

**Publicato su: A.M. Borghi e T. Iachini (a cura di) (2002). Scienze della mente. Bologna:
Il Mulino.**

Introduzione

Anna Borghi¹ e Tina Iachini²

²Dipartimento di Psicologia, Seconda Università di Napoli

¹Dipartimento di Psicologia, Università di Bologna

borghi@psibo.unibo.it, santa.iachini@unina2.it

Introduzione: mente e scienze della mente

Che cos'è la mente? Questa domanda ha generato risposte molto diverse fra di loro. C'è chi intende la mente come qualche cosa di immateriale indipendente dal corpo, chi eliminerebbe dal vocabolario il concetto di mente, chi la identifica con il cervello e chi ritiene sia un prodotto emergente a partire da un certo livello di complessità del cervello. Ancora, c'è chi la concepisce come qualche cosa che appartiene solo alla specie umana e la rende superiore alle altre specie animali, e chi invece sostiene che anche gli altri animali abbiano una mente. C'è chi identifica la mente con la razionalità ed esclude le emozioni e i sentimenti e chi, invece, ritiene che tutti questi aspetti interagiscano tra loro. Infine, c'è chi intende la mente come prodotto biologico, chi come prodotto sociale, chi vi coglie entrambi gli aspetti.

Per oltre 40 anni la mente è stata concepita come qualche cosa di indipendente dalla natura, come ciò che distingue gli esseri umani dagli altri animali e che non può essere studiata con le metodologie usate nelle scienze della natura [Parisi 1999; Clark 1997, trad. it. 1999]. Nella scienza cognitiva classica la mente viene vista come un programma che elabora simboli; le caratteristiche del programma non sono influenzate dal tipo di macchina o di organismo in cui è implementato. Questa concezione si basa sul principio che per studiare la mente non è necessario conoscere le caratteristiche fisiche degli organismi in cui la mente è incorporata.

Sottrarre la mente al mondo dei fenomeni naturali ha avuto alcune conseguenze negative per le scienze che la studiano.

In primo luogo ha portato a isolare la mente dagli altri aspetti della natura. Ad esempio le scoperte delle neuroscienze sul funzionamento del cervello non vincolano le teorie sul funzionamento dei processi mentali. Anche il linguaggio riflette questa separazione: alcune

scienze della mente fanno uso di un linguaggio e di un tipo di spiegazione basato su neuroni, sinapsi e neurotrasmettitori, altre di un linguaggio e di un tipo di spiegazione basato su unità di informazione, simboli e scatole e frecce.

In secondo luogo ha portato ad evidenziare la discontinuità esistente tra la nostra specie e le altre e a studiare i processi mentali più 'simbolici' e prettamente umani, come per esempio il linguaggio, trascurando un po' la percezione, l'azione e il movimento. Il comportamento degli animali, come viene studiato in psicologia comparata, etologia cognitiva, primatologia ecc., non è ritenuto importante per comprendere il comportamento umano.

Infine ha portato a considerare la mente come qualcosa di statico che va colto nelle sue caratteristiche universali e a non studiarne l'evoluzione nel tempo.

In questo libro sosteniamo che la mente va reinserita nel suo contesto naturale [Edelman 1987, trad. it. 1995; 1992, trad. it. 1993; Parisi 1999], che emerge da una struttura cerebrale complessa, che non siamo speciali, che esistono altre "menti" oltre a quella umana, che la mente si è evoluta nel tempo e che assolve compiti specifici nell'interazione con l'ambiente.

Questa naturalizzazione ha delle profonde implicazioni: le nuove scienze della mente dovrebbero cogliere la continuità tra cognizione, percezione e azione. Il punto di arrivo di questo percorso dovrebbe essere la formulazione di modelli unificati della mente: sia le caratteristiche del corpo che del cervello che dell'ambiente che della storia evolutiva sono importanti per capire che cos'è la mente. Una condizione fondamentale per arrivare a questo è che le scienze della mente collaborino in modo profondo e continuativo.

In questo libro abbiamo cercato di fare un primo passo in questa direzione, cioè di avviare un dialogo tra ricercatori che si occupano dei vari aspetti. Non tutti gli autori condividono tutti i presupposti teorici che andiamo delineando - tratteremo nell'introduzione alle varie parti delle differenze tra le varie posizioni - ma sicuramente tutti condividiamo l'idea che sia necessaria una maggiore integrazione interdisciplinare.

Nelle pagine che seguono parleremo della mente come prodotto emergente in due sensi: si sviluppa a partire da un certo stadio dell'evoluzione filogenetica e a partire da un certo livello di complessità del cervello. Per farlo occorre prima spiegare perché la mente può essere intesa come sistema emergente, facendo una breve introduzione alla teoria dei sistemi dinamici complessi. Alla fine tratteremo di un tema trasversale, cioè di come l'evoluzione influenza l'architettura del cervello e della mente.

1. Mente e complessità

Con sistema si intende un insieme composto da più elementi che funziona come un'entità singola.

I sistemi possono essere semplici o complessi. A differenza dei primi, i sistemi complessi sono composti da numerosi costituenti che interagiscono in modo non lineare. Questo significa che non è possibile prevedere il comportamento globale del sistema a partire dal contributo dei singoli elementi e delle loro interazioni locali. Se il sistema è non lineare non si sviluppa in modo continuo e costante secondo parametri prevedibili, ma può raggiungere una stabilità che va intesa come una sorta di soluzione preferita. Le soluzioni preferite sono i cosiddetti attrattori del sistema, cioè i suoi punti di equilibrio. Questi punti di equilibrio possono essere punti fissi o nodi, che una volta raggiunti portano alla stabilità del sistema, possono essere cicli limite, cioè soluzioni periodiche cui un insieme di condizioni iniziali tende, oppure possono essere attrattori caotici, per cui il sistema non ritorna più allo stato precedente [Luccio 1998].

Un sistema complesso, dunque, può essere vicino o lontano dall'equilibrio. Ad esempio, se mettiamo un cucchiaino di zucchero nell'acqua dopo un po' di tempo si scioglie; il sistema resta stabile se non inseriamo nuovi elementi. Questo è un esempio di sistema chiuso, che ha raggiunto l'equilibrio termodinamico. L'equilibrio termodinamico si ha quando l'energia è distribuita in modo uniforme tra gli elementi del sistema e non ci sono più flussi di energia che vanno da una parte all'altra [Thelen e Smith 1994].

