CARLO SEMENZA

FONDAMENTI E PROBLEMI DELLA NEUROPSICOLOGIA COGNITIVISTA

estratto da:

RIVISTA DI PSICOLOGIA

nuova serie, anno LXXVII
numero 2-3, maggio-dicembre 1992

FONDAMENTI E PROBLEMI DELLA NEUROPSICOLOGIA COGNITIVISTA *

Carlo Semenza **

1. *Introduzione*

L'influenza del cognitivismo spinge i neuropsicologi contemporanei a considerare le questioni teoriche ed, in parte, anche quelle cliniche concernenti la propria disciplina, come problemi di elaborazione dell'informazione. Pertanto ritengono che le osservazioni compiute su pazienti cerebrolesi siano potenzialmente utili nel rendere specifiche le singole componenti del processo di elaborazione e la relazione che c'è tra esse (la cosiddetta "architettura funzionale"). Piú in dettaglio questa descrizione dovrebbe riguardare il contenuto ed il formato dell'informazione codificata da una componente (la"rappresentazione") e le procedure che trasformano una classe di rappresentazioni in un'altra (si noti che rappresentazione e procedure determinano a loro volta l'architettura funzionale). Alcuni critici ritengono, tuttavia, che questo livello di dettaglio non sia quasi mai raggiunto e neppure perseguito efficacemente (Seidenberg, 1988; Grodzinsky, 1990) [1]. Il modello teorico che comprende, quindi, idealmente la descrizione delle componenti dell'architettura funzionale, delle rappresentazioni e dei processi di trasformazione viene detto con Marr (1982) "computazionale". In neuropsicologia, in riferimento ad un modello computazionale, il livello corretto di diagnosi clinica sarebbe di conseguenza quello che si riferisce al danno delle sue componenti. È ben chiaro, comunque, a qualunque neuropsicologo che questo livello di descrizione per i comuni casi clinici è solo un desiderabile ideale. Il danno cerebrale, infatti, colpisce generalmente piú componenti del sistema cognitivo e con severità variabile: è difficilissimo pertanto poter fare una diagnosi precisa nei termini di un modello computazionale . I pochi casi in cui questo è possibile, detti "casi puri", vanno ricercati, studiati e valorizzati in modo particolare.

Nonostante la difficoltà di reperire "casi puri", si pensa oggi che la neuropsicologia sia un'importante fonte di dati per costruire modelli basati sull'idea di elaborazione dell'informazione e per porre utili costrizioni a questa teorizzazione. Viceversa, rispetto ad altri quadri teorici, quello dell'elaborazione dell'informazione sembra adattarsi in particolar modo alla neuropsicologia. La ragione di questo vantaggio reciproco è la seguente: i modelli

* Questo lavoro è una versione ampliata e in italiano dell'articolo *Methodological issues*, citato nel testo, che comparirà nel *Dictionary of neuropsychology* della Basil Blackwell di Londra, a cura di J. Sergent e G. Beaumont.

** Dipartimento di Psicologia Generale, Università di Padova.

[1] Questa critica, tutt'altro che infondata, è rivolta, di fatto, alla "scuola inglese" che deve comunque forse considerarsi come la piú influente del momento: le raccolte di saggi *Deep Dyslexia* (Coltheart, Patterson, Marshall, 1980), *Surface Dyslexia* (Patterson, Marshall, Coltheart, 1986) ed il piú recente *Neuropsicologia e struttura della mente* (Shallice, 1988, trad. it 1990), che ne sono l'espressione piú paradigmatica, hanno avuto un'eco larghissima. In Europa i fondamenti metodologici adottati da questo gruppo limitato di autori sono stati largamente considerati dalla comunità neuropsicologica come il metodo neuropsicologico *tout-court*. Uno degli scopi di questo articolo è, di fatto, di bilanciare questo pregiudizio a favore degli inglesi, senza negarne i meriti, dando voce anche agli autori americani e agli europei "non integrati".

di elaborazione dell'informazione possono essere "lesi" concettualmente. Le predizioni teoriche di un modello (ad esempio, che cosa succede se viene a mancare la componente x) ed il dato fornito dall'osservazione neuropsicologica (ad esempio un caso in cui la componente x sembra deficitaria), possono essere pertanto utilmente confrontati. Non è affatto chiaro come per altre teorie questo scambio avrebbe potuto funzionare. Un esempio di teoria che si presta poco al confronto con i dati neuropsicologici è quella della Gestalt: non è forse un caso che al momento della sua maggiore fortuna sia corrisposto un periodo relativamente oscuro per la neuropsicologia. Al momento attuale l'interazione tra teorie dell'elaborazione dell'informazione e neuropsicologia ha fatto di quest'ultima una rispettabile partner di altre discipline in quel complesso dominio del sapere che va sotto il nome di "scienze cognitive". Si cerca sempre piú spesso una convergenza fra i risultati degli studi sui normali e le osservazioni neuropsicologiche. Il traguardo comune è lo sviluppo di una teoria cognitiva, una teoria cioè che specifichi in che consista un dato compito cognitivo.

La localizzazione cerebrale delle funzioni cognitive, pur sempre uno degli scopi istituzionali della neuropsicologia, è in questo momento ritenuta troppo difficile, se non al livello grossolano già ampiamente esplorato. Anche se nuove, raffinate, tecniche di localizzazione vengono proposte di giorno in giorno, il livello in cui la teoria funzionale potrà essere utilmente confrontata con i dati anatomici sembra ancora molto lontano da raggiungere. Per questo motivo i neuropsicologi cognitivisti, pur non rimanendo indifferenti ai progressi della tecnica, tendono ad evitare di occuparsi di localizzazione. Per meglio dare un'idea, però, di come si collochino i neuropsicologi rispetto all'oggetto delle loro osservazioni, si prenda spunto dall'esempio seguente. Oltre un secolo fa Mendel scoprí, in base a sistematiche osservazioni, le leggi che portano il suo nome sull'eredità dei caratteri genetici. Queste leggi astratte, tuttora sostanzialmente valide, poterono essere espresse senza la conoscenza dei cromosomi, per non parlare del DNA, cioè delle strutture che permettono e spiegano il compirsi delle leggi stesse. Quando la tecnica permise di evidenziare i cromosomi, la loro funzione venne compresa in base alle leggi già note. E la struttura a doppia elica del DNA potè essere teorizzata e compresa ancora sotto la guida delle leggi di Mendel. Ma la neuropsicologia si occupa di anomalie... bene, ancora un esempio viene dall'astronomia, come e piú della neuropsicologia una scienza che viene definita "osservativa". Un secolo e mezzo fa fu l'osservazione di una anomalia nell'orbita di Urano a far pensare alla possibilità che un altro pianeta girasse intorno al sole in un'orbita piú esterna. Piú tardi questa teoria venne sostenuta anche in base a calcoli matematici. Infine, ancora piú tardi, venne osservato direttamente il pianeta Nettuno... L'essenza della neuropsicologia come scienza osservativa verrà ripresa in seguito come argomento di questo scritto.

2. *Obiezioni alla neuropsicologia*

La neuropsicologia non è esente da obiezioni su base epistemologica. Si cercherà qui di rispondere alle principali, che sono tre.

