

Competenze e ambienti di apprendimento: cambiare paradigma

Silvano Tagliagambe

1. L'eredità positiva del cognitivismo

Il cognitivismo, nella versione egemone all'interno di esso del *funzionalismo*, è basato sull'idea fondamentale che uno stato mentale sia uno stato *funzionale*, appunto, che svolge cioè una funzione ben precisa all'interno della complessiva attività mentale di un agente prescindendo da come questa funzione è realizzata fisicamente. Si tratta, quindi, di un approccio che guarda all'organizzazione o alla struttura logica di un sistema, e non alla sua composizione fisica.

Se ad esempio si ritiene che il computer sia una macchina intelligente il cui funzionamento sia assimilabile ai processi di pensiero e che è in grado di eseguire qualsiasi tipo di funzione calcolabile, si può impostare un'analogia tra il cervello e il calcolatore medesimo, in virtù della qual la mente può essere appropriatamente e senza equivoci caratterizzata come il "software del cervello". È evidente che, nel farlo, si guarda al tipo di ruolo che viene svolto, e non alle proprietà fisiche dei due sistemi in gioco, essendo del tutto ovvio che le proprietà neurologiche del cervello non hanno nulla a che vedere con le configurazioni elettriche che realizzano le descrizioni software della macchina.

Il presupposto che sta alla base di questo modo di trattare il problema è che l'atto del pensare, in generale, non implichi l'uso di simboli qualunque, ma richieda la manipolazione di simboli che abbiano una struttura particolare, costituita da un insieme di relazioni valide intersoggettivamente, come quelle del calcolo logico o della matematica, che non si prestano a essere fraintese e non sono quindi soggette a errori di interpretazione. A questo primo livello abbiamo, dunque, un concetto di rappresentazione associato alla convinzione che pensare equivalga a operare non con un linguaggio qualsiasi, bensì con simboli aventi la struttura di ciò che si chiama *linguaggio formalizzato*, che consente di procedere (dalle premesse alla conclusione) in modo rigoroso, attraverso regole ben precise.

Il computer è una macchina intelligente che opera in questo modo: passando da un simbolo all'altro sulla base di una procedura rigorosa che non contempla affatto la comprensione di ciò che i simboli significano, cioè degli oggetti, eventi, processi ai quali essi si riferiscono.

La mente, tuttavia, non opera soltanto in questo modo: essa pensa (in parte) costruendo un qualche tipo di "modello" del suo ambiente, un "modello del mondo", cioè elaborando una rappresentazione anche del contesto in cui opera. Questo "modello", non deve assomigliare al mondo, non più di quanto una mappa, geografica, stradale, ferroviaria, debba ricalcare le caratteristiche del territorio al quale si riferisce: è sufficiente l'esistenza di qualche tipo di *relazione* tra il tessuto di simboli interno al modello e le proprietà del contesto esterno. In questo modo la mente, operando all'interno del suo sistema di rappresentazione, può decifrare ciò che accade al di fuori di essa.

Come scriveva Putnam, un funzionalista, oggi pentito: "Si mettano insieme queste due idee e ciò che risulta si può chiamare l' *Ipotesi fondamentale della psicologia cognitiva*: che la mente usa un linguaggio formalizzato (o qualcosa di molto simile a un linguaggio formalizzato) sia come mezzo di calcolo sia come mezzo di rappresentazione"¹.

¹ H. Putnam, "Formalizzazione", in *Enciclopedia*, vol. VI, Einaudi, Torino, 1979, p. 339.

Quello che interessa al cognitivismo nella sua versione funzionalistica è quindi salvaguardare i processi mentali e difenderne la natura astratta in quanto processi computazionali, evitando, nello stesso tempo di cadere in una qualsiasi forma di riedizione del dualismo cartesiano tra il corpo e la mente. Viene di conseguenza escluso in modo netto che la mente sia una sostanza *ontologicamente indipendente* dal corpo: e ciò nonostante si ritiene che gli stati mentali possano essere individuati e trattati in modo indipendente dalla loro realizzazione cerebrale e che si possa legittimamente assumere una prospettiva che eviti di *ridurre* la mente al cervello.

