

**UNIVERSITÀ DELLA VALLE D'AOSTA
UNIVERSITÉ DE LA VALLÉE D'AOSTE**

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE UMANE E SOCIALI
CORSO DI LAUREA IN SCIENZE E TECNICHE PSICOLOGICHE**

ANNO ACCADEMICO 2019/2020

**LA RAPPRESENTAZIONE: UN'ANALISI EPISTEMOLOGICA
E PSICOLOGICA**

DOCENTE 1° relatore: Prof. Vittore Perrucci

STUDENTE: 16 D03 851 Emanuele Di Maria

*A mio Zio:
è grazie a suo sostegno
e al suo incoraggiamento
se oggi sono riuscito a
raggiungere questo traguardo.*

Indice

Introduzione	4
1.0 Conoscenza scientifica	5
1.1 Rappresentazione	5
1.2 Scienza vs non scienza	6
1.3 Concezione standard della scienza	7
1.4 Realismo	8
1.5 Rappresentazione nella scienza	9
1.6 L'antirealismo di Kuhn	11
1.7 Antinomie epistemologiche	13
1.7.1 Meccanicismo e organicismo	13
1.7.2 Riduzionismo e antiriduzionismo	14
1.7.3 Innatismo ed empirismo	15
2.0 Rappresentazione in psicologia	16
2.1 Rappresentazione della psicologia	16
2.2 Rappresentazione secondo gli approcci psicologici	17
2.2.1 La rappresentazione nel Cognitivismo	18
2.2.2 La rappresentazione nel Neuroscienze cognitive	20
2.2.3 La rappresentazione nel Connessionismo	21
2.2.4 La rappresentazione nel Embodied cognitive science	23
2.2.5 La rappresentazione nel emergentismo e neuro-costruttivismo	25
Conclusione	31
Bibliografia	34

Introduzione

<<Ci sono soltanto due possibili conclusioni: se il risultato conferma l'ipotesi, allora hai appena fatto una misura. Se il risultato è contrario alle ipotesi, allora hai fatto una scoperta.>>

-Enrico Fermi

La psicologia, che ha come oggetto di studio la mente umana, si è sempre interessata alla natura delle rappresentazioni e ciascun approccio che ha affrontato il problema ne ha sempre dato una definizione differente. Ogni teoria, è a sua volta una rappresentazione della realtà che intende descrivere e spiegare. L'obiettivo di questa tesi è quello di affrontare il problema della rappresentazione a partire dai problemi epistemologici relativi alla rappresentazione nella scienza; Nel primo capitolo verrà fatta una introduzione rispetto a cos'è una rappresentazione, concetto che aprirà degli interrogativi circa cosa distingue la scienza dalla non scienza. La concezione standard della scienza illustra come la scienza sia cumulativa, avalutativa, unificata e neutrale, inoltre, questa concezione trova ampio consenso in filosofia nel realismo. Concezione standard della scienza e realismo pongono diversi problemi circa la natura della scienza. Queste posizioni non sono unanimemente condivise dai filosofi della scienza che rispondono con una qualche forma di antirealismo. A tal proposito verrà brevemente descritta la posizione antirealista di Kuhn contrapposta, in particolare, alla posizione realista di Popper. Nella parte conclusiva del primo capitolo verranno brevemente trattate le antinomie epistemologiche, riprese nel secondo capitolo, riguardanti la psicologia. Sulla base di quanto esposto nel primo capitolo, nel secondo verranno analizzate alcune posizioni psicologiche che hanno affrontato il problema riguardo la natura delle rappresentazioni. Nello specifico, verranno esposte le posizioni del cognitivismo, delle neuroscienze cognitive, del connessionismo, dell'embodied cognitive science e del neurocostruttivismo. Tali approcci verranno trattati facendo riferimento alle concezioni della scienza e alle antinomie epistemologiche presentate nel primo capitolo. Per ogni approccio verrà affrontato il problema dell'attribuzione di significato, essenziale per spiegare la funzione rappresentativa di qualsivoglia natura.

Capitolo 1 Conoscenza scientifica

<< *Tutti gli uomini per natura tendono al sapere.*>>

-Aristotele, *Metafisica I*

1.1 Rappresentazione

La rappresentazione è un insieme di segni dotati di significato. Un segno può essere definito, in termini generali, come “qualcosa che sta per qualcos’altro a qualcuno in qualche modo”. Da tale definizione segue che il segno, il “qualcosa”, non può esistere senza il “qualcuno”, il soggetto, che lo utilizza per relazionarsi “in qualche modo” a “qualcos’altro”. Il qualcos’altro è una qualsiasi cosa, chiamato referente, a cui il segno si riferisce. Da quanto detto si può affermare che un segno è privo di significato in assenza di un soggetto che lo utilizza per riferirsi a qualcosa. La rappresentazione presuppone dunque l’esistenza di una relazione tra “oggetto della rappresentazione” e “oggetto rappresentato” in qualche modo dal soggetto.

Da quanto detto ne segue che qualsiasi interazione tra un individuo e l’ambiente, qualsiasi conoscenza che l’individuo ha sul mondo, presuppone una rappresentazione da parte del soggetto. Questo è il motivo per cui la psicologia, quale disciplina che ha come oggetto la psiche, ha da sempre avuto un particolare interesse per lo studio della rappresentazione mentale, sia come prodotto che come strumento di pensiero.

Esistono tre tipi di segno con caratteristiche diverse: segnale, indice e simbolo.

Il termine segnale indica quel tipo di segno che ha valore informativo e non evocativo riconoscibile solamente nel qui ed ora: ciò che viene percepito è inseparabile da ciò che è. Il segnale non può esistere se non nel momento in cui viene percepito. Per esempio, il segnale di fuoco possono essere le fiamme stesse.

L’indice, al pari del segnale, è un segno con valore informativo e non evocativo, riconoscibile solo nel qui ed ora. La differenza tra segnale e indice è che quest’ultimo è separato da ciò che viene percepito. Ad esempio, la percezione dell’odore del fumo è indice della presenza del fuoco.

Il simbolo è un segno di carattere convenzionale ed evocativo, e può dunque essere utilizzato per riferirsi a cose non percepite nel qui ed ora. Questa caratteristica fa del

simbolo uno strumento estremamente potente per rappresentare il mondo. La rappresentazione simbolica, costituita per definizione da un insieme di simboli, permette infatti di riferirsi alla Realtà, non solo presente, ma anche passata e futura, consentendo l'astrazione di similarità e differenze tra cose ed eventi percepiti in momenti diversi.

L'uomo per sua natura ha sempre cercato di descrivere e spiegare il mondo reale avvalendosi di teorie e credenze. In generale una teoria è definita come un insieme di affermazioni tra loro connesse in modo da avere una corrispondenza con ciò che si intende spiegare e/o descrivere. In altri termini, una teoria è una rappresentazione simbolica del mondo che intende rappresentare.

Al pari di qualsiasi disciplina scientifica, la psicologia è fondata su teorie formulate da studiosi nel corso degli anni al fine di descrivere e spiegare uno o più fenomeni inerenti al proprio oggetto di indagine: la psiche. Da quanto detto, risulta chiaro che per la psicologia la rappresentazione è sia strumento che oggetto di indagine. La psicologia infatti si avvale di teorie, e dunque di rappresentazioni sulla rappresentazione quale oggetto di indagine.

1.2 Scienza vs non scienza

*<<La scienza è ricerca della verità. Ma la verità non è verità certa.>>
-Karl Popper*

Il ruolo della scienza per il sapere umano risulta interessante poiché permette di affrontare questioni importanti per la filosofia. Una di queste questioni, centrale per il mio scritto, è: "Come possiamo conoscere qualcosa, invece di credere semplicemente o avere opinioni?" Per rispondere a questa domanda è utile introdurre il concetto di credenza. Le credenze sono considerazioni personali che un individuo si fa sul mondo. Ognuno di noi può crearsi delle credenze che vengono riconosciute come vere dal soggetto e, tuttavia, alcune potranno essere confermate come veritiere e altre risultare false. Di fatto se qualcuno ha una credenza, che risulta essere falsa, non può affermare di conoscere ciò che la credenza vuole rappresentare. Da ciò consegue che un presupposto per conoscere la Realtà è che la rappresentazione sia vera. Tuttavia, questa condizione è necessaria ma non sufficiente per avere conoscenza; una credenza può infatti essere vera, ad esempio credere che domani pioverà e di fatto domani pioverà, ma ciò non è sufficiente per essere

considerata conoscenza. Per essere tale la credenza deve giustificare in qualche modo ciò che sostiene (cfr. Ladyman, 2014).

Per la scienza l'unico modo per giustificare una credenza è fare ricorso al metodo scientifico. Il metodo scientifico osserva i dati dell'esperienza, li ordina, li classifica, ne determina le costanti e le variabili e formula ipotesi per spiegare la loro costanza e la loro variabilità. Attraverso l'applicazione del metodo scientifico, gli studiosi possono creare rappresentazioni della realtà dimostrate e dimostrabili. Queste rappresentazioni prendono il nome di teorie. Una teoria scientifica è un insieme di proposizioni, i cui contenuti e le cui relazioni corrispondono alla Realtà al fine di poterla descrivere, spiegare e prevederne i comportamenti.

Da quanto detto, è possibile utilizzare il metodo scientifico come criterio per distinguere tra scienza e non-scienza. La prima, attraverso il metodo scientifico, sostiene quanto afferma; la seconda, di contro, tende a sostenere un'idea senza dimostrarne la veridicità.