La tendenza naturale dei sistemi è di raggiungere l'equilibrio. Esistono, però, anche sistemi aperti, lontani dall'equilibrio termodinamico. Questa condizione può essere mantenuta stabilmente perché il flusso di energia e materia tra le varie parti del sistema e tra sistemi diversi non si arresta mai.

I sistemi biologici sono esempi di sistemi complessi, dinamici ed aperti. Sono sistemi complessi in quanto sono dati da elementi molteplici ed eterogenei e dalle loro reciproche interazioni.

Sono anche sistemi dinamici e aperti perché cambiano nel tempo e perché intrattengono scambi di energia con gli altri sistemi [Cangelosi e Turner in questo volume]. Consideriamo per esempio l'interazione che stabiliamo con l'ambiente: essa dura nel tempo ma si modifica continuamente. Dall'ambiente siamo influenzati e traiamo energia vitale; a nostra volta influiamo sull'ambiente modificandone la struttura. Nel tempo la complessità e l'ordine dei sistemi aperti aumentano senza che si raggiunga un punto di arresto. Basta pensare allo sviluppo mentale: la complessità del sistema aumenta grazie all'influenza dei fattori genetici e alle interazioni complesse con l'ambiente fisico e sociale, ma ci sono alcuni aspetti che si mantengono costanti e regolari nel

tempo. Il processo di adattamento, in questo quadro, può essere inteso come la tendenza verso uno stato di equilibrio globale da parte del sistema organismo - ambiente [Pessa e Penna 2000].

Lo studio dei sistemi dinamici complessi è cruciale per capire che dall'interazione tra elementi semplici possono emergere proprietà complesse che non sono riducibili alla somma dei singoli effetti. Si parla di emergentismo quando in un sistema il grado di complessità supera una certa soglia e si ha la comparsa di una serie di proprietà di tipo globale e collettivo che non sono riducibili a quelle dei singoli elementi da cui emergono [Codispoti in questo volume].

In questo senso la mente può essere concepita come un sistema emergente: in quanto emerge da una lunga storia di interazioni tra organismo e ambiente e in quanto le proprietà mentali emergono a partire da reti neurali composte di neuroni, sinapsi ecc. che non sono dotate in quanto tali di proprietà cognitive ma il cui comportamento globale è interpretabile come cognitivo.

2. Evoluzione e ambiente

Se accettiamo l'idea che la mente emerge a partire da un processo di adattamento all'ambiente, diventa importante studiare come si modificano i processi mentali nel corso della vita degli individui e nel corso dell'evoluzione delle specie. Per questa ragione in questo volume affrontiamo lo studio della mente tenendo conto del suo variare nel tempo, sia a livello ontogenetico che filogenetico. Tra questi due processi di cambiamento, ci soffermiamo soprattutto sul secondo perché è un tema molto dibattuto in questi ultimi anni tra gli studiosi della mente e perché, a differenza del tema dello sviluppo e dell'apprendimento, nella comunità scientifica italiana non ha ancora ricevuto sufficiente attenzione.

Nel corso della vita degli individui i processi che portano al cambiamento sono due: lo sviluppo ontogenetico e l'apprendimento. Entrambi portano a modificazioni relativamente permanenti nel comportamento degli individui, però il primo è programmato geneticamente e segue regole più o meno fisse, il secondo dipende dall'ambiente in cui l'individuo vive e dalle sue capacità e quindi non segue delle regole prestabilite [Parisi 1999].

Nel corso dell'evoluzione della specie, i continui cambiamenti dell'ambiente – causati per esempio dalle variazioni climatiche, dal passare delle stagioni, dalla disponibilità di cibo e di partner sessuali, dalla mobilità di prede e predatori – richiedono meccanismi di adattamento flessibili [Nori in questo volume]. Di generazione in generazione, vengono mantenute le caratteristiche funzionali alla sopravvivenza degli individui e vengono inibite le caratteristiche non adattive. I caratteri che si mantengono possono essere selezionati direttamente perché

utili, possono accompagnare mutazioni adattive oppure possono essere il frutto di mutazioni casuali. I tratti che sono stati utili più a lungo tendono a essere preservati nel tempo; tuttavia al mutare dell'ambiente è possibile che venga favorito lo sviluppo di nuove caratteristiche e che le prime vengano lentamente inibite. I nostri antenati sono stati a lungo cacciatori e raccoglitori; è dunque plausibile che alcune caratteristiche selezionate per quel tipo di ambiente fisico e culturale si mantengano ancora oggi.

Quando parliamo di ambiente non ci riferiamo ad un'entità universale, uguale per tutte le specie che vi abitano. L'ambiente può essere definito come l'insieme delle caratteristiche cui è sensibile un particolare animale [von Uexkull 1934; Iachini in questo volume]. Ogni animale modifica la sua conformazione fisica e le sue capacità percettive e cognitive in funzione della "nicchia ecologica" in cui è inserito [Sovrano e Vallortigara in questo volume]. Ogni organismo ha la sua nicchia che consiste nel tipo di temperatura, di disponibilità di cibo, di umidità che consente ad una specie di sopravvivere e riprodursi [Wilson 1975; Tschacher e Scheier 1999]. Infatti, non esiste un animale universale, ma ogni organismo, a seconda della sua conformazione e della sua storia evolutiva, ha bisogno di particolari condizioni per sopravvivere. Però gli individui non sopravvivono passivamente nell'ambiente in cui si sono trovati a nascere, ma lo modificano per adattarlo ai propri bisogni. Alcuni autori parlano di costruzione della nicchia intendendo con ciò "le attività, le scelte e i processi metabolici degli organismi attraverso cui definiscono, scelgono, modificano e creano parzialmente le loro proprie nicchie" [Laland, Odling-Smee e Feldman 2000]. E' anche possibile che, a loro volta, le modificazioni apportate all'ambiente dall'individuo influenzino il processo di adattamento dell'individuo stesso. Nell'ambiente urbano contemporaneo sono necessarie abilità nuove rispetto a quelle richieste da ambienti selvaggi e incontaminati. L'interazione con la nicchia ecologica migliora con l'evoluzione: gli organismi diventano sempre più sensibili agli aspetti del mondo cruciali per la loro sopravvivenza [Clark 1997, trad. it. 1999].