La prima obiezione è che il danno cerebrale può causare un decremento globale di risorse cognitive. Gli effetti sulla cui osservazione la neuropsicologia si fonda non sarebbero dovuti altro che a variazioni casuali, irrilevanti per la comprensione delle funzioni normali. Tuttavia molti deficit neuropsicologici avvengono in maniera cosí selettiva che è difficile pensare all'effetto di variazioni casuali. Alcuni pazienti, per esempio, perdono la capacità di produrre la forma fonologica di una precisa categoria semantica, come i nomi propri o gli animali. Questo deficit riguarda in alcuni casi il 100% degli esemplari di una categoria

mentre nessuna anomia può essere dimostrata per gli esemplari di altre categorie. Cosí un paziente può non riuscire a produrre la parola "cane" richiestagli su definizione, e produrre nella stessa condizione parole come esegesi o palingenesi. Nessun fattore di difficoltà o di particolari inclinazioni individuali può spiegare questo fenomeno. Soprattutto quando poi si è nella condizione di osservare quel che viene chiamato "doppia dissociazione": ad esempio, di fronte ad un paziente che non riesce piú a produrre i nomi di animali, se ne trova un altro che riesce a produrre solo quelli e nessun altro. Sembra allora piú semplice spiegare questi fenomeni pensando che essi riflettano aspetti della organizzazione premorbosa del sistema cognitivo, ove, per esempio, i nomi di animali godono di una elaborazione a parte. Come si ripeterà piú avanti, sarà necessario di volta in volta formulare circa questa organizzazione una teoria, senza la quale la sola osservazione del fenomeno rimarrebbe priva di significato.

Una seconda obiezione, riproposta in varie forme, è che non c'è modo di dimostrare che il danno cerebrale non danneggi il sistema cognitivo in modo arbitrario, dunque in modo che non rifletta l'organizzazione sottostante. Questo è possibile, ma non sembra però una ragione sufficiente per rinunciare a priori all'apporto delle osservazioni neuropsicologiche. Con argomenti simili si potrebbe, infatti, sostenere che anche gli esperimenti su soggetti normali potrebbero non essere in grado di rivelare l'organizzazione sottostante. Se lo scopo è quello di evidenziare le componenti di un dato compito cognitivo non si vede perché, infatti (Marin, Saffran e Schwartz, 1976), le manipolazioni compiute in laboratorio siano meno arbitrarie degli incidenti che la natura provvede con le lesioni cerebrali. Quel che conta è, in ambedue i casi, la correttezza dell'osservazione insieme con la teoria che la guida. Cent'anni e piú di osservazioni neuropsicologiche consentono un certo ottimismo: in molti casi c'è una chiara convergenza con i risultati degli studi sui normali. Quel che semmai la ricerca in neuropsicologia ha in piú è il suo valore euristico. Nelle parole di Semenza, Bisiacchi, Rosenthal, 1988 (si veda anche Shallice, 1988; 1991): "...l'investigazione dei disturbi neuropsicologici costringe lo studioso a porsi domande spesso molto diverse da quelle che sorgono in relazione ai soggetti normali o ai sistemi artificiali. Le malattie neuropsicologiche sono eventi naturali ciechi rispetto alle nostre prospettive epistemologiche. Pertanto l'osservazione di questi disturbi cognitivi può indicare alla nostra attenzione fenomeni che altrimenti passerebbero inosservati". È un dato di fatto che molti dei fenomeni neuropsicologici siano controintuitivi, e dunque forzino lo studioso verso la ricerca di spiegazioni piú immediate. In piú, come osserva Shallice (1988), i reperti neuropsicologici si confrontano spesso con favore, per robustezza e magnitudine degli effetti, con quelli, spesso molto meno vistosi, degli studi dei soggetti normali, dove una miriade di aspetti non essenziali, ma potenzialmente scambiabili per critici, tende ad inquinare la situazione sperimentale.

Una terza obiezione, piú insidiosa, riguarda la possibilità che, dopo lesione cerebrale, avvenga una riorganizzazione tale delle funzioni per la quale apparirebbero nuove operazioni cognitive. Questa obiezione, se risultasse fondata, sarebbe devastante e ricaccerebbe la neuropsicologia nel solo ambito clinico. Non esistono indicazioni in senso positivo o negativo; tuttavia, la possibilità che processi nuovi ed efficienti si sviluppino dopo il danno cerebrale sembra piuttosto improbabile. Nel caso si osservi una doppia dissociazione, come dice Shallice (1991), sembra impossibile che si siano sviluppati due sistemi riorganizzati con caratteristiche opposte. Si noti che l'eventualità di una certa riorganizzazione funzionale non è negata: sarebbe perfino strano se la performance di un cerebroleso rappresentasse il risultato della semplice combinazione di deficit e funzioni intatte. Come osservano Marin, Saffran e Schwartz (1976), nella prestazione del cerebroleso potrebbero venire esaltate le caratteristiche dei sistemi residui in tutta la loro potenzialità. Se questo può rendere piú difficile l'indagine neuropsicologica (ma si noti che potrebbe anche facilitarla!), non ne

viene però limitata la rilevanza per una teoria cognitiva universalmente valida. Per rispondere a queste e ad altre critiche, i neuropsicologi di matrice cognitivista hanno specificato una serie di assunzioni e sviluppato un vasto apparato metodologico.

3. *Assunzioni di base. La questione della modularità*

Il concetto piú discusso a proposto dei presupposti metodologici della neuropsicologia è quello di modularità. Esso si riferisce all'assunzione (Marr, 1982; Simon, 1962; Shallice, 1981) per la quale ogni sistema di computazione complesso (e, per estensione, ogni sistema organico complesso) è costituito da un insieme di porzioni piú piccole che sono indipendenti l'una dall'altra per quanto lo consentano il compito ed il mezzo organico. Questa assunzione va anche sotto il nome "principio di modularità". Il vantaggio biologico dell'organizzazione modulare consisterebbe nella possibilità di accogliere mutazioni vantaggiose senza che mutazioni svantaggiose si facciano risentire sull'intero sistema[2]. Argomenti teorici e sostegno empirico a favore di questa posizione vengono da parecchie fonti abbastanza disparate come l'intelligenza artificiale, la linguistica, la fisiologia e la psicologia, e sono elencati in dettaglio in Fodor (1983) e in Shallice (1988). Tuttavia, a dispetto di un'ampia convergenza a livello intuitivo sul significato dell'assunzione di modularita', ci sono in realtà delle idee molto divergenti sul preciso significato della parola "modulo", ed anche sull'opinione su fino a qual punto questo concetto sia utile in neuropsicologia.

La teoria piú dettagliata sui moduli e, senz'altro la piú famosa, è quella di Fodor (1983). Un modulo, per Fodor, sarebbe caratterizzato da un preciso insieme di proprietà: sarebbe specifico rispetto ad una modalità sensoriale, automatico nel funzionamento, autonomo dal punto di vista computazionale, "incapsulato" dal punto di vista informazionale, veloce, sostenuto da una precisa architettura neurale, innato e provvisto di un caratteristico itinerario di sviluppo. Per autonomia computazionale Fodor intende la non condivisione con altri moduli di attenzione, memoria, ed altri processi generali. Per "incapsulamento informazionale", la qualità piú essenziale, egli intende la resistenza alle influenze "top-down": la conoscenza del mondo non può influenzare le operazioni interne ai moduli e l'output non porta con sé alcuna informazione su come esso stesso sia stato derivato. Un esempio fornito da Fodor per illustrare questa proprietà è il fatto che anche chi conosce perfettamente l'illusione di Muller-Lyer non può fare a meno di cadervi: il "modulo" responsabile funziona indipendentemente dalla volontà e dalla conoscenze del mondo. Un altro importante aspetto della teoria di Fodor è la distinzione tra sistemi modulari, nei quali include i sistemi di input e, verosimilmente (vedi Marshall, 1984) di output, e i sistemi "centrali", che non sarebbero organizzati in maniera modulare. Per questa ragione i sistemi centrali non sarebbero adatti alla ricerca neuropsicologica.

