazione.

In matematica, dove gli enti in gioco e i loro rapporti quando vengano visti come fatti cognitivi risultano categorie mentali, si ricorre a definizioni esplicite e, soprattutto, all'uso di simboli e regole di loro sostituzione. La dimostrazione, che tiene qui il ruolo dell'esperimento nelle scienze fisiche, diventa allora una sequenza di riscritture che a partire dall'espressione iniziale ne sostituisce pezzi, utilizzando le ipotesi e quanto dimostrato in precedenza, sino ad arrivare all'espressione che descrive la tesi. In questa fase di riscrittura l'interpretazione può essere del tutto assente: infatti le espressioni possono venir considerate sequenze di segni grafici, i teoremi statuizioni che certe sequenze di simboli possono essere sostituite da altre, e la dimostrazione un seguito di sostituzioni di simboli che porta dalla sequenza iniziale a quella finale⁵¹.

Non sempre si riescono a trovare procedure soddisfacenti a cui vincolare la categorizzazione; un esempio è dato dall'asserzione che un certo volume contiene gli stessi elettroni che vi erano contenuti ad un precedente istante di tempo. Si costruiscono allora teorie dove il dato è soltanto il numero di elettroni che occupano il volume a un certo istante di tempo, poi è questione di tecnologia matematica impiegare direttamente questo dato oppure partire da un dato diverso e introdurre le trasformazioni matematiche che ristabiliscono le proprietà derivate dagli esperimenti⁵².

Vincolando a procedure e manipolazioni fisiche l'uso delle categorie mentali

⁵¹. I programmi di calcolatore per manipolazioni simboliche in algebra e in analisi matematica sono fondati su questo approccio metodologico.

⁵². La strategia comunemente usata in questo particolare caso prevede due passi. Si scrivono dapprima le equazioni matematiche che sarebbero valide se le particelle fossero distinguibili; in un secondo passo si impongono a queste le condizioni che debbono valere quando si scambiano due particelle affinché il risultato finale corrisponda alla statuizione di partenza che non ammetteva la distinguibilità. Sarebbe però meglio evitare in questi casi l'uso di locuzioni come 'forze di scambio', che risultano parecchio fuorvianti.

nelle teorie e nelle descrizioni degli esperimenti, si offre una ulteriore possibilità di inferire l'occorrenza delle categorizzazioni che, avendo carattere privato, non consentirebbero osservazioni ed esperimenti ripetibili. Si comprende allora perché nel mondo scientifico venga considerato di notevole importanza il compito di individuare procedure semplici e sicure a cui legare la categorizzazione nei vari contesti.

Quando poi si usano le categorie nel discorso scientifico si suppone implicitamente che siano state seguite le procedure a cui, in quel dato contesto, è vincolato l'uso della categoria, e ci si attendono le relative conseguenze. Le procedure non vengono di solito richiamate esplicitamente, ma sono supposte note. Scarsa consapevolezza su questo punto è spesso causa di cattivi discorsi filosofici.

In biologia la nozione di specie offre un esempio assai significativo di questo stato di cose. Specie risulta infatti dall'applicazione di una categoria mentale e dobbiamo precisare quali condizioni vogliamo siano soddisfatte per considerare qualcosa una specie biologica. Gli attuali sviluppi della biologia molecolare portano ad un ripensamento dei tradizionali criteri basati sulla capacità di riprodursi. Agendo sulle condizioni ambientali è in certa misura possibile e si può pensare di pilotare sia l'interfecondità di cellule aploidi, sia lo sviluppo degli embrioni. Il numero di processi biologici possibili diventa quindi molto alto e si può pensare di privilegiare tra le condizioni che si vogliono soddisfatte per applicare la categorizzazione di specie la stabilità nel tempo di un certo numero di processi: quelli appunto che mantengono associate e interagenti tra loro le varie parti che costituiscono un organismo con determinati caratteri. Si tratta di una stabilità che va pensata con cura per rendere questa nozione compatibile con i fenomeni di memoria che sono massivamente presenti nei sistemi biologici.

Un discorso strettamente analogo può essere fatto per la nozione di vivente. Anch'essa discende come fatto cognitivo dall'applicazione di una categoria mentale. In medicina le condizioni per applicare tale categorizzazione agli esseri umani, cioè per dichiarare qualcuno vivente o non vivente, sono strettamente codificate e sono materia di discussione e di revisione continua per tener conto dell'evoluzione delle conoscenze sui processi fisici che avvengono nell'organismo umano, e dei mutamenti nelle tecniche di misura delle grandezze fisiche associate a tali processi.

La categorizzazione è di solito vincolata a caratteristiche delle cose che si categorizzano, queste sono spesso osservati o cose fisiche, e le caratteristiche in questione sono spesso descritte da grandezze che possono variare con continuità. La categorizzazione viene allora vincolata a certi valori di soglia di tali grandezze: si pensi alle categorizzazioni 'alto' e 'basso' applicate alle persone oppure ai monti.

La categoria di 'alto' una volta applicata, consente di dividere i monti e le per-

sone in due gruppi: gli alti e quelli che non lo sono. L'occorrenza della categorizzazione è infatti descrivibile da una variabile a due valori: è stata applicata la categoria oppure no. Dall'appartenenza ad uno dei due gruppi ci aspettiamo allora conseguenze che dovrebbero valere per gli appartenenti ad un gruppo e non per quelli appartenenti all'altro; se però le conseguenze attese hanno carattere fisico e dipendono dalla grandezza che varia con continuità, troviamo di rado una loro presenza/assenza passando da un gruppo all'altro, perché di solito anche le conseguenze sono descrivibili tramite grandezze che possono variare con continuità. Capita di frequente in questi casi che si abbandoni l'uso della categorizzazione, sostituendolo nel caso di alto e basso con l'uso della misura dell'altezza⁵³, tutto ciò con notevole guadagno se si vuole chiarezza.

Vi sono però casi, come quello di vivente e non vivente in medicina, in cui si mantiene invece la categorizzazione alla quale si lega come conseguenza una decisione: qui proseguire o abbandonare una terapia intensiva⁵⁴. E vi sono infine casi, come la categorizzazione di intelligente, nei quali possono entrare in gioco interessi egoistici a spingere verso una non chiarezza, perché non si ritiene ad esempio conveniente dichiarare esplicitamente una propria posizione antropomorfica.

Tra i contenuti dei paradigmi abbiamo compreso anche rapporti tra gli oggetti e le conseguenze di tali rapporti. Ipotizzare l'uso di paradigmi così fatti permette di evitare un dualismo ontologico tra cose fisiche e cose mentali, con i relativi problemi che in filosofia hanno una lunga storia. Al solito il riferimento ad un esempio ci faciliterà la discussione.