2.1. Evoluzione di "altre menti"

Il concetto di nicchia ecologica si lega a quello di abilità cognitive specializzate, nel senso che le varie specie animali hanno sviluppato delle abilità specifiche per rispondere efficacemente alle esigenze ambientali [Sovrano e Vallortigara in questo volume]. Dunque nella natura non c'è una frattura tra gli esseri umani che hanno una mente e gli animali che non l'hanno: tutti gli organismi devono risolvere problemi per sopravvivere e devono adattarsi ad un ambiente mutevole. Nonostante le differenze, molte necessità sono le stesse per gli esseri umani e per gli altri animali: percepire ciò che ci circonda, muoverci e orientarci

nello spazio, categorizzare (es. prede – predatori), ricordare, agire, risolvere problemi, interagire con gli altri. Per questo è importante studiare anche le “altre menti”, non solo la mente umana come generalmente fa la scienza cognitiva classica [Vallortigara 2000b].

Dato che le nicchie ecologiche hanno alcune caratteristiche di base molto simili, ne segue che la cognizione umana non solo è simile a quella animale, ma è identica ad essa in molti aspetti. L'attività cognitiva non si fonda sulla manipolazione di simboli ma ha le sue basi nel sistema senso-motorio [Barsalou 1999]. Non si possono separare i processi cognitivi tradizionalmente considerati superiori, come la concettualizzazione e il linguaggio, da quelli inferiori, come i processi senso-motori. Per esempio, studi recenti mostrano che le aree neurali relative al linguaggio non sono esclusivamente le aree corticali dell'emisfero sinistro. Sono coinvolti entrambi gli emisferi e anche le strutture sottocorticali più antiche, quelle che abbiamo in comune con gli animali e che sono implicate nei processi motori, come i gangli della base. Per questo Lieberman [2000] parla nel suo ultimo libro del nostro cervello da rettili: per sottolineare come certe strutture, come i gangli della base, che abbiamo in comune con animali ‘inferiori’, sono coinvolte in attività cognitive complesse come quella del linguaggio.

Questo da un lato suggerisce che c'è un legame molto stretto tra linguaggio e processi senso-motori, dall'altro mostra la continuità tra processi cognitivi umani e degli altri animali.

Diversi studi mostrano che i primati sono in grado di memorizzare gli eventi che hanno esperito, ma non sono in grado di richiamarli in assenza degli stimoli ambientali che li hanno generati; questa capacità è invece specifica degli esseri umani [Donald 1991, trad. it. 1996]. I primi ominidi svilupparono la capacità di riprodurre mimicamente, con il proprio corpo, gli eventi e di farlo in modo intenzionale e in qualunque tipo di contesto; questo costituisce la radice adattiva della memoria semantica.

Non vogliamo entrare nel merito o esprimerci circa la questione se gli animali sono o meno in grado di far uso di simboli in modo produttivo, intenzionale, se esiste un linguaggio degli animali ecc. Vogliamo ribadire che la cognizione umana ha una base episodica, come quella dei primati [Donald 1991, trad. it. 1996], cioè è “situata” e non deriva da capacità astratte. Nasce da interazioni corporee con l'ambiente circostante.

2.2. Evoluzione, ambiente e cultura

Il concetto di nicchia ecologica non riguarda solo gli aspetti fisici dell'ambiente, ma anche quelli sociali e culturali. Alcuni autori [Tomasello 1999] suggeriscono che lo sviluppo della cognizione dipende dalle domande poste da una vita sociale complessa; in questa vita

sociale gioca una parte di rilievo la trasmissione di informazione tra generazioni. Non si tratta di informazioni astratte, ma di conoscenze pratiche, relative, per esempio, a come usare gli utensili. Nel tempo si crea così una cultura, cioè un patrimonio di conoscenze condivise che si arricchisce di generazione in generazione e modifica il modo in cui gli individui interagiscono con l'ambiente.

Altri sottolineano l'influenza dei processi cognitivi sulla cultura; la cultura, infatti, è sia una conseguenza che una manifestazione delle abilità cognitive umane [Sperber 1996].

Indipendentemente dalla posizione che si assume, resta il dato che i processi mentali non sono espressione di un essere astratto e generico ma di individui che vivono in una società dove intrecciano relazioni con gli altri, condividono una serie di norme e convenzioni, sono influenzati da una o più culture [Galatolo e Greco in questo volume]. Il concetto di cultura non si applica soltanto alle società umane ma riguarda anche alcuni aspetti della vita degli altri primati sociali. Questa affermazione non è condivisa da tutti: per esempio, Tomasello [1999] sostiene che l'apprendimento sociale basato sull'imitazione è caratteristico dei primati sociali, mentre la cultura è specificamente umana in quanto presuppone la mediazione del linguaggio come mezzo simbolico e la capacità di cogliere le intenzioni alla base dei comportamenti [Donald 1991, trad. it. 1996]. I bambini imparano a usare gli artefatti cognitivi, dai cucchiai ai computer, che sono il prodotto collettivo di generazioni di individui, perché sono in grado di cogliere l'intenzione con cui gli adulti usano questi strumenti. Questa capacità non è condivisa dai primati non umani.

Come sosteniamo che la cognizione emerge attraverso un processo evolutivo, così è plausibile che anche la cultura si evolva attraverso un processo di selezione dei tratti culturali. Più precisamente, molte teorie applicano alla cultura le leggi dell'evoluzionismo darwiniano, usando la genetica delle popolazioni come modello esplicativo e sostituendo i tratti culturali ai tratti biologici [Alac in questo volume]. Una tra le teorie più note in questa prospettiva è la memetica di Dawkins [1976, trad. it. 1979]. Dawkins ha proposto l'uso di un termine, meme, che è l'analogo culturale del gene.