Le scienze vengono divise in due tipologie distinte. La prima riguarda le scienze naturali, le quali studiano il mondo fisico. All'interno di questo raggruppamento troviamo scienze quali la fisica, la chimica, la biologia, la geologia, ... La seconda tipologia è quella delle scienze sociali, che hanno come oggetto di studio il comportamento e le istituzioni degli esseri umani, quali la sociologia, la psicologia, l'economia, ... (Ladyman, 2014). Non tutti gli studiosi sono tuttavia d'accordo nell'includere le scienze sociali tra le discipline scientifiche. Come vedremo più avanti (cfr. cap. 1.4) la distinzione tra scienza e non-scienza non è univoca, ma dipende dai criteri che si adottano per stabilirne i confini (Ladyman, 2014).

1.3 Concezione standard della scienza

In accordo con Ladyman (2014), la maggior parte delle persone, tra cui filosofi e scienziati, convengono che la scienza possieda tre caratteristiche distintive, che la differenziano da altri saperi umani. La prima caratteristica consiste nell'essere cumulativa. Con ciò si intende che il progresso scientifico proceda incrementando la nostra conoscenza sul mondo reale. Popper (1970; 1972), a tal proposito, afferma che il progresso scientifico proceda attraverso l'eliminazione di congetture ed errori insiti nelle teorie, vale a dire nelle rappresentazioni che la scienza ha della Realtà che intende

descrivere e spiegare. Inoltre, egli aggiunge che la scienza si basa sulla falsificazione e non sulla conferma, per cui una teoria non può essere giustificata ma solo falsificata dai dati empirici, e dunque la giustificazione di una teoria risiede nella sua falsificabilità. Le teorie falsificabili che non vengono contraddette dai fatti risultano corroborate¹. La falsificabilità delle teorie garantisce l'oggettività della conoscenza scientifica, che, procede per approssimazioni successive di maggiore verosimiglianza con la Realtà. La seconda caratteristica è che la scienza è contraddistinta dall'averne un unico insieme di metodi di indagine fondamentali, che sono validi e tutti riconducibili al metodo scientifico che trova la sua massima espressione nella fisica, considerata la scienza esatta per eccellenza. In accordo con Popper (1970) la falsificabilità e il metodo scientifico sono i criteri che permettono la demarcazione tra la scienza e la non scienza. La terza caratteristica è la neutralità, per cui la conoscenza scientifica deve essere valutata indipendentemente da ciò che è il contesto delle osservazioni e delle sue possibili applicazioni, escludendo, quindi, il punto di vista dell'osservatore. La scienza deve essere, dunque, valutata sulla base dell'autenticità e dell'oggettività conoscenza che produce, ed essere al contempo valutativa perché deve prescindere da convinzioni, credenze, considerazioni e giudizi personali, sociali, storici e/o culturali.

1.4 Realismo

La concezione standard della scienza trova ampio consenso ed è avallata in filosofia dal realismo, il quale sostiene tre tesi distinte, ma tra loro interconnesse (cfr. Ladyman, 2014). La prima, di natura semantica, asserisce che i termini del linguaggio scientifico devono avere un genuino riferimento a entità reali. La seconda, di natura ontologica, afferma che le entità di riferimento, la Realtà, esistono indipendentemente dal soggetto che le denota. L'ultima tesi è di natura epistemologica e sostiene che un soggetto è in grado di conoscere le entità di riferimento attraverso una teoria che sia vera, vale a dire corrispondente a una Realtà oggettiva, dove per Realtà oggettiva si intende tutto ciò che è possibile giustificare col metodo scientifico.

Ciascuna delle tre tesi sostenute dai realisti ha delle implicazioni pratiche per la scienza. Dalla prima, la tesi semantica, ne risulta che il linguaggio scientifico è simbolico e il suo

¹ Per Popper una teoria è corroborata quando essa è una "congettura audace" (Ladyman, 2014, p. 107) da cui derivano nuove predizioni che non sono state falsificate.

riferimento a entità reali presuppone necessariamente un soggetto, a meno che non si consideri il linguaggio come un'entità reale e indipendente da esso. Sebbene questa strada sia percorribile non è tuttavia possibile escludere un soggetto che attribuisca significato al linguaggio legando i termini linguistici a qualcosa, vale a dire i referenti a cui si riferiscono. La seconda tesi, quella ontologica, riguarda l'esistenza delle entità di riferimento indipendentemente dal soggetto che le denota. La relazione di dipendenza/indipendenza tra soggetto e Realtà è una questione puramente filosofica a cui la scienza, sebbene non possa esimersi dall'affrontarla come credenza nell'uno o nell'altro senso, non può fornire una risposta. Da un punto di vista scientifico, infatti, la verità di questa credenza non è giustificabile semplicemente perché il metodo scientifico non lo consente. Qualsiasi inferenza sulla Realtà, non può essere compiuta se non a partire da osservabili, che per definizione implicano necessariamente un soggetto che li osserva, e dunque, una relazione tra soggetto e Realtà. Dal momento che qualsiasi teoria scientifica è fondata su leggi che generalizzano gli osservati, l'esistenza di una Realtà indipendente dall'osservazione rimane dunque una credenza che non può essere giustificata. Da ciò deriva l'ultima implicazione, quella epistemologica, secondo cui il soggetto è in grado di conoscere le entità di riferimento attraverso una teoria vera corrispondente alla Realtà oggettiva. Dal punto di vista epistemologico se un soggetto sia o meno in grado di conoscere un'entità di riferimento non comporta necessariamente che tali entità siano vere, indipendentemente dal soggetto che le conosce. Ciò che conta è che la sua rappresentazione di Realtà sia vera, vale a dire composta da enunciati che corrispondono a entità oggettive e da leggi che ne descrivono le relazioni. La verità, da un punto di vista epistemologico, non poggia dunque tanto sulla verità del mondo, quanto sulla verità della relazione tra soggetto e Realtà.

1.5. La rappresentazione nella Scienza

A fronte delle caratteristiche attribuite alla scienza dalla concezione standard e dal realismo, la maggior parte delle persone conviene che il sapere scientifico sia il modo migliore che abbiamo per prevedere il "comportamento" del mondo reale (Ladyman, 2014). Il fine ultimo della scienza è infatti quello di trovare i meccanismi responsabili dei fenomeni osservabili e di formulare leggi che ne descrivano il funzionamento. Di fatto, come sottolineato da Ladyman (2014), la scienza sembra fornirci un'immagine molto dettagliata della Realtà che ci circonda. Tuttavia, molti degli oggetti di studio delle

scienze sono inosservabili a occhio nudo, come ad esempio i virus, i buchi neri, la mente etc. Inoltre, nel descrivere e spiegare la Realtà, la scienza fa spesso riferimento a costrutti teorici, quali ad esempio “forza” ed “energia”, i quali sono solo indirettamente osservabili. A tal proposito gli scienziati hanno costruito strumenti di misurazione al fine di conferire alla scienza l’oggettività a cui essa aspira. L’idea è che se posso misurare un fenomeno quel fenomeno esiste. Tuttavia, la sua rilevazione non garantisce la qualità della sua natura. A riguardo, Eddington (1935) afferma che il tavolo che percepiamo è apparente e illusorio poiché appare colorato, duro, con quattro gambe etc. e invece il vero tavolo sarebbe quello composto da atomi ed elettroni. Eppure, del tavolo posso misurare volume, peso, energia, ... e tutte queste misurazioni sono significative a livello della fisica newtoniana classica, ma irrilevanti e prive di significato per la fisica quantistica. Viceversa, qualsiasi misurazione compio a livello subatomico, significativo per la fisica quantistica, può risultare del tutto irrilevante e/o privo di significato per la fisica Newtoniana.

Questo problema può essere affrontato con riferimento alla distinzione che Locke ha compiuto tra qualità primarie e qualità secondarie. Le qualità primarie di un oggetto sono quelle che un oggetto possiede in sé e per sé quindi indipendentemente dall’osservatore. Le qualità secondarie, invece, vengono possedute dagli oggetti solo nella misura in cui sono percepiti, e dunque sono dipendenti dall’osservatore. È a questa distinzione che Eddington sembra fare riferimento, distinguendo il mondo del senso comune dal mondo secondo la scienza, per cui il tavolo ci appare per ciò che non è. Ciò che Eddington sembra non tenere in considerazione è che sia il tavolo, che le particelle atomiche e subatomiche possono essere rilevate e misurate da strumenti, e che ogni misurazione deve essere necessariamente percepita dallo scienziato, che la interpreta attribuendole significato. Ne segue che qualsiasi misurazione dipende dal soggetto, e dunque, secondo la distinzione proposta di Locke, è una qualità secondaria dell’oggetto. Questa riflessione apre a una discussione circa l’esistenza degli oggetti indipendentemente dalla presenza della mente che li percepisce. Se ipotizzassimo che sparissero tutte le forme di vita sulla terra e quindi nessuno potesse più percepire i tavoli, quelli già esistenti continuerebbero ad esistere. Dubitare dell’esistenza di una particella può avere una sua legittimità, ma come si può dubitare dell’esistenza degli oggetti del quotidiano? In accordo con Ladyman (2014), il

problema qui non è dimostrare l'esistenza di un tavolo o di una sedia ma piuttosto spiegare come facciamo a sapere che esistano e che natura abbiano.

1.6 L'antirealismo di Kuhn

Il realismo sostiene che le tesi semantica, ontologica ed epistemologica siano tutte necessarie per la scienza, per cui la negazione di una delle tre porta a una qualche forma di antirealismo (cfr. Ladyman, 2014). Tra gli antirealisti, Kuhn (1972; 1978; 1985) sostiene che la storia della scienza è stata semplificata e distorta notevolmente per quanto riguarda gli eventi che hanno portato al mutamento delle teorie al suo interno. Questo sarebbe successo perché queste narrazioni servirebbero a giustificare teorie correntemente accettate.