Accettiamo senza difficoltà che si abbia il fuoco come fatto cognitivo solo se abbiamo la relativa attività mentale costitutiva, e che l'occorrenza di tale attività richieda che vi sia qualcuno che la svolge. D'altra parte accettiamo ugualmente senza difficoltà che il fuoco bruci un pezzo di legno e lo trasformi in cenere in maniera indipendente dall'attività cognitiva di qualcuno; nel senso che tali trasformazioni accadono indipendentemente dal fatto che qualcuno le pensi oppure no.

In termini di attività mentale possiamo spiegare questi fatti osservando che se il fuoco è stato pensato soggetto del bruciare, l'occorrenza del bruciare e delle trasformazioni dell'oggetto bruciato debbono venir ascritte al fuoco soltanto, pena la contraddizione. Ugualmente se la trasformazione del legno in cenere è pensata

⁵³. In effetti in epoca relativamente recente si è seguito anche il cammino inverso, definendo una logica fuzzi. I risultati somigliano sì a quelli di certi ragionamenti umani, ma a volte si insinua il dubbio che per questa via si vogliano tenere vivi ragionamenti basati su scarsa chiarezza e, soprattutto, su scarsa consapevolezza.

⁵⁴. Il mantenere la categorizzazione è facilitato in questi casi anche dal fatto che le conseguenze sono descrivibili con una variabile a due valori: sì e no.

prodotta dal bruciare del legno, essa non può venir ascritta ad altro, pena, al solito, la contraddizione. Noi pensiamo cioè a processi che modificano oggetti e che hanno altri oggetti per soggetti: l'indipendenza dell'occorrenza di tali processi e dei loro risultati dall'occorrenza dell'attività mentale con cui li pensiamo consegue allora dal non volerli contraddire.

A sua volta l'impegno ad avere un insieme di paradigmi esente da contraddizioni è essenziale se vogliamo avvalercene per inferenze e deduzioni relative a fatti che riguardano il nostro corpo e gli oggetti fisici del nostro ambiente. Tali fatti hanno spesso un peso notevole nel decidere le nostre azioni e il nostro comportamento, e le loro conseguenze possono risultare per noi assai pesanti. L'impegno a rifiutare la contraddizione discende dall'aver dimostrato che da una contraddizione è possibile dedurre sia un fatto che il suo contrario, facendo venir meno la possibilità di dedurre conseguenze per noi utili.

La stabilità delle proprietà degli oggetti può essere fatta derivare allora dall'assumere come paradigma che essi siano pensati avere certi caratteri costitutivi, la stabilità delle conseguenze che ci si attendono dalle loro interazioni può essere fatta derivare dall'assumere come paradigma che gli oggetti siano pensati intervenire con determinati ruoli in certi processi, e che dall'occorrenza di un processo conseguano determinati altri fatti. Tra i paradigmi, cioè, si avrà anche il fuoco pensato soggetto di un'attività come il bruciare che coinvolge altri oggetti sui quali produce determinati mutamenti, fa diventare ad esempio il legno cenere.

Come si vede l'impegno a non contraddirci e l'impegno ad usare come paradigmi certi fatti e certe concatenazioni tra questi sono sufficienti per ottenere una descrizione dove si abbia l'indipendenza degli oggetti fisici, delle loro interazioni, e delle conseguenze di loro azioni mutue dall'attività cognitiva. Possiamo quindi evitare di introdurre due distinti principi, uno per il mondo delle cose fisiche e dei loro rapporti e l'altro per il mondo delle conoscenze.

E resta anche intatta la duplice possibilità che sussiste a proposito delle cose fisiche, dei loro rapporti e delle loro trasformazioni. In un caso la loro occorrenza dipende dal particolare soggetto che svolge l'attività mentale ed ha di conseguenza i vincoli e le caratteristiche dell'attività mentale, nel secondo caso dobbiamo affidarci all'osservazione e all'esperimento per stabilire la loro occorrenza e le condizioni a cui questa avviene. L'impegno ad avere uno schema privo di contraddizioni impone di non mescolare i due casi, cosa che del resto avviene comunemente nella vita pratica dove si parla di trasformazioni pensate, o immaginate, o previste, e di trasformazioni che avvengono o sono avvenute su un determinato oggetto fisico⁵⁵.

⁵⁵. Quanto detto per i fatti fisici vale anche per i fatti psichici, che presentano la stessa indipendenza e la stessa duplice possibilità di approccio.

Considerazioni analoghe valgono anche per i fatti fisici impiegati nella corrispondenza attraverso cui si definiscono i fatti mentali: è quindi contraddittorio porsi problematiche che, anche implicitamente, neghino questo fatto, Ed infatti la pretesa di volere una stessa cosa contemporaneamente come oggetto e come strumento dell'indagine ha dato origine storicamente ad un certo numero di intriganti paradossi.

La dinamica dei paradigmi

Sono stati tratteggiati alcuni dei caratteri attraverso cui i paradigmi contribuiscono in modo determinante alla stabilità del comportamento; vorrei ora delineare, valendomi di alcuni esempi elementari, i caratteri che contribuiscono invece all'adattabilità del comportamento e che possono quindi dare un'idea di come i paradigmi si instaurino. Al solito appoggeremo il discorso ad alcuni esempi elementari.

Quando abbiamo una variazione di colore che localizziamo nello spazio circostante, pensiamo di solito nello stesso posto anche una differenza tattile e ci aspettiamo di trovarla. Inoltre non ci aspettiamo di solito una differenza tattile là dove non percepiamo una differenza visiva e, infatti, è buona norma segnalare in modo chiaro la presenza di una porta costituita da un'unica lastra di vetro trasparente per evitare che qualcuno ci vada a sbattere con forza.

Possiamo pensare che un paradigma del genere si instauri abbastanza presto, perché localizzare spazialmente una differenza di colore e pensare nello stesso posto anche una differenza di tipo tattile è parte di quel coordinamento tra attività visiva, motoria e tattile che ci consente di afferrare un oggetto. Tuttavia, non appena la nostra esperienza si amplia, questa semplice regola diventa condizionata da ulteriori elementi. Non viene applicata, ad esempio, quando la differenza di colore riguarda qualcosa che pensiamo una figura piana, come l'illustrazione di un libro; ma vi sono situazioni più articolate, come il caso di una palla o di un altro oggetto colorato a spicchi o campiture multicolori, dove la differenza di tipo tattile è aggiunta in corrispondenza a certe differenze di colore e non a certe altre. Quando poi l'esperienza abbia raggiunto un grado abbastanza elevato di ricchezza e sofisticazione si ha un paradigma che porta a pensare la palla come un oggetto fisico di forma sferica la cui superficie può essere colorata con colori e campiture diverse.