La teoria della coevoluzione, invece, mette in luce le differenze tra trasmissione genetica e memetica, mostrando che esistono percorsi evolutivi differenti per i geni e i memi. Il cambiamento culturale avviene per contagio e non per replicazione [Sperber 1996]. In questo quadro si sottolinea l'importanza delle varianti e si mostra che non tutti i cambiamenti culturali sono necessariamente adattivi; in certi casi possono addirittura ridurre le probabilità di sopravvivenza di una popolazione.

Come mostra Alac in questo volume, le visioni evoluzioniste della cultura spesso trascurano il ruolo degli aspetti neurali e assumono la metafora mente = computer. Analogamente, i tratti culturali sono visti come unità simboliche discrete e ben definite. Una concezione che vede nella cultura un adattamento biologico, invece, dovrebbe tener conto del funzionamento del cervello superando il dualismo mente - corpo.

2.3. Psicologia evoluzionista

Negli ultimi anni nell'ambito delle scienze cognitive hanno guadagnato terreno alcune teorie che, ispirandosi al concetto di evoluzione biologica di Darwin, mostrano come la mente si sia sviluppata nel tempo attraverso successivi adattamenti. E' nata una nuova disciplina, la psicologia evoluzionista, che mira a collegare la biologia evoluzionista, le scienze cognitive e le scienze sociali [Origgi in questo volume]. L'obiettivo è di raggiungere una "integrazione concettuale" tra le discipline [Cosmides, Tooby e Barkow 1992, 4].

Secondo la psicologia evoluzionista, le caratteristiche della mente attuale si sono evolute, in base al principio della selezione naturale, nell'ambito di una società e di una cultura diverse da quelle attuali: la società di cacciatori - raccoglitori del Pleistocene. Dato che l'evoluzione di una struttura complessa come la mente è un processo lento, le funzioni di cui oggi noi disponiamo sono ancora in gran parte le stesse dei nostri progenitori che andavano a caccia e raccoglievano i frutti della terra. Inoltre, i meccanismi psicologici sono universali e innati, anche se si esprimono in forme culturali diverse. L'universalità deriva dal fatto che i meccanismi sono stati selezionati per rispondere alle necessità di un ambiente e di una cultura simili per tutti i membri della specie umana, quella dei cacciatori raccoglitori. Lo studio della variabilità delle culture attuali viene intrapreso allo scopo di rintracciare queste strutture cognitive universali al di là di forme superficialmente differenziate.

Il progetto di una maggiore integrazione tra le discipline e l'interesse per l'evoluzione filogenetica ci sembrano aspetti nuovi e interessanti, anche se a volte l'integrazione proposta dalla psicologia evoluzionista viene concepita come appiattimento sui processi psicologici.

Tra i limiti di questa prospettiva, vi è la visione della natura come buona e dotata di senso in ogni sua manifestazione. Per questo tutto è visto come selettivo e funzionale e il caso ha un ruolo molto ridotto. I fenomeni anomali e non adattivi sembrano non trovare posto. L'osservazione della natura ci dice che non è così.

L'universalità attribuita ai meccanismi cognitivi riduce notevolmente il ruolo dell'apprendimento e porta a considerare la cultura come un epifenomeno, nel senso che le funzioni cognitive non sono modificabili dal contesto culturale e sociale attuale. Infine,

considerando la mente come un elaboratore di simboli, la psicologia evoluzionista le attribuisce uno statuto speciale e la separa dal resto della natura (per una visione che evidenzia i vantaggi della psicologia evoluzionista si veda Origgi [in questo volume]).

2.4. Evoluzione e mente artificiale

L'evoluzione della mente può essere studiata attraverso un nuovo paradigma che, tramite simulazioni di reti neurali, mira a riprodurre tutti i fenomeni del vivente, dalla biologia alla cultura, e la loro evoluzione nel tempo: La Vita Artificiale. Grazie all'uso di algoritmi genetici, la Vita Artificiale consente di simulare l'evoluzione biologica e culturale di popolazioni di individui, ciascuno dotato di una rete neurale [Di Ferdinando in questo volume; Parisi 1999; Langton 1989].

La Vita Artificiale studia sistemi artificiali che, come quelli biologici, si auto-organizzano. Il concetto di auto-organizzazione, già usato dagli psicologi della Gestalt, indica che il sistema è in grado di trovare, in maniera autonoma, uno stato di equilibrio ottimale dato dall'interazione dinamica dei diversi componenti. Così il comportamento dei sistemi artificiali non è determinato dal programmatore, ma dipende da un processo autonomo di auto-apprendimento e di interazione con l'ambiente. Le simulazioni delle reti neurali vengono realizzate al computer e in alcuni casi vengono implementate in robot [Nolfi e Floreano 2000]. I robot, come mostrano Miglino e Nolfi in questo volume, possono essere considerati dei nuovi esseri viventi artificiali: gli automi.

3. Cervello, corpo e mente

La mente è un prodotto emergente non solo perché si evolve nel tempo, ma anche perché emerge a partire da un certo grado di complessità cerebrale. Le caratteristiche del cervello vincolano i processi mentali: per esempio, il fatto che si formino dei circuiti neurali abbastanza stabili nel tempo fa sì che possiamo avere una memoria. Lo studio dei processi cognitivi non può prescindere dai loro fondamenti biologici, come accade nella scienza cognitiva classica [Edelman 1991, trad. it. 1996; Chieffi in questo volume].

Anche le caratteristiche del nostro corpo influenzano i nostri processi mentali. Pensiamo alla visione: le diverse specie animali vedono il mondo con colori diversi a seconda della struttura del loro sistema visivo. La cognizione non è qualcosa di astratto ma nasce dall'interazione fisica con l'ambiente. Lo studio della mente è lo studio di un sistema complesso, che non può essere affrontato se non si adotta una prospettiva sistemica che consideri le reciproche relazioni tra corpo, cervello e ambiente. Per questo alcuni saggi di questo volume riguardano il rapporto tra mente e cervello, altri il rapporto tra mente e corpo, altri il rapporto tra mente e ambiente fisico e sociale.

