

# FORMAZIONE NATURALE E NUOVE TECNOLOGIE

*Daniela Mario, PhD in Scienza della Cognizione e della Formazione,  
Università Ca' Foscari di Venezia, lmariod@gmail.com*

## Abstract italiano

Nel contributo che segue si tenterà di ragionare sulle possibilità che ha la scuola di rispondere alle esigenze formative poste dall'utilizzo della tecnologia digitale, a seguito della distanza creatasi tra le generazioni cresciute prima e dopo la digitalizzazione dell'informazione. Se è vero che le rappresentazioni del mondo vengono filtrate dagli strumenti che utilizziamo, la domanda è: che tipo di comunicazione è possibile tra individui le cui reciproche rappresentazioni non sono più sintonizzabili, a causa della diversa categorizzazione della realtà mediata dalla diversità degli strumenti a disposizione?

Nel presente contributo si ipotizza che il costrutto della *sintonizzazione intenzionale* (Gallese et al., 2006) possa fornire una risposta utile in tale direzione.

## Parole chiave

Sintonizzazione intenzionale, strumenti digitali, affordance, enazione

## English Abstract

In this article we will try to think about the possibility that the school has to meet the training needs in the age of digital culture, in order to shorten the distance between generations grown before and after the technological revolution brought about by digitization. If it is true that the

representations of the world are filtered by the tools we use, what type of communication is possible between individuals are not longer in attunement with each other, due to the different categorization of reality mediated by the diversity of the instruments which we use? The contribution suggests that the construct of intentional attunement (Gallese et al., 2006) may provide a useful answer in this direction.

## Keywords

Intentional attunement, digital instruments, affordance, enaction

## 1. Dalla mente simbolica alla mente embodied

Negli ultimi quindici anni gli studi sulla cognizione e sull'apprendimento si sono spostati da una concezione astratta del pensiero, governato da regole formali (cognitivismo classico), a una visione che vede la mente incorporata in un corpo costantemente in interazione con l'ambiente (approccio embodied).

A tale mutamento di paradigma hanno notevolmente contribuito, tra gli anni '50 e '60, le ricerche sull'Intelligenza Artificiale (IA) condotte allo scopo di far fare alle macchine cose che avrebbero richiesto l'intelligenza se fossero state compiute dagli uomini (Minsky, 1968). Sono stati proprio studi di questo tipo a gettare le basi per un approccio embodied della conoscenza, ossia a sviluppare l'idea che tutti gli aspetti della cognizione (idee, pensieri, concetti e categorie) dipendono dalle caratteristiche del corpo che abbiamo e dal fatto che il corpo comunica e si muove costantemente in un ambiente che lo influenza e che influenza a sua volta. In altre parole, secondo l'embodied cognition il fatto che il corpo renda possibile una molteplicità di azioni, che vengono mappate a livello neurale sotto forma di "atti motori" (Rizzolatti e Sinigaglia, 2006) e non di simboli, creerebbe le condizioni basali alla formazione dei concetti e del pensiero.

Il paradigma embodied ha ricevuto negli ultimi anni un forte impulso dalla ricerca neuroscientifica, in particolare dalla scoperta dei neuroni specchio (primi anni '90)<sup>1</sup>, il cui sistema di funzionamento sembra restituirci un'architettura cerebrale alquanto diversa da quella condivisa dalla visione classica.

In breve, è stato dimostrato che, grazie alla presenza di una particolare classe di neuroni, denominati neuroni specchio, l'osservazione di un'azione induce nell'osservatore l'attivazione dello stesso circuito nervoso che ne controlla l'esecuzione (in quanto i mirror rispecchiano lo schema motorio percepito). Questo sistema di accoppiamento diretto tra dati visivo-uditivi e un circuito sensoriale-motorio (che l'osservatore già possiede) è stato considerato dai ricercatori la soluzione più economica per la comprensione immediata dell'azione altrui (Gallese, 2008). Esperimenti successivi hanno dimostrato che il sistema mirror non si attiva di fronte a semplici movimenti, ma risuona a specifici «atti diretti ad uno scopo» (Umiltà et al., 2001) e all'intenzione complessiva dell'azione osservata o eseguita (Fogassi et al., 2005). È stato inoltre documentato che la possibilità di cogliere il senso di una sequenza di atti è legata al modello incorporato di quell'azione, cioè alla sua rappresentazione motoria non proposizionale (Buccino et al., 2004; Calvo-Merino et al., 2005). Ne consegue che la comprensione di un'azione, o di un atto comunicativo,

---

<sup>1</sup> Per una rassegna si rimanda a Gallese et al. (1996) e Rizzolatti e Sinigaglia (2007).

dipende dal repertorio motorio di colui che simula e dal grado di condivisione con il repertorio-target (Gallese e Sinigaglia, 2011).

Risultati importanti per la comprensione del funzionamento cerebrale sono stati raggiunti anche attraverso le ricerche del Connessionismo strutturale, indirizzo di studi che tenta di individuare e descrivere i meccanismi neurali sottostanti ai fenomeni psicologici, simulando l'azione degli stessi attraverso la costruzione di reti neurali artificiali. Le simulazioni connessioniste hanno consentito di indagare cosa si modifica nel corso dello sviluppo e come avvengono queste modificazioni. I risultati dimostrano che ciò che si modifica sono le connessioni tra le unità di rete, le quali, diventando sempre più complesse, modificano la struttura stessa della rete, comportando una modificazione delle rappresentazioni dell'ambiente.

A partire da questi risultati, le domande che hanno organizzato i ragionamenti che seguono sono state le seguenti: come si modificano le connessioni neurali sotto l'azione degli strumenti digitali, considerato che le inter-azioni con gli oggetti/strumenti vengono mappate a livello neurale, determinando la rappresentazione dell'ambiente? Quanto è diverso il modo di rappresentarsi la realtà dei *digital natives* (cioè coloro che sono nati e cresciuti immersi nelle tecnologie digitali: computer, Internet, smartphome, ecc.) dalla rappresentazione del mondo di chi si occupa della loro formazione? Come far incontrare due mondi, la cui distanza potrebbe essere, tra non molto, tale da compromettere la possibilità stessa di comunicare?

Il presente contributo, muovendo dall'approccio embodied e dalle teorizzazioni che hanno fatto seguito alla scoperta dei mirror neurons, propone un approccio naturale alla formazione, cioè basato sul modo di funzionare della mente/cervello (*Darwinismo neurale*; Edelman, 1987)<sup>2</sup> che appare compatibile, paradossalmente, con il modo di funzionare degli strumenti digitali. Il termine "naturale" non è qui contrapposto ad "artificiale", ma inteso nel senso della ricorsività che lega l'uomo agli strumenti che crea e utilizza (enazione)<sup>3</sup>. L'idea è che gli insegnanti, per sintonizzarsi con la rappresentazione della realtà dei loro allievi, dovrebbero cogliere automaticamente, allo stesso modo dei nativi digitali, la possibilità d'uso (in termini di *affordances*<sup>4</sup>; Gibson, 1979) degli oggetti

<sup>2</sup> Edelman definisce *Darwinismo neurale* (ed. orig.1987- ed. it. 1995) la sua idea di epistemologia basata sul cervello. Secondo il biologo l'epistemologia tradizionale ignora come funziona il cervello e come si sviluppa la conoscenza. La teoria si basa sull'idea che il cervello sia un chiaro esempio di sistema selettivo, sull'importanza della variabilità della forza sinaptica per l'apprendimento e la memoria, e sul contributo del meccanismo neurale del rientro attraverso il quale il sistema talamo-corticale coordina la complessa e fittissima rete di attività delle diverse mappe cerebrali per mezzo della sincronizzazione dei loro circuiti.