Uno schermo televisivo è una superficie, ma noi vediamo abitualmente ambienti e oggetti rappresentati come tridimensionali. Il sistema ottico della telecamera fornisce immagini che sono di solito quelle che potremmo ottenere con una prospettiva lineare su un piano perpendicolare all'asse ottico dell'obiettivo. A partire almeno dalla prospettiva rinascimentale ci siamo abituati a costruire come tri-

dimensionali oggetti e ambienti rappresentati secondo le regole della prospettiva e la grande diffusione di immagini prodotte da sistemi ottici che forniscono appunto questo tipo di immagini ha reso molto vincolante questa abitudine. Del resto Brunelleschi, nella sua prima tavola prospettica che segna l'inizio della prospettiva rinascimentale, per indurre a costruire come tridimensionale il Battistero che vi aveva rappresentato, aveva fatto ricorso alla riflessione in uno specchio piano, dove era consolidata da tempo l'abitudine a costruire come tridimensionale ciò che si vede nello specchio⁵⁶.

Nel caso del cinema e della televisione siamo anche abituati ad assumere la posizione della camera di ripresa come nostro punto di osservazione. Questa abitudine e i movimenti della camera durante la ripresa rinforzano la tendenza a costruire come tridimensionali gli oggetti e l'ambiente ripreso, perché abbiamo effetti molto vicini agli effetti stereocinetici. Questi ultimi sono a loro volta un vincolo appreso assai presto a costruire come tridimensionale ciò che vediamo perché, quando ci muoviamo in un ambiente, intervengono pesantemente nella localizzazione spaziale degli oggetti circostanti permettendoci di evitarli.

Le immagini su uno schermo televisivo offrono anche un esempio immediato della notevole sofisticazione che lo schema dei vincoli viene progressivamente ad assumere, una sofisticazione che è anch'essa risultato di apprendimento. Nell'aggiungere le conseguenze di una differenza di tipo tattile là dove si hanno differenze di colore il paradigma distingue tra vincoli che riguardano gli oggetti rappresentati sullo schermo e gli oggetti, come lo schermo televisivo, che appartengono all'ambiente del nostro corpo. Infatti se sullo schermo sono rappresentati due oggetti che collidono, noi ci aspettiamo di veder rappresentate anche le conseguenze abituali della collisione, ma non ci muoviamo dalla nostra sedia quando sullo schermo è rappresentata un'automobile che viene verso di noi.

Questo comportamento richiede un livello piuttosto alto di sofisticazione dei paradigmi usati. Implica infatti una netta separazione tra un oggetto e la sua raffigurazione, separazione che non è affatto immediata se si tiene conto che in televisione sono rappresentati oggetti in movimento che interagiscono tra loro, e che il tutto è fatto con una buona dose di realismo. Al mondo degli oggetti raffigurati applichiamo tutta la nostra conoscenza e le nostre aspettative sulle conseguenze delle interazioni che vediamo, ma contemporaneamente sappiamo che il nostro corpo non appartiene alla situazione fisica raffigurata, ma ad un'altra, quella dell'ambiente in cui siamo fisicamente presenti, benché entrambe derivino da un processo

⁵⁶. Questa questione è stata discussa estesamente in R. Beltrame, *La prospettiva rinascimentale. Nascita di un fatto cognitivo*, Quaderni di *Methodologia*, 3, Roma, 1996; un aggiornamento recente è in Rapporto CNUCE C97-24, Dicembre 1997.

percettivo.

Come si vede i paradigmi sono di solito molto articolati e aperti ad addizioni e riorganizzazioni, poiché rappresentano la cultura e l'esperienza del soggetto che li usa. Possiamo pensarli inglobare anche i vincoli che l'atteggiamento mentale assunto in quel momento dal soggetto induce sullo svolgimento dell'attività mentale, e le condizioni che sono presupposte per avere un certo risultato: ad esempio l'illuminazione, la distanza, etc. nel caso della percezione di un oggetto. Se il soggetto nota che queste ultime condizioni non sono soddisfatte penserà ad una percezione illusoria da cui non si possono trarre pacificamente le abituali deduzioni.

La crescita della personale esperienza e della cultura del soggetto comporta l'estensione dei paradigmi in due direzioni: nella direzione di nuovi campi, e nel numero di condizioni che il soggetto vuole soddisfatte per attendersi un certo fatto. La crescita del numero di condizioni che si vogliono soddisfatte per attendersi un certo fatto può spiegare perché persone con molta esperienza siano più scettiche circa la possibilità di ottenere determinati risultati. Il medesimo fatto allunga i loro tempi di reazione, poiché la persona attende che siano verificate un numero maggiore di condizioni prima di iniziare la propria reazione.

Un altro esempio interessante nel quale intervengono molti dei fatti discussi in precedenza ci è offerto dai fenomeni di memoria in organismi biologici a cui attribuiamo la possibilità di svolgere un'attività mentale sufficientemente sofisticata da avere fenomeni di ricordo cosciente, tipicamente gli esseri umani. Possiamo sempre applicare a questi sistemi l'approccio discusso in precedenza per i sistemi fisici dotati di memoria poiché possiamo vederli come sistemi fisici. Ma possiamo anche affrontare il problema seguendo l'approccio psicologico: decidendo cioè di ricorrere ad una teoria che spieghi il comportamento fisico osservato introducendo quali elementi esplicativi intermedi fatti mentali, in particolare categorie mentali. Se i fatti mentali in gioco sono stati definiti in uno dei modi descritti nella prima parte si potrà procedere ad una verifica sperimentale, altrimenti si tratta di un'ipotesi teorica, di cui si discute la plausibilità e che dovrà essere confermata da successivi controlli sperimentali.

Con riferimento ad un approccio di questo secondo tipo, ipotizziamo che quando si parla di ricordo, un certo fatto mentale sia considerato ripetizione di un fatto mentale che è a sua volta considerato avvenuto nel passato⁵⁷. Ipotizziamo cioè che l'avere qualcosa consciamente come ricordo derivi da una categorizzazio-

⁵⁷. Una ipotesi di questo tipo è stata avanzata in S. Ceccato, *La fabbrica del bello*, Rizzoli, Milano, 1987, pp. 234:36. Su questo punto è anche interessante vedere la discussione di Aristotele nei *Parva Naturalia: De Memoria*, 450a.25 e segg.

ne mentale che si svolge secondo lo schema descritto.