Kuhn si contrappone a Popper per quanto riguarda la valutazione delle teorie. Secondo Popper (1972), come visto in precedenza (cfr. §. 1.3), la scienza è cumulativa, unificata, neutrale e avalutativa. Inoltre, Popper sostiene che esiste una netta distinzione tra le teorie scientifiche e altri sistemi di credenze (cfr. §. 1.3). Secondo Kuhn (1978) il progresso scientifico procede per "salti", ovvero rivoluzioni conseguenti a delle crisi. In accordo a Kuhn, una rivoluzione scientifica è frutto della falsificazione del paradigma dominante all'interno di una comunità scientifica. Kuhn definisce paradigma come un insieme di credenze riconosciuto universalmente da una comunità scientifica per un determinato periodo di tempo. Un paradigma fornisce modelli e soluzioni per determinati problemi e trova, per Kuhn, due applicazioni: la matrice disciplinare e la matrice esemplare. Con matrice disciplinare si intende l'insieme di strutture e credenze comuni a una particolare disciplina, quali linguaggi, simboli, metodi e modelli di riferimento e valori condivisi. Le matrici esemplari sono dei "modelli" utilizzati dagli scienziati per applicare la matrice disciplinare. Kuhn distingue tra scienza normale e scienza rivoluzionaria. Nel periodo di scienza rivoluzionaria si creano paradigmi differenti e, in opposizione alla scienza normale nella quale vengono sviluppate teorie a sostegno del paradigma dominante, vengono effettuate ricerche atte a falsificare le teorie dominanti. In tal senso i nuovi paradigmi, che emergono dalla rivoluzione, non sono il risultato del progresso scientifico sulla base delle teorie precedenti ma, piuttosto, il cambiamento del paradigma dominante. Non sarà necessariamente il paradigma più vero o il più efficiente ad imporsi ma, piuttosto, quello che sarà in grado di catturare l'interesse della comunità scientifica. Le

rivoluzioni non si verificano perché gli scienziati rifiutano il paradigma valido per una sola evidenza contraria ma sulla base di tre motivazioni: la prima sostiene che le anomalie all'interno del paradigma devono essere elevate. La seconda sostiene che deve essere disponibile un nuovo paradigma e, infine, la terza afferma che una il nuovo paradigma debba diffondersi ed essere elaborato da un numero elevato di scienziati. Da quanto detto, si può affermare, che secondo Kuhn le credenze fuori moda sono state prodotte dalle stesse motivazioni che oggi guidano la ricerca scientifica e, per questo, dunque le teorie del passato non sono meno scientifiche di quelle attuali.

Kuhn dissente da quanto affermato da Popper rispetto alla demarcazione tra scienza e non scienza. Laddove per Popper la Scienza, per essere tale, deve essere in grado di formulare teorie oggettive e falsificabili mediante il metodo scientifico, per Kuhn tale criterio non sussiste semplicemente perché la storia della Scienza dimostra che non viene adottato. In altri termini la Scienza, fisica compresa, procede non tanto e non solo per eliminazione di congetture ed errori di una determinata teoria, bensì attraverso la costruzione di nuove teorie da parte degli scienziati, che giocano un ruolo attivo apportando nuove idee allo sviluppo scientifico. Dal punto di vista di Kuhn, la costruzione e il controllo delle teorie, compiuto dagli scienziati, dipendono, dunque, dal contesto storico e la relazione tra teorie e osservazione non è indipendente. Inoltre, le teorie infettano i dati non rendendo possibile un'osservazione neutrale. Da ciò ne segue che le conferme che le osservazioni e gli esperimenti offrono alle ipotesi non sono oggettivi. A tal proposito, Kuhn, sostiene che i valori degli scienziati determinino non solo l'elaborazione di una nuova teoria ma anche quali teorie siano considerate giustificate dalla comunità scientifica.

Da quanto detto il cambiamento scientifico non ha base razionale ma è piuttosto regolato da forze psicologiche e sociali. I paradigmi che si susseguono non si possono giudicare da un punto di vista neutrale. Questo è conseguente al fatto che lavorare all'interno di un paradigma porta il ricercatore ad assumere un modo di guardare alla Realtà proprio di quel paradigma (Ladyman, 2014).

La questione aperta da Kuhn porta, tendenzialmente, a negare gli aspetti della concezione standard della scienza e della demarcazione tra scienza e non scienza. La scienza, infatti, non è cumulativa perché il progresso comporta periodi rivoluzionari in cui l'abbandono delle teorie non avviene per falsificazione, bensì per l'avvento di nuovi paradigmi di

ricerca, che le rendono obsolete o poco interessanti; la scienza non è unificata perché le discipline scientifiche utilizzano paradigmi molto spesso incompatibili tra loro. La scienza non è neutrale poiché il contesto della giustificazione è basato sui valori del paradigma dominante nella propria disciplina. Essa non è avalutativa perché i fattori socioculturali influenzano la scelta di una teoria portando una minore demarcazione tra teorie scientifiche e altri sistemi di credenze. In accordo con Kuhn, l'unico modo per demarcare la scienza dalla non-scienza consiste nel sostenere che la scienza normale sia una attività di risoluzione di problemi sulla Realtà. Kuhn sostiene, tuttavia, che tutti i paradigmi scientifici abbiano, e debbano avere, alcuni valori fondamentali. Il primo è che una teoria deve essere accurata empiricamente e ciascuna nuova teoria deve essere coerente con le altre teorie accettate. Inoltre, una nuova teoria deve essere di ampio respiro e non limitarsi a spiegare solamente una precisa caratteristica di ciò che si intende spiegare e, nel farlo, deve essere il più parsimoniosa possibile. Infine, le nuove teorie devono offrire una base feconda per il progresso della disciplina di riferimento.

1.7 Antinomie epistemologiche

In accordo con Kuhn, lo scienziato gioca un ruolo attivo nello sviluppo di nuove teorie e nell'utilizzo di quelle esistenti. Nel fare ricerca, lo scienziato si trova spesso nella condizione di dover scegliere tra due o più teorie alternative. Tale scelta è guidata non solo dagli scopi di ricerca che si intendono perseguire, ma anche dalle convinzioni, spesso non dimostrabili, sulla natura della Realtà, dell'Uomo e della Scienza stessa. Tali concezioni, spesso contrapposte, prendono il nome di "antinomie epistemologiche" (Cfr. Marhaba, 1981). In letteratura è possibile trovare diverse antinomie a seconda degli scopi e/o oggetto di indagine delle varie discipline scientifiche. Qui di seguito verranno trattate solo alcune delle antinomie attinenti alla psicologia e al presente lavoro.

1.7.1 Meccanicismo e organicismo

La prima antinomia riguarda la concezione che lo scienziato ha sull'uomo e più in generale di tutti gli esseri viventi. In generale, da un lato, il meccanicismo ritiene che gli esseri viventi siano privi di autonomia e spontaneità reagendo passivamente agli stimoli alla stregua delle macchine. Le azioni sono dunque, di fatto, reazioni. Al contrario l'organicismo ritiene che gli esseri viventi siano dotati di spontaneità e autonomia modificando il mondo e loro stessi con azioni teleonomiche, vale a dire dirette a un fine.

Più nello specifico, in psicologia, per gli approcci meccanicisti concepiscono la mente come reattiva agli stimoli esterni e passiva : “è il luogo, non il ‘motore’ delle forze. Manca completamente un io attivo o una forma qualsiasi di autodeterminazione” (Marhaba, 1981, p. 44). Al contrario, l’organicismo intende la mente “capace di autodeterminarsi, di guidare attivamente e autonomamente le proprie funzioni” (Marhaba, 1981, p. 46).

1.7.2 Riduzionismo e antiriduzionismo

La seconda antinomia, riduzionismo/antiriduzionismo, ha come oggetto la concezione che lo studioso ha della scienza. Il riduzionismo afferma che le discipline scientifiche siano ordinate in modo gerarchico nella descrizione e spiegazione di Realtà. Nella forma più forte del riduzionismo, la Realtà e le leggi che la governano possono essere descritte ed espresse tutte in termini della fisica, che costituisce la scienza fondamentale della conoscenza scientifica. Una conseguenza di questa credenza è che tutte le ipotesi, teorie, leggi e interpretazioni di qualsiasi disciplina debbano essere ricondotte e tradotte in termini fisici, senza che questo processo comporti una perdita di significato. Esistono tuttavia forme più deboli di riduzionismo, che pur sostenendo la gerarchia tra le diverse discipline e ponendo la fisica come scienza fondamentale, affermano che la riduzione dei termini di una disciplina superiore può essere compiuta nei termini delle discipline di livello inferiore. Così, ad esempio, le scienze mediche descrivono e spiegano i loro oggetti di studio attraverso i termini mutuati dalla biologia, la quale a sua volta descrive e spiega i suoi oggetti di studio mediante termini chimico/fisici.

Al contrario, l’antiriduzionismo contesta la visione gerarchica delle scienze affermando che non tutti i fenomeni reali possano essere descritti e spiegati in termini fisici e che tale riduzione comporta necessariamente una perdita di significato. In altri termini, l’antiriduzionismo afferma che per descrivere e spiegare il loro oggetto di studio, talune discipline debbano utilizzare termini, metodi e leggi propri, non necessariamente riducibili a quelle delle scienze considerate più di base.

In psicologia, il riduzionismo, afferma che la mente deve essere descritta e spiegata nei termini delle scienze naturali e nel farlo tendono generalmente a ridurre l’attività mentale all’attività cerebrale. (Marhaba, 1981) Gli antiriduzionisti, al contrario, sostengono che la mente ha caratteristiche proprietà non riducibili a caratteristiche e proprietà cerebrali (Marhaba, 1981).