<sup>3</sup> Vedi paragrafo 3 del presente contributo.

<sup>4</sup> Il termine è stato introdotto da J. Gibson nell'opera *Un approccio ecologico alla percezione visiva* nel 1979. Con il concetto di *affordance* lo psicologo statunitense intende riferirsi

digitali, in modo tale da poter condividere alcuni schemi (rappresentazioni condivise)<sup>5</sup>, base della reciproca comprensione per i teorici dell'Embodied Simulation (vedi pgf. 6).

Per sostenere tale ipotesi si ragionerà, dapprima, sul fatto che la virtualità non è una prerogativa del nostro tempo (pgf. 2) e che la circolarità di tipo enattivo che esiste tra il percepire e l'agire del soggetto è molto più evidente nel mondo virtuale rispetto a quello reale (pgf. 3). Si metterà in rilievo la relazione che sussiste tra l'uso di determinati strumenti e la conseguente configur-azione che assumono le strutture neurali (pgf. 4). Seguirà una riflessione sul rapporto tra la struttura a rete del cervello e l'emergere del pensiero dalle interconnessioni tra le unità di una rete (come avviene la comunicazione nella rete di Internet) (pgf. 5); quindi si proporrà un ragionamento sulle difficoltà che s'incontrano quando non si possiedono "rappresentazioni condivise" della realtà (pgf. 6); infine si esporrà un'idea di formazione compatibile con i meccanismi di rispecchiamento (pgf. 7) e, di conseguenza, in armonia con il nostro modo naturale di en-agire la realtà.

## 2. La virtualità non è un fenomeno del nostro tempo

Una delle convinzioni più diffuse rispetto alla distanza generazionale, che diventa sempre più marcata, sembra riconducibile all'espansione dell'utilizzo della tecnologia digitale da parte delle nuove generazioni, considerata la causa dell'allontanamento dei giovani dalle esperienze disponibili nella realtà fisica e della loro preferenza per i mondi virtuali. Ma cosa intendiamo per "virtuale"?

Partendo dall'etimologia del termine (dal latino "vis" potenza), Lévy (1997), parafrasando Aristotele, propone di considerare virtuale «tutto ciò che è in potenza e non ancora in atto». Il filosofo francese, esperto dell'impatto dell'informatizzazione sulla società, sostiene che "virtualità" e "attualità" sono solo due diversi modi di essere: ad esempio, un testo digitale, prima di essere stampato, è passibile di molteplici e svariati cambiamenti e in quanto tale è virtuale; esso diventa attuale quando, una volta stampato, acquista la consistenza di un artefatto tangibile che può essere utilizzato in base agli scopi di chi lo ha editato (Lévy, 1997).

---

all'informazione visiva che suggerisce a un essere umano le azioni appropriate per manipolare un oggetto. Ad esempio, l'aspetto fisico di una maniglia permette all'utilizzatore di dedurre l'impugnatura adeguata senza averla mai vista prima.

<sup>5</sup> Gallagher e Zahavi, in *La mente fenomenologica* (2008), introducono il termine "rappresentazioni condivise" per indicare il fatto che agenti e osservatori utilizzano simultaneamente gli stessi circuiti (sistema dei neuroni specchio) e perché gli stessi circuiti consentono contemporaneamente: l'azione, l'osservazione, l'immaginazione e l'imitazione.

Per Lévy la virtualizzazione non è solo una tendenza del mondo contemporaneo, ma una fase del costante processo di omizzazione e di autocreazione dell'umanità. Secondo Lévy (con Authier in *Gli alberi di conoscenze*, 2000) la nostra specie si è costituita grazie, e attraverso, grandi processi di "virtualizzazione", a partire dall'invenzione del linguaggio. Secondo i due autori, nel momento in cui l'uomo ha cominciato a frapporre tra sé e l'ambiente qualcosa (attrezzo, segno, tecnologia) che modificava il suo rapporto con la realtà ha, di fatto, "virtualizzato" la realtà, ovvero ha messo "in atto" qualcosa che era "potenzialmente possibile" creando nuovi contesti (Deleuze, 2001).

Dunque l'uomo ha da sempre costruito dispositivi per interfacciarsi con la realtà e interagendo con essi ha modificato il suo stesso modo di agire, cambiando contemporaneamente se stesso e la sua capacità di modificare la realtà fisica e biologica (vedi concetto di enazione, pgf. 3).

L'invenzione della ruota, ad esempio, avendo permesso all'uomo di ingannare tempo e forza fisica, ha di fatto cambiato la percezione del tempo e dello spazio. Ma è solo con il linguaggio che si assiste a una rapidità di apprendimento e di pensiero prima inimmaginabile. Infatti, la possibilità di costruire una quantità infinita di sequenze significative con una modesta quantità di segni ha consentito all'uomo di abitare il "primo spazio virtuale" legato alla sua possibilità di «attualizzazione creatrice del contesto» (Lévy, 1997, p. 13). L'espansione di questo processo si realizza successivamente nella stampa che, sollevando l'uomo dalla prestazione muscolare e standardizzando la grafia, compie un'ulteriore virtualizzazione attraverso l'utilizzo del carattere mobile. Oggi l'informatizzazione, riducendo ogni messaggio a combinazioni di due simboli elementari (uno e zero), sviluppa ulteriormente il processo di virtualizzazione della comunicazione. È in questo modo che ogni nuovo mezzo di comunicazione, di trasporto, ecc., modificando il sistema spazio-tempo, che è il primo stadio della virtualizzazione, modella anche la strutturazione del nostro pensiero, per effetto delle nuove e ripetute possibilità di interazione con i nuovi strumenti.

Alcuni autori (Di Lieto, 1995; Parisi, 1998; Antinucci, 1999, 2001a) sostengono che la tecnologia informatica consentirebbe lo sviluppo di una modalità di interfacciarsi con la realtà che non solo non comporterebbe una progressiva perdita di realtà, ma rappresenterebbe anche una modalità conforme al modo di funzionare del cervello, quindi più naturale. Antinucci (1999), ad esempio, asserisce che gli strumenti informatici, permettendo una conoscenza del mondo attraverso un apprendimento di tipo percettivo-motorio, consentirebbero un apprendimento più naturale per l'uomo, rispetto all'apprendimento simbolico mediato dalla scrittura, purché esso sia mediato dall'adulto, come qualsiasi altra esperienza di apprendimento. Attraverso i sistemi multimediali, infatti, l'uomo fa esperienza di oggetti e situazioni per mezzo del sistema senso-motorio

(tattile, visivo, uditivo, cinestesico), nonché delle azioni e reazioni del suo corpo in risposta ad essi. Come la teatralità, anche la realtà virtuale utilizza la dimensione corporea e motoria, così come i processi simulativi<sup>6</sup>.