Da questa ipotesi discende intanto che, se viene meno la possibilità di dar vita ad un determinato fatto mentale, viene meno anche la possibilità di avere ricordo consapevole di questo stesso fatto, quantunque esso possa essersi verificato moltissime volte in passato: infatti è diventato non realizzabile ciò che dovrebbe essere considerato ripetizione di un fatto avvenuto in passato. E sono note acromatopsie acquisite, conseguenza di lesioni cerebrali, dove la perdita della capacità di percepire i colori si accompagna appunto alla perdita della capacità di ricordarli; anche se i soggetti, adulti, avevano percepito e ricordato colori svariate volte prima di incorrere nella patologia in questione.

Possiamo poi ipotizzare che appartenga ai paradigmi usati che il considerare una cosa come ripetizione di un'altra abbia come conseguenza che le due cose siano considerate uguali. Nel caso del ricordo, è il fatto mentale attuale ad essere ritenuto uguale ad uno che si ritiene avvenuto in passato: quest'ultimo è quindi considerato termine di confronto. Tutto questo si accorda bene con il fatto assai comune per cui eventuali differenze rilevate per altra via – ad esempio attraverso riscontri fattuali o documentali, testimonianze, etc. – tendono ad essere ricondotte ad una qualche causa: una momentanea amnesia, la confusione con un fatto simile, etc.. Si tende cioè a spiegare perché, anche ad una successiva verifica, l'attuale fatto mentale non risulti uguale ad uno accaduto in passato come ci si aspetterebbe in base alle categorie mentali applicate.

Fa ancora parte dei paradigmi il fatto molto generale che, svolta una certa attività mentale, il successivo comportamento proceda come se sussistessero le conseguenze attese dall'attività mentale svolta in precedenza⁵⁸: cioè che l'occorrenza di certi fatti sia assunta come termine di confronto, e questi risultino per l'appunto attesi. Tra i molti esempi possiamo ricordare il risultato percettivo che porta da una certa stimolazione visiva alla stima delle distanze durante la guida di un veicolo. Il comportamento successivo assume una piena congruenza tra la situazione fisica e quella scaturita dall'attività mentale svolta, cosa di cui diventiamo immediatamente consapevoli quando successive verifiche o le conseguenze smentiscono la nostra assunzione.

La cosa vale anche per la categorizzazione mentale, e quindi nel nostro caso per quanto è considerato ricordo, se non intervengono verifiche di altro tipo, è ritenuto ripetizione di qualcosa avvenuto nel passato anche agli effetti del successivo comportamento. Questo a sua volta ha due conseguenze. Risulta indebolita la spinta a verificare se sussistano le uguaglianze che ci si aspetterebbero sulla base

⁵⁸. Evito di proposito di parlare di conseguenze supposte vere o verificate, perché ciò comporterebbe una verifica che per ipotesi abbiamo escluso.

delle categorie mentali applicate, e la spinta sarà progressivamente più debole al ripetersi di tale situazione. Motivazioni, di cui spesso la persona non è completamente consapevole, possono poi indurre a rifuggire da ogni sorta di verifica. Le conseguenze sono ben note. Fatti che ad una verifica condotta per altra via non risulterebbero accaduti o che rivelerebbero comunque differenze anche assai rilevanti rispetto a quelli considerati ricordo, possono così fissarsi come ricordi ed essere considerati dalla persona come effettivamente appartenenti al proprio passato, con le relative ripercussioni sul suo comportamento.

La maniera qui proposta di vedere il ricordo consapevole può venir applicata senza difficoltà ad un fatto che Freud considerò cruciale nello sviluppo della psicoanalisi. Egli notò che alcuni suoi pazienti ricordavano durante l'analisi situazioni di seduzione (cioè esperienze sessuali passive) subite nella loro infanzia, ma ad una successiva verifica si trovava che tali situazioni non erano mai occorse nell'infanzia del paziente.

Possiamo notare che, una volta completato il processo biologico di differenziazione sessuale, certe dimostrazioni di affetto, e in particolare gesti di tenerezza che coinvolgono esperienze sensoriali del mondo tattile, tendono ad assumere una colorazione sessuale: sono cioè avvertite come coinvolgenti anche la sfera sessuale. La nostra cultura, poi, ci porta ad escludere di norma il coinvolgimento sessuale in tutta una serie di situazioni, tra cui segnatamente il rapporto tra genitori e figli piccini.

Supponiamo ora che una persona adulta parta dal ricordo di gesti di tenerezza, che coinvolgono sensazioni tattili, di cui è stato oggetto nell'infanzia. Egli può ora avvertire quei gesti carichi anche di una connotazione sessuale e se tutto questo è considerato ripetizione di ciò che è accaduto nell'infanzia egli considererà ciò che avverte ora come ripetizione di ciò che avvertiva nell'infanzia. Da qui il ricordo di una seduzione, e tra l'altro aperta a molti dei caratteri poi teorizzati da Freud per la sessualità infantile. Se invece scatta il paradigma indotto dalla cultura, la connotazione sessuale viene mentalmente esclusa per l'esperienza infantile, ed è il caso di sottolineare che ciò avviene di solito utilizzando il ragionamento, impiegando cioè una correlazione di pensiero.

Di proposito si è fatto riferimento ad un cambiamento molto marcato e profondo dell'architettura biologica quale quello indotto dalla differenziazione sessuale, ma ci si possono aspettare fenomeni analoghi in corrispondenza a cambiamenti stabili o temporanei del quadro culturale del soggetto: cioè, nel linguaggio della nostra discussione, a cambiamenti stabili o temporanei nel sistema dei paradigmi usati dal soggetto.

Vorrei ricordare per tutti il caso della prospettiva citato in precedenza: per noi è ora praticamente impossibile percepire un affresco, una tavola, o una miniatura

dell'XI, del XII, del XIII, o del XIV secolo come la vedevano i contemporanei prima del sorgere e del diffondersi della prospettiva rinascimentale.

Abbiamo proposto che il ricordo consapevole sia ottenuto applicando certe categorie mentali e abbiamo discusso alcune conseguenze della loro applicazione: abbiamo cioè supposto che la categorizzazione sia avvenuta e ne abbiamo dedotto certe conseguenze. Resta però da stabilire quando e al ricorrere di quali condizioni venga posta in atto la categorizzazione proposta. È in questo quadro che il ricordo legato all'applicazione di uno schema categoriale si affianca e interagisce con gli altri fenomeni di memoria ipotizzabili per gli esseri umani: cioè le modificazioni indotte sul materiale biologico dai processi fisici che accadono nell'organismo e il ritardo nell'interazione tra le varie parti del sistema. E i diversi modi di indurre fatti di memoria possono rinforzare gli effetti o dare luogo a risultati discordanti, facendo così insorgere disturbi dai caratteri anche marcatamente patologici.