1.7.3 Innatismo ed empirismo

L'ultima antinomia riguarda l'origine della conoscenza. Nella forma più forte, l'innatismo sostiene che le conoscenze e i comportamenti degli individui siano già tutti iscritti e predeterminati dalla sua nascita. Queste possono essere presenti all'interno del patrimonio genetico ed essere già attive alla nascita, oppure possono essere evocate dall'esperienza.

L'empirismo, al contrario, sostiene che alla nascita l'individuo non possenga alcuna conoscenza sul mondo e che tutte le conoscenze e i comportamenti sono acquisiti tramite esperienza.

Queste forme forti dell'antinomia sono tuttavia posizioni filosofiche estreme, non perseguibili dalle scienze biologiche. Gli individui, infatti, fin dalla nascita mostrano comportamenti più o meno adattivi verso il mondo che li circonda. Ne segue che le posizioni epistemologiche riguardo tale antinomia si situano necessariamente tra i due punti estremi del continuum innatismo/empirismo.

In psicologia gli innatisti tendono a considerare l'uomo, alla nascita, in possesso di conoscenze filogeneticamente determinate. Un approccio innatista che può chiarire questa posizione epistemologica è l'innatismo modulare della Spelke (1990; 1994; 1998). Secondo la studiosa le conoscenze che l'adulto possiede sulla Realtà non si sviluppano a partire dalle esperienze precoci che il bambino fa nella prima infanzia, ma piuttosto emergono da alcune rappresentazioni presenti già alla nascita. Questi iniziali nuclei di conoscenza sono innati, universali e sono il prodotto del cambiamento filogenetico.

Al contrario, gli empiristi, sostengono che alla nascita il bambino non possenga nessun tipo di conoscenza e che le costruisca durante il corso dello sviluppo. Ad esempio, per Piaget, il neonato reagisce agli stimoli ambientali che fungono da stimolo all'attivazione di singoli riflessi senso-motori, senza dunque avere delle rappresentazioni sul mondo. In seguito, i riflessi si coordinano, dando vita alle prime rappresentazioni, composte da segnali e indici organizzati al fine di adattarsi alla realtà esterna. Infine, con l'emergere della funzione simbolica, si originano gli schemi mentali, che presuppongono una rappresentazione del mondo slegata da vincoli spazio-temporali propri delle precedenti rappresentazioni senso-motorie.

Capitolo 2 Rappresentazione in psicologia

2.1 Rappresentazione della psicologia

La psicologia è la scienza che ha come oggetto di studio la mente e il comportamento umano. Avendo come oggetto di studio la mente, la psicologia si trova in una posizione atipica rispetto a tutte le altre scienze. Come visto nel Capitolo 1, infatti, le teorie sono rappresentazioni prodotte della mente al fine di descrivere e spiegare la Realtà a cui si riferiscono. La psicologia, dunque, a differenza di ogni altra disciplina scientifica, è costretta a studiare la mente attraverso prodotti della mente stessa, le teorie, che rappresentano la mente quale oggetto di studio. A ciò si aggiunga che qualsiasi teoria è messa in pratica dallo scienziato, che la utilizza per i propri scopi, raccogliendo e interpretando i dati. Ne segue che la mente dello scienziato gioca un ruolo cruciale nello studio del suo oggetto di studio, che nel caso della psicologia è la mente stessa. In altri termini, la mente è per la psicologia sia oggetto che soggetto di studio, e questo può costituire un serio problema nella definizione della psicologia come scienza oggettiva. La soluzione che la psicologia ha trovato per garantire oggettività alle proprie ricerche, è la formulazione di teorie sulla mente, dunque delle rappresentazioni della mente, a partire dalle menti altrui.

Come in qualsiasi scienza anche in psicologia tra gli scienziati vi sono i realisti, da un lato, gli antirealisti dall'altro. Rispetto alla tesi semantica, il problema sta nella possibile distinzione tra proprietà fisiche e proprietà mentali. A riguardo, da un lato troviamo i dualisti, dall'altro i monisti. Il dualismo fonda le sue radici nel pensiero cartesiano, il quale afferma che esiste una divisione netta tra sostanza pensante e sostanza fisica. Secondo Cartesio non possiamo dubitare di avere una mente, mentre possiamo farlo per il corpo. Per Cartesio, quindi, esistono due sostanze: una, la *res extensa*, il corpo, caratterizzata dalla spazialità e governata dalle leggi della fisica, l'altra, la *res cogitans*, la mente, estranea alle leggi della fisica e contraddistinta per la sua creatività e per la conoscenza. Al contrario, il monismo fonda la sua tesi sull'esistenza di una sola sostanza, la quale risponderebbe soltanto alle leggi della fisica. Da ciò si può dedurre che il dualismo rifiuta la visione gerarchica delle scienze data dal riduzionismo. Per i dualisti, infatti, la psicologia ha un proprio linguaggio che non si può ridurre alla mera spiegazione fisico-chimica senza che vi sia perdita di significato. I dualisti dunque hanno una visione

tendenzialmente antiriduzionista. Al contrario, i monisti tendono ad adottare una visione gerarchica delle scienze, e dunque, riduzionista. Per i monisti, infatti, non c'è soluzione di continuità tra mente e cervello, e dunque può e deve essere descritta e spiegata facendo ricorso a termini chimico-fisici mutuati dalla fisiologia. Per quanto riguarda il problema ontologico, in psicologia, questo problema riguarda l'esistenza o meno della mente. Come visto nel primo capitolo la scienza non può affrontare il problema dipendenza/indipendenza del soggetto rispetto all'oggetto di studio poiché le inferenze possono essere compiute solamente attraverso gli osservabili. La mente, come anticipato all'inizio del paragrafo, può essere osservata e le credenze in tal senso possono essere verificate con l'utilizzo del metodo scientifico divenendo conoscenza. Ne segue che la credenza o meno dell'indipendenza della mente rispetto all'osservatore non è verificabile dal metodo scientifico. L'ultima tesi, di natura epistemologica, riguarda la verità delle teorie psicologiche rispetto alla mente quale entità oggettiva passibile di indagine. Anche in tal caso, da un lato, troviamo i dualisti, per i quali i fatti mentali sono realtà oggettive che possono essere descritti e spiegati con metodi scientifici propri della psicologia, dall'altro i monisti, per cui i fatti mentali non sono realtà oggettive, bensì epifenomeni, la cui descrizione e spiegazione richiede l'utilizzo di teorie e metodi di indagine aventi come oggetto di studio fenomeni fisici.

2.2 Rappresentazione secondo gli approcci psicologici

Da un'analisi della letteratura, risulta evidente come, tra gli studiosi in psicologia non vi sia accordo riguardo la definizione, la natura, la funzione e l'origine della rappresentazione mentale.

Qui di seguito verrà esposto come diversi approcci si sono occupati della rappresentazione in psicologia. In particolare, verranno affrontati cognitivismo, neuroscienza cognitiva, connessionismo, embodied cognitive science e neurocostruttivismo. Tali approcci inizialmente verranno affrontati da un punto di vista generale e contestualmente al concetto di rappresentazione a cui ogni approccio fa riferimento. A conclusione di ciò verranno affrontate le implicazioni che esse hanno sul significato.

2.2.1 La rappresentazione secondo il cognitivismo

Il cognitivismo utilizza la metafora del computer per spiegare il comportamento umano: l'hardware può essere visto come il cervello e il software come la mente (cfr. Miller, 2011). Secondo i cognitivisti la metafora del computer offre alla psicologia concetti, in particolare quelli di algoritmo, computazione e strutture di dati, che sono “in grado di illuminare tanto la natura delle rappresentazioni mentali quanto l'essenza dei processi che operano su tali strutture” (Maraffa, Tomasetta, & Di Francesco, 2017, pp. 124-125). L'approccio cognitivista punta il suo interesse sullo studio delle strutture cognitive ponendo l'accento sulle rappresentazioni mentali (cfr. Miller, 2011). Questo approccio riconduce la rappresentazione al concetto di informazione affermando che esse sono la forma mentale dell'informazione. Poiché il mondo è pieno di stimoli diviene necessario selezionare le informazioni rilevanti, per cui le informazioni interne al sistema sono una versione impoverita dell'input esterno. Il funzionamento del sistema cognitivo viene descritto da analisi funzionali: analisi dei processi e delle operazioni che il sistema applica alle informazioni provenienti dall'ambiente.

In accordo al cognitivismo, una caratteristica che accomuna mente e computer è che entrambi sono dei sistemi in grado di manipolare simboli: in altri termini, servendosi di procedure e regole ben precise, entrambi trasformano le informazioni provenienti dall'esterno in simboli che vengono poi manipolati sotto forma di rappresentazioni simboliche. I simboli, dunque, sono considerati come elementi di base per le rappresentazioni, le quali sono forme mentali che l'informazione assume una volta che è stata codificata dal sistema cognitivo. In accordo al cognitivismo, esistono diversi modi di rappresentare l'informazione, che dipendono dai processi che agiscono sull'informazione in input. Ad esempio, una lettera alfabetica attiva simultaneamente una doppia codifica quale quella visiva, relativa al segno grafico, e quella fonetica, relativa al segno fonologico (cfr. Macchi Cassia, Valenza, & Simion, 2012).