Antinucci (2001b) afferma che ciò che consente di instaurare un nuovo rapporto con la realtà, e una nuova categorizzazione della conoscenza, è proprio la simulazione. Il computer, infatti, non solo copia la realtà, ma la ricostruisce come un modello sul quale è possibile agire (Antinucci, 2001a, p. 72), superando in tal modo i limiti dell'operare percettivo-motorio che richiede la presenza fisica degli oggetti. Da una parte, quindi, la realtà virtuale porta il soggetto a fare leva sulla propria corporeità e, dall'altra, rende possibile la riproduzione di azioni e situazioni che danno al soggetto la sensazione di vivere esperienze del tipo "come se", realizzando quello stato che Varela (1992) definisce "l'esperienza per me".

L'espressione "come se" è utilizzata anche da Gallese (Gallese et al., 2006) per spiegare il concetto di "simulazione incarnata" derivante dalle proprietà mirror. Per i sostenitori dell'Embodied Simulation<sup>7</sup>, grazie ai meccanismi di rispecchiamento, nell'osservatore vengono generate delle rappresentazioni interne degli stati corporei associati alle azioni, emozioni e sensazioni osservate "come se" fosse egli stesso a compiere quelle azioni o a provare emozioni simili (da cui la scelta del termine "simulazione"). Pertanto, se è vero che alla base della comprensione si trovano meccanismi cerebrali di natura simulativa, allora non dovrebbero stupire il successo e la diffusione della tecnologia informatica (che utilizza la simulazione come azione e comunicazione), né tantomeno la sua efficacia come strategia didattica (vedi pgf. 7).

Affrontiamo ora le affinità che intercorrono tra la teoria dell'Embodied Simulation e la teoria enattiva, per mettere in evidenza come entrambe le prospettive situino il problema della conoscenza nella circolarità che sussiste tra azione, percezione e cognizione, e come questa circolarità sia anche alla base della virtualizzazione della realtà.

### 3. Virtualizzazione e enazione della realtà

La teoria enattiva, proposta inizialmente dagli scienziati cileni Maturana e Varela (1984) e successivamente affinata da Varela, Thompson e Rosch (1992), sostiene che la cognizione dipende dai tipi di esperienze

<sup>6</sup> Per "processi simulativi" i neurofisiologi di Parma intendono i meccanismi derivanti dalla specifica funzionalità dei neuroni specchio che consiste nel "rispecchiare", ovvero nel riprodurre automaticamente azioni, intenzioni e sentimenti come se fossimo noi a eseguirli o a provarli.

<sup>7</sup> La teoria dell'Embodied Simulation, conseguente la funzionalità dei mirror, sostiene che utilizziamo i circuiti motori sia per mappare le nostre azioni sia per comprendere il mondo dell'altro, il tutto attraverso un meccanismo inconscio, automatico e pre-riflessivo di simulazione motoria.

rese possibili dalle capacità senso-motorie del nostro corpo che, a sua volta, comunica incessantemente con un contesto fisico e culturale. Il termine enazione è stato coniato da Varela (1992) e deriva dal latino *enasci* (“nascere, venire fuori”). Secondo il biologo i fenomeni cognitivi non appartengono solo al cervello, ma al ciclo, cioè all’intero organismo in costante interazione con se stesso, il mondo e gli altri.

Dunque anche per Varela la cognizione è embolie, cioè incarnata: la conoscenza è azione, dipendente dal corpo che abbiamo e dalla nostra personale storia di vita, che determina a sua volta ciò che percepiamo e le azioni che seguono, en-agendo la realtà, su cui si basa o da cui emerge la cognizione. La fusione di azione, percezione e cognizione, avvalorata dalla scoperta dei neuroni specchio, comporta che la rappresentazione del mondo non sia una copia esatta della realtà, in quanto soggetto e mondo si co-determinano e prendono forma attraverso l’azione.

Varela sostiene (1992) che, quando interagiamo con i sistemi virtuali, la circolarità di tipo enattivo che esiste tra il percepire e l’agire del soggetto è molto più evidente rispetto al mondo reale in quanto realizza quello stato definito “l’esperienza per me”.

Per l’autore non esiste un mondo al di fuori di quello che sperimentiamo attraverso i processi che ci sono dati e che fanno di noi ciò che siamo; di conseguenza i mondi virtuali esistono in quanto percepiti, agiti ed en-agiti.

La virtualità, così intesa, non ha dunque nulla a che vedere con le categorie del falso, l’illusorio e l’immaginario. Infatti, citando ancora Lévy (1997), è reale non solo ciò che è “sensibile”, ma anche ciò che ha delle conseguenze per l’individuo influenzandone il comportamento. Lévy sottolinea, inoltre, che considerare “reale” solo ciò che può essere esperito con i nostri sensi, senza la mediazione di qualsivoglia artefatto, risente di una visione positivista della realtà ormai largamente superata.

Inoltre, il cambiamento paradigmatico dovuto alle scoperte della fisica quantistica e della cibernetica, mettendo in primo piano il ruolo dell’osservatore come costruttore di mondi possibili, sottolinea il rapporto di co-determinazione tra osservatore e cosa osservata. La realtà a noi accessibile è quella filtrata dal nostro sistema percettivo e quello che percepiamo è il prodotto di una complessa elaborazione cerebrale, che si attiva sulla base delle informazioni percepite dai nostri sensi.

Non è dunque così tanto fantasioso sostenere che la realtà percepita non è più reale della “realtà” offerta dalla dimensione virtuale. Del resto, la “realtà specifica” di questi fenomeni, pur non essendo una realtà fisica, è strutturata sul modello costituito dalla realtà fisica.

Quando Saccoccio definisce «il virtuale più reale del reale» (2010) intende dire che il virtuale, essendo entrato a far parte della nostra realtà, è una realtà. D'altronde anche Einstein, in una delle sue celebri frasi, aveva



sottolineato che «la realtà è pura illusione, anche se è un'illusione alquanto persistente».

Ciò premesso, sembra che la moltiplicazione dei media e l'aumento dei flussi di comunicazione che ne derivano potrebbero non comportare necessariamente la tanto temuta e progressiva perdita del senso di realtà o l'immobilità fisica, così come potrebbero non modificare a tal punto la mente umana da giustificare la nascita di una nuova umanità. Infatti, almeno finora, l'accelerazione delle comunicazioni è stata sempre accompagnata da un significativo incremento della mobilità fisica e, come ipotizza Lévy (1994), potrebbe anche portare alla creazione di un "intelligenza collettiva" che pensi la società contemporanea in un modo il più possibile aperto alle diverse modalità di percepire la realtà. Quello di cui necessitiamo è un nuovo paradigma interpretativo, capace di includere il virtuale tra le nostre capacità percettive.

Abbiamo bisogno di renderci conto che la realtà osservata non è indipendente dal nostro modo di percepire e di conoscere, e che le modalità attraverso cui conosciamo il mondo non sono mai state separate dagli strumenti disponibili in ogni momento della nostra storia evolutiva e culturale.

Analizzeremo nei paragrafi successivi come le modalità di funzionamento degli strumenti digitali siano conformi alla struttura del cervello umano e al nostro modo di apprendere, per riflettere sulle potenzialità formative della tecnologia informatica (vedi pgf. 7).

#### 4. La categorizzazione della realtà attraverso gli strumenti digitali

In questa sezione si ragionerà sulle possibilità della tecnologia informatica di strutturare le connessioni sinaptiche creando configurazioni "a sua immagine e somiglianza", grazie alla straordinaria plasticità del nostro cervello.