Revisioni e critiche della teoria di Fodor da parte di neuropsicologi sono quelle di Marshall (1984) e Rosenthal (1988). Per alcuni autori, ad esempio Shallice (1988), i criteri di Fodor per la definizione dei moduli sono troppo specifici ed i sistemi cui si dovrebbero

[2] L'esempio ricorrente è il confronto fra i vantaggi degli odierni sistemi HIFI, costruiti in maniera modulare, rispetto a quelli costruiti negli anni 50, ove qualunque necessità di progresso richiedeva il cambiamento dell'intera apparecchiatura. Per spiegare la questione dei limiti all'indipendenza dei moduli posti dal mezzo organico, si può ricorrere all'esempio dell'evoluzione della giraffa: il limite si è raggiunto non quando la lunghezza del collo ha superato l'altezza degli alberi disponibili ma quando ad un altro sistema, quello cardiovascolare, sarebbe stato richiesto uno sforzo sproporzionato per pompare il sangue, in direzione antigravitazionale, fino ad una certa altezza.

applicare sono troppo limitati per gli scopi dei neuropsicologi. Shallice, in alternativa, propone una teoria molto meno rigida ed esplicita, secondo lui in maggior consonanza con la teoria di Marr (1982), per la quale i moduli sono visti come sottosistemi isolabili e dissociabili con scarsa interazione tra loro. Questa posizione sembrerebbe permettere un uso meno ristretto del concetto di modularità. Tuttavia, Shallice mostra una certa prudenza di fronte al fatto che le dissociazioni sembrano riguardare anche i processi che Fodor considera non modulari. In molti casi ciò che determina l'isolabilità, ammette Shallice, non è chiaro, e potrebbe esserci una spiegazione non modulare.

Altri neuropsicologi seguono le indicazioni di Fodor piú da vicino. Cosí Moscovitch e Umiltà (1989), per quanto in posizione critica rispetto a Fodor, espandono la teoria della modularità distinguendo tre possibili tipi di moduli. Il primo tipo sarebbe analogo a quelli proposti da Fodor e sarebbe l'unico ad occuparsi di una funzione singola. Un esempio potrebbero essere i moduli per la percezione di caratteristiche sensoriali di base o anche, forse, altri capaci di cogliere percetti complessi come le facce. Il secondo tipo di moduli consisterebbe di un insieme di moduli del primo tipo, la cui organizzazione sarebbe innata ed il cui output sarebbe integrato o sintetizzato da un elaboratore non modulare, specifico però per l'informazione in uscita da quel particolare insieme di moduli. Questo tipo di moduli sarebbe in grado di subire modifiche e di apprendere. Esempio di funzioni mediate da tali moduli sarebbero il riconoscimento di oggetti o abilità linguistiche come quelle sintattiche. Il terzo tipo di moduli sarebbe costruito in base all'esperienza di un elaboratore centrale che unirebbe, a prezzo di un certo sforzo, moduli del primo e del secondo tipo; questi moduli assumerebbero con l'uso una piena integrazione ed un certo grado di automaticità. Esempi di questi moduli sarebbero quelli che sostengono funzioni come la lettura o capacità motorie fini apprese. In questo modo Moscovitch e Umiltà sembrano recuperare, almeno parzialmente, alla possibilità di indagine neuropsicologica i processi che Fodor considera "centrali" e pertanto non indagabili.

Come si può facilmente intendere, a questo punto le diverse concezioni di modulo determinano, nei vari autori, non solo l'estensione del campo di applicabilità del concetto, ma anche e soprattutto, la strategia di ricerca. L'approccio basato sull'osservazione di dissociazioni e sulla concezione di modulo secondo Shallice, è senza dubbio quello piú comune, anche se le assunzioni di base non sono quasi mai esplicite. È invece per certi casi sorprendente, visto il successo della teoria di Fodor, come i lavori neuropsicologici guidati da questa teoria siano pochissimi (ma si ricordi l'osservazione di Shallice secondo cui la teoria di Fodor era troppo rigida...): vale comunque la pena di indicarli perche' sono particolarmente interessanti. La ragione è che, a differenza degli altri, si preoccupano di mostrare come un determinato sistema non è solo "isolabile" ma anche incapsulato dal punto di vista informazionale. E, inoltre, veloce nelle sue funzioni. Proprio la dimostrazione della velocità di elaborazione è critica per questi studi, che sono basati su misure ed analisi on-line (vedi Swinney, Zurif e Nichol, 1989 – ed altri lavori dello stesso gruppo per esempi concreti). I metodi impiegati esulano in genere dall'esperienza dei neuropsicologi: forse, anche questa e' una causa della loro scarsa diffusione.

Moscovitch ed Umiltà (1989) indicano una strategia meno impervia che potrebbe in futuro fornire degli ottimi risultati. Essi postulano che una funzione possa essere considerata modulare se può essere selettivamente danneggiata per danno cerebrale focale e selettivamente risparmiata in caso di demenza. Di fatto, se una particolare funzione rimane intatta a dispetto di una grave e pervasiva perdita intellettiva, si può assumere che tale funzione sia "incapsulata", dal momento che il cattivo funzionamento del sistema cognitivo non ha effetto su quella funzione. Un esempio potrebbe essere fornito da un paziente demente che avesse conservato le capacità di calcolo [3].

[3] L'unica difficoltà di questo approccio, come avvertono Moscovitch ed Umiltà, è che il danno che ha dato

Viste queste diverse posizioni, la questione della modularità rimane aperta. Qualunque idea, comunque, se ne voglia avere, è necessario tenere ben presente che, senza una teoria di un dato compito, il principio di modularità applicato a quel compito è concettualmente vuoto. Infine va detto che, forse, la questione della modularità trascende la verosimiglianza del fatto che il sistema nervoso sia organizzato, rispetto alle funzioni cognitive, in maniera modulare. L' assunzione di modularità, infatti, sembra in consonanza con tutta la tradizione scientifica che, partendo dalle scienze fisiche, affronta i problemi e le entità complessi col decomporli in componenti piú semplici. In altre parole, indipendentemente dalla reale organizzazione del sistema nervoso, l'assunzione di modularità potrebbe avere un valore astratto, valido sul piano epistemologico.

4. *Le assunzioni di frazionamento e sottrazione*

La modularità non avrebbe conseguenze sulla neuropsicologia se non si facessero altre, addizionali, assunzioni. La prima (l'assunzione di frazionamento, Caramazza, 1984) è che il danno cerebrale può dar luogo al deficit selettivo di una o piú unità di elaborazione lasciando le altre intatte. L'altra è l'assunzione cosiddetta di "sottrazione" o di "trasparenza". Secondo le prime esplicite formulazioni (ad esempio si veda Caramazza, 1984), il principale concetto sottostante quest'assunzione è che c'è una relazione trasparente tra un dato deficit D ed una componente (P) del processo di elaborazione della informazione, che si presuppone sia danneggiata dal danno cerebrale. Cosicché, l'osservazione di questo deficit D in modo selettivo può essere ritenuta come dimostrazione che P esiste. Ulteriori considerazioni però portano alla conclusione che questa prima formulazione è forse quanto meno imprudente. Essa sembra, infatti, contenere un paradosso: ciò che diviene trasparente (quindi piú comprensibile) dopo lesione cerebrale è ciò che si è perso! Come è stato osservato da Semenza, Bisiacchi e Rosenthal (1988), l'identificazione di un deficit non implica necessariamente che ciò che si vede è la mancanza di una componente separata e definibile del processo di elaborazione dell'informazione. Una formulazione meno forte, ma forse piú soddisfacente, del principio di trasparenza è che il danno cerebrale permette di osservare il funzionamento di processi che risulterebbero opachi allo scrutinio di una fluida, normale performance. Sparirebbe cosí anche il paradosso: ciò che è trasparente è ciò che è rimasto.