Secondo questa prospettiva, quindi, da un dato in input seguono una serie di computazioni che portano a un output simbolico; questo sembra suggerire la natura dell'uomo come passiva. Il computer deve aspettare che qualcuno o qualcosa gli dia l'informazione da elaborare. L'uomo, al contrario, è coinvolto in maniera attiva nella codifica dell'esperienze cercando le informazioni nell'ambiente applicando strategie e regole

oppure, attraverso l'inferenza, produce nuove rappresentazioni a partire dagli input e dalle esperienze passate (cfr. Miller, 2011). L'uomo è attivo nella ricerca delle informazioni ma la questione che si pone è: come viene attribuito un significato alle rappresentazioni? Nel computer è necessario che ci sia una persona a scegliere che azione compiere attribuendo significati agli output prodotti dal calcolatore. Nel sistema cognitivo questa funzione viene attribuita a uno o più sistemi esecutivi centrali, deputati a coordinare l'elaborazione delle informazioni e ad attribuire loro un significato. La metafora del computer, tuttavia, richiede necessariamente un operatore esterno al sistema che dia significato all'informazione. Il problema è che nel sistema cognitivo l'operatore esterno deve essere incapsulato all'interno del sistema stesso, e non può essere descritto e spiegato utilizzando il computer come metafora, a meno di non postulare un interprete interno, l'*homunculus*, che a sua volta richiede un interprete interno, e così via all'infinito. Il problema è che “una teoria della mente che aspiri a essere minimamente plausibile deve sottrarsi al regresso all'infinito innescato dal tentativo di spiegare una capacità cognitiva postulando tacitamente un ‘piccolo uomo’ dentro la testa in possesso di quella stessa capacità” (Maraffa, Tomasetta, & Di Francesco, 2017, p. 139). In altre parole, non si può postulare l'esistenza di un *homunculus* che abbia la capacità che gli studiosi stanno cercando di spiegare.

Riassumendo la metafora del computer comporta l'esistenza di una componente fisica, hardware, che nell'essere umano è attribuita al cervello, e una componente digitale, software, che nell'essere umano è attribuita alla mente. I cognitivisti affermano che i processi cerebrali siano la base per i processi mentali, di cui la mente è il prodotto che viene studiato attraverso analisi funzionali. In altri termini, il cognitivismo è un approccio dualista. Postulando l'esistenza della mente si apre anche uno spiraglio di spiegazioni sulla rappresentazione che si allontanano parecchio dalle spiegazioni meramente fisico-chimiche; infatti non è possibile ridurre le rappresentazioni simboliche computazionali alla mera attività cerebrale perché questo comporterebbe perdita di significato. Ciò che tuttavia il cognitivismo non riesce a spiegare è come viene attribuito significato alle rappresentazioni mentali, a meno di non postulare una regressione all'infinito di un interprete interno. Questo limite, che prende il nome di “fallacia dell'*homunculus*”, porta Fodor (1988) ad affermare che non è possibile indagare con metodo scientifico il funzionamento dei sistemi centrali postulati dalla psicologia cognitivista.

2.2.2 La rappresentazione secondo le neuroscienze cognitive

Negli ultimi decenni il continuo progredire della ricerca scientifica ha consentito di comprendere il funzionamento del cervello. Questo progresso sembra suggerire un allontanamento dalla dicotomia mente-cervello poiché, dal punto di vista metodologico, le neuroscienze hanno abbracciato un tipo di approccio tendenzialmente riduzionista, in quanto cercano di correlare una funzione mentale complessa a un insieme di circuiti cerebrali fondandosi sull'assunto che ogni fenomeno mentale è la manifestazione di un'attività cerebrale (Mundo, 2009). In altri termini, i fatti mentali e i fatti cerebrali sarebbero la stessa cosa studiabili, però, in modo differente; “tutto ciò che è cerebrale corrisponde a ciò che è mentale, tutto ciò che è mentale corrisponde a ciò che è cerebrale” (Grossi, 2013, p.1). Quanto appena detto ha come implicazione che tutto ciò che viene rappresentato mentalmente viene rappresentato cerebralmente. Un punto cruciale delle neuroscienze è che noi siamo in grado di rappresentare solamente un piano alla volta: questo, però, non comporta conoscenza di due realtà distinte, bensì della stessa Realtà, e, quindi, l'obiettivo delle neuroscienze cognitive è quello di trovare le corrispondenze tra i fatti mentali e i fatti cerebrali. Questa visione comporta una esclusione di un rapporto causale reciproco tra il piano mentale e il piano cerebrale e, di conseguenza, le leggi di corrispondenza tra i due piani costituisce l'obiettivo della conoscenza delle neuroscienze cognitive (Grossi, 2013). Le rappresentazioni sono fatti mentali e, dall'assunto che tutto ciò che è mentale corrisponde con ciò che è cerebrale, consegue che lo studio di stati mentali comporta lo studio di stati cerebrali corrispondenti e una variazione di uno stato mentale equivale a una variazione allo stato cerebrale e viceversa. Ad esempio, la rappresentazione del nostro cervello è contenuta nella corteccia insulare, che elabora le informazioni viscerali² mediando ogni rappresentazione che il soggetto attribuisce a sé stesso. Il cervello non è tuttavia in grado di percepire sé stesso e di conseguenza, non è in grado di rappresentare sé stesso come gli altri visceri. Ne segue, considerato quanto prima detto - gli stati mentali corrispondono agli stati cerebrali e viceversa - viene ipotizzato che il cervello rappresenti sé stesso attraverso le esperienze degli stati mentali (Grossi, 2013).

² Prodotte da recettori sensoriali.

Da punto di vista epistemologico riguardo dualismo/monismo, le neuroscienze cognitive, ammettono l'esistenza di un solo piano reale studiabile attraverso due piani distinti – mente/cervello -. La mente umana, infatti, non è in grado di studiare contemporaneamente tutta la realtà e di conseguenza dovrà conoscere le varie dimensioni una alla volta (Grossi, 2013). Una implicazione di questo monismo è che la mente, e di conseguenza anche le rappresentazioni, sono le esperienze che noi abbiamo del nostro cervello; inoltre, la stessa attività della mente è riconducibile al cervello stesso. La mente, quindi, viene studiata alla stregua delle scienze fondamentali portando ad una forma di riduzionismo.

Da quanto detto, il cervello e la mente rappresentano la realtà su due piani differenti ma corrispondenti. Per quanto riguarda l'attribuzione del significato poiché il cervello non è in grado di rappresentare sé stesso non è in grado di attribuirvi un significato. La mente, invece, può rappresentare sé stessa e il cervello quindi risulterebbe attiva nella costruzione dei significati. A questo punto sorgerebbe nuovamente la questione su chi attribuisca un significato alle rappresentazioni.

2.2.3 La rappresentazione secondo il connessionismo

Il connessionismo utilizza il computer non come metafora, ma come strumento di ricerca (cfr. Elman et al., 1996). Questo approccio utilizza, infatti, il computer per simulare strutture e processi mentali mediante reti neurali, ispirate al funzionamento del sistema nervoso. Queste reti sono sistemi dinamici-complessi costituiti da un insieme di unità di elaborazione interconnesse tra loro. Le unità, anche dette nodi, si possono dividere in tre categorie distinte: le unità di input, deputate alla ricezione dell'informazione; le unità nascoste, collocate negli strati intermedi della rete; le unità di output, deputate a fornire una risposta all'informazione in ingresso (cfr. figura 1). Le connessioni tra le varie unità sono paragonabili agli assoni e dendriti di un neurone. Ogni nodo, come il neurone, è in grado di svolgere una sola operazione che consiste nell'attivarsi

quando ricevono informazione da un altro nodo e inviare segnali verso altri nodi. I collegamenti tra i vari nodi vengono chiamati connessioni a cui viene attribuito un peso.

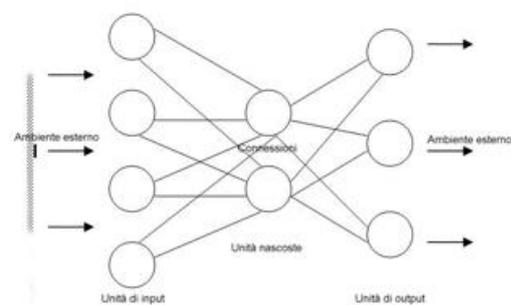


Figura 1 Esempio di una rete neurale. I cerchi rappresentano i nodi, i segmenti le connessioni.

Ciascun peso è un coefficiente moltiplicativo che trasforma il valore del segnale in uscita da un nodo in valore del segnale di entrata del nodo successivo. Le reti apprendono cambiando i pesi delle proprie connessioni secondo delle regole date dal ricercatore e chiamate algoritmi di apprendimento. Le reti neurali sono, dunque, in grado di automodificare i propri pesi e autorganizzarli.

Diversamente dall'approccio cognitivista secondo cui la mente manipola simboli, partendo dalle informazioni provenienti dall'ambiente, i modelli connessionisti ipotizzano che il sistema cognitivo non utilizzi delle rappresentazioni simboliche ma, piuttosto, ciascun nodo elabora solamente dei frammenti di informazione di natura non simbolica, ciascuna unità non è in grado di elaborare l'intera informazione proveniente dall'esterno, dunque, le informazioni elaborate da ciascuna unità non costituiscono un simbolo ma un subsimbolo; dunque, le rappresentazioni sono configurazioni di pattern di attivazione di più nodi. In una rete neurale le rappresentazioni sono collocate in più nodi (cfr. figura 2) e per questo vengono chiamate rappresentazioni distribuite (cfr. Macchi Cassia, Valenza, & Simion, 2012).



Figura 2 Esempi di rappresentazioni distribuite.