Si sostiene che le diverse modalità di categorizzare, o concettualizzare la realtà, indotte dagli strumenti digitali, comportino la modificazione delle strutture cognitive, che non necessiterebbe di anni per realizzarsi, poiché il cervello costruisce incessantemente i circuiti neurali che mappano e conservano le relazioni con l'ambiente (Rizzolatti e Craighero, 2004; Iacoboni, 2008; Gallese, 2009). Le ricerche in ambito neuroscientifico (vedi anche Lewontin, 1987; Edelman, 2004, 2007) ci informano che le strutture cerebrali si formano nell'arco della vita di un individuo, per effetto del complesso intreccio che si realizza tra fattori genetici e ambientali. La teoria del Darwinismo neurale di Edelman

(1995), ad esempio, sostiene che le strutture cerebrali sono sottoposte continuamente, e a tutti i livelli (molecole, cellule, connessioni, gruppi di cellule), a una selezione ad opera dei fattori genetici e ambientali, in modo tale che solo le più adatte sopravvivono e continuano a evolversi. Il funzionamento del cervello, quindi, è soggetto a un processo evolutivo, ma non su una scala temporale di milioni di anni, bensì nel corso della vita di un individuo. Non si sta affermando che le strutture cognitive coincidono con quelle cerebrali, bensì che il funzionamento cerebrale rende possibili le condizioni (*enabling condition*) affinché il mentale emerga. Come dimostrano gli esperimenti del Connessionismo strutturale (ad esempio gli esperimenti di Narayanan sulla costruzione di *x* schemi che simulano la mappatura metaforica per la produzione di inferenze concettuali; 1997) e gli studi della Linguistica cognitiva, il pensiero è generato dall'attività di una mente incorporata, cioè incardinata nei circuiti neurali che conservano le esperienze concrete che il nostro corpo compie nella sua costante inter-azione con il mondo. Ne consegue che, se l'interazione di un individuo con il mondo e con gli altri è mediata in gran parte dalla tecnologia informatica, le relazioni costruite sulla base di questi strumenti assumeranno, a livello neurale, una mappatura conforme al modo in cui esse sono state esperite.

Le strutture così configurate, a loro volta, saranno utilizzate per categorizzare i dati in entrata e formare i nuovi concetti. Poiché la categorizzazione delle informazioni è il processo-base della formazione dei concetti (come ben argomentano i lavori di Lakoff, 1987), una diversa modalità di categorizzazione concettuale comporterà inevitabilmente un cambiamento nella rappresentazione che ci si forma del mondo e dell'attività cognitiva ad essa correlata. E dunque, nonostante la nostra mente sia resa possibile dalle strutture neurali di base, essa è fondamentalmente di natura sociale e storicizzata, sia sul piano filogenetico e storico, che su quello ontogenetico (Tomasello, 2009).

Anche per Vygotskij (1962) l'apprendimento è di natura sociale e presuppone un processo di progressivo inserimento nella vita culturale di appartenenza, che si attua attraverso la condivisione e la negoziazione di significati e strumenti; il nostro pensiero quindi è già in partenza un pensiero collettivo: noi non pensiamo mai da soli, né senza strumenti. Quando gli strumenti, così come i sistemi di segni, le tecniche di comunicazione, ecc., che strutturano le nostre attività cognitive, evolvono per effetto di quel processo cumulativo e autopoietico che Tomasello (2009) chiama "dente d'arresto"<sup>8</sup>, la strutturazione della nostra attività

---

<sup>8</sup> Tomasello (2009) con l'espressione "dente d'arresto" intende riferirsi al meccanismo attraverso il quale l'uomo è stato in grado di progredire rapidamente, modificando ciò che era stato inventato da altri in precedenza, apportando dei miglioramenti che, successivamente, altri individui hanno utilizzato e poi apportato ulteriori modifiche e così via, fino ad arrivare ad oggi.

cognitiva evolve con essi, ipotesi questa sostenuta anche dalla Sociologia della tecnica secondo cui, per l'uomo, non vi è nulla di più naturale del suo essere artificiale, cioè culturalmente determinato.

Saccoccio, leader e fondatore di Netfuturismo, sul tema delle nuove tecnologie sottolinea che, al cambiare della tecnologia, cambia il rapporto dell'uomo con il mondo, cambiano le idee dell'uomo sul mondo e quindi cambiano anche i termini per esprimere le nuove idee (2012). Chiodi (2007) sostiene che l'informatica si propone come linguaggio che si delinea contemporaneamente come modo di pensare e modo di esprimere il pensiero. Granieri (2009) evidenzia come Internet e le reti stiano trasformando il modo in cui ci si percepisce in quanto esseri umani e come stiano ridisegnando la vita sociale, affettiva ed emozionale.

Ma non è forse sempre accaduto che l'uomo cambiasse percezione di sé e del mondo ogniqualvolta la storia gli consegnava una visione diversa della realtà? Si pensi al cambiamento nella concezione dell'uomo provocato dalla rivoluzione copernicana, o dalle idee del Rinascimento; allo smarrimento provocato dalla concezione marxista, dalla psicanalisi o dalla teoria della relatività. La novità forse sta nel ritmo con cui i cambiamenti strutturali si succedono, ma anche questo è conseguente alle potenzialità degli strumenti che abbiamo a disposizione e alla modificazione, sempre più radicale, del rapporto con il tempo e lo spazio che essi provocano.

Affrontiamo ora, più nello specifico, la diversa modalità con cui avverrebbe la formazione dei concetti secondo il paradigma neuroscientifico, e l'analogia con il funzionamento della rete di Internet.

## 5. La struttura a rete del cervello e la rete di Internet

L'idea della struttura a rete del cervello rimanda alle ricerche del Connessionismo, la corrente emersa all'interno del Cognitivismo che rifiuta l'analogia mente-computer e studia il comportamento e le abilità cognitive utilizzando modelli di reti neurali artificiali ispirati al funzionamento del sistema nervoso.

Per il Connessionismo la mente non è manipolazione di simboli, bensì il risultato di innumerevoli interazioni che hanno luogo nelle reti neurali e il significato dell'informazione emerge dalla struttura stessa delle interconnessioni tra le unità di una rete e non dalle singole unità. Ciò significa che ogni unità di informazione è rappresentata non da un simbolo unico, ma da un pattern di attivazione di più elementi che, considerati nella loro globalità, rimandano a un referente. Ad esempio, il concetto di "casa" può essere rappresentato attraverso un unico simbolo

corrispondente a un nodo (Cognitivismo classico) o, al contrario, attraverso più nodi che si attivano contemporaneamente e che nell'insieme rimandano al referente "casa" (cognizione incarnata e situata).

In tale prospettiva, il concetto stesso di "rappresentazione" assume sempre più una "natura relazionale", derivando dall'attivazione delle varie connessioni di una rete neurale e dai collegamenti tra questa e l'ambiente.

Nel campo della Linguistica cognitiva, Lakoff e Johnson (2002), Feldman e Narayanan (2004), studiando le sinapsi neurologiche del linguaggio, hanno riscontrato che le stesse strutture neurali che conducono l'azione e la percezione conducono anche l'inferenza. Di conseguenza, l'inferenza concettuale sarebbe la diretta conseguenza della struttura a rete del cervello e della sua organizzazione in cluster funzionali, ipotesi sostenuta anche da Gallese e Lakoff (2005).