Assumere questa seconda, meno forte posizione, non serve solo ad evitare errori logici ma implica, anche, delle conseguenze per il lavoro del neuropsicologo. La prima conseguenza è che i sintomi possono essere meglio compresi nei termini di fattori che riguardano l'uso dell'informazione piuttosto che in termini di perdita dell'uno o dell'altro tipo di informazione (Semenza, Panzeri, Butterworth, 1987; Margolin, Marcel, Carlson, 1985). Cosí, ad esempio, la cosiddetta dislessia di superficie è compresa, piuttosto che come disturbo della via lessicale, come uso di meccanismi di conversione di grafemi o gruppi di grafemi in fonemi o gruppi di fonemi oppure, poiché questa spiegazione non è del tutto soddisfacente, come uso di fronte a parole irregolari di una strategia basata sull'analogia con la pronuncia di

origine al deterioramento demenziale generico affligge facilmente anche ogni singolo modulo. Ed anche se qualche modulo fosse risparmiato, c'è la possibilità che non si riesca a dimostrarlo perché il paziente è genericamente incapace di seguire le istruzioni. Pertanto il non trovare che una funzione (ad esempio la capacità di calcolo) sia risparmiata nel contesto di un deficit generalizzato non costituisce evidenza a sfavore dell'incapsulamento informazionale. Conta solo l'evidenza positiva.

parole che sono scritte in modo ortograficamente simile. L'accento verrebbe posto, quindi, piú su quello che il paziente fa, rispetto a quel che il paziente non fa.

Una conseguenza di vasta portata è, quindi, che l'analisi degli errori diventa piú importante. Qualunque cosa il paziente faccia rispetto al non fare nulla può essere visto come un modo di superare il deficit basato sulle abilità residue. Ad esempio, un paziente come quelli riportati da Semenza, Butterworth e Panzeri (1990), che compie degli errori come "fratellismo" mostra un uso perfetto delle conoscenze morfologiche, a dispetto di un ovvio deficit lessicale. L'esame di tutti gli errori di questo tipo compiuti dal paziente ha permesso di concludere che le regole derivazionali sono elaborate indipendentemente dalle conoscenze lessicali, siano esse produttive oppure no. Con la strategia di badare a ciò che è rimasto viene anche minimizzato il rischio (si veda piú avanti) di dare ad associazioni di deficit casuali un significato che esse non hanno.

In ogni caso è importante sottolineare (Caramazza, 1991), per chiudere il discorso sulla trasparenza, che la relazione tra i deficit cognitivi e le abilità cognitive normali resta trasparente solo fintantoché le ipotizzate modifiche rispetto al processo di elaborazione normale sono considerate entro un esplicito quadro teorico. Senza di questo ogni speculazione perde il suo valore.

5. *I problemi della variabilità individuale, della strategia del paziente e della difficoltà del compito*

Già coloro che, per primi, hanno formulato il principio di trasparenza hanno anche segnalato una serie di problemi. Se si vuole trarre valide conclusioni dal comportamento dei pazienti è necessario per prima cosa tener conto della variabilità individuale tra i normali. I dati tratti da un gruppo di soggetti consentono di affrontare meglio questo problema ma, come si vedrà piú avanti, ci sono molte altre ragioni per le quali l'indagine su un singolo caso si fa preferire. Tuttavia bisogna ammettere l'eventualità che un singolo paziente possa essere stato, prima della malattia, particolarmente incapace in un particolare compito. A questo proposito Shallice (1988) osserva che se la dissociazione osservata è del tipo *classico* (cioè tutti gli altri compiti sono svolti dal paziente in modo normale), è ben difficile sostenere una spiegazione del deficit in base alla variabilità individuale normale. (Con un po' piú di coraggio si potrebbe dire che il soggetto è degno di studio comunque, indipendentemente dal fatto che abbia o meno una lesione cerebrale, proprio grazie alla dissociazione che presenta.) Piú problematico è il caso, non infrequente nella realtà, in cui la prestazione dei pazienti nei compiti che eseguono meglio è tuttavia ancora inferiore a quella peggiore dei soggetti normali. Su queste obiezioni prevale comunque una considerazione finale basata sui fatti: per quanto possa essere estesa la variabilità dovuta alle differenze individuali queste sono d'ordine infinitamente piú piccolo se confrontate con l'entità delle differenze apportate al comportamento dal danno cerebrale.

Un secondo problema riguarda la strategia del paziente. Piuttosto frequentemente accade che processi non disturbati dal danno vengano usati dal paziente per sopperire a deficit in altri ambiti (ad esempio, in certe forme di agrammatismo, il paziente si basa su conoscenze pragmatiche). Questi meccanismi di compenso possono essere piú o meno consci e piú o meno attivamente scelti; possono essere, ancora, piú o meno efficaci; a volte possono rivelarsi fuorvianti. A volte, dall'uso di un meccanismo piú complesso, il paziente passa ad un altro molto meno efficiente, non utilizzato nei normali (ad es., la lettura lettera per lettera in certe forme di dislessia). Esempi di tutti questi casi si possono trovare in Semenza,

Bisiacchi e Rosenthal (1988) e Semenza, Panzeri e Butterworth (1987). Bisogna precisare che la compensazione non è sempre un fattore complicante l'interpretazione delle osservazioni: al contrario, spesso accade che, poiché esalta il funzionamento dei sistemi residui, questi appaiano piú chiaramente comprensibili. Quando questo non è il caso, si sono proposte (Shallice, 1991) una serie di strategie euristiche atte a rendere piú trasparente la performance del paziente: cosí si può cercare di controllare la strategia del paziente istruendolo esplicitamente a seguirla e senz'altro si può disegnare una serie di compiti convergenti ciascuno dei quali abbia in comune la componente sotto studio.

Un'ultima complicazione può risultare dal fatto che i vari compiti cognitivi possono presentare differenti livelli di difficoltà. Cosí una singola dissociazione nella prestazioni in due compiti, in cui una sia risparmiata e l'altra sia danneggiata, può riflettere semplicemente il fatto che un compito è piú difficile dell'altro: pur essendo basato sull'identica abilità cognitiva, puo', infatti, richiedere piú risorse. La soluzione classica di questo problema è quella di cercare la dissociazione complementare e di trovarsi quindi, di fronte ad una doppia dissociazione (si vedrà piú avanti che le cose sono un po' piú complicate perché solo certe doppie dissociazioni e non altre permettono questo ragionamento).

6. *Dissociazioni ed associazioni; le variabili critiche*

La dissociazione è un tipo di ritrovato neuropsicologico considerato universalmente importante. Esplicite descrizioni del metodo basato su questo tipo di osservazione risalgono a Teuber (1955) e, in estremo dettaglio, costituiscono il nucleo del libro di Shallice (1988) al quale si rimanda il lettore. Come s'è già detto, una *dissociazione* si osserva quando il livello di prestazione di un paziente è molto basso in un compito A, al di sotto del rango dei normali, e ad un livello normale o, comunque, molto migliore in un altro compito B. Una *doppia dissociazione* si osserva quando un altro paziente presenta le caratteristiche opposte, cioè fa bene nel compito A e male nel compito B. Vista l'assunzione di frazionamento, le dissociazioni (meglio se piú selettive possibile) si possono considerare fonte di informazione circa l'organizzazione del sistema nervoso. In particolare, una doppia dissociazione riguardante due compiti può indicare che questi richiedono due differenti sistemi di elaborazione o, alla peggio, almeno un certo grado di specializzazione funzionale all'interno di uno stesso sistema. Si noti che , come s'è già detto, una *dissociazione singola* può semplicemente significare che un compito è piú facile di un altro: è per questo che l'osservazione di una dissociazione doppia permette conclusioni molto piú sicure. Tuttavia deve essere chiaro che non tutte le doppie dissociazioni permettono di raggiungere conclusioni valide. Perché ciò accada (Shallice, 1988) bisogna che la dissociazione abbia la seguente forma: un paziente X dev'essere significativamente superiore ad un altro paziente Y nel compito A, mentre nel compito B il paziente Y deve essere significativamente superiore al paziente X. Non è pertanto sufficiente che un paziente faccia meglio nel compito A che nel compito B e l'altro viceversa: in questo caso, come mostra Shallice (1988), la doppia dissociazione può essere determinata da due diversi rapporti fra prestazione e risorse per i due compiti, ed essere quindi perfettamente compatibile con il danno ad un unico sistema.