3.1. Dualismo tra mente e corpo

Il problema delle relazioni tra mente e corpo [Codisposti in questo volume] è uno dei più antichi nella storia del pensiero occidentale. Dal Seicento in avanti si sono alternate prospettive dualiste e antidualiste.

Nel Seicento, il secolo della nascita della scienza moderna, Cartesio distingue tra *res cogitans*, cioè la materia pensante, priva di estensione, e *res extensa*, cioè la materia estesa, il corpo. Si tratta di un dualismo inconciliabile: le due dimensioni sono indipendenti e collegate solo tramite la ghiandola pineale. Il corpo viene concepito come una macchina idraulica che funziona autonomamente e che può essere studiato in una prospettiva meccanicistica. Non così per la mente, espressione dello spirito, che rimane oggetto di studio della filosofia. La mente viene concepita come innata, universale, indifferenziata e specifica del genere umano.

Una nuova concezione, riduzionista e antidualista, viene proposta dagli ideologi francesi circa un secolo dopo. Concepiscono il corpo come organismo animale e non più come macchina idraulica. Gli esseri umani vengono così reinseriti nel mondo animale e ne rappresentano il vertice. Cambia anche il concetto di mente: è semplicemente una proprietà del corpo. Si afferma chiaramente l'idea che il cervello è la sede del pensiero. Così dice La Mettrie: "Il cervello ha i suoi muscoli per pensare, come le gambe hanno i loro per camminare".

Il dualismo ritorna a metà dell'Ottocento con Fechner sotto forma di parallelismo psicofisico. A cambiamenti nel corpo corrispondono cambiamenti nella mente e viceversa; non c'è però un nesso di causalità tra le due dimensioni.

I funzionalisti americani di inizio Novecento criticano il dualismo proponendo una visione globalista del rapporto tra mente e corpo. Dewey, Angell e Carr, ispirati dalle teorie darwiniane, ritengono che sia i processi mentali che quelli fisici siano espressione dello stesso organismo biologico in quanto entrambi svolgono una funzione adattiva nell'ambiente.

Il dualismo di Cartesio ha influenzato profondamente la storia della cultura occidentale. La suddivisione tra scienze della mente che si occupano della struttura cerebrale e dei meccanismi fisiologici e scienze della mente che si occupano dei processi cognitivi è una conseguenza di questo modo di pensare. Il programma di ricerca della scienza cognitiva classica è interamente permeato da questo dualismo.

La scienza cognitiva classica è stata profondamente influenzata dal linguaggio e dalle teorie dell'intelligenza artificiale. Il modello di riferimento per spiegare i processi cognitivi si basa su una metafora: la mente come programma di un computer, cioè un elaboratore delle

informazioni che acquisisce dall'ambiente esterno tramite un processo di codifica. Queste informazioni vengono tradotte in simboli che si organizzano secondo relazioni sintattiche formali. I simboli si combinano in proposizioni simili a quelle con cui vengono scritti i programmi per computer, sono astratti e rimandano arbitrariamente a dei referenti. Così, per esempio, nel linguaggio naturale la parola 'coda' rimanda per convenzione alla coda di un animale.

Secondo una diversa prospettiva, la coda di un cane può essere rappresentata da un'immagine che rimanda ad essa per somiglianza. In questo caso l'immagine mentale è un simbolo di carattere analogico.

L'uso della metafora mente = software ha alcune conseguenze importanti.

a. L'hardware non conta nulla. Dato che possiamo implementare un programma in qualsiasi tipo di computer, il tipo di hardware è irrilevante per comprendere le caratteristiche funzionali del programma. Analogamente, la conoscenza della struttura del cervello e del corpo (hardware) è irrilevante per comprendere il funzionamento dei processi cognitivi. Ad esempio Fodor sostiene che il pensiero è una sorta di linguaggio interno, il Mentalese, composto di simboli arbitrari e formali che si organizzano in proposizioni secondo regole sintattiche. Come scrive Putnam [1975, trad. it. 1987, 291]: "Potremmo essere fatti di formaggio svizzero e non cambierebbe nulla". Anche se riformulato in termini moderni, ritorna il dualismo cartesiano.

b. L'hardware ha una struttura modulare. I computer durante e poco dopo la seconda guerra mondiale erano creati con una struttura modulare per poter facilitare l'intervento degli operatori in caso di errori o difetti. I moduli erano strutture distinte dotate di funzioni specifiche: in questo modo il danneggiamento di uno di essi non avrebbe compromesso l'intero sistema. Dall'uso della metafora mente = software deriva che, se il computer è modulare, anche la mente lo sarà. In antitesi con la visione di Cartesio, la mente non è indifferenziata ma viene scissa in un insieme di funzioni altamente specifiche, isolate le une dalle altre. Ad esempio Chomsky [1986] parla di un organo del linguaggio che è innato, universale, specifico della specie umana e che non è il risultato dell'evoluzione. L'unica differenza da Cartesio è che la mente ha una struttura modulare, non è qualcosa di indivisibile e indifferenziato.

3.2. Critiche al dualismo

La prospettiva dualista del cognitivismo classico recentemente è stata fortemente criticata, soprattutto nell'ambito delle neuroscienze e della linguistica cognitiva [es. Damasio

1994, trad. it. 1995; Edelman, 1987, trad. it. 1995; Lakoff e Johnson 1999]. Si è sviluppato un nuovo approccio allo studio della mente, il connessionismo, radicalmente antidualista, che propone un modello della mente plausibile dal punto di vista neurale. Il punto centrale è che i nostri processi mentali non sono indipendenti dal tipo di hardware in cui sono implementati, cioè il nostro cervello e il nostro corpo.

Cerchiamo di capire anzitutto perché la metafora mente = computer è inadeguata, poi illustreremo possibili alternative alla scienza cognitiva classica.