In altre parole, l'attività del cervello emergerebbe dall'interazione di miliardi di neuroni che si connettono in modo incessante creando continuamente nuove reti che generano pensieri, sentimenti e azioni (si veda anche il concetto di rientro<sup>9</sup> di Edelman, 2007). Se consideriamo ogni neurone alla stregua di uno dei miliardi di computer in collegamento, l'analogia tra il complesso intreccio del funzionamento cerebrale e il funzionamento della rete Internet appare alquanto evidente. Internet, infatti, è il risultato più straordinario della dinamica che si viene a creare tra l'uso di strumenti e la struttura cerebrale: da un lato la rete di Internet ricalca sempre più la struttura reticolare del cervello e, dall'altro, la modifica continuamente rendendola sempre più sintonizzata ai meccanismi richiesti dai nuovi strumenti, che la stessa struttura cerebrale produce (en-azione).

Sempre più studiosi sostengono che Internet, come somma di milioni di computer e di persone, ognuno con le proprie memorie e sistemi operativi, sta diventando qualcosa di indubbiamente simile a un cervello umano, a una super-mente collettiva artificiale (Morin, 2010). Come le connessioni sinaptiche tra i neuroni creano le basi per la formazione del pensiero, così le connessioni tra milioni di computer a livello planetario stanno cominciando a produrre risposte che vanno al di là della loro programmazione, esercitando vere e proprie scelte in autonomia.

La rapidissima crescita delle potenzialità della Rete è sotto gli occhi di tutti: basti pensare a facebook, il social-network che raccoglie informazioni su un numero enorme di persone che vengono

---

<sup>9</sup> Edelman definisce rientro il meccanismo neurale attraverso il quale il sistema talamo-corticale coordina la complessa e fittissima rete di attività delle diverse mappe cerebrali attraverso la sincronizzazione dei loro circuiti. Secondo Edelman il meccanismo del rientro sostituisce la necessità di ipotizzare un coordinatore centrale a favore di un meccanismo implicante.

progressivamente assimilate e archiviate nella mente collettiva<sup>10</sup>, così come i nostri ricordi vengono archiviati nelle reti neuronali del nostro cervello. Tutto questo, fa notare Morin (2010), potrebbe spaventarci ma potrebbe anche aprire scenari estremamente affascinanti, a seconda dell'uso che l'uomo ne farà; come il nostro cervello, anche questo cervello collettivo potrà decidere le cose più dannose come le azioni più sorprendenti. Avere creato Internet, secondo Morin, potrebbe significare avere dato inizio alla costruzione di una coscienza planetaria di cittadinanza globale, indispensabile per affrontare le criticità del nostro tempo.

## 6. Le rappresentazioni condivise, base della reciproca comprensione

Questa sezione affronta il tema della difficoltà di condividere il senso delle cose quando viene a mancare uno spazio comune per rappresentarsi le stesse. Il ragionamento risponde al tentativo di offrire una lettura, in chiave neuroscientifica, del divario che si va creando nella comunicazione-comprensione tra nativi digitali e semplici fruitori della tecnologia digitale.

È tradizionalmente noto che la comprensione interpersonale è facilitata nelle situazioni in cui si confrontano visioni del mondo simili, ma è con la scoperta dei neuroni specchio che veniamo a conoscere l'esistenza di un meccanismo biologico (il sistema mirror) che consente la reciproca comprensione in modalità automatica, a patto che si condividano schemi simili in relazione a una determinata esperienza.

Gallese et al. (2006) sostengono che, quando nell'osservatore e nell'esecutore risuona il circuito che mappa la stessa relazione-di-scopo (vedi pgf. 2), si genera quel particolare stato che egli definisce sintonizzazione intenzionale (conseguente ai processi simulativi o di rispecchiamento) che permette la comprensione reciproca. Trasferendo il costrutto della sintonizzazione intenzionale ai contesti formativi, la domanda è: quali possibilità hanno gli insegnanti (fruitori digitali) di sintonizzarsi con le rappresentazioni del mondo dei nativi digitali? Se, come abbiamo ragionato nelle sezioni precedenti, i *digital natives* sfruttano modalità di relazione, con l'ambiente e con gli altri, diverse dai semplici fruitori o consumatori digitali (cioè coloro che hanno usato il digitale dopo avere configurato gran parte delle loro mappe neurali in

---

<sup>10</sup> Il concetto di "intelligenza collettiva" è stato introdotto da Lévy nel 1994 in *L'Intelligence collective. Pour une anthropologie du cyberspace*, Paris, La Découverte, 1994, tr. it. *L'intelligenza collettiva. Per un'antro-pologia del cyberspazio*, Milano, Feltrinelli, 1996. Nel libro il filosofo approfondisce l'impatto di Internet e delle nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione sulle società contemporanee.

modalità analogica), come può la scuola offrire stimoli rilevanti agli occhi (o meglio alle menti) di quanti possiedono schemi senso-motori modellati su base digitale? Per rispondere agli interrogativi posti, ci soffermeremo, in questa sezione, sul significato dell'espressione "schemi senso-motori modellati su base digitale" e sulle condizioni che rendono uno stimolo rilevante, cioè in grado di attivare, o perturbare gli schemi presenti in un individuo. Per sostenere l'argomentazione si farà riferimento alla teoria dell'Embodied Simulation, alla teoria della rilevanza o pertinenza di Sperber e Wilson (1995), al concetto di accoppiamento strutturale di Maturana e Varela (1984) e al concetto di *affordances* di Gibson (1979). Nella sezione successiva verranno formulate delle ipotesi rispetto alle condizioni che favorirebbero, coerentemente con l'impianto teorico sviluppato, la sintonizzazione tra nativi digitali e non.

Dalle teorie sistemico-costruttiviste emerge che la rappresentazione che ci formiamo della realtà non è una copia oggettiva di quello che c'è là fuori, e sappiamo anche che essa dipende dalle modalità con cui interagiamo con l'ambiente e dalle esperienze che ne derivano. Ma sono state la scoperta dei neuroni specchio e le teorizzazioni che ne sono seguite (Embodied Simulation) a fare emergere la matrice senso-motoria e concreta della rappresentazione, dapprima ritenuta esclusivamente di natura simbolico/astratta.

Come già accennato più sopra, secondo la teoria dell'Embodied Simulation ci formiamo un'immagine della realtà a partire dall'attivazione di circuiti senso-motori che mappano le relazioni di scopo delle azioni esperite (Gallese, 2011). Ne consegue che i circuiti motori che conservano le nostre esperienze con gli oggetti, gli altri e il mondo (in ordine allo scopo), assumendo configurazioni diverse in relazione alle modalità e agli strumenti che utilizziamo, generano rappresentazioni differenti nei nativi digitali rispetto alle rappresentazioni di chi ha inter-agito (nella maggior parte delle sue azioni) con strumenti analogici.

E dunque, se la mappatura formatasi è piuttosto diversa, i linguaggi e gli stimoli utilizzati dalla scuola sono ancora pertinenti, cioè compatibili con le strutture di relazioni incorporate dalle nuove generazioni?

L'idea è che gli stimoli offerti, per essere pertinenti, dovrebbero essere in grado di attivare gli schemi senso-motori recanti le loro interazioni con il mondo (che avvengono in gran parte in forma digitale).