Una situazione simile alla doppia dissociazione è quella cosiddetta delle "variabili critiche" (Shallice, 1988; 1991) in cui la prestazione in un certo tipo di compito è caratterizzata in un dato paziente da un mutamento nella variabile p e non da un mutamento nella variabile q e l'effetto opposto si vede in un altro paziente. Per questo tipo di osservazione valgono gli stessi discorsi fatti per la doppia dissociazione.

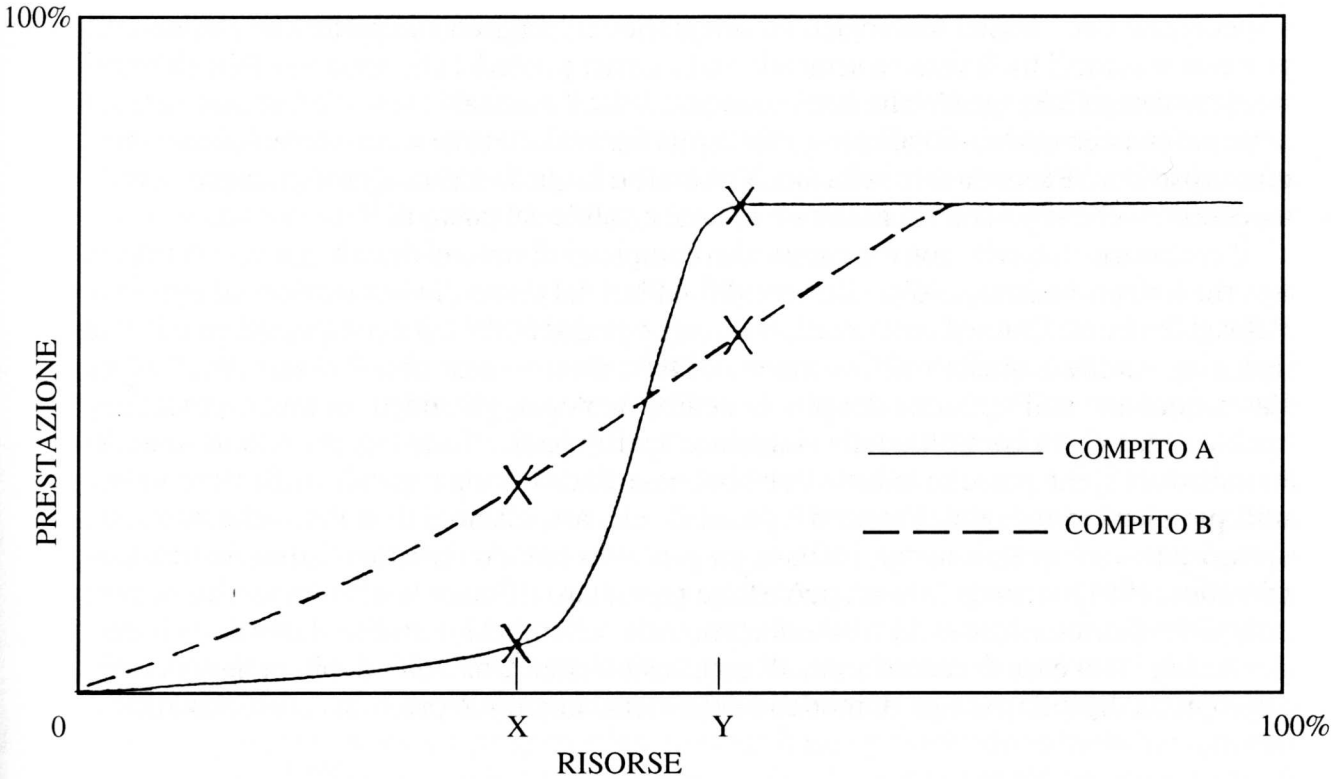

Figura 1. Possibili curve prestazione/risorsa per due compiti diversi. I livelli X e Y rappresentano due possibili quantità di risorse a disposizione di 2 ipotetici pazienti. Con una certa quantità di risorse X il compito A viene svolto meglio del B: l'inverso accade se è a disposizione una quantità di risorse Y. Di qui una doppia dissociazione che non consente, però, di concludere che i due compiti si basano su componenti diverse del sistema cognitivo.

Le associazioni, se considerate in un quadro teorico corretto, sono altrettanto importanti delle dissociazioni. Le associazioni teoricamente valide sono quelle la cui interpretazione non può venir mutata dalla susseguente osservazione di una dissociazione fra le sue componenti (Semenza, in corso di stampa). È fin troppo facile mostrare che certe associazioni di sintomi come la sindrome di Gerstman (la coincidenza di acalculia, agnosia digitale, agrafia ed incapacità di distinguere la destra dalla sinistra che si osserva frequentemente per lesioni parietali sinistre) non hanno alcun valore per la comprensione dei processi normali perché sono basate sulla contiguità anatomica di funzioni che possono benissimo osservarsi danneggiate separatamente. Questo comunque non è sempre il caso. Per esempio, si sono osservati pazienti che compiono errori semantici dello stesso tipo, con la stessa frequenza e sugli stessi item in vari compiti di elaborazione lessicale (lettura, scrittura, denominazione e comprensione) senza variazioni rispetto alla modalità di stimolo o di risposta. Questa associazione, interpretabile come dovuta al danno selettivo di un sistema semantico comune a tutti i processi lessicali (e centrale rispetto ad essi), non è inficiata nella sua validità dall'osservazione di un paziente che mostri lo stesso effetto in una modalità soltanto (ad esempio nella sola lettura). Secondo i modelli correntemente in uso, quest'ultimo paziente può essere disturbato al livello di uno dei lessici periferici. Le associazioni non possono, in linea di principio, essere trattate come semplici coincidenze: è chiaro che in molti casi una coincidenza è la ragione meno plausibile per l'associazione. Si consideri, per esempio, il fatto che nei casi pubblicati, l' anomia per i nomi propri colpisce la denominazione sia orale che scritta allo stesso modo (Semenza e Zettin, 1988; 1989). Si noti inoltre, che questi pazienti hanno il sistema "centrale" semantico intatto, in quanto ricordano tutto di un determinato item tranne il nome proprio. Questo fatto costringe

a specificare che i lessici fonologico ed ortografico interagiscono, oppure che esistono dei processi intermedi tra il sistema semantico ed i lessici periferici che sono sensibili all'informazione categoriale. Quello che non si può dire è che l'associazione tra deficit riguardante i nomi propri nella modalità orale e in quella scritta è casuale! Anche se, in futuro, si descrivesse questa particolare anomia solo nella modalità orale o in quella scritta. Queste, dunque, sono le associazioni che si possono considerare robuste e valide dal punto di vista teorico.