Alla base di questo approccio vi è l'evoluzione del concetto di «macchina» e il radicale cambiamento di scenario introdotto da Turing.

La macchina è un artefatto che funziona in modo prevedibile, preciso, affidabile, sulla base della interazione tra parti che hanno ciascuna un ruolo ben individuabile nel determinare la prestazione complessiva del sistema di cui fanno parte. Per estensione viene considerato tale anche un sistema naturale il quale sia composto di parti che interagiscono tra loro secondo le leggi della fisica o, più in generale, della scienza della natura. In questo senso esteso il sistema solare può essere visto come una macchina, con i diversi corpi celesti che ne costituiscono le parti le quali interagiscono tra loro in base alle leggi della fisica, dando luogo al funzionamento complessivo del sistema.

Perciò il concetto tradizionale di macchina, sia nel suo significato primario (macchina come artefatto) che in quello derivato (macchina come sistema naturale) esibisce due proprietà: la *meccanicità* (le macchine sono prevedibili, precise, affidabili, fatte di parti con un ruolo identificabile nel determinare il tutto) e la *naturalità* (le macchine funzionano in base alle leggi della natura e sono studiabili/progettabili usando gli strumenti della scienza naturale).

Il computer ha profondamente cambiato il concetto di macchina. Il software, infatti, è una macchina ma *sui generis*: è una macchina perché anch'esso è fatto di parti (i simboli, le strutture di simboli, le righe di codice, i moduli di programma), che sono state disegnate e messe insieme in maniera tale che dalla loro interazione scaturisca il comportamento complessivo del calcolatore. Ma dietro questo software non sta la scienza naturale con le sue leggi, bensì la scienza della logica e, più in generale, dell'attività di disegnare algoritmi, cioè procedure che portano in modo garantito a certi risultati e che operano semplicemente trasformando un insieme di simboli. Il senso della profonda rivoluzione operata da Turing è proprio questo: la macchina che porta il suo nome non è un oggetto fisico, ma matematico: il suo essere meccanico deriva dal fatto di funzionare in modo prevedibile e attendibile, anche se la stessa condizione di prevedibilità non va intesa in modo rigido e non va, soprattutto, identificata con la nozione di prevedibilità con certezza o, peggio, di determinismo. Essere prevedibile, infatti, è forse condizione sufficiente per "essere macchina", ma non necessaria. Basta, a questo proposito, pensare alla computazione quantistica: il risultato del computo eseguito da una macchina di Turing quantistica può essere previsto sì, ma solo probabilisticamente.

Prima del computer, dunque, la macchina era *sia meccanicità che naturalità*: dopo il computer la macchina può essere *meccanicità senza naturalità* e nel suo concetto la parte relativa alle "strutture di dati" e alle "regole" usate per trasformare queste strutture di dati acquista un significato prevalente rispetto alle leggi della scienza della natura.

Per definire il suo concetto astratto di macchina Turing cominciò infatti a stabilire il campo delle operazioni da fare, che erano *operazioni su simboli*. Il compito che si pose inizialmente fu allora quello di isolare questa qualità e di comprenderne la natura ragionando sulla natura e sulle caratteristiche delle macchine esistenti che manipolavano, appunto, simboli. Una di queste era la macchina per scrivere. In proposito, Turing avrà probabilmente cominciato a chiedersi cosa s'intendesse quando si definiva "meccanica" questa macchina. Forse s'intendeva che le sue risposte a ogni particolare azione dell'operatore sono assolutamente certe: che è cioè possibile descrivere esattamente, in anticipo, come si comporta la macchina in ogni contingenza. Però anche su una semplice