La teoria della rilevanza o pertinenza di Sperber e Wilson (1995) può fornirci un valido sostegno in tale direzione. I due autori sostengono che un messaggio è tanto più rilevante quanto più le sue caratteristiche richiedono il minor sforzo di elaborazione possibile da parte del destinatario, e che quindi il nostro sistema cognitivo si è evoluto in modo tale da prestare attenzione a quelli stimoli che generano quanti più effetti cognitivi possibili con il minor sforzo di elaborazione.

L'ipotesi che si avanza è che il minor sforzo richiesto per la decodifica degli stimoli digitali, da parte delle nuove generazioni, sia dovuto al grado di sintonizzazione intenzionale (conformità di scopo) che si viene a creare tra le pre-rappresentazioni possedute dai digital natives e le modellizzazioni offerte dagli strumenti digitali. In altre parole, la conformità strutturale che verrebbe a crearsi tra gli schemi d'azione mappati a seguito delle diffuse interazioni con la tecnologia digitale, e le configurazioni offerte dagli strumenti digitali, provocherebbe, per effetto dei processi simulativi, una maggiore attivazione dei circuiti che incorporano le relazioni-di-scopo precedentemente mappate, determinando il grado di rilevanza, o pertinenza dei messaggi veicolati in modalità digitale.

L'idea di conformità strutturale richiama per certi versi il concetto di accoppiamento strutturale di Maturana e Varela (1984). Con tale termine i due biologi intendono indicare la congruenza strutturale necessaria che si realizza, ai fini dell'adattamento, tra l'essere vivente e l'ambiente. Secondo gli autori l'ambiente sarebbe in grado di perturbare un organismo, e quindi provocare modifiche nella sua struttura, solo quando le caratteristiche di quest'ultima sono compatibili con la struttura ambientale (accoppiamento strutturale). Per Maturana e Varela anche la conoscenza si situa all'interno del processo di accoppiamento strutturale: apprendere non significa ricevere informazioni dall'esterno, ma costruire una rappresentazione di ciò che si trova là fuori in virtù della congruenza che si viene a creare tra le possibilità della mia mente, del mio corpo e quelle offerte dall'ambiente.

Per effetto della congruenza che si viene a creare tra strutture neurali e strutture disponibili nell'ambiente sotto forma di oggetti e relazioni, i soggetti che hanno familiarizzato con gli strumenti digitali, ancor prima di servirsi del linguaggio, possiedono una comprensione automatica, naturale delle loro possibilità d'uso (affordances). La stessa capacità non può essersi formata nei soggetti che hanno conosciuto le potenzialità di questi strumenti dopo essersi relazionati con il mondo e con le categorie spazio-tempo in modalità analogica, formando configurazioni senso-motorie differenti.

Pertanto, il gap che viene a crearsi tra le reciproche pre-rappresentazioni della realtà di insegnanti e allievi nell'era digitale è più esteso di quello che è sempre esistito tra una generazione e l'altra, proprio perché è diversa la natura degli strumenti che hanno formato le rispettive menti. Ci troviamo di fronte a un diverso modo di cognizione, memorizzare, apprendere, comunicare, che a sua volta determina una diversa scala di valori rispetto alle azioni da compiere e ai comportamenti da assumere. Una tale diversabilità, in particolare quando il divario sul piano tecnologico si accentua, può portare alla reciproca incomprensione

e, in alcuni casi, alla conseguente sfiducia e svalorizzazione degli uni nei confronti degli altri.

Come favorire, allora, l'avvicinamento tra mondi o rappresentazioni del mondo così diverse in modo da consentire quel reciproco rispecchiamento che genera la comprensione e l'apprendimento.

## 7. Per un approccio formativo che en-agisce la realtà

In linea con il ragionamento elaborato, a partire dal paradigma neuroscientifico e dal concetto di enazione di Varela (vedi pgf. 4), il problema della formazione riguarderebbe la ricerca delle condizioni che favoriscono la somiglianza strutturale tra le reciproche mappature della realtà, consentendo la sintonizzazione intenzionale (oltre che tra strumenti digitali e allievi) anche tra insegnanti e allievi, per effetto dei meccanismi di rispecchiamento, necessari alla costruzione della nostra conoscenza (vedi PhD Tesi Mario, 2013).

Una condizione imprescindibile per favorire la costruzione di strutture di relazioni simili è legata all'utilizzo abituale, dentro e fuori la scuola, degli strumenti digitali da parte degli insegnanti. La familiarità con questi strumenti consentirebbe ai docenti di percepire, in modalità immediata (come fanno i loro allievi), le possibilità d'uso delle risorse digitali, con la stessa facilità con cui colgono le opportunità pragmatiche (una sorta di affordances) insite nell'interazione verbale, nel linguaggio scritto, negli oggetti reali o nella didattica laboratoriale. La percezione delle affordances (cosa ci posso fare con) insite negli strumenti digitali trasformerebbe le nuove tecnologie in oggetti utili o rilevanti agli occhi (e alla mente) degli insegnanti, e non in qualcosa "in più da fare".

L'uso abituale della tecnologia oggi disponibile porterebbe alla formazione di repertori percettivo-motori comuni ai loro allievi, e quindi al crearsi di un substrato strutturale fertile al realizzarsi delle "rappresentazioni condivise".

La sintonizzazione che verrebbe così a crearsi sarebbe facilitata anche dalla condivisione di un linguaggio comune collegato agli strumenti utilizzati e alle azioni associate. Un linguaggio di natura percettivo-motoria (Mario, 2011), che utilizza verbi d'azione, parole riferite a oggetti d'uso e alle nuove relazioni spazio-temporo-causali, faciliterebbe l'accensione dei circuiti che mappano le azioni richiamate dalle parole usate, generando, a seconda della combinazione neurale attivata, nuove configurazioni o nuove strutture di relazione che produrrebbero nuovi apprendimenti.

Inoltre, utilizzare linguaggi e configurazioni familiari ai digital natives permetterebbe agli insegnanti di entrare nella "forma di vita" o nei "giochi



linguistici” (nella concezione di Wittgenstein, 1953)<sup>11</sup> delle nuove generazioni per condividere ciò che costruiscono a livello intraindividuale, interpersonale e culturale.

Se lo scopo della formazione, come sostiene Bruner (1966), è non solo fornire gli strumenti adatti per amplificare l’azione dell’individuo sul mondo, ma anche provvedere a far “apprendere strutture” (poiché le nozioni invecchiano mentre quel che resta è la capacità di cogliere la struttura di relazioni all’interno di un argomento), allora i contenuti informatici, basandosi essenzialmente su collegamenti intenzionali in quanto soddisfano scopi precisi, rappresenterebbero uno strumento naturale per la crescita della conoscenza e dell’intelligenza.

Insegnare a cogliere lo schema, o la struttura, che organizza i diversi concetti di un argomento, sia in modalità digitale che attraverso l’interazione verbale, favorirebbe il livello di apprendimento definito da Bateson deutero-apprendimento (1972) che si realizza quando la scuola riconosce e s’impegna per far “apprendere ad apprendere” piuttosto che accumulare contenuti ed esercizi sul quaderno.

Infine, come sostengono Damasio (vedi concetto di marcatore somatico; 1994)<sup>12</sup> e Edelman (2007), poiché il pensiero è fatto di immagini e noi pensiamo per immagini (immagini percettive, di oggetti, relazioni, schemi, ecc.) con il supporto delle parole che consentono di trasportare le immagini in forma linguistica, l’utilizzo di immagini digitali e parole ad esse collegate favorirebbe la messa a fuoco (attenzione selettiva) dei concetti trasportati; i concetti così richiamati sarebbero mantenuti attivi più a lungo (memoria di lavoro) in virtù della maggior forza sinaptica indotta dalle modellizzazioni congruenti agli schemi neurali disponibili.