A chiusura di queste brevi considerazioni sul ricordo consapevole vorrei notare che lo schema categoriale a cui abbiamo proposto di ricondurre il ricordo consapevole comporta soltanto che un fatto mentale sia considerato ripetizione di uno accaduto in passato. Nello sviluppo di una teoria che spieghi e predica la dinamica dell'attività mentale l'ipotesi proposta vincola soltanto le condizioni che portano a considerare un fatto ripetizione di un altro, senza imporre vincolo alcuno alla ripetizione del fatto in questione: i vincoli concernono cioè solo la categorizzazione. In una descrizione fisica l'ipotesi proposta concerne cioè i processi usati per definire il considerare una cosa ripetizione di un'altra e non quelli usati per definire la cosa considerata in questo modo. La questione, per quanto abbastanza ovvia una volta che sia stata richiamata, è una conseguenza molto forte dell'aver introdotto la categorizzazione mentale nell'approccio psicologico.

Già i pochi esempi di paradigmi sin qui discussi ne mettono in luce uno dei caratteri salienti: i paradigmi risultano dall'apprendimento, e sono storici sia con riferimento alla storia dell'individuo, sia con riferimento alla storia del suo ambiente culturale.

Il contenuto dei paradigmi è sì aperto alle scelte dei singoli individui, ma, come abbiamo visto, nei paradigmi sono incluse conseguenze che riguardano il nostro corpo e gli oggetti fisici dell'ambiente in cui operiamo; tali conseguenze, poi, hanno spesso notevole rilevanza per le nostre azioni e per il nostro comportamento. Per tutti questi motivi si vuole che il sistema dei paradigmi sia anzitutto esente da contraddizioni: infatti da una contraddizione possiamo dedurre sia un fatto che il suo contrario vanificando l'utilità dei paradigmi per dedurre conseguenze. Inoltre il verificarsi delle conseguenze attese è spesso indipendente dalla nostra attività mentale, e quindi siamo indotti ad accettare nei paradigmi soltanto conseguenze che abbiamo verificato occorrere con alta probabilità⁵⁹.

Quando nello svolgersi dell'attività mentale questa fluisce in accordo con i paradigmi, ne consideriamo normali i risultati, e il linguaggio riflette questo accordo attraverso l'uso prevalente del modo indicativo nei verbi e le designazioni dirette, in cui si ha il solo sostantivo, senza aggettivazioni. Tuttavia, proprio perché i paradigmi introducono soltanto vincoli e non sono necessitanti, attività che non seguono il paradigma vengono accettate, anche se poi si è facilmente indotti ad introdurre spiegazioni per tale scostamento. Al solito se le conseguenze attese non si verificano abbiamo la possibilità di:

- aggiungere al paradigma ulteriori elementi condizionanti che rendano di nuovo alta la probabilità del verificarsi del fatto, e impiegare lo schema allargato come paradigma sostitutivo del precedente;
- cessare di considerare una certa attività mentale come predittiva di un'altra, e, ancora, considerare lo schema modificato come nuovo paradigma;
- decidere di non proseguire l'attività mentale secondo le aspettative suggerite dal paradigma, e procedere con una attività mentale diversa da cui ci si aspettino le conseguenze che si sono verificate; si cessa ad esempio di considerare un oggetto più vicino di un altro quando ulteriori verifiche non confermano il risultato percettivo, e si rovescia la categorizzazione dei due oggetti.

Possiamo quindi cambiare le nostre scelte, ma ciò avviene solo se forzati da ragioni stringenti.

Il modo di allargare e modificare i paradigmi che abbiamo delineato permette di teorizzare modi e strategie secondo cui viene portato avanti l'ampliamento dello schema di conoscenze del singolo soggetto. Tali strategie sono interpretabili anche come strategie di apprendimento e come modi attraverso cui il singolo soggetto introduce e fissa nella propria esperienza nuovi fatti mentali. Inoltre fenomeni che sono stati raccolti sotto la comune etichetta di memoria procedurale presentano effetti analoghi a quelli qui ascritti all'uso di paradigmi: è infatti molto difficile trovare automatismi che non siano influenzabili e, tra quelli appresi, che non siano interrompibili, per cui le analogie diventano assai più strette di quanto non appaia a prima vista.

Lo studio della maniera in cui si instaurano i paradigmi in un dato soggetto è un capitolo di estremo interesse della dinamica dell'attività mentale. Mi limito a segnalare che esso è però legato al problema di come e quando nuovi fatti mentali entrano a far parte della cultura e dell'esperienza di un dato soggetto, e del come un fatto mentale diventa un vincolo ad operare in un determinato modo. Esso è inoltre strettamente interconnesso con le modificazioni che l'operare in un certo modo induce sul materiale e sull'architettura di un sistema biologico. Seguire que-

⁵⁹. La verifica richiede in questi casi il passaggio attraverso l'esperimento.

sto filo di considerazioni porterebbe troppo oltre i limiti programmati per questo lavoro.

Nella misura in cui siamo indotti a considerare l'attività del soggetto come un'attività mentale coordinata e non come un seguito di fatti mentali isolati ed indipendenti, ogniqualvolta il soggetto costruisce fatti mentali nuovi questi risulteranno in rapporto con altri precedentemente accaduti a quel soggetto. Per questa via possiamo avviare una teorizzazione scientifica della creatività, togliendole completamente l'alone magico e la sua indebita funzione di giustificare una posizione antropomorfa.

La maniera di avvalersi dei paradigmi che abbiamo finora discusso è quella usata dal singolo individuo, e in essa possiamo distinguere una parte indotta da vincoli di intersoggettività, e una parte che riflette la storia personale del soggetto e la sua costituzione, compresi gli eventuali aspetti patologici. Caratteri intersoggettivi sono di solito significativamente presenti nei paradigmi e riflettono in quale misura la persona è aperta alla comunicazione con altri. Possiamo anche pensare che le persone coltivino questi caratteri al preciso scopo di comunicare con altri⁶⁰.

Dei vari aspetti coinvolti nella comunicazione vorrei qui sottolinearne due che hanno più diretta attinenza con questa discussione. Una volta che il soggetto abbia deciso che cosa intende comunicare, i fatti mentali oggetto della comunicazione non sono necessariamente già pronti, ma possono venir ottenuti da quelli costruiti in precedenza attraverso trasformazioni e rimaneggiamenti anche profondi, o possono essere completamente nuovi, costruiti *ad hoc*, anche se a posteriori se ne possono tracciare relazioni con quelli precedenti.