macchina per scrivere c'erano molte cose da dire e approfondire. Intanto la risposta dipendeva dalla condizione attuale della macchina: quella che Turing chiamava la sua *configurazione del momento*. In particolare, una macchina per scrivere ha una sua configurazione per le lettere maiuscole e un'altra per le lettere minuscole. Questo era un concetto che Turing tradusse in una forma più generale e più astratta, prendendo in considerazione un tipo di macchina che, in un momento dato, si trovava in una di un numero finito di "configurazioni" possibili. Inoltre, se come avviene per una tastiera di macchina per scrivere, esiste un numero finito di cose che possono essere fatte alla macchina, è possibile fornire una descrizione completa, una volta per tutte, in forma finita, del comportamento della macchina.

Ma una macchina per scrivere possiede anche un'altra caratteristica, che per la sua funzione è essenziale. Il suo punto di scrittura è mobile relativamente alla pagina, e l'azione di scrittura dev'essere indipendente dalla posizione di quel punto sulla pagina. Turing incorporò anche questo concetto nel suo quadro di macchina più generale. Essa doveva possedere varie "configurazioni" interne; una posizione variabile sulla riga di scrittura; infine, l'azione della macchina non doveva dipendere da quella posizione.

Trascurando dettagli come il controllo dei margini, della riga ecc., queste idee erano sufficienti a dare una descrizione completa della natura di una macchina per scrivere. Per mettere in evidenza le caratteristiche più rilevanti agli effetti della sua *funzione* darebbe bastato fornire un'esatta descrizione delle configurazioni e delle posizioni consentite, del modo in cui i tasti dei caratteri determinano la scrittura dei simboli, del tasto ("Shift") preposto al cambiamento di configurazione dalle minuscole alle maiuscole, della barra degli spazi e del tasto di ritorno per modificare la posizione di scrittura. Se, sulla base di queste descrizioni, un ingegnere creasse fisicamente una macchina rispondente alle caratteristiche tecniche in essa contenute, il risultato sarebbe indipendente dal colore, dal peso o da altri attributi della macchina per scrivere.

Tuttavia quest'ultima appariva a Turing troppo limitata perché potesse servire da modello. In essa la manipolazione dei simboli è ridotta alla sola scrittura: è necessario un operatore umano per sceglierli, ed è sempre l'operatore umano che deve cambiare, volta per volta, la configurazione e la posizione. Turing si chiese quale potesse essere il tipo più *generale* di macchina manipolatrice di simboli. Per continuare a essere definita "macchina" essa avrebbe dovuto conservare certe qualità della macchina per scrivere: un numero finito di configurazioni, e per ciascuna configurazione un comportamento, determinato con esattezza. Ma avrebbe dovuto poter fare molte altre cose ancora.

Per semplicità di descrizione, Turing prese a immaginare macchine che operavano con una sola riga di scrittura, così da poter trascurare il controllo dei margini di scrittura, e ipotizzò altresì un rifornimento illimitato di carta. Nella sua mente, infatti, il punto di scrittura della sua macchina doveva poter progredire indefinitamente verso destra o verso sinistra. Per farsene una rappresentazione chiara immaginò la carta sotto forma di *nastro infinito*, diviso in tante unità o caselle, tale che su ciascuna di esse potesse scriversi un unico simbolo appartenente a un alfabeto finito prefissato. La macchina dunque doveva essere definita in termini finiti, tranne che per il fatto di possedere una quantità illimitata di spazio sul quale poter lavorare.

Oltre a ciò, la macchina doveva esser capace di *leggere*; sul nastro, la casella sulla quale si trovasse in un momento dato: il termine usato da Turing era "*scan*", esplorare o analizzare. Ferma restando la sua capacità di scrivere i simboli, ora vi si aggiungeva quella di *cancellarli*; ma con la regola che avrebbe potuto muoversi, verso destra o verso sinistra, solo di un passo alla volta.