Questo tipo di rappresentazione risulta particolarmente interessante per la psicologia, in quanto presenta alcune caratteristiche che le accomuna ai sistemi biologici (cfr. Elman et al., 1996). In generale gli strati interni sono notoriamente di meno rispetto a quelli di input: questo ha come conseguenza che l'informazione sia compressa vale a dire che bastano poche unità per poter rappresentare tutti i simboli. Ne segue che nelle reti neurali ciascun nodo nascosto è coinvolto nelle rappresentazioni degli input esterni. Inoltre, la rappresentazione che ne risulta riesce a catturare in poche unità la complessità degli input che la rete riceve, vale a dire del mondo esterno. Un'altra caratteristica della rappresentazione distribuita riguarda il fatto che si possa attivare anche in presenza di stimoli parziali e questo può rendere conto di diversi fatti mentali, quali ad esempio il completamento di figure parzialmente occluse alla vista, o il completamento di parole parzialmente coperte da rumori. Analogamente all'attivazione parziale, anche il

danneggiamento o la rimozione di unità non impedirebbero la costruzione di rappresentazioni, come avviene ad esempio in pazienti con lesioni cerebrali.

Ricapitolando le rappresentazioni distribuite sono il risultato della codifica in parallelo di parti di informazione in entrata che vengono compresse e integrate, senza per questo perdita di significato. Il problema, ancora una volta, è che ad attribuire significato alle rappresentazioni interne della rete è il ricercatore. Le reti, infatti, non sono in grado di attribuire dei significati a ciò che rappresentano. Ciò che le reti fanno è categorizzare gli stimoli esterni, e dunque imparano a distinguerli, attraverso regole di apprendimento e di attivazione dei singoli nodi forniti dal ricercatore. Questo ha delle implicazioni epistemologiche nell'utilizzo delle reti neurali come strumento per studiare la mente. Riguardo alla antinomia meccanicismo/organismico, le reti neurali possono apparire attive in quanto in grado di automodificarsi, spesso in maniera inaspettata agli occhi del ricercatore, ma queste modifiche sono il prodotto di funzioni matematiche, e dunque predeterminati dal modo in cui lo studioso costruisce e programma la rete. Inoltre, rispetto all'attribuzione del significato viene nuovamente a riproporsi la fallacia dell'*homunculus* in quanto, non è la rete, bensì lo studioso ad attribuire i significati alle rappresentazioni sue interne, la cui corrispondenza con gli input e con gli output, garantita da leggi logico-matematiche, rimane tuttavia senza senso se non interpretata da qualcuno.

2.2.4 La rappresentazione secondo l'Embodied Cognitive Science

Una conseguenza dell'allontanamento del computazionalismo cognitivista è l'affermarsi della *embodied cognitive science (ECS)*, che mostra una sfiducia nei confronti della "rappresentazione mentale" (cfr. Maraffa, Tomasetta, & Di Francesco, 2017). Esistono molti nuovi approcci che utilizzano il termine "*embodied*" (= incarnato), il quale viene utilizzato per definire la capacità del nostro corpo di modellare le nostre capacità cognitive. Spesso il concetto di *embodied* viene utilizzato in contrasto con il concetto di rappresentazione mentale preferendo il concetto di rappresentazione corporea (Chemero, 2009). In altri termini, l'ECS colloca la rappresentazione nelle azioni del corpo vivente "ridando un corpo alla mente" – (Ceruti & Damiano, 2016, p. 42). In accordo con gli autori, l'ECS descrive "i sistemi biologici come agenti la cui dinamica interattiva con l'ambiente si caratterizza essenzialmente come un'attività di produzione [...] di significati operazionali interni pertinenti per la conservazione" (Ceruti & Damiano, 2016,

p. 42). Le ricerche in questo approccio condividono due ipotesi di carattere generale. La prima ipotesi sostiene che la cognizione è radicata nel corpo ed emerge dai meccanismi di regolazione senso-motori che intercorrono nell'interazione tra uomo e ambiente dove l'azione è guidata dalla percezione. La seconda ipotesi afferma che la cognizione è distribuita sia nel corpo che nell'ambiente: molti compiti verrebbero svolti senza un'attività del sistema nervoso centrale ma esclusivamente nell'interazione uomo-ambiente. L'ECS è lontano dalla visione dualistica dell'uomo. Questo approccio, inoltre, offre risposte alla fallacia dell'*homunculus* perché i significati delle rappresentazioni sono attribuiti direttamente dalla percezione (Ceruti & Damiano, 2016).

Le rappresentazioni corporee possono essere di vario tipo, ad esempio motorie, sensoriali, affettive, ... Una caratteristica che le accomuna è l'adattamento. Questo processo permette la riorganizzazione degli schemi senso-motori in rappresentazioni corporee senza però far perdere le funzioni originarie. In questo senso gli schemi non andranno incontro a modificazioni sostanziali ma, piuttosto, la stessa struttura verrà impiegata per funzioni nuove. Gli schemi sensomotori, considerata l'insorgenza precoce, possono ritenersi le prime forme elementari di rappresentazione e la loro organizzazione matura porta a forme di rappresentazione più evolute che non sono da considerare innate ma il risultato di una maggiore organizzazione (Caruana & Borghi, 2016).

Una sostanziale differenza tra le rappresentazioni corporee e le rappresentazioni computazionali cognitive consiste nel contenuto delle stesse: se per il cognitivismo la rappresentazione è di natura simbolica per gli approcci embodied non lo è. In accordo con Evans (1982) le rappresentazioni corporee non sono concettuali e simboliche e, quindi, un soggetto può percepire alcuni stati non descrivibili dai simboli linguistici. Per esempio, possiamo percepire svariate sfumature di un singolo colore benché non possediamo altrettanti simboli per descriverne le varianti. In altri termini, le esperienze possibili sarebbero superiori rispetto a quelle che si possono definire. Tutte le informazioni che possiamo mettere in pratica con il movimento, dunque, non sempre hanno un corrispettivo simbolico. La natura non simbolica delle rappresentazioni comporta che esse siano formate da segnali e da indici i quali, come detto nel primo capitolo (cfr. par. 1.1), non permangono nel tempo. Questo tipo di rappresentazione implica che non vi è una qualche forma di rappresentazione teorica ma piuttosto solo rappresentazioni pratiche. Le rappresentazioni corporee risolvono la fallacia dell'*homunculus* ma non chiariscono se le

rappresentazioni simboliche possono essere incarnate nel corpo o se necessitano di una mente per l'attribuzione di un significato.

2.2.5 La rappresentazione nel emergentismo e neuro-costruttivismo

<<Il tutto è maggiore della somma delle sue parti.>>

Aristotele, Metafisica 1045a

A partire dagli ultimi decenni del secolo scorso, si è assistito a un crescente interesse tra gli psicologi nel considerare la mente come un sistema complesso. Attraverso il concetto di complessità è infatti possibile spiegare come eventi inattesi possano essere generati dalle leggi che governano sistemi composti da sotto-unità interagenti e in determinate condizioni (Nicolis & Nicolis, 2012). La caratteristica principale di un sistema complesso è la molteplicità. In un sistema complesso, infatti, possono esserci svariati risultati, contrariamente ai fenomeni singoli, come può essere l'esito conseguente al lancio di una moneta. Questa molteplicità è conseguente alla capacità del sistema di automodificarsi. Una manifestazione della complessità è l'emergenza. In accordo con la teoria dei sistemi complessi, per emergenza si intende una manifestazione macroscopica di caratteristiche o comportamenti ben definiti difficilmente prevedibili data la situazione iniziale. Queste manifestazioni non possono essere ricondotte in alcun modo alle parti costituenti e su questa base possono essere considerate inattese. Questo carattere irriducibile dei sistemi complessi permette la creazione e il mantenimento di strutture gerarchicamente distinte (Nicolis & Nicolis, 2012).

In accordo con Kauffman (1995) la vita appare come un fenomeno emergente che si sviluppa da un determinato grado di complessità. La vita, dunque, non si trova nelle proprietà delle singole molecole che compongono un sistema, ma è una proprietà collettiva scaturita dall'interazione delle parti costituenti. In quest'ottica la vita deve essere ricercata nelle proprietà che emergono dalla complessa interazione delle parti del sistema. In altri termini, la tesi emergentista sostiene che una volta che un sistema raggiunge un adeguato livello di complessità da esso cominciano ad emergere proprietà, come ad esempio la vita o la mente, non riducibili al mondo fisico. Queste proprietà sono capaci di esercitare un'influenza causale sul mondo fisico stesso (cfr. Maraffa, Tomasetta, & Di Francesco, 2017).

Il concetto di complessità trova il suo “luogo naturale” nella teoria dei sistemi dinamici. In un sistema dinamico complesso le variabili si automodificano a partire dalla molteplicità delle loro interazioni come concause in funzione del tempo; queste variazioni dipenderanno dallo stato iniziale del sistema (Nicolis & Nicolis, 2012).

Precedentemente a queste scoperte, il significato della vita per la biologia era codificato all'interno del DNA, ma gli studi sul genoma umano, inerenti al progetto HGP (*Human Genome Project*) iniziato negli anni '90 e terminato nei primi del 2000, hanno mostrato che l'essere umano non è riducibile a una sequenza di nucleotidi. Le ricerche hanno messo in evidenza che nelle complesse interazioni all'interno dell'ambiente cellulare, le proteine possono essere ripetutamente modificate. Il significato della vita, dunque, non è da ricercare nel DNA ma è, al contrario, il prodotto di un processo dinamico (Keller, 2001). La vita non è legata ai fenomeni fisico-chimici ma, piuttosto, distribuita e legata sia alle funzioni di autoregolazione sia, e soprattutto a fenomeni legati alla vita stessa, come ad esempio l'adattamento, le esperienze, ... In altri termini, la vita è un fenomeno che emerge dall'autorganizzazione di sistemi dinamici complessi e il DNA non è composto da un insieme di geni che vengono codificati in modo predeterminato, bensì è costituito da un insieme di informazioni, che sono il prodotto di complesse interazioni tra organismo e ambiente avvenute nel corso dell'evoluzione della specie. Inoltre, le caratteristiche dell'individuo non sono univocamente predefinite dal DNA, ma sono il risultato delle complesse interazioni tra le informazioni contenute nel DNA e quelle presenti negli ambienti in cui avvengono (Elman et al. 1996).