Il secondo punto riguarda i mezzi che il soggetto usa per comunicare ciò che ha deciso. Chi comunica adatta, infatti, i modi della comunicazione sintonizzandoli sul destinatario della comunicazione stessa, così che questa abbia successo. Per realizzare questo scopo tramite lo strumento linguistico, la lingua viene spesso impiegata in maniera assai sofisticata. Sappiamo che formulazioni linguistiche differenti possono raggiungere lo scopo in maniera non ugualmente ottimale, e che la comunicazione linguistica riuscita, quantunque il risultato finale sembri assai semplice, è spesso frutto di successivi, delicati aggiustamenti. Nelle *Lezioni americane* di Calvino⁶¹ quella dedicata all'esattezza illumina in maniera splendida questo aspetto della comunicazione linguistica, mostrando anche che la metafora non è indispensabile.

⁶⁰. Preferisco parlare di comunicazione quando si abbia attività volontaria, deliberata; cioè quando il soggetto decide di comunicare. Altrimenti preferisco parlare di sfogo.

⁶¹. I. Calvino, *Lezioni americane. Sei proposte per il prossimo millennio*, Garzanti, Milano, 1990, pp. 55:77.

Ritroviamo qui un aspetto assai generale a cui si era accennato anche in precedenza. Se si considera l'attività del soggetto volta a raggiungere un fine, non possiamo inferire che vi è un unico modo di raggiungerlo e dobbiamo considerare equivalenti tutti i cammini operativi che portano al risultato. Questo fatto è un ulteriore esempio dei vincoli indotti dall'impiego di uno schema categoriale e i vincoli riguardano in questo particolare caso una successiva, differente categorizzazione. Dal momento che consideriamo l'attività di qualcuno finalizzata al raggiungimento di uno scopo, abbiamo infatti un vincolo a considerare quest'ultima come una maniera di raggiungerlo; e quando altre attività conducano al raggiungimento dello stesso scopo, abbiamo di nuovo un vincolo a considerare tutte le attività equivalenti in vista di raggiungere lo scopo proposto. Abbiamo però anche l'ulteriore possibilità di considerarle differenti introducendo criteri diversi, ad esempio una maggiore o minore rapidità e sicurezza nel raggiungere il fine proposto, ma anche, e più semplicemente, una loro diversa articolazione. Infatti sia l'uguaglianza che la differenza risultano, come fatti cognitivi, da categorizzazioni mentali che nei diversi contesti mettono in gioco differenti criteri di confronto ed hanno vincoli diversi.

In generale non possiamo quindi associare ad uno scopo una sola maniera di realizzarlo e nel verificare l'occorrenza dei fatti mentali siamo allora costretti ad immaginare esperimenti che discriminino quale dei cammini capaci di portare allo scopo prefissato si sia verificato e quali siano le condizioni che portano a seguire l'uno o l'altro dei cammini possibili. Ci troviamo quindi di fronte ad una teoria di maggiore complessità di quella che avremmo se al raggiungimento di uno scopo potessimo far corrispondere un unico cammino operativo, e questa non è l'ultima delle ragioni che possono aver contribuito a mantenere in vita l'errore conoscitivo.

Come si è detto l'eventuale unicità del cammino operativo va provata, e nei sistemi biologici possiamo aspettarci che l'unicità sia molto rara perché la possibilità di ottenere un determinato risultato in modi diversi di solito aumenta la probabilità di sopravvivenza del sistema. Gli esempi più frequenti ed immediati ci vengono dall'attività motoria: possiamo ad esempio prendere un libro da un tavolo usando differenti schemi di attività muscolare.

Inoltre, la nozione di funzione è connessa all'idea di scopo da realizzare, di fine da raggiungere e, sia nelle spiegazioni che nelle predizioni scientifiche, preferiamo introdurre cause efficienti piuttosto che cause finali. Diventa infatti immediato pensare ad un'esperienza in cui si attiva il processo che è considerato causa efficiente e stare a vedere se si ha l'effetto atteso. Se invece si ricorre alla causa finale ciò non è possibile perché questa è pensata alla fine del processo che essa causa, e si ha una situazione abbastanza ingarbugliata dal momento che bisogna introdurre qualcos'altro che promuova l'effetto atteso. In psicologia il soggetto

svolge spesso questo ruolo attraverso il passaggio dallo scopo all'azione volontaria che lo realizza e, quando l'organismo biologico che consideriamo soggetto ha una complessità troppo bassa, storicamente sono stati introdotti altri costrutti specifici, dei quali l'istinto è forse il più comune.

Oggi tuttavia non siamo obbligati ad introdurre elementi finalistici per avere una soddisfacente trattazione della biologia. Possiamo usare uno schema mentale in cui associamo ai diversi processi che possono verificarsi in un dato organismo biologico una differente speranza di vita per l'organismo in questione. Quando andiamo a campionare nel tempo la popolazione di quegli organismi sarà più alta la probabilità di trovare individui con più alta speranza di vita, e quindi anche individui in cui si verificano i processi a cui è associata una più elevata speranza di vita. Non abbiamo perciò bisogno di elementi finalistici neppure per spiegare l'evoluzione⁶². Penso anzi che, proprio a seguito di questo spostamento di punto di vista, i comportamenti finalistici sopravvivano oggi in psicologia soltanto tra quelli di elevata complessità, e strettamente legati a comportamenti intenzionali e volontari.

Quando poi si decida di sviluppare una teoria generale dell'attività cognitiva è necessario ricorrere a un insieme di paradigmi che, proprio perché debbono servire a spiegare e predire le differenze che osserviamo nei paradigmi usati dei singoli soggetti, saranno in generale diversi da questi e soprattutto sarà completamente diversa la dinamica dei loro cambiamenti, perché ora essa dipende dalle esigenze della teoria generale che si sta costruendo e non dalla storia dei singoli soggetti. È un punto che intendo soltanto rammentare, perché dovremmo altrimenti aprire un discorso assai lungo e articolato.

L'approccio scientifico non cambia il quadro che abbiamo delineato perché aggiunge solo il requisito di studiare i fatti in modo ripetibile. Tra l'altro troviamo molti degli aspetti visti in precedenza quando esaminiamo l'attività mentale con cui viene costruita una teoria scientifica. Una teoria scientifica è infatti una costruzione mentale ed in essa troviamo quindi la libertà e il ruolo dell'immaginazione e dell'inventiva che sono caratteristici di una costruzione mentale. Però, se la teoria concerne anche oggetti fisici e loro mutue azioni che consideriamo avere questi per agenti, dobbiamo considerare l'occorrenza di tali azioni indipendente dall'attività mentale di chi sviluppa o usa la teoria. Lo studio di tali interazioni e delle loro conseguenze deve allora avvalersi necessariamente dell'esperimento e i risultati degli esperimenti vincolano fortemente lo sviluppo della teoria: poiché, pro-

⁶². Si vedano in proposito gli studi di genetica delle popolazioni, penso ad esempio a: W.F. Bodmer, L.L. Cavalli-Sforza, *Genetica, evoluzione, uomo*, Milano, 1977; L.L. Cavalli-Sforza, M.W. Feldman, *Cultural transmission and evolution: a quantitative approach*, Princeton, 1981.

prio come abbiamo visto accadere per i paradigmi, vogliamo teorie esenti da contraddizioni al fine di impiegarle per ottenere predizioni attraverso procedimenti deduttivi.