Giunto a questo punto egli formulò la possibilità di una "macchina automatica", in cui l'intervento umano non avrebbe avuto parte alcuna, e che si sarebbe presentata, dunque, come un processo meccanico capace di leggere una serie di proposizioni matematiche e

infine di scrivere un verdetto sulla loro dimostrabilità. Una simile “macchina automatica” avrebbe dovuto fare tutto il lavoro - lettura, scrittura, spostamenti avanti e indietro - da sola, obbedendo solo alle caratteristiche con le quali era stata costruita. A ogni successivo passo il suo comportamento avrebbe dovuto essere completamente determinato dalla configurazione in cui si trovava in quel momento e dal simbolo che aveva analizzato. Ecco, per essere più precisi, le cose che la macchina doveva essere in grado di determinare, per ciascuna combinazione di configurazione e di simbolo esaminato:

- Se scrivere un simbolo dell’alfabeto nuovo (da specificare) in una casella vuota, oppure lasciare immutato quello esistente, oppure cancellarlo e lasciare una casella vuota.
- Se restare nella stessa configurazione, oppure andare in qualche altra configurazione (da specificare).
- Se procedere sulla casella di sinistra oppure di destra, oppure restare nella stessa posizione.

Scrivendo per esteso tutte queste informazioni atte a definire una macchina automatica, si ha una “tavola di comportamento” (detta anche “tavola di transizione degli stati”) di dimensioni finite. La tavola definirebbe completamente la macchina, nel senso che, indipendentemente dall’esistenza fisica della macchina, conterrebbe tutte le informazioni rilevanti su di essa. Da un simile punto di vista, *la tavola è la macchina*.

Ciascuna delle possibili diverse tavole di comportamento definisce, di conseguenza, una macchina diversa, con un comportamento diverso. Esiste un numero infinito di tavole possibili, e dunque un numero infinito di macchine possibili. A questo punto Turing aveva trasformato il vago concetto di “metodo definito” o di “processo meccanico”, in qualcosa di molto preciso, che era appunto la “tavola di comportamento”.

Una volta noti la tavola della macchina, il quadro in esame e la sequenza completa di tutti i simboli sul nastro (sempre in numero finito) è in ogni caso possibile sapere in che stato si trova la macchina in un dato istante durante l’esecuzione di un calcolo. Le macchine di Turing sono dunque macchine *deterministiche*. Utilizzando il primo procedimento diagonale di Cantor è possibile associare un numero naturale a ogni macchina di Turing. Questo numero identifica univocamente la struttura della macchina che gli corrisponde.

Il punto cruciale è che Turing riesce a dimostrare l’esistenza di una macchina (detta *macchina di Turing universale*) che “simula” il comportamento di una qualsiasi macchina di Turing (e quindi anche di se stessa!). E’ pertanto possibile, secondo Turing, disporre di “una singola macchina che può essere utilizzata per computare qualsiasi sequenza computabile: Se questa macchina **U** è fornita di un nastro all’inizio del quale compare la descrizione standard di una qualsiasi macchina **M** che computa, allora **U** computerà la stessa sequenza come **M**”.

La sua caratteristica più significativa è appunto quella di poter assumere in input dal proprio nastro le istruzioni di una qualunque macchina di Turing opportunamente codificate e quindi di poterle eseguire.

Questa è appunto la “forma logica” della macchina, distinta dalla sua costituzione materiale, e nella quale risiede la proprietà di “essere una macchina”. Una volta che si sia fatto questo, cioè che si sia cominciato a parlare delle macchine nei termini delle loro specificazioni astratte e formali, si può invertire la prospettiva e considerare queste specificazioni come macchine in potenza, rispetto alle quali le macchine della nostra esperienza ordinaria costituiscono un sottoinsieme molto piccolo.