Per quanto riguarda la mente sostenere l'emergentismo sembra poter essere il giusto compromesso tra chi sostiene il monismo e il dualismo (cfr. Maraffa, Tomasetta, & Di Francesco, 2017). L'emergentismo teorizza, infatti, l'esistenza di una sola sostanza: quella fisica. Questo approccio, altresì, afferma che la mente non possa essere ricondotta solamente a fatti fisici ma, piuttosto, emerga dalle complesse interazioni di quest'ultimi. In tal senso si va incontro ad una diversa forma di dualismo: il dualismo delle proprietà. Questa posizione postula un solo tipo di sostanza, ossia quella fisica, ma postula l'esistenza di due proprietà, quelle fisiche, come ad esempio temperatura, densità, ... e quelle non fisiche, come ad esempio la percezione del dolore, i simboli, ... (cfr. Maraffa, Tomasetta, & Di Francesco, 2017).

Un approccio che tenta di colmare la distanza tra il livello cerebrale e il livello mentale, avvicinando gli approcci sopracitati, è quello del neurocostruttivismo. Tale approccio spiega il cambiamento cognitivo tenendo in considerazione le componenti biologiche e le componenti mentali. Questa visione si rifà all'emergentismo poiché sottolinea come gli scambi tra componenti biologiche e l'ambiente possa far emergere, nel corso dello sviluppo, strutture e funzioni non presenti nel patrimonio genetico (Elman et al. 1996; Johnson 2001). Il neurocostruttivismo ha come idea portante quella che l'individuo costruisca attivamente le proprie rappresentazioni interagendo attivamente con l'ambiente (cfr. Miller, 2011). In accordo con Johnson (2000; 2001), il neurocostruttivismo si caratterizza per una visione dell'individuo proattiva nella costruzione dei propri significati. I comportamenti proattivi comportano che le rappresentazioni non sono frutto di una passiva acquisizione di informazioni esterne ma, piuttosto, l'esito di un processo attivo nel quale l'individuo seleziona gli input necessari che gli consentono la specializzazione delle strutture cerebrali. Il processo di specializzazione neurale e funzionale, infatti, è basato sui feedback reciproci tra individuo e ambiente.

Interessante nel neurocostruttivismo la posizione rispetto alla natura della conoscenza. Come tutti gli studiosi in psicologia, anche i neurocostruttivisti sostengono che l'intreccio di fattori innati ed esperienziali permettono lo sviluppo delle conoscenze di cui un individuo dispone. Il fatto realmente rivoluzionario sta nella messa in discussione del concetto di innato. In primo luogo, i neurocostruttivisti affermano che innato non significa immutabile, poiché una caratteristica o comportamento di un individuo non sono il risultato di una impronta genetica, bensì intrinsecamente connessi alla relazione persona/ambiente specie-specifico. In secondo luogo, innato non significa che quella caratteristica sia già presente alla nascita ma, grazie all'interazione tra organismo e ambiente, una componente innata diventa parte del "potenziale biologico" ossia delle competenze o comportamenti di cui si dispone filogeneticamente (Le Grand et al, 2001).

Va riconosciuto a Piaget il merito di aver evidenziato per primo che le strutture cognitive non siano innate ma che l'individuo le costruisca attraverso le proprie attività sull'ambiente. Come per Piaget, anche per Waddington (1975) esiste una reciproca interdipendenza tra i fattori biologici e i fattori innati nello sviluppo dei comportamenti e delle competenze di cui un individuo dispone. In tal senso, l'informazione che specifica

la forma che il fenotipo assumerà non è contenuta nei geni ma piuttosto emerge nell'interazione tra individuo e ambiente. Per chiarire ulteriormente questo passaggio può essere utile trattare il paesaggio epigenetico di Waddington riportato in figura 3. In questo disegno, lo sviluppo ontogenetico è

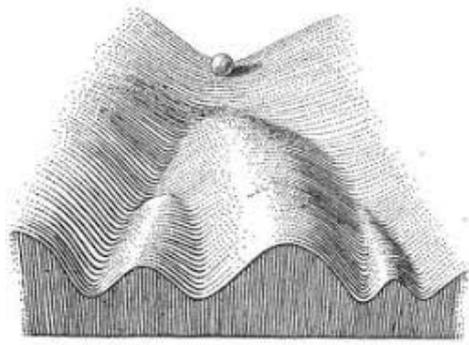


Figura 3 Paesaggio epigenetico di Waddington

paragonabile al percorso di una palla lungo le valli di un massiccio montuoso. Il paesaggio, formato da pendii e valli, rappresenta tutte le potenziali traiettorie di sviluppo predeterminate dal patrimonio genetico e da tutte sue possibili interazioni con l'ambiente circostante. A seconda delle esperienze dell'individuo, la palla potrà imboccare una valle piuttosto che un'altra. Lo stato attuale di sviluppo dell'individuo, rappresentato dalla posizione della palla, dipende dunque dall'attuazione di una tra le possibili esperienze determinate a livello genetico. Il neurocostruttivismo adotta in parte questi concetti aggiungendo che il sistema si può automodificare anche attraverso le proprie attività interne e che non siano le strutture cognitive a modificarsi, ma siano, piuttosto, i sistemi rappresentazionali che si modificano grazie alle complesse interazioni reciproche che avvengono a diversi livelli, da quello genetico a quello ambientale. In altri termini, le funzioni mentali sono al contempo causa ed effetto dell'attività cerebrale, della mente stessa e dell'esperienza con l'ambiente esterno. A riguardo, Gottlieb (1992) introduce il concetto di epigenesi probabilistica, contrapponendola all'epigenesi predeterminata, di cui il paesaggio epigenetico di Waddington è un esempio. A differenza dell'epigenesi predeterminata, secondo cui i geni determinano le strutture, le strutture determinano le funzioni e le funzioni determinano le esperienze che abbiamo con l'ambiente, l'epigenesi probabilistica postula che geni, strutture, funzioni e ambiente si influenzino reciprocamente attraverso le complesse interazioni tra ed entro i diversi livelli. Ne segue che a differenza dell'epigenesi predeterminata, che prevede una causalità monodirezionale dal livello genetico a quello esperienziale, l'epigenesi probabilistica sostiene una causalità bidirezionale tra i diversi livelli (cfr. figura 4). Ciò implica che la mente sia al contempo causa e prodotto non solo

Epigenesi Predeterminata

Geni→Strutture(Neurali, muscolari, scheletriche)→Funzioni(psicologiche, comportamentali)→Esperienza (ambiente)

Epigenesi Probabilistica

Geni↔Strutture(Neurali, muscolari, scheletriche)↔Funzioni(psicologiche, comportamentali)↔Esperienza (ambiente)

Figura 4 Epigenesi probabilistica contrapposta a quella predeterminata.

delle nostre esperienze con l'ambiente esterno, ma anche delle nostre strutture e funzioni interne, sia cerebrali che corporee. In base alla visione probabilistica di Gottlieb, i simboli e le rappresentazioni simboliche possono essere interpretati come funzioni psicologiche e, in quanto tali, hanno un effetto causale sulle strutture fisiche. I simboli, dunque, costituiscono una realtà di natura non fisica che deve, tuttavia, essere inclusa in una teoria scientifica che aspiri a spiegare i fenomeni in termini di causa-effetto. D'altro canto, un simbolo è un simbolo solo nella misura in cui vi è un'entità, la mente, che lo riconosce tale, vale a dire qualcosa che sta per qualcos'altro. Da ciò segue che, includere i simboli e le rappresentazioni simboliche tra le entità reali, in grado di causare effetti sul mondo, implica che la loro interpretazione è parte integrante del loro essere simboli e non necessità di *homunculi* che assolvono a questa funzione.

In altri termini i simboli sono entità mentali emergenti prodotte dall'evoluzione, la cui funzione è interpretare la realtà che rappresentano in modo adattivo. La proprietà del simbolo di rappresentare la realtà, non solo nel qui ed ora, ma a prescindere da vincoli spazio-temporali, oltre ad essere vantaggiosa da un punto di vista adattivo, permette alla mente di utilizzare di rappresentare e interpretare sé stessa come entità reale.

Ricapitolando il neurocostruttivismo postula che la mente emerge dalle complesse interazioni tra le componenti biologiche le componenti mentali. In tal senso questo approccio è antiriduzionista poiché le proprietà emergenti non possono essere ricondotte alle parti costituenti senza che vi sia perdita di significato. Il neurocostruttivismo è un approccio organismico, poiché, postula che le rappresentazioni mentali vengono costruite attivamente dell'individuo in un continuo scambio interno e tra l'individuo e l'ambiente. Rispetto alla questione legata all'origine della conoscenza il neurocostruttivismo supera l'antinomia innato/appreso, in quanto cadono i confini spazio-temporali in termini di causa-effetto. Il DNA si esprime e si modifica interagendo con l'ambiente che lo circonda, il quale ambiente cambia e si modifica interagendo a sua volta con l'ambiente di cui è a parte, e così via. In altri termini, non è possibile definire quali siano le cause interne,

innate, ed esterne, apprese, di un sistema, semplicemente perché i suoi confini non sussistono in realtà, ma dipendono dal punto di vista dell'osservatore.