Come in altri casi l'approccio scientifico aggiunge ulteriori requisiti all'operare corrente: nel caso di una teoria scientifica si vuole per programma che siano spiegati tutti i fatti noti nello specifico campo di cui la teoria si occupa. Pertanto una nuova teoria deve spiegare sia i fatti spiegati dalla precedente teoria sia quelli che hanno originato la nuova costruzione; e per questo motivo possiamo correttamente parlare di evoluzione quando ci riferiamo alla conoscenza scientifica.

Fatti mentali e attività mentale

Nel corso del lavoro si sono usate due dizioni, 'fatti mentali' e 'attività mentale', lasciando al contesto il compito di farne avvertire implicitamente la differenza. Qui vorrei soffermarmi brevemente su queste differenze e richiamare i due diversi approcci a cui queste possono dare origine nella formalizzazione di una teoria che spieghi e predica la dinamica dell'attività mentale. La discussione ci permetterà anche di porre in luce alcuni aspetti utili per meglio chiarire struttura e modi di un punto di vista diacronico nello studio del mentale.

Storicamente il mentale è stato pensato secondo due schemi prevalenti. Uno di questi lo pensa in termini di entità e loro rapporti; in tal caso 'mente' designa di solito la collezione di queste entità e dei loro rapporti. Quando si passa ad una dinamica di queste entità si è costretti ad introdurre una specifica attività che consenta di parlare in modo proprio dell'occorrenza loro e dei loro rapporti. Spesso questa attività specifica è lasciata inanalizzata e ci si limita a precisare che è attuata da chi è pensato svolgere l'attività mentale.

Alternativamente il mentale può venir pensato in termini di attività, attività che diventa a questo punto costitutiva dei fatti mentali che si vogliono definire. Adottando questo punto di vista 'mente' viene ad essere il soggetto dell'attività costitutiva.

L'approccio per fatti mentali ha il vantaggio di mettere in gioco sin dall'inizio il collegamento tra lo studio del mentale per i suoi aspetti costitutivi e il complesso di elementi trasmessi in varia forma all'individuo dal gruppo entro cui vive, quindi nel caso dell'uomo l'antropologia. L'assunzione di paradigmi nello svolgere attività mentale può venir interpretata da un punto di vista matematico anche come l'introduzione di correlazioni tra l'occorrenza dei diversi fatti mentali definiti all'interno della teoria che descrive la dinamica dell'attività mentale. Questo modo di vedere è alla base di una possibile formalizzazione della teoria, perché le correlazioni possono venir impiegate per calcolare la probabilità che un fatto mentale si

verifichi successivamente all'occorrenza di un altro fatto mentale e quindi per formulare previsioni su quale attività mentale si verificherà in certe condizioni⁶³.

Vi sono però seri svantaggi nel costruire una teoria dotata di un soddisfacente grado di generalità. Infatti la scelta dei fatti mentali, per quanto non di necessità, avviene di fatto all'interno di un dato contesto culturale; quindi le potenzialità ammesse dall'architettura biologica risultano filtrate dai modi e dalle abitudini storicamente stabilitesi in quel dato momento storico entro il particolare gruppo di appartenenza dell'individuo studiato, mentre tali abitudini vanno considerate variabili entro una teoria che renda conto e predica differenze tra individui diversi e tra momenti diversi di uno stesso individuo.

In tal modo si viene ad avere una discretizzazione che discende da definizioni, che risulta quindi molto rigida e pertanto poco adatta a sopportare processi di apprendimento. Per tener conto dell'apprendimento si sarebbe costretti a modificare di continuo le definizioni: una scelta assolutamente inaccettabile nello sviluppo di una teoria⁶⁴.

Si è quindi costretti a considerare i fatti mentali come un prodotto, come il risultato di una attività, e si ha una valida alternativa all'approccio per fatti mentali e loro rapporti se si riprendono le mosse dai modi di definizione discussi nella sezione precedente. Tra quelli esaminati vi è infatti la corrispondenza con processi fisici che si verificano nel sistema che si considera capace di svolgere attività mentale. L'alternativa consiste allora nel formulare una teoria che descriva e predica il fluire dell'attività: fisica se si considera il sistema per la sua fisicità, mentale se ci si avvale della corrispondenza con processi fisici usata per definire il mentale.

Si tratta di un approccio che considero molto promettente, che porta facilmente alla decisione di utilizzare lo schema del continuo al posto di quello del discreto, ma che richiede un profondo ripensamento del modo di affrontare i problemi, soprattutto quando si assuma l'approccio tradizionale della psicologia, e in molti casi comporta anche una nuova e diversa scelta delle osservabili a cui appoggiare la descrizione fisica⁶⁵.

I due approcci possono integrarsi a vicenda dando origine ad una teoria che ha come fondamento le possibilità offerte dall'architettura biologica e dove la cultura risulta un fatto dinamico in maniera pressoché automatica. Nella teoria si ritrovano cioè i vincoli che la cultura pone all'operare mentale e nello stesso tempo essa può essere vista come prodotto dell'attività mentale svolta. Nella descrizione della cultura, poi, è possibile avvalersi di fatti mentali e di loro rapporti, senza però dover

⁶³. Nel caso più generale la previsione avrà la forma di una distribuzione di probabilità tra le varie attività mentali possibili.

⁶⁴. Pensata in questi termini anche la diacronia risulta inaccettabile.

considerare gli uni e gli altri irriducibili perché si ha a disposizione un approccio che permette di vederli come risultato di attività.

In questo scritto poi non si sono forzate di proposito alcune distinzioni che erano invece evidenziate in lavori precedenti. Ad esempio la distinzione tra costitutivo e consecutivo, che è legata allo schema categoriale entro cui i fatti sono inseriti: una stessa attività mentale risulta così costitutiva in rapporto al fatto mentale che va per l'appunto a costituire, e risulta consecutiva in rapporto all'attività mentale precedente da cui è stata considerata promossa o indotta. Allo stesso modo non si è forzata la scomposizione dei fatti mentali in atomi costitutivi perché è tipico di ogni teoria utilizzare in certe sezioni definizioni, sviluppi, e risultati ottenuti in altre sezioni⁶⁶. Inoltre ha poco senso forzare una distinzione tra fatti mentali ed attività mentale poiché si tratta di punti di vista, di modi di considerare, che possono venir applicati ad una stessa situazione anche se, come abbiamo visto, non si tratta di punti di vista equivalenti per lo sviluppo di una teoria che spieghi e preveda lo svolgersi dell'attività mentale.