Abbiamo proposto questo excursus sul concetto di macchina introdotto da Turing perché da qui emerge un punto fondamentale per la nostra trattazione: questa macchina è

virtuale, prevalentemente non fisica, in quanto le sue componenti fondamentali sono *strutture astratte* (il software, i programmi che ci girano dentro, gli algoritmi). Eppure anche in questo caso limite non si può fare a meno di un *supporto materiale*: queste strutture astratte devono infatti essere "incarnate" in un insieme di processi fisici (un programma di software o sta nella testa di chi lo ha programmato, o è scritto su un documento di varia natura, o si trova nella memoria di un computer, ma comunque non esiste al di fuori di un supporto materiale), senza i quali non ci sarebbe la possibilità *autonoma* di passare da strutture di simboli ad altre, per cui il software non è riducibile a pura logica.

La macchina di Turing è dunque una macchina astratta che opera su simboli, strutture di dati e regole e che gestisce nel modo più efficace possibile l'informazione contenuta in essi: per poter assolvere queste funzioni essa deve poter disporre di un, sia pur minimo, supporto materiale adatto e dotare questo supporto della competenze e capacità necessarie per far funzionare la macchina (leggere e scrivere simboli, cancellarli, restare nella stessa posizione oppure procedere sulla casella di sinistra o su quella di destra). Ciò ci porta a una conclusione dalla quale risulta impossibile prescindere: l'informazione deve essere sempre "portata da", o "trasmessa su", o "memorizzata in" o "contenuta in" qualcosa, che non coincide con l'informazione stessa, come si può facilmente evincere dal fatto che la stessa informazione può essere scritta su supporti differenti o che lo stesso supporto può portare informazioni diverse. Alcuni supporti, come ad esempio l'aria, risultano particolarmente adatti alla trasmissione dell'informazione, ma non alla sua conservazione e memorizzazione. Per poter parlare di informazione in questi casi e con queste finalità (registrazione, assimilazione e durata) è pertanto decisiva la stabilità del supporto materiale in cui l'informazione è contenuta.

2. Dal cognitivismo al costruzionismo

La sempre migliore conoscenza della struttura e del funzionamento dei processi cerebrali, grazie alla disponibilità di metodi non invasivi di osservazione e studio del cervello mentre è all'opera, ha portato alla diffusione dell'idea che sia impossibile comprendere a fondo la natura dell'intelligenza umana prescindendo dal riferimento all'organizzazione interna del nostro cervello.

Questa idea ha stimolato e favorito il passaggio dal cognitivismo al **ostruzionismo**, che costituisce uno sviluppo e un approfondimento della teoria del costruttivismo, secondo la quale l'individuo che apprende costruisce modelli mentali per comprendere il mondo intorno a lui.

A utilizzare il termine costruzionismo e a spiegarne il significato è stato in particolare Seymour Papert delinea il termine costruzionismo in un documento intitolato *Constructionism. A New Opportunity for Elementary Science Education* definendolo: "Una parola che indica due aspetti della teoria della didattica delle scienze alla base di questo progetto. Dalle teorie costruttiviste in psicologia prendiamo la visione dell'apprendimento come una ricostruzione piuttosto che come una trasmissione di conoscenze. Successivamente estendiamo il concetto dei materiali manipolativi nell'idea che l'apprendimento è più efficiente quando è parte di un'attività come la costruzione di un prodotto significativo". A giudizio di Papert, dunque, l'apprendimento è un processo di costruzione di rappresentazioni più o meno corrette e funzionali del mondo con cui si interagisce. Rispetto al costruttivismo, il costruzionismo introduce il concetto di artefatti cognitivi, ovvero oggetti e dispositivi che facilitano lo sviluppo di specifici apprendimenti. Il costruzionismo sostiene che l'apprendimento avviene in modo più efficiente se chi apprende è coinvolto nella produzione di oggetti tangibili. In questo senso questo approccio è connesso all'apprendimento esperienziale e ad alcune teorie di Jean Piaget. Secondo il costruzionismo, quindi, se esso viene correttamente interpretato e applicato, la

questione fondamentale dalla quale non si può prescindere per trattare la questione della natura e dell'efficacia dei processi di insegnamento e apprendimento è quella del rapporto tra **processi cognitivi e artefatti cognitivi**.