È necessario, tuttavia, non trascurare altri complessi di sintomi definiti piuttosto in modo incerto e, in prima istanza, difficilmente difendibili dal punto di vista teorico: ad esempio, l'afasia di Broca. Come dicono Zurif, Swinney e Fodor (1991), il neuropsicologo è in una posizione simile a quella dell' astronomo. Nelle scienze cosi dette "osservative" come l'astronomia e, nell'opinione dei piú, la neuropsicologia, gli addetti ai lavori procedono spesso senza alcun controllo della situazione sperimentale. Tutto ciò che hanno sono dei fenomeni dati, che possono indurre l'elaborazione di una teoria e quindi anche a predizioni utili per ulteriori indagini. Pertanto è possibile che associazioni di sintomi che ricorrono spesso possano, quanto meno, iniziare un processo teorico. Esistono infine indicazioni (Shallice, 1991) secondo le quali può essere prematuro rifiutare la validità teorica di certi complessi di sintomi (ad es. la "dislessia profonda"). Sembra infatti che alcuni di essi siano predicibili sulla base di recenti modelli connessionistici. Una volta di piú la metodologia appropriata dipende dal tipo di modello del sistema cognitivo preso in considerazione.

7. *L'approccio longitudinale*

In molti casi dissociazioni ed associazioni sono osservate in un arco di tempo delimitato e non sono considerati nella loro evoluzione. Sempre piú, però, si va affermando l'opinione che uno studio longitudinale aggiunge valore a questo metodo. Infatti, è possibile che si rivelino dissociazioni nascoste (ad esempio migliora solo la prestazione al compito A; la prestazione al compito B rimane la stessa, o peggiora). D'altro canto, se si ipotizza una certa dipendenza funzionale tra due compiti, questa può essere meglio vista studiando l'evoluzione nella performance nei due compiti. Si noti che sia il recupero che il deterioramento progressivo sono ugualmente sfruttabili dalla strategia longitudinale. Di particolare interesse può essere il confronto tra l'evoluzione di un paziente neuropsicologico e quello di una rete neurale simulata al computer che è "lesa" in modo simile a quello che si pensa costituisca il problema del paziente. Lavori di questo tipo cominciano ad essere intrapresi con interessanti risultati.

8. *I compiti doppi*

Un paradigma sperimentale con qualche analogia con le dissociazioni in neuropsicologia clinica è la tecnica dei "compiti doppi". In questa situazione al soggetto viene richiesto di compiere un compito cosiddetto "primario" e, allo stesso tempo, di compierne un secondo. La possibilità di compiere contemporaneamente due compiti dipende dal fatto che questi si basino su sottosistemi funzionali separati: di qui l'analogia con le dissociazioni. Se ambedue i compiti occupano la stessa porzione del sistema cognitivo ci si aspetta un significativo calo di prestazione.

9. *Casi singoli e studi di gruppo*

Il relativo beneficio degli studi di caso singolo e degli studi di gruppo ha dato luogo (e continua a dare, spesso in verità con molta ripetitività) a dibattiti estremamente accesi. Il problema è trattato estesamente in libri e riviste (ad esempio in Shallice, 1988; si veda anche un numero speciale di Cognitive Neuropsychology, 1988), ai quali il lettore è rimandato per i dettagli.

L'opinione largamente prevalente è a favore dei casi singoli, perché è difficile che gli studi di gruppo, con l'enfatizzare la prestazione media, possano consentire ed evidenziare la discriminazione di effetti a volte sottili ma interessanti: i pazienti che mostrano gli effetti piú chiari rischiano di passare inosservati. Ci sono problemi non da poco per l'inclusione di pazienti in un gruppo; artefatti di selezione possono provenire dal cattivo controllo di fattori come l'età, il momento di insorgenza della malattia, lo stadio in cui la malattia è, la comprensione delle istruzioni da parte dei pazienti (che, per esempio, pesa enormemente su ogni studio delle differenze interemisferiche, poiché i cerebrolesi sinistri sono spesso colpiti da severa afasia) e cosí via. Il raggruppare i pazienti secondo diverse sindromi concede troppo spazio all'arbitrio, perché in molti casi ci possono essere problemi di classificazione, e perché, come s'è già detto a proposito delle associazioni di sintomi, le sindromi rischiano di essere teoricamente insignificanti. Altre ragioni per cui si preferiscono i casi singoli possono essere pragmatiche: gli studi di gruppo richiedono molto tempo; essi sono, inoltre, difficili da condurre per ricercatori che, come sempre piú spesso accade, di norma non lavorano in ambito clinico. I vantaggi degli studi di caso singolo sono dunque cosí unanimamente riconosciuti, che il dibattito esistente può essere descritto piú accuratamente come intercorrente tra gli autori che semplicemente preferiscono lo studio dei casi singoli e quelli che non ammettono altro metodo nella neuropsicologia cognitivista.

Alcuni autori (ad esempio Caramazza, 1986) asseriscono di fatto che gli studi di gruppo non forniscono dati validi per inferenze sulle funzioni normali. L'argomento principale sottostante quest' affermazione giace nella difficoltà o, addirittura, impossibilità che un gruppo di pazienti sia sufficientemente omogeneo. Nei normali si assume che i soggetti siano omogenei rispetto al sistema cognitivo. Nella neuropsicologia cognitivista un gruppo omogeneo consisterebbe di pazienti che hanno l'identico disturbo al sistema cognitivo. Tuttavia, l'opinione di autori come Caramazza è che sia impossibile, in linea di principio, specificare il luogo del danno nell'architettura funzionale prima di sottoporre ciascun paziente nel gruppo a test in tutti i compiti rilevanti. Questo ridurrebbe lo studio di gruppo a studi di caso singolo e renderebbe perciò irrilevante il raggruppare i pazienti.

I critici rispetto a questa posizione (Shallice, 1988; Zurif, Gardner e Brownell, 1989) osservano che, se si dovesse considerare rigidamente la mancanza di omogeneità, non si dovrebbero neppure considerare i risultati medi dei normali. D'altra parte essi pensano che il raggruppare a priori i pazienti sulla base di qualche interessante caratteristica possa essere d'aiuto nel focalizzare un problema e che si possa in seguito suddividere ulteriormente i pazienti sulla base di quanto s'è trovato. Altre critiche dell'approccio "solo casi singoli" si basano sul fatto che i risultati presi da un gruppo sono meno facilmente determinati dalle strategie idiosincratiche del paziente. Gli studi di gruppo richiedono meno item, il che ha il doppio vantaggio di permettere indagini sui domini di conoscenza che non hanno molti stimoli diversi e di minimizzare la confusione eventualmente indotta da strategie sviluppate dal paziente durante la somministrazione di un lungo test.

Il problema della replica delle osservazioni è visto dai vari autori in modo diverso. Per la stessa logica che porta qualcuno a pensare che i casi singoli sono le uniche osservazioni valide, la replica diretta è dichiarata impossibile e, quindi, il problema è considerato non

esistente. Questa è sicuramente la conclusione piú difficile da accettare anche da parte di coloro che hanno in simpatia l'approccio "solo casi singoli". Bisogna infine ricordare che il trarre inferenze sul comportamento normale non è che uno, sebbene il piú importante, degli scopi della neuropsicologia. Alcuni problemi d'ordine clinico possono essere risolti solo con studi di gruppo, e non solo per l'ovvio motivo che in clinica la replicabilità delle osservazioni è desiderabile, se non necessaria. Per esempio, lo studio che ha reso chiaro e dimostrato empiricamente per la prima volta il ruolo della negligenza spaziale unilaterale nel rendere meno pronto il recupero da emiparesi sinistra (Denes, Semenza, Stoppa e Lis, 1982) doveva essere uno studio di gruppo. Il suo valore, basato su un'analisi della regressione che indicava il contributo significativo della negligenza spaziale rispetto ad altri fattori nel ritardare il recupero, non può essere sminuito dall'osservazione sporadica di casi che soffrono di negligenza spaziale e tuttavia recuperano facilmente.