Se ora passiamo a considerare un approccio di tipo diacronico tenendo presen-

⁶⁵. Di questo approccio è interessante prendere in considerazione un modello estremo che fa riferimento alle teorie non lineari del campo in fisica. È un approccio che, tenuto conto dello stato attuale delle conoscenze, presenta serie difficoltà ad essere applicato alla dinamica dell'attività mentale; esso ha però il vantaggio di avere una impostazione metodologica molto limpida e quindi riesce particolarmente adatto per la nostra discussione, che per programma è focalizzata appunto sugli aspetti metodologici. Lo strumento di elezione per la descrizione e la formalizzazione diventa in questo approccio non più la logica o il ragionamento per inferenza, ma l'equazione e di conseguenza l'analisi matematica, nella sua declinazione di analisi funzionale quando si abbandoni un approccio deterministico per uno probabilistico. Nelle sue linee generali la strategia di questo approccio può venir descritta in maniera quanto mai semplice e concisa, perché nella fisica essa ha lunga e ben assestata storia. Lo schema concettuale e la formalizzazione della meccanica di continui diventano in questo approccio un punto di riferimento obbligato. I continui con microstruttura (si veda in proposito G. Capriz, *Continui con microstruttura*, Dipartimento di matematica dell'Università di Pisa, 1988) offrirebbero probabilmente un approccio migliore, ma si hanno maggiori difficoltà nel gestire il ritardo dell'interazione. L'approccio della meccanica dei continui porta ad una descrizione delle osservabili che è compatibile con lo studio di situazioni in cui il sistema non è in equilibrio (si veda in proposito W. Grandy Jr., *Foundations of Statistical Mechanics*. Vol. 1 *Equilibrium Theory*, Boston, 1986, e Vol. 2 *Nonequilibrium Phenomena*, Boston, 1988), e situazioni di non equilibrio possono presentarsi nei sistemi biologici dove le non linearità sono tendenzialmente la regola e dove si ha una marcata dipendenza dell'attività del sistema dalla storia precedente. Tenuto poi conto che un approccio di tipo probabilistico è praticamente d'obbligo, la teoria quantistica del campo diventa un buon punto di riferimento per questo tipo di formalizzazione (si veda in proposito J. Glimm and A. Jaffe, *Quantum Physics. A functional integral point of view*, 2nd edition, Springer Verlag, 1987).

⁶⁶. Nell'analisi matematica, ad esempio, si utilizzano spesso come punto di partenza le nozioni di numero reale, delle operazioni tra numeri reali, e le relative proprietà, e queste sono state definite e dimostrate in un'altra parte della matematica.

te la discussione sugli aspetti metodologici della definizione del mentale svolta in precedenza, diventa anzitutto contraddittorio sostenere che la definizione di un fatto mentale si è trasformata nel tempo in un'altra. Ciò implicherebbe avere infatti una terza definizione di quel fatto mentale che rimane invece invariata e che permette di parlare appunto dello stesso fatto mentale. Ma tutto questo renderebbe contraddittorio parlare di un cambiamento di definizione di quel fatto mentale. La diacronia, quindi, non può venir applicata alle definizioni dei fatti mentali, e analogo discorso vale per la definizione dell'attività mentale. Per quanto possa apparire a prima vista paradossale, del mentale non si ha quindi né storia, né sincronia, né diacronia, né evoluzione, perché sono in gioco soltanto definizioni.

Quando si passa invece allo studio dell'occorrenza dei fatti o dell'attività mentale in un certo individuo o gruppo sociale, possiamo tranquillamente impiegare sia un punto di vista sincronico che un punto di vista diacronico, perché non si incorre in alcuna contraddizione quando si afferma che un determinato fatto mentale cade in disuso a partire da un certo momento, o che a partire da un certo momento si comincia ad usare un fatto mentale che non era impiegato prima. Tutto questo però ha a che fare con la storia di un certo individuo o di un certo aggregato umano e della loro cultura, cioè con l'antropologia, e non con una storia del mentale. Se non viene tenuto ben presente questo punto è abbastanza facile pensare ad una analisi del mentale piuttosto che ad una sua definizione; e siccome per questa via la definizione del mentale esiste ma non è dichiarata, è abbastanza facile che il mentale venga pensato come un *prius*, reintroducendo così il dualismo ontologico della tradizione filosofica.

La questione risulta particolarmente chiara se si fa riferimento ad una situazione nella quale si sia definita l'attività mentale tramite una corrispondenza con processi fisici che avvengono nel soggetto che stiamo studiando. Supponiamo poi di avere un esperimento in cui osserviamo i processi fisici con cui a partire da una certa azione sul soggetto si arriva ad un suo comportamento fisico, ad esempio determinati movimenti. Possiamo anche dire che tra lo stimolo e la risposta il nostro soggetto ha svolto l'attività mentale corrispondente alle definizioni che erano state date in precedenza.

Ripetendo l'esperimento con soggetti diversi o in uno stesso soggetto in momenti diversi possiamo trovare: uguaglianza oppure cambiamenti nei processi intermedi, o cambiamenti nei processi fisici che abbiamo considerato risposta allo stimolo, oppure cambiamenti in entrambi. Nel caso di cambiamenti nei soli processi intermedi possiamo concludere che, per qualche ragione da indagare, il soggetto ha svolto attività mentale diversa per arrivare alla medesima risposta. Nel caso di cambiamenti nella sola risposta finale possiamo concludere che, per qualche ragione pure da indagare, il soggetto dà una risposta diversa pur avendo ese-

guito la stessa attività mentale. Nel caso di cambiamenti in entrambi possiamo concludere che il soggetto risponde diversamente alla stessa stimolazione.

In tutti questi casi possiamo fare la storia di cosa succeda della relazione tra l'occorrenza di una determinata attività mentale e l'occorrenza di una determinata risposta motoria; oppure possiamo studiare come muti, e perché, l'attività mentale svolta tra un certo stimolo e una certa risposta; e così via. Come si vede è qui in gioco il rapporto tra l'occorrenza di un'attività mentale, definita in uno dei modi ricordati, e l'occorrenza di qualcos'altro, poco importa se di carattere pubblico o privato, mentre non è mai in gioco un cambiamento della definizione dei fatti mentali, essendo la definizione per l'appunto individuante i fatti mentali di cui è questione.

Possiamo quindi sostenere che un taglio sincronico o un taglio diacronico possono venir impiegati soltanto nello studio di quella che abbiamo chiamato dinamica dell'attività mentale, cioè per l'occorrenza del mentale e quindi per le problematiche che abbiamo delineato nella seconda parte di questo lavoro.