Conclusion

<<Una vita senza ricerca non è degna di essere vissuta.>>

Socrate

Questo scritto ha trattato il problema della rappresentazione cercando di rispondere al quesito di come le venga attribuito un significato. Centrale in questa discussione è che ogni nostra teoria è una rappresentazione della realtà che presuppone venga utilizzato un linguaggio simbolico. La realtà, inoltre, può essere esperita solamente attraverso i sensi presupponendo, quindi, necessariamente un osservatore. A questo punto dello scritto sorge un quesito: “le rappresentazioni che ci facciamo sulla realtà hanno un effetto sul mondo fisico e sulle teorie che costruiamo per spiegarlo?” In accordo con Kuhn (1972; 1978; 1985), le teorie sono rappresentazioni della realtà costruite dalla mente degli scienziati a partire dalle teorie già esistenti e, sulla base di ciò, esse hanno effetto sulla realtà. Se si vuole affermare che le teorie non sono frutto della mente, ma piuttosto costruite dal cervello, è necessario dimostrare che nel mondo fisico esistano entità simboliche e che queste vengano trattate come simboli dal cervello. Allo stato attuale non esistono evidenze che dimostrino che il cervello possa manipolare simboli. Ciò che possiamo affermare è che qualsiasi fatto cerebrale viene interpretato dallo scienziato attraverso una teoria; quindi se si intende ridurre i fatti mentali ai fatti cerebrali è necessario un ricercatore che interpreti la teoria. Per affermare che sia il cervello del ricercatore ad interpretarla bisogna dimostrare la relazione tra le proprietà fisiche del cervello e le proprietà simboliche che, per definizione, sono slegate dai vincoli fisici e temporali. Se invece è la mente ad interpretare i simboli questo problema non si pone ma, tuttavia, è necessario spiegare come le proprietà mentali emergano dalle proprietà fisico-chimiche del cervello. Entrambe le posizioni appena citate sono delle credenze e, come tali, si possono sostenere fino a prova contraria. Allo stato attuale abbiamo innumerevoli evidenze dei prodotti artistici e scientifici dell’uomo e della sua straordinaria capacità di manipolare simboli; nulla fino ad oggi sembra confutare la credenza che i simboli possano essere prodotti dalla mente umana. A questo punto risulta difficile affermare che le rappresentazioni mentali non abbiano un ruolo sui comportamenti degli studiosi e, generalizzando, sui comportamenti di ognuno di noi. Resta ancora un quesito da risolvere: “come possiamo attribuire dei significati a queste rappresentazioni?” A tal proposito sono stati trattati alcuni approcci psicologici che hanno dato un contributo nel provare a

risolverlo. Le risposte che ne sono scaturite hanno mostrato alcuni limiti. Il cognitivismo, per esempio, sostenendo la metafora del computer è andato incontro alla fallacia dell'*homunculus*. Il neurocostruttivismo, dal canto suo, sembra offrire una possibile soluzione a tale quesito. Esso postula che i simboli e le rappresentazioni mentali sono entità che hanno effetto causale sulle entità fisiche, e ciò implica che possono essere trattate come parte della realtà descrivibile e spiegabile. D'altro canto, il problema dell'attribuzione di significato è per il neurocostruttivismo riconducibile alla definizione stessa di simbolo, vale a dire "qualcosa che sta per qualcos'altro a qualcuno in qualche modo". In altre parole, l'attribuzione di significato è parte integrante della rappresentazione simbolica, la cui funzione adattiva consiste nel dare significato alla realtà. Il simbolo è una entità reale, con funzione adattiva, emergente dalle complesse interazioni, che si sono succedute nel corso dell'evoluzione, tra i molteplici elementi organici e inorganici. Laddove, per adattarsi all'ambiente, gli organismi più semplici utilizzano i segnali, che danno significato immediato alle loro azioni, l'uomo utilizza i simboli, che danno significati più stabili e al contempo più flessibili alle cose del mondo, e questo può costituire un vantaggio dal punto di vista evolutivo. Il carattere convenzionale ed evocativo del simbolo, infatti, permette di riferirsi e dare significato a cose non presenti nel qui ed ora, consentendo all'organismo di astrarre similarità e differenze tra cose ed eventi percepiti in momenti diversi, di distinguere le cose dalle azioni. La rappresentazione simbolica, al contempo prodotto e causa della mente, consente all'organismo di riferirsi a sé stesso come cosa tra le cose, con le proprie proprietà fisiche e funzionali. In sintesi, la mente non ha bisogno di un'altra mente, un *homunculus*, per interpretare sé stessa, ma può farlo da sola: la rappresentazione simbolica è la funzione della mente, senza la quale, la mente non esisterebbe. La funzione simbolica costituisce l'essenza della mente.

Per quanto riguarda le implicazioni epistemologiche nella scienza, in accordo con Ladyman (2017), l'emergentismo mette in discussione il primato causale della fisica, concependo la realtà come articolata in una pluralità di ambiti le cui proprietà irriducibili sono causalmente efficaci. La cultura odierna oggi porta con sé la proliferazione di specialismi, spesso inadeguati o non interessati a dialogare tra loro. Di fronte a questa frammentazione e provvisorietà dei saperi diviene forte l'esigenza di uno scambio interdisciplinare. Questo scambio presuppone due strade. La prima è quella realista che

consiste nell'utilizzare le stesse rappresentazioni da parte delle diverse scienze; la seconda, invece, presuppone che vengano utilizzate rappresentazioni diverse andando incontro, nuovamente, a una frammentazione dei saperi. Una possibile soluzione può essere quella di trovare le corrispondenze tra le specifiche rappresentazioni utilizzate dalle diverse discipline senza necessariamente andare incontro al riduzionismo della concezione standard della scienza.

Bibliografia

- Carsetti, A. (1992). Meaning and complexity: a non standard approach. *La Nuova Critica*, 112-114.
- Carsetti, A. (1996). Chaos, natural order and molecular semantics. *La Nuova Critica*, 83-107.
- Caruana, F., & Borghi, A. (2016). *Il cervello in azione*. Bologna: Il Mulino.
- Ceruti, M., & Damiano, L. (2016). Prefazione. In J. Piaget (Ed.), *L'epistemologia Genetica* (pp. 7-53). Roma: Studium.
- Chemero, A. (2009). *Radical Embodied Cognitive Science*. Cambridge: MIT press.
- Eddington, A. (1935). *La natura del mondo fisico*. Roma-Bari: Laterza.
- Elman, J. L., Bates, E. A., Johnson, M-H., Karmiloff-smith, A., Parisi, D., & Plunket, K. (1996). *Rethinking innateness: a connectionist perspective on development*. Cambridge, Ma: MIT Press.
- Evans G. (1982), *The Varieties of Reference*, New York: Oxford University Press.
- Fodor, J. A. (1988). *La mente modulare*. Bologna: Il Mulino.
- Gottlieb, G (1992) *Individual development and evolution: the genesis of novel behavior*, Oxford: Oxford University Press.
- Grossi, D. (2013). Come il cervello rappresenta sé stesso: alcune considerazioni. *Rivista internazionale di Filosofia e Psicologia*, 4(2), 210-212.
- Johnson, M.H. (2001) Functional brain development in infant: Element of an interactive specialization framework, *Child Development*, 75-81.
- Johnson, M.H. (2001) Functional brain development in humans, *Nature reviews Neuroscience*, 475-483.
- Kauffman, S. (1995). *A casa nell'universo. Le leggi del caos e della complessità*. Roma: Editori Riuniti.
- Keller, E. F. (2001). *Il secolo del gene*. Milano: Garzanti.
- Kuhn, T. (1972). *La rivoluzione copernicana: l'astronomia planetaria nello sviluppo del pensiero occidentale*. Torino: Einaudi.
- Kuhn, T. (1978). *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*. Torino: Einaudi.
- Kuhn, T. (1985). *La tensione essenziale: cambiamenti e continuità nella scienza*. Torino: Einaudi.
- Ladyman, J. (2014). *Filosofia della scienza, un'introduzione*. Roma: Carocci Editore.
- Le Grand, R., Mondloch, C.J., Maurer, D. & Brent, H.P. (2001). Early visual experience and face processing, *Nature*, 890.
- Macchi Cassia, V., Valenza, E., & Simion, F. (2004). *Lo sviluppo della mente umana, dalle teorie classiche ai nuovi orientamenti*. Bologna: Il Mulino.
- Macchi Cassia, V., Valenza, E., & Simion, F. (2012). *Lo sviluppo della mente umana, dalle teorie classiche ai nuovi orientamenti*. Bologna: Il Mulino.
- Maraffa, M., Tomasetta, A. & Di Francesco, M. (2017). *Filosofia della mente. Corpo, coscienza, pensiero*. Roma: Carocci Editore.
- Marhaba, S. (1981). *Antinomie epistemologiche, nella psicologia contemporanea*. Firenze: Giunti - Barbèra.
- Miller, P. H. (2011). *Teorie dello sviluppo psicologico*. Bologna: Il Mulino.

- Mundo, E. (2009). *Neuroscienze per la psicologia clinica, le basi del dialogo mente-cervello*. Milano: Raffaello Cortina Editore.
- Nicolis, G. & Nicolis, C. (2012). *Foundations Of Complex Systems: Emergence, Information And Prediction (2nd Edition)*. Singapore: World Scientific.
- Popper, K. (1970). *La logica della scoperta scientifica*, Torino: Einaudi.
- Popper, K. (1972). *Congetture e confutazioni: lo sviluppo della conoscenza scientifica*. Bologna: Il Mulino.
- Spelke, E. (1990). Principles of object perception. *Cognitive Science*, 29-56.
- Spelke, E. (1994). Initial knowledge: six suggestions. *Cognition*, 431-445.
- Spelke, E. (1998). Nativism, empiricism and the origins of knowledge. *Infant Behavior and development*, 181-200.
- Waddington, C.H., (1975) *The evolution of an Evolutionist*, Edinburgh: Edinburgh University Press.