Il computer è un “falso analogo del cervello” [Edelman 1992, trad. it. 1993] perché funziona in maniera diversa rispetto ad esso. La macchina di Turing, cioè il prototipo del computer, è costituita da una memoria espandibile all’infinito e da un’unità di elaborazione centrale. Il computer elabora senza ambiguità dei simboli che appartengono ad un insieme finito. Per il cervello non è così: i segnali sensoriali sono analogici, hanno natura ambigua e sono potenzialmente infiniti. Inoltre nel cervello non esiste una memoria localizzata; essa è distribuita. Allo stesso modo, non esiste una centrale unica di elaborazione: il pensiero non ha una sede specifica. I neuroni sono molto numerosi, i processori del computer molto meno. I neuroni elaborano le informazioni in maniera lenta; hanno però il vantaggio di operare in parallelo, quindi nella stessa unità di tempo sono all’opera tantissimi circuiti neurali. Al contrario, il computer funziona in maniera seriale, quindi elabora un tipo di informazione alla volta anche se velocemente. I computer sono elaboratori di simboli. Ogni simbolo sta per un’unità di informazione - in linguaggio digitale, un *bit*. Il cervello non è una macchina che elabora simboli.

Adottare una concezione simbolica pone altri problemi. Il primo è che l’esperienza percettiva e motoria deve essere tradotta in simboli amodali e astratti, cioè in simboli che non sono legati ad una specifica modalità sensoriale - non sono visivi, uditivi ecc. In alternativa ai simboli amodali, in linguistica cognitiva si parla di strutture ponte tra l’esperienza percettiva e i concetti astratti, gli *image-schemas* [Lakoff e Johnson 1999; Langacker 1987]. In modo più radicale, Barsalou [1999] parla di simboli percettivi, modali, che rimandano direttamente alla percezione di eventi passati e che possono essere combinati in modo produttivo [Borghi in questo volume]. Il secondo è il problema, discusso a lungo, del *symbol grounding*: a causa dell’arbitrarietà del rapporto tra simboli e referenti del mondo esterno, i simboli devono essere poi ritradotti per richiamare i loro referenti esterni [Harnad 1987; 1990; Cangelosi e Turner in questo volume].

La funzione adattiva di questi processi di traduzione è molto discussa. Alcuni autori ritengono che sono dispendiosi, antieconomici e rallentano l’efficacia del sistema [Barsalou

1999; Barsalou e Prinz 1997; Clark 1997], altri hanno mostrato che a volte la traduzione delle informazioni esterne in codici amodali e astratti può risultare utile [Harnad 1987; 1990; Millar 1994]. Supponiamo di toccare per la prima volta un oggetto senza vederlo. L'uso di simboli amodali potrebbe facilitarci nel riconoscerlo quando avremo la possibilità di vederlo senza toccarlo. In alternativa, come mostrano molti studi neuroscientifici, potremmo codificare l'informazione in modalità multiple, ad esempio sia visiva che tattile [Chieffi in questo volume].

3.3. Corpo, ambiente e mente: oltre il dualismo

In alternativa al dualismo, negli ultimi anni si sta affermando l'idea che cognizione, percezione e azione sono intrinsecamente legate [Borghini; Iachini; Nori in questo volume]. Questo implica che la cognizione è incarnata [Lorenzetti in questo volume], cioè nasce dall'interazione tra l'organismo e l'ambiente ed è situata, cioè radicata in contesti reali. Usiamo il termine *incarnato*, molto brutto in italiano, perché è quello che più si avvicina all'inglese *embodied*, cioè radicato nel corpo.

Quindi lo studio dei processi mentali non riguarda un livello superiore indipendente dal cervello e dal corpo che li esprime. Lo stretto legame tra corpo e mente traspare chiaramente nel modo in cui percepiamo ciò che ci circonda, nel modo in cui lo memorizziamo e lo organizziamo in categorie. Ad esempio, per gli esseri umani, che camminano in posizione eretta e che vedono il mondo frontalmente, la conoscenza spaziale è organizzata secondo l'asse corporeo testa/piedi, che corrisponde anche alla verticale gravitazionale, poi davanti/dietro e infine sinistra/destra [Franklin e Tversky 1990]. Concetti come quello di contenitore, di alto-basso e davanti-dietro mostrano che anche il significato deriva dal modo di funzionare del corpo [Lakoff 1987; Lakoff e Johnson 1999]. Anche gli studi sull'evoluzione del linguaggio, considerato tradizionalmente una capacità specificamente umana, astratta e simbolica, mostrano come esso emerga a partire da alcuni adattamenti: la capacità di usare le mani per comunicare e per usare strumenti, resa possibile dallo sviluppo del bipedismo, e lo sviluppo di una capacità motoria come quella fonatoria [Lieberman 2000].

In quanto incarnata, la cognizione è anche situata [Galatolo e Greco in questo volume], cioè possiede le seguenti caratteristiche: la conoscenza del mondo esterno si basa sul punto di vista del soggetto che percepisce e non di un osservatore esterno [Lorenzetti in questo volume]; il comportamento dell'individuo è guidato dalla situazione attuale e non da piani dettagliati; le esperienze che l'individuo ha avuto nel passato influenzano il suo comportamento attuale [Tschacher e Scheier 1999]. Per la scienza cognitiva classica, per

poter agire un individuo deve possedere un modello dettagliato dell'ambiente, cioè in un insieme di simboli sintatticamente legati. La mente ha il compito di pianificare centralmente nuove sequenze d'azione sulla base di rappresentazioni esplicite del mondo. Ne segue che gran parte delle risorse mentali dell'individuo vengono impiegate per arricchire l'archivio di nuove informazioni in modo da aggiornare la propria mappa dell'ambiente. I problemi che possono insorgere vengono risolti acquisendo informazione specifica e applicando un ragionamento logico. Nella prospettiva incarnata e situata della cognizione, invece, l'individuo non possiede una rappresentazione dettagliata del contesto in cui si muove, ma basa il proprio comportamento sulle informazioni ambientali che desume sul momento e sul ricordo di esperienze simili. Facciamo un esempio: un edificio sta andando in fiamme. Secondo la concezione simbolica classica bisogna dire al sistema ciò che è rilevante, dunque tradurre in stringhe di proposizioni le informazioni ambientali, cioè fiamme, pericolo per la sopravvivenza etc. Per la concezione situata, non c'è bisogno di tradurre tutto in informazione esplicita, semplicemente l'organismo è dotato di sensori che registrano ciò che lo circonda e gli permettono di reagire in modo veloce e appropriato.