Ciò significa, concretamente, che per rendere realmente efficace l'introduzione delle LIM e dei devices nell'attività scolastica occorre, in primo luogo, riflettere sulle tecnologie di fronte alle quali oggi ci troviamo e con le quali dobbiamo necessariamente fare i conti. Esse non sono soltanto un mondo di macchine, di attrezzi e congegni meccanici, di apparati fisici (l'*hardware*), o un insieme di regole, di programmi, di codici e di algoritmi necessari per far funzionare le macchine (il *software*), ma anche e soprattutto strumenti di costruzione di competenze e di socializzazione e organizzazione (il cosiddetto *brainware* o *knoware*).

Intese in questa accezione le tecnologie hanno un duplice scopo:

- a) quello di sostenere e potenziare i processi percettivi e cognitivi soprattutto per quel che riguarda le modalità di elaborazione e di selezione dell'informazione in base a un criterio di pertinenza e le procedure per «estrarre» nuova informazione da quella già disponibile;
- b) quello di semplificare e rendere più trasparenti e controllabili le relazioni all'interno di un determinato contesto sociale e, soprattutto, di attivare legami tra le sue componenti che consentano a esse di scambiarsi informazioni, comunicazioni e conoscenze, di lavorare e decidere insieme, di gestire in termini unitari processi che una volta erano possibili solo in sistemi che disponessero dell'unità di luogo, di controllo e di tempo.

Il costruzionismo prende marcatamente le distanze da ogni forma di «concezione salvifica» della tecnica e delle tecnostutture improntata a un neo-determinismo tecnologico e basata sull'illusione che le nuove tecnologie configurino da sole servizi, processi, organizzazione, lavoro, culture.

Parliamo di illusione in quanto le tecnologie, vecchie o nuove che siano, non sono un sostituto dell'attività di gestione dei sistemi sociali da parte dell'intelligenza umana e della capacità di quest'ultima di governarne la transizione da un assetto corrente a una modalità organizzativa desiderata e migliore, ma una loro componente, che è in grado di sviluppare la propria forza solo se viene accompagnata e sorretta da interventi di natura sociale e culturale.

I tre aspetti e stadi della tecnologia indicati sono interdipendenti, si determinano e si influenzano reciprocamente, le loro relazioni sono circolari (e non lineari o gerarchiche): ciascuno di essi è ugualmente importante e necessario.

3. Il «supporto materiale» della conoscenza

Torniamo a questo punto alla questione del supporto materiale del funzionamento di qualsiasi dispositivo intelligente, si tratti di una macchina o di un organismo naturale. Proprio il mancato riferimento al risultato che abbiamo conseguito attraverso l'analisi del concetto di macchina universale e astratta di Turing e a tutto ciò che esso implica costituisce una delle cause, e certamente non la più trascurabile, dei problemi e delle difficoltà in cui si trova spesso a essere impantanata l'attività formativa.

Per affrontare questo problema partiamo da un'analisi preliminare del concetto di informazione. La scelta di questo punto di partenza è giustificata dal fatto che quando si parla di processi d'insegnamento e apprendimento generalmente ci si riferisce a "dati", "contenuti", "nozioni", "conoscenze" e via enumerando. Credo si possa essere d'accordo nello stabilire che la base comune e imprescindibile di tutti i termini elencati, e dei concetti che stanno dietro di essi, sia costituita dall'idea di *informazione*, che viene poi via via sviluppata ed arricchita in vario modo e a seconda delle differenti esigenze e, soprattutto,

inserita nell'ambito di organizzazioni e sistemi specifici. L'informazione è dunque la *condizione necessaria, anche se non sufficiente*, perché ci possa essere trasmissione (e acquisizione) di conoscenza. Ora è importante ricordare che si può parlare di informazione contenuta in un sistema di qualsiasi tipo quando l'azione di questo su altri sistemi è determinata in maniera essenziale non dalla mera *quantità o natura* dei suoi elementi, ma dalla loro *disposizione*, cioè *dall'insieme delle operazioni e relazioni interne*, cioè da quello che, tecnicamente, in logica si chiama "struttura". Si parla poi di trasmissione di informazione quando la riproduzione di una struttura dà luogo a repliche contenenti la stessa informazione. Entrambi i fenomeni, com'è noto, sono essenziali per la conoscenza ma anche per la vita.