10. *Sistemi non modulari. Dal connessionismo alla neuropsicologia*

Il metodo fondato sulla modularità e l'assunzione di frazionamento ha permesso in tempi recenti un fiorire della neuropsicologia: tuttavia, esistono importanti ragioni per considerare la possibilità che il sistema cognitivo non sia organizzato in maniera modulare. Si ricordi, prima di tutto, che, nonostante l'evidenza empirica, la modularità rimane essenzialmente un'ipotesi di lavoro. Si ricordi ancora che, perfino nelle visioni modulariste piú articolate, come quella di Fodor (1983), rimane spazio per organizzazioni non modulari (nel caso di Fodor, i sistemi centrali). Infine, si tenga presente che (indipendentemente dalla particolare posizione di Fodor) è ben possibile che nel sistema cognitivo (e quindi nel cervello) un'organizzazione modulare ed una non modulare possano coesistere. Sempre piú di frequente, infatti, si tende a proporre che l'architettura modulare possa essere adatta a descrivere l'organizzazione del sistema cognitivo ad un livello piú grossolano: all'interno dei moduli, invece, il sistema sarebbe organizzato in un altro modo, compatibile con teorie diverse. Di fatto, buona parte del lavoro che esplora i modelli connessionistici (che possono essere considerati il prototipo dei modelli non modulari) è interessato al funzionamento interno di "moduli connessionisti", cioè di parti specializzate e relativamente incapsulate di strutture d'elaborazione piú grandi. Di recente s'è anche osservato che qualche 'rete neurale', costruita al calcolatore con principi connessionisti, tende ad organizzarsi spontaneamente in modo modulare.

Attualmente c'è la sensazione diffusa che un modello connessionista sia piú vicino al funzionamento del cervello: di fatto i recenti computer a memoria distribuita, costruiti con criteri connessionisti, sono piú direttamente ispirati al cervello rispetto ai loro predecessori. Insieme ad una certa qual plausibilità biologica si tende ad attribuire ai modelli connessionisti anche la qualità di poter meglio adattarsi al livello di descrizione chiamato da Marr (1982) "implementation theory" di un determinato compito ("l'algoritmo", come qualcosa è computato) oltre che alla teoria del compito di per sè (la teoria "computazionale", *che cosa* è computato e *perché*).

Un'ultima ragione per prendere sul serio la proposta connessionista è che, di recente (si veda in Shallice, 1991 ed anche, per un singolo esempio, Farah e McClelland, 1991), è stato possibile simulare alcuni deficit neuropsicologici tramite "lesioni" a modelli connessionisti.

Le possibili architetture non modulari sono state descritte in vario modo. Kosslyn e van Kleek (1990) hanno indicato otto possibili tipi di organizzazione neurali, risultanti dalla combinazione delle tre seguenti distribuzioni binarie:

1) i neuroni omogenei funzionalmente sono raggruppati oppure distribuiti nello spazio;
2) i neuroni sarebbero condivisi da varie funzioni o dediti ad una sola funzione;
3) un gran numero o un piccolo numero di neuroni sostengono una funzione.

È chiaro che l'assunzione di modularità funzionerebbe al meglio se il danno cerebrale focale desse luogo nel maggior numero dei casi ad un deficit cognitivo selettivo: questo avverrebbe piú facilmente se un gran numero di neuroni, dediti ad una sola funzione si trovasse raggruppato in uno spazio ristretto. Il caso opposto, invece, quello in cui un piccolo numero di neuroni, condivisi da varie funzioni e distribuiti in un largo spazio, se fosse vero, non favorirebbe di certo il procedere ispirandosi ai principi di modularità e frazionamento. Lo studio delle lesioni focali sarebbe difficilmente utile alla comprensione dell'organizzazione del sistema nervoso. Da questo complesso scenario Kosslyn e van Kleek (1990) sembrano trarre conclusioni pessimistiche circa la capacità della neuropsicologia di fornire indicazioni sul comportamento normale. Nel 1991, Caramazza replica a queste critiche: non è sensato decidere a priori se la neuropsicologia serve o meno: indipendentemente dalle possibilità logiche elencate da Kosslyn e van Kleek (1990) bisogna riconoscere il fatto che il danno cerebrale provoca spesso dei disordini altamente selettivi, che permettono analisi molto rivelatrici.

Un'atteggiamento piú costruttivo è quello di Shallice (1988), che considera esempi di sistemi non modulari con l'intento di stabilire se le doppie dissociazioni possano o meno riflettere un danno a queste organizzazioni. Egli identifica cinque tipi di sistemi non modulari. Il primo sarebbe basato su un continuum di spazio d'elaborazione: un esempio concreto è rappresentato dalla corteccia visiva. Un danno a due differenti parti di questo sistema darebbe luogo ad una sorta di doppia dissociazione tra processi che non interagiscono ma che, però, sono semplicemente due differenti sezioni di uno stesso sistema. Il secondo tipo di sistema non modulare, per il quale mancano esempi concreti, consisterebbe di almeno due regioni che avessero uno spazio d'elaborazione parzialmente comune. Lesioni alla porzione non in comune darebbero luogo ad una doppia dissociazione, che non rifletterebbe però il danno a due sistemi funzionalmente isolabili. Il terzo tipo consisterebbe di due sistemi che, pur ricevendo input differenti, sono altamente interattivi e non autonomi dal punto di vista computazionale. Un danno ad un tale sistema potrebbe dar luogo ad una doppia dissociazione: ma questo ritrovato non sarebbe tanto dovuto all'esistenza di due sistemi differenti quanto ad un certo grado di specializzazione funzionale. Il quarto tipo è quello dei cosí detti "semimoduli": questo termine indicherebbe una regione d'elaborazione con molti input ed output, alcuni dei quali privilegiati rispetto agli altri. Se danneggiato, questo sistema darebbe luogo a dissociazioni. L'ultima categoria di sistemi non modulari comprenderebbe i sistemi "interattivi". Modelli di questi sistemi sono correntemente in uso per la simulazione dei processi cognitivi (ad esempio, Hinton e Anderson, 1981; McClelland e Rumelhart, 1985).

Due tipi di questi modelli sono stati impiegati nelle spiegazioni di dati neuropsicologici. I primi sono i modelli "a cascata" (McClelland e Rumelhart, 1981) che possono essere considerati un concetto intermedio tra i modelli a stadi discreti, che lavorano in maniera seriale ed il secondo tipo di modelli interattivi, quelli cosi detti "a memoria distribuita". Nei modelli a cascata, i sottoprocessi ai vari livelli, pur lavorando relativamente in serie, si sovrappongono nel tempo. L'attivazione che ciascun livello conferisce al successivo non è del tipo "tutto o niente". Entro questi livelli, nella misura in cui sono simili, possono essere attivate rappresentazioni diverse da quella scelta. La prestazione corretta è possibile quando la rappresentazione voluta raggiunge un livello sufficiente d'attivazione e inibisce le alternative. Modelli a cascata sono stati usati per spiegare una serie di fenomeni neuropsicologici come l'anomia, l'agnosia, l'agrammatismo e la dislessia profonda.

Secondo i modelli a memoria distribuita ("connessionisti") un' entità da rappresentarsi

non è rappresentata in elementi discreti: è piuttosto rappresentata da un particolare tipo di attivazione che percorre un certo gruppo di elementi; ciascun elemento è implicato in piú rappresentazioni. Questa descrizione astratta può essere visualizzata piú concretamente sostituendo "elementi" con neuroni. Cosí si può dire che una data funzione è sostenuta da una determinata attivazione di un certo numero di neuroni ("rete neurale") e che ogni neurone può essere strumentale allo svolgimento di molte funzioni.