Questa capacità di reagire in maniera pronta ed efficace alle stimolazioni ambientali ha una grande validità adattiva. Occorre però anche essere in grado di anticipare le conseguenze di un evento richiamando esperienze precedenti [Berthoz 1997, trad. it. 1998]. Come mostra Donald [1991, trad. it. 1996], la sensibilità ai singoli eventi è particolarmente sviluppata nei primati ed è specificamente umana la capacità di prescindere dai singoli episodi per anticipare le conseguenze di un evento.

3.4. Connessionismo e Vita Artificiale: oltre il dualismo

Il connessionismo, e soprattutto la Vita Artificiale, intendono la cognizione come incarnata e situata. Questa idea è particolarmente forte nella robotica [Miglino e Nolfi in questo volume]. I connessionisti, criticando l'idea che l'informazione sia rappresentata tramite simboli, sostituiscono la metafora mente = computer, con la metafora mente = cervello. Simulano il funzionamento del sistema nervoso tramite reti neurali artificiali formate da unità (neuroni) e connessioni tra di esse (sinapsi) [Di Ferdinando in questo volume]. Sia il connessionismo classico [Rumelhart e McClelland 1986] che la Vita Artificiale partono dall'idea che sia possibile creare macchine pensanti solo se si riproduce la struttura del sistema nervoso. Però mentre il connessionismo classico si limita a simulare il funzionamento del cervello, la Vita Artificiale simula organismi dotati di un cervello e di un corpo, che interagiscono con altri organismi in un ambiente e si evolvono nel tempo.

Elemento comune al connessionismo classico e alla Vita Artificiale è l'idea che l'informazione sia rappresentata a livello subsimbolico. Questo significa che ogni unità di informazione non è rappresentata da un simbolo unico ma da un pattern di attivazione di più elementi che tutti insieme rimandano ad un referente. Immaginiamo di rappresentare il concetto di 'cane' facendo uso di nodi e collegamenti fra essi. Esso può essere rappresentato attraverso un unico simbolo, corrispondente ad un nodo, o, al contrario, attraverso più nodi attivati contemporaneamente che nel loro insieme rimandano al referente 'cane'. Il significato, dunque, è una proprietà emergente: i nodi presi singolarmente non rimandano a nulla, ma è la loro organizzazione, parallela e non sequenziale, che conta.

4. Mente e modularità

Abbiamo trattato della mente come prodotto emergente in un duplice senso, a partire dall'evoluzione e a partire dal cervello/corpo. Il dibattito attuale sull'architettura della mente, se è modulare o no, è strettamente legato a questi problemi. Il punto è: durante l'evoluzione si è sviluppata una abilità cognitiva generale o moduli specializzati per risolvere problemi specifici?

4.1. Moduli o meccanismi generali

Con il termine modulo si intende una struttura organizzata per esercitare delle funzioni specifiche. Questo concetto viene usato in modo diverso dai neuroscienziati e dai connessionisti da un lato, e dagli scienziati cognitivi dall'altro [Calabretta in questo volume].

I primi si ispirano alla struttura del cervello e vedono il modulo come una struttura neurale.

I secondi partono dai dati comportamentali e neuropsicologici sulle lesioni cerebrali e da questi inferiscono l'esistenza di moduli. In alcuni casi il concetto di modulo viene usato anche per far riferimento a specifici domini di conoscenza: per esempio, si parla del modulo della biologia ingenua.

La concezione modularista, per cui la mente ha un'architettura verticale, cioè è organizzata in strutture distinte, si contrappone ad una visione orizzontale, secondo cui la mente è costituita da strutture interconnesse.

Secondo la concezione orizzontale esiste un meccanismo generale di apprendimento. Per acquisire e elaborare tipi diversi di informazione non sono necessarie delle strutture specifiche. I dati recenti che evidenziano la grande plasticità del cervello sostengono questa concezione: si è scoperto, ad esempio, che con l'apprendimento si formano nuovi circuiti

neurali sia nei bambini che negli adulti; i dati neuropsicologici mostrano inoltre un'ottima capacità di recupero di funzioni compromesse da lesioni cerebrali o da malformazioni.

I fautori della concezione modularista sostengono che la mente è organizzata in strutture verticali, tra loro distinte, specializzate per l'elaborazione di particolari tipi di informazione. Questi moduli consentono di elaborare l'informazione di loro competenza in modo veloce e efficace. Secondo i sostenitori di questo punto di vista ciò compensa largamente la riduzione della flessibilità.

Uno dei testi fondamentali in questo dibattito è *La mente modulare* di Jerry Fodor [1983, trad. it. 1988]. Fodor propone una concezione mista: i processi cognitivi di livello basso o sistemi di input (percezione, linguaggio ecc.) hanno una struttura modulare, quelli di livello alto o sistemi di output (pensiero) no. I moduli hanno funzionamento obbligato, sono inaccessibili alla coscienza e completamente indipendenti l'uno dall'altro.

La concezione di Fodor secondo cui i moduli sono strutture chiuse del tutto indipendenti oggi non trova quasi più sostenitori. Sin dalla fine degli anni '80 alcuni neuroscienziati, ad esempio Shallice [1988, trad. it. 1990], sostenevano che i moduli non sono del tutto indipendenti ma hanno una quantità variabile di relazioni con le altre strutture neurali. Questa modularità più debole garantisce una maggiore flessibilità alle funzioni cerebrali e, al contempo, permette di non compromettere l'intero sistema in caso di malfunzionamento di una parte. Analogamente, Lieberman [2000] mostra come la reciproca indipendenza dei moduli non sia necessaria a livello neurale: per esempio i gangli della base interrompono l'attività di un circuito per rispondere a nuova informazione.

La visione di Fodor ha un altro grande limite: non tiene conto dei vincoli biologici e della struttura neurale [Lieberman 2000]. Diverse teorie cognitiviste recenti, pur condividendo con Fodor l'indifferenza per gli aspetti neurali, differiscono da Fodor nel sostenere che non solo i sistemi di input ma anche quelli di output, ossia le strutture di conoscenza, hanno una organizzazione modulare. I moduli, inoltre, non vengono visti come completamente indipendenti: per esempio, i moduli della fisica e della psicologia ingenua possono interagire tra loro, dato che le conoscenze di un dominio possono influenzare l'altro [Atran 1990; 1998; Sperber 1994; Origgì in questo volume]. Questa 'penetrabilità' dei moduli, pur mantenendo l'assunzione cognitivista dell'universalità dei processi cognitivi, lascia aperta la possibilità che i processi cognitivi possano variare in culture e società diverse.