Seguendo questo ragionamento, la comprensione, come la motivazione e l’attenzione, dipenderebbe non solo dal repertorio di risorse del soggetto, ma anche dalla possibilità che gli stimoli presentati attivino gli schemi neurali che conservano le strutture di relazione percepite. L’idea è che sia proprio la percezione dello scopo (il poter fare qualcosa con gli stimoli offerti, siano essi strumenti digitali o linguaggi verbali) ad avviare i processi (già a livello neurale) senza il cui lancio non si attiverrebbero né i processi cognitivi, né quelli comportamentali ad essi collegati (Mario,

<sup>11</sup> Con il concetto di gioco linguistico Wittgenstein non intendeva riferirsi tanto a utilizzazioni scherzose del linguaggio, quanto piuttosto alle diverse forme di vita in cui siamo immersi, ognuna delle quali rivela una certa forma di linguaggio. I differenti giochi linguistici, come i giochi veri e propri, hanno sistemi diversi di regole, che apprendiamo con l’uso quando impariamo a orientarci nelle differenti forme di vita; il filosofo sostiene che, quando le forme di vita sono troppo diverse dalla nostra, ci appaiono incomprensibili.

<sup>12</sup> Secondo Damasio il processo decisionale è condizionato da questi dispositivi utilissimi, i marcatori somatici, ovvero schemi neurali associati a stati del corpo reali o fittizi, del tipo “come se”, creati nel nostro cervello durante il processo di apprendimento e socializzazione, che ci permetterebbero di marcare automaticamente certi esiti o risposte come negative o positive, evitandoci di passare in rassegna ogni volta tutte le possibili combinazioni da vagliare prima di operare una scelta.

2012). È alquanto ragionevole, infatti, al di là dei risultati delle attuali neuroscienze, pensare che un allievo (come un adulto) sia poco motivato a imparare qualcosa in assenza della percezione di uno scopo sensato per lui.

Spetta dunque agli insegnanti, che sono la vera chiave di volta del cambiamento, accettare le nuove sfide poste dall'innovazione per evitare di sostare in un mondo parallelo a quello delle nuove generazioni, rinunciando a molteplici occasioni d'incontro. Tuttavia, vale la pena sottolineare che le molteplici potenzialità insite nelle risorse digitali non possono ridursi al loro utilizzo passivo, ma devono risiedere nella possibilità che esse offrono di contribuire alla generazione, su base reticolare, della conoscenza e del proprio percorso di apprendimento, realizzando quella che viene definita "comunicazione generativa" (Toschi, 2011).

È chiaro che ciò comporterà un nuovo profilo professionale e un cambiamento nella struttura dei corsi di formazione dei futuri insegnanti, così come una nuova idea di scuola, sia come luogo, che come scansione temporale (Bottani, 2010).

Utilizzare nella prassi quotidiana l'inter-attività tra tutti i soggetti in relazione, e tra questi e gli strumenti che la tecnologia mette a disposizione, renderebbe il processo formativo più conforme al modo naturale di apprendere del cervello (vedi teoria del Darwinismo neurale o epistemologia basata sul cervello di Edelman, 2007). Si tratterebbe di imparare dal funzionamento reticolare e sincronico del cervello, cioè dalle strategie messe in atto nel corso dell'evoluzione da questo straordinario e potentissimo organo che ha permesso la costruzione della conoscenza e con essa la realtà che ci circonda (vedi concetto di enazione).

## 8. Conclusioni

Il contributo ha cercato di mettere in evidenza come il modo di strutturare la conoscenza, e dunque la mappatura cerebrale, dipenda dall'uso degli strumenti che ogni generazione ha a disposizione. L'espansione della tecnologia digitale imporrebbe quindi un diverso modo di concepire i processi di apprendimento e un ripensamento delle modalità di insegnamento. Ciononostante, anche se in molti oggi riconoscono i vantaggi che le risorse digitali possono offrire al miglioramento del processo di apprendimento, il loro utilizzo stenta a decollare e la scuola continua a elargire faldoni di carta e a costringere milioni di giovani a starsene seduti ad ascoltare 4 o 5 lezioni al giorno.

Il ragionamento qui sviluppato sul tema della formazione dei nativi digitali ha proposto un criterio (la sintonizzazione intenzionale) per

ridurre la distanza generazionale tra i nativi digitali e non, ovvero tra chi possiede una struttura neurale modellata attraverso l'interazione con gli strumenti digitali e chi possiede schemi neurali configurati su base analogica (i loro insegnanti). È stato ipotizzato che l'utilizzo abituale degli strumenti digitali da parte dei docenti formerebbe schemi neurali (mappanti le relazioni oggetto-scopo; affordances) con-formi a quelli posseduti dai loro allievi, realizzando in tal modo rappresentazioni condivise della realtà (sintonizzazione intenzionale).

La possibilità di condividere con gli allievi schemi senso-motori legati a esperienze comuni renderebbe possibile la reciproca comprensione e innescherebbe la motivazione ad apprendere (e anche a insegnare) per effetto della rilevanza che acquisterebbero certe configurazioni-stimolo per entrambi.

È stato inoltre suggerito che l'attivazione degli schemi, o pre-rappresentazioni senso-motorie, sarebbe facilitata anche dall'uso di un vocabolario condiviso: un repertorio che rimandi direttamente alle esperienze con gli oggetti d'uso (digitali in questo caso).

In sintesi, si è cercato di mettere in evidenza come l'utilizzo delle nuove tecnologie nella scuola, purché avvenga in modalità costruttivista ed enattiva (e non di semplice fruizione come nella consultazione di fonti, nelle attività di letto-scrittura o grafiche), favorirebbe la generazione della conoscenza in modalità naturale, proprio perché i nuovi strumenti fanno leva sulla convergenza di azione-percezione-cognizione come avviene nella dinamica cerebrale.

## BIBLIOGRAFIA

- Antinucci F. (1999), *Computer per un figlio. Giocare, apprendere, creare*, Roma, Laterza.
- Antinucci F. (2001a), *La scuola si è rotta*, Bari, Laterza.
- Antinucci F. (2001b), *La generazione dei videogiochi è già pronta: crescerà simulando*, «Telema», n. 24.
- Authier M. e Lévy P. (2000), *Gli alberi di conoscenze*, Milano, Feltrinelli, ed. or. *Les arbres de connaissances*, Paris, La Découverte, 1992.
- Bateson G. (1972), *Steps to an Ecology of Mind*, trad. it. *Verso un'ecologia della mente*, Milano, Adelphi, 1976.
- Bottani N., Poggi A.M. e Mandriane C. (2010), *Un giorno di scuola nel 2020*, Bologna, il Mulino.
- Bruner J. (1966), *Toward a Theory of Instruction*, trad. it. *Verso una teoria dell'istruzione*, Roma, Armando, 1982.
- Buccino G., Binkofski F. e Riggio L. (2004), *The mirror neuron system and action recognition*, «Brain and Language», n. 89, pp. 370-376.