Shallice (1988) pensa che un danno a questi sistemi possa produrre dissociazioni solo se la rete è imperfettamente distribuita o se opera con piú di un tipo di input e output ed il danno è vicino all'input o all'output. Le dissociazioni indicherebbero allora una qualche specializzazione funzionale all'interno del sistema. Effetti differenti risulterebbero da differenti tipi di danno: per esempio, da una perdita di elementi della rete neurale, oppure da perdita di connessioni o da un disturbo delle stesse.

Come s'è già detto, i modelli connessionisti hanno permesso di recente di simulare con successo un certo numero di disordini neuropsicologici. Questo fatto ha certamente contribuito alla crescita della sensazione, che pervade oggi le scienze cognitive, secondo la quale solo con i modelli connessionisti è veramente iniziato un circolo virtuoso che lega dati, teoria e simulazione. Esistono però dei problemi che devono ancora essere risolti circa la trasparenza delle reti neurali a memoria distribuita. Come hanno recentemente osservato Olson e Caramazza (1991), il lavoro di buona parte delle reti è opaco: quando un modello fallisce non c'è alcuna informazione che leghi il livello a cui si giudica il successo o il fallimento al livello che cambia la prestazione della rete neurale. Senza questa connessione non si può predire come i cambiamenti nella rete influenzino la performance. La comprensione di queste connessioni servirà senz'altro ad un buon uso dei modelli connessionistici da parte del neuropsicologo.

Bibliografia

CARAMAZZA A. (1986), *On drawing inferences about the structure of normal cognitive processes from patterns of impaired performance: the case for single-patient studies*, "Brain and Cognition", 5, pp. 41-66.

CARAMAZZA A. (1991), *Is cognitive neuropsychology possible? Reports of the Cognitive Neuropsychology Laboratory*, Baltimore, The Johns Hopkins University.

CARAMAZZA A. (1984), *The logic of neuropsychological research and the problem of patient classification in aphasia*, "Brain and Language", 11, pp. 9-20.

COLTHEART M., PATTERSON K.E. & MARSHALL J.C. (1980), *Deep Dyslexia*, London, Routledge.

DENES G., SEMENZA C., STOPPA E. & LIS A. (1982), *Unilateral spatial neglect and recovery from hemiplegia. A follow up study*, "Brain", 105, pp. 543-552.

FARAH M. & MCCLELLAND J.L. (1991), *A computational model of semantic memory impairment: modality specificity and emergent category specificity*, "Journal of Experimental Psychology: General", 120, 4, pp. 339-357.

FODOR J.A. (1983), *The modularity of mind*, Cambridge, Mass., MIT Press.

GRODZINSKY Y. (1990), *Theoretical perspectives on language deficits*, Cambridge, Mass., MIT Press.

HINTON G.E. & ANDERSON J.A. (Eds) (1981), *Parallel models of associative memory*, Hillsdale, N.J., Erlbaum

KOSSLYN S.M. & VAN KLEEK M. (1990), *Broken brains and normal minds: why humphy dumphy needs a skeleton*, in Schwartz E. (Ed.), *Computational Neuroscience*, Cambridge, MIT Press.

MARGOLIN D.J., MARCEL A.J. & CARLSON N.R. (1985), *Common mechanisms in dysnomia and postsemantic surface dyslexia: Processing deficits and selective attention*, in PATTERSON K.E.,

MARSHALL J.K. & COLTHEART M. (Eds.), *Surface dyslexia*, London, Erlbaum.

MARIN O.S., SAFFRAN E.M. & SCHWARTZ M. (1976), *Dissociation of language in aphasia: Implications for normal functions*, "Annals of the New York Academy of Sciences", 280, pp. 868-884.

MARR D. (1982), *Vision*, San Francisco, Freeman & C.

MARSHALL J.C. (1984), *Multiple perspectives on modularity*, "Cognition", 18, pp. 209-242.

MCCLELLAND J.L. & RUMELHART (1981), *An interaction model of context effects in letter perception: Part 1. An account of basic findings*, "Psychological Review", 88, pp. 375-407.

MCCLELLAND J.L. & RUMELHART (1985), *Distributed memory and the representation of general and specific information*, "Journal of Experimental Psychology: General", 114, pp. 159-188.

MOSCOVITCH M. & UMILTÀ C. (1989), *Modularity and neuropsychology*, in SCHWARTZ M. (Ed.), *Modular processes in Alzheimer Disease*, Cambridge, Mass., MIT Press.

OLSON A. & CARAMAZZA A. (1991), *The role of cognitive theory in neuropsychological research*, in BOLLER F. & GRAFMAN J. (Eds.), *The Handbook of Neuropsychology*, The Netherlands, Elsevier Publishers.

PATTERSON K.E., MARSHALL J.C., & COLTHEART M. (1985), *Surface dyslexia*, London, Erlbaum.

ROSENTHAL V. (1988), *Does it rattle when you shake it? Modularity of mind and the epistemology of cognitive research*, in DENES G., SEMENZA C. & BISIACCHI P.S. (Eds), *Perspectives on Cognitive Neuropsychology*, London, Erlbaum.

SEIDENBERG M.S. (1988), *Cognitive Neuropsychology of language: the state of the art*, "Cognitive Neuropsychology", 5, pp. 403-426.

SEMENZA C., BISIACCHI P.S. & ROSENTHAL V. (1988), *A function for cognitive neuropsychology*, in DENES G., SEMENZA C. & BISIACCHI P.S. (Eds), *Perspectives on Cognitive Neuropsychology*, London, Erlbaum.

SEMENZA C. & ZETTIN M. (1988), *Generating proper names: a case of selective inability*, "Cognitive Neuropsychology", 5, (6), pp. 711-721.

SEMENZA C. & ZETTIN M. (1989), *Evidence from aphasia for the role of proper names as pure referring expressions*, "Nature", 342, n 6250, pp. 678-679

SEMENZA C., PANZERI M. & BUTTERWORTH B. (1987), *Sull'interpretazione delle conseguenze del danno cerebrale, revisione critica del cosidetto 'principio di trasparenza'. (On the interpretation of the consequences of brain damage: a critical revision of the so called principle of transparency)*, Atti XXI Congresso Società Italiana di Psicologia, Milano, Guerrini & Associati.

SEMENZA C. (in press), *Methodological issues*, in BEAUMONT & SERGENT (Eds.), *A Dictionary of Neuropsychology*, Basil, Blackwell.

SHALLICE T. (1988), *From neuropsychology to mental structure*, Cambridge, Cambridge University Press.

SHALLICE T. (1991), *Precis of From neuropsychology to mental structure*, "Behavioral and Brain Sciences", 14, pp. 429-469.

SHALLICE T. (1991), *Neuropsicologia e struttura della mente*, trad. a cura di Anna Berti, Bologna, Il Mulino.

SIMON H.A. (1962), *The architecture of cognition*, "Proc. Amer. Phil. Soc.", 106, pp. 467-482.

SWINNEY D., ZURIF E.B. & NICHOL J. (1989), *The effects of focal brain damage on sentence processing: an examination of the neurological organization of a mental module*, "Journal of Cognitive Neurosciences", 1, pp. 25-37.

TEUBER H.L. (1955), *Physiological psychology*, "Annual Review of Psychology", 9, pp. 267-296.

ZURIF E.B., GARDNER H. & BROWNELL H.H. (1989), *The case against the case against group studies*, "Brain and cognition", 10, pp. 237-255.

ZURIF E.B., SWINNEY D. & FODOR J.A. (1991), *An evaluation of assumptions underlying the single patient only position in neuropsychological research: a reply*, "Brain and Cognition", 16, pp. 198-210.