Quanto ai connessionisti, la maggioranza critica l'impostazione modularista, o almeno limita la possibilità della presenza di strutture modulari ai processi di livello basso. Alcuni lavori recenti, però, condotti soprattutto nell'ambito della Vita Artificiale, mostrano come le

reti neurali dotate di architettura modulare possano apprendere meglio certi compiti rispetto a reti neurali non modulari [Calabretta in questo volume].

4.2. Modularità e evoluzione

Il dibattito sulla modularità della mente si lega strettamente a quello sull'esistenza o meno di strutture innate. La contrapposizione tra innatisti ed empiristi non si basa più sulla classica dicotomia tra mente come dotata di strutture innate, cioè i moduli, e mente come tabula rasa. Entrambe le visioni attribuiscono molta importanza all'evoluzione filogenetica, allo sviluppo ontogenetico e all'apprendimento. La divergenza risiede nel determinare quali strutture e quali processi sono presenti alla nascita. Secondo gli empiristi i neonati sono dotati di moduli senso-motori specializzati per registrare l'informazione ambientale. Si tratta di una modularità relativa a strutture di livello "basso", i cui processi sono guidati esclusivamente dall'input dello stimolo. Gli innatisti, invece, sostengono che attraverso l'evoluzione filogenetica si siano costituiti dei moduli specifici per dominio di conoscenza [Keil *et al.* 2000]. Una versione innatista più radicale sostiene che questi moduli di livello "alto" siano necessari per acquisire l'informazione sensoriale. Questa versione viene criticata dai connessionisti secondo cui la conoscenza non è rappresentata a livello corticale tramite moduli, ma emerge dall'interazione tra organismo e ambiente, cioè si forma durante lo sviluppo ontogenetico e si arricchisce per apprendimento. L'organizzazione modulare, perciò, non è il punto di partenza dello sviluppo ma il suo punto di arrivo [Elman *et al.* 1996]. I connessionisti, tradizionalmente considerati empiristi, prendono però le distanze dalla concezione della mente come tabula rasa sostenendo che sin dalla nascita sono operative delle predisposizioni localizzate a livello sottocorticale. Un esempio, per chiarire: i neonati dai primi giorni di vita sono in grado di discriminare i suoni linguistici da quelli di altra natura. Per un empirista radicale questa competenza si è formata durante lo sviluppo intrauterino, per un innatista è la dimostrazione dell'esistenza di un modulo innato, per i connessionisti è la prova di una predisposizione che si rivela nell'interazione con l'ambiente e può portare alla formazione di un modulo specifico.

Conclusione: mente e scienze della mente

In questa introduzione abbiamo descritto la mente come sistema complesso, emergente da una lunga storia evolutiva e da una struttura cerebrale complessa. Per studiare la mente come sistema complesso è importante mettere insieme competenze diverse. Già il programma della scienza cognitiva classica era interdisciplinare, ma riproponeva la divisione tra scienze

della mente e scienze della natura. Una nuova scienza della mente deve superare questa divisione per trovare un linguaggio e dei modelli unificati, come suggeriva Piaget [1971; trad. it. 1983].

Oggi, nonostante tanti tentativi e progetti, le scienze della mente interagiscono ancora troppo poco. Non solo non c'è un linguaggio comune a scienze della mente e scienze della natura, ma ogni disciplina studia un aspetto particolare della mente senza confrontarsi con le altre. Questo ha il vantaggio di consentire una forte specializzazione in un campo di studio, ma non riesce a cogliere la complessità della mente [Parisi 2001]. Ad esempio chi studia il comportamento sa molto bene come funzionano i processi cognitivi degli umani occidentali adulti, ma non sa come si sono evoluti nella storia delle specie, come cambiano nelle diverse fasi della vita e tra le diverse culture, né conosce i meccanismi neurali che ne sono alla base.

In Italia negli ultimi anni l'etichetta "scienza cognitiva" è diventata molto popolare. A differenza che in altri paesi, però, le collaborazioni tra studiosi di discipline diverse (psicologia, biologia, informatica ecc.) non sono molto frequenti. L'organizzazione delle strutture universitarie e di ricerca rispecchia questa rigida divisione disciplinare.

Questo libro rappresenta un tentativo di mettere insieme conoscenze acquisite in discipline diverse. In alcuni saggi sono stati proposti dei metodi unificanti per studiare la mente, come la simulazione, in altri è stato dato risalto ad argomenti poco trattati nella scienza cognitiva classica come l'interazione corporea con l'ambiente e l'azione. Alcuni saggi mostrano come la mente si è evoluta nel tempo, altri come le menti interagiscono e producono culture e norme sociali che si trasmettono di generazione in generazione.

Pensiamo che per studiare la mente occorra superare vari tipi di separazioni: tra la mente e la sua storia, tra la mente e il cervello, tra la mente e il corpo, tra la mente e l'ambiente, tra la mente e la cultura. Come disse un saggio samoano parlando del Papalaghi, l'uomo bianco [1977, trad. it. 1981]:

"..il Papalaghi pensa tanto, che il pensare è divenuto per lui abitudine, necessità, costrizione addirittura... Lui vive soltanto con la testa, mentre tutti i suoi sensi giacciono nel sonno profondo... Quando splende il sole, lui subito pensa:... "Come splende". Questo è sbagliato... Perché quando splende il sole è meglio non pensare affatto. Un saggio samoano distende le sue membra nella calda luce e non pensa a niente. Accoglie il sole non solo con la testa, ma anche con le mani, con i piedi, i fianchi, il ventre, con tutte le membra. Lascia che la pelle e le membra gioiscano e si rallegrino per conto loro e pensino per lui. Ed esse certamente pensano, anche se in maniera diversa dalla testa."