- Calvo-Merino B., Glaser D.E., Grezes J., Passingham R.E. e Haggard P. (2005), *Action observation and acquired motor skills: An FMRI study with expert dancers*, «Cerebral Cortex», n. 15, pp. 1243-1249.
- Chiodi G.M. (2007), *La rete informatica come nuova metafisica*, «Metabasis», vol. 2, n. 3.
- Damasio A.R. (1994), *L'errore di Cartesio*, Milano, Adelphi.
- Deleuze G. (2001), *Il bergsonismo e altri saggi*, Torino, Einaudi.
- Di Lieto M. (1995), *Gli orizzonti della didattica nella realtà virtuale*, "Quaderni DISCED", Università Salerno.
- Edelman G.M. (1995), *Darwinismo neurale. La teoria della selezione dei gruppi neuronali*, Torino, Einaudi (ed. orig. 1987).
- Edelman G.M. (2004), *Più grande del cielo*, Torino, Einaudi.
- Edelman G.M. (2007), *Seconda natura. Scienza del cervello e conoscenza umana*, Milano, Raffaello Cortina.
- Feldman J. e Narayanan S. (2004), *Embodied meaning in a neural theory of language*, «Brain Lang», n. 89, pp. 385-392.
- Fogassi L. et al. (2005), *Parietal lobe: From action organization to intention understanding*, «Science», n. 308, pp. 662-667.
- Gallagher S. e Zahavi D. (2008), *The Phenomenological Mind*, New York, Routledge, trad. it. *La mente fenomenologica*, Milano, Raffaello Cortina, 2009.
- Gallese V. (2008), *Il corpo teatrale: Mimetismo, neuroni specchio, simulazione incarnata*, «Culture Teatrali», n. 16, pp. 13-38.
- Gallese V. (2009), *Le due facce della Mimesi. La teoria mimetica di Girard, la simulazione incarnata e l'identificazione sociale*, «Psicobiettivo», Anno XXIX, n. 2, pp. 77-102.
- Gallese V. (2011), *Neuroscience and Phenomenology*, «Phenomenology & Mind», n. 1, pp. 33-48.
- Gallese V., Fadiga L., Fogassi L. e Rizzolatti G. (1996), *Action recognition in the premotor cortex*, «Brain», n. 119, pp. 593-609.
- Gallese V. e Lakoff G. (2005), *The Brain's Concepts: The Role of the Sensory-Motor System in Reason and Language*, «Cognitive Neuropsychology», n. 22, pp. 455-479.
- Gallese V., Migone P. e Eagle M.E. (2006), *La simulazione incarnata: i neuroni specchio, le basi neurofisiologiche dell'intersoggettività e alcune implicazioni per la psicoanalisi*, «Psicoterapia e Scienze Umane», vol. XL, pp. 543-580.
- Gallese V. e Sinigaglia C. (2011), *Embodied Simulation Theory: Imagination and Narrative*, «Neuropsychoanalysis», vol. 13, n. 2, pp. 196-200.
- Gibson J.J. (1979), *The Ecological Approach to Visual Perception*, Boston, Houghton-Mifflin.
- Granieri G. (2008), *Umanità accresciuta. Come la tecnologia ci sta cambiando*, Roma, Laterza.

- Iacoboni M. (2008), *I neuroni specchio. Come capiamo ciò che fanno gli altri*, Torino, Bollati Boringhieri.
- Lakoff G. (1987), *Women, fire, and dangerous things: What categories reveal about the mind*, Chicago, IL, University of Chicago Press.
- Lakoff G. e Johnson M. (1998), *Metafora e vita quotidiana*, Milano, Bompiani.
- Lakoff G. e Johnson M. (2002), *Elementi di linguistica cognitiva*, a cura di M. Casonato e M. Cervi, Urbino, Quattroventi.
- Lévy P. (1994), *L'Intelligence collective. Pour une anthropologie du cyberspace*, Paris, La Découverte, trad. it. *L'intelligenza collettiva. Per un'antropologia del cyberspazio*, Milano, Feltrinelli, 1996.
- Lévy P. (1997), *Il virtuale*, Milano, Raffaello Cortina.
- Lewontin R. (1987), *La Diversità umana*, Bologna, Zanichelli.
- Mario D. (2011), *Verso un'idea di formazione naturale. Dal funzionamento cerebrale ad una formazione che funziona: Il ruolo del linguaggio percettivo-motorio*, «Formazione & Insegnamento», Anno IX, Supplemento al n. 3, Lecce, pp. 179-186.
- Mario D. (2012), *La natura enattiva della conoscenza*, «RicercaAzione», vol. 4, n. 5, pp. 69-82.
- Mario D. (2013), *Se immagino capisco: Il ruolo dei processi simulativi e metaforici nella comprensione del testo*, Tesi di dottorato in Scienze della cognizione e della formazione, Università Ca' Foscari, Venezia.
- Maturana H.R. e Varela F.J. (1984), *El árbol del conocimiento*, trad. it. *L'albero della conoscenza*, Milano, Garzanti, 1992.
- Minsky M. (1968), *Semantic Information Processing*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
- Morin E. (2010), *La coscienza planetaria di Internet*. Indirizzo internet: [http://www.youtube.com/watch?v=r\\_D\\_tf5mP6Q](http://www.youtube.com/watch?v=r_D_tf5mP6Q) (Accesso 15/05/2014).
- Narayanan S.S. (1997), *Knowledge-based Action Representations for Metaphor NING and Aspect (KARMA)*, PhD thesis, Computer Science Division, EECS Department, University of Berkeley at California.
- Parisi D. (1998), *È una macchina di talento: ci restituisce l'esperienza*, "Telema", n. 12.
- Rizzolatti G. e Craighero L. (2004), *The mirror neuron system*, «Annual Review of Neuroscience», n. 27, pp. 169-192.
- Rizzolatti G. e Sinigaglia C. (2006), *So quel che fai. Il cervello che agisce e i neuroni specchio*, Milano, Raffaello Cortina.
- Saccoccio A. (2010), *reTEale: il virtuale è più reale del reale*. Indirizzo internet: <http://liberidallaforma.blogspot.it/2010/11/reteale-il-virtuale-e-piu-reale-del.html> (Accesso 15/05/2014).
- Saccoccio A. (2012), *Antonio Saccoccio spiega Futurismo e Net.Futurismo*. Indirizzo internet: <http://www.youtube.com/watch?v=59rQGOIT9NU> (Accesso 15/05/2014).

- Sperber D. e Wilson D. (1995), *Relevance: Communication and Cognition*, Oxford, Blackwell.
- Tommasello M. (2009), *Le origini della comunicazione umana*, Milano, Raffaello Cortina.
- Toschi L. (2011), *La comunicazione generativa*, Milano, Apogeo.
- Umiltà M.A, Kohler E., Gallese V., Fogassi L., Fadiga L., Keysers C. e Rizzolatti G. (2001), *I know what you are doing: A neurophysiological study*, «Neuron», n. 32, pp. 91-101.
- Varela F.J., Thompson E. e Rosch E. (1992), *La via di mezzo della conoscenza. Le scienze cognitive alla prova dell'esperienza*, Milano, Feltrinelli.
- Vygotskij L. (1962), *Pensiero e Linguaggio*, Firenze, Giunti.
- Wittgenstein L. (1953), *Philosophische Untersuchungen*, Oxford, G.E.M. Anscombe e R. Rhees, trad. it. *Ricerche filosofiche*, Torino, Einaudi, 1967.