Detto diversamente e in modo più informale e accessibile: si parla di informazione se in *macrostrutture* simili sono riconoscibili *microstrutture* differenti. La chiave della mia automobile è tanto simile alla tua che potremmo facilmente confonderle. La mia, però, apre la portiera della mia vettura, la tua no. Non è quindi fuori luogo dire che nella microstruttura di questa chiave è contenuta un'informazione che non c'è nella tua e che viene trasmessa alla serratura, consentendoci di aprirla. C'è un ulteriore aspetto dell'informazione che va sottolineato: perché ci si possa riferire a essa e se ne possa disporre è decisiva la stabilità del supporto materiale in cui l'informazione è contenuta. Gas e liquidi non possono essere portatori di informazione, quindi neppure di vita.

Sulla base di queste premesse iniziali è possibile tradurre tutto ciò che abbiamo appreso parlando della macchina universale e astratta di Turing in un discorso riguardante l'istruzione? Non solo è possibile, ma è assolutamente necessario. La traduzione in questione comporta, in primo luogo, la *padronanza* della "teoria del ragionamento", vero e proprio crocevia di discipline in parte di antichissima tradizione, in parte originate da stimoli provenienti dalla società odierna (la logica, la teoria dell'argomentazione, il *critical thinking*, la riflessione sulle strategie comunicative e persuasive nella politica, nella pubblicità e nel marketing). Questa padronanza è alla base dell'elasticità di pensiero e di capacità più sofisticate e complesse, quali quelle di *problem solving*, di *inquadramento corretto di un problema* e di individuazione degli strumenti e risorse necessari per affrontarlo e risolverlo, di *project management*, di *auto-programmazione*.

Cerchiamo di capire qual è l'elemento di passaggio dall'ambito della macchina a quello dell'intelligenza naturale. Nel campo delle teorie della mente il principio della stabilità di un supporto informativo e dell'importanza della sua struttura si traduce nell'inesorabile "volatilità" delle conoscenze, delle nozioni, dei dati, delle informazioni che non siano adeguatamente supportati dal riferimento costante a solide competenze di base relative alla «cassetta degli attrezzi» fondamentali di cui ciascuno deve poter disporre per poter pensare. Gli strumenti per pensare sono fondamentali e indispensabili e sono, come tutti sappiamo da tempo, l'analisi, l'astrazione, la deduzione, l'induzione e l'analogia. L'insegnamento di queste competenze deve trovare un proprio spazio interdisciplinare all'interno del curriculum in un'area apposita ed esplicitamente finalizzata all'obiettivo che bisogna raggiungere. L'altro strumento da cui non si può prescindere è la capacità di pensare per modelli. Tutte le discipline scientifiche e umanistiche pensano per modelli, il modello è per definizione la rappresentazione artificiale e semplificata del dominio a cui si riferisce. Grazie a questo strumento un problema qualsiasi del mondo reale viene trasferito dall'universo che gli è proprio in un altro habitat in cui può essere analizzato più convenientemente e risolto indi ricondotto al suo ambito originario previa interpretazione dei risultati ottenuti. Il modello, come sappiamo, non esprime necessariamente l'intima e reale essenza del problema (la realtà è spesso così complessa da non lasciarsi rappresentare in modo esaustivo, ma deve fornirne una sintesi utile ed efficace. Inoltre il modello va non solo costruito, ma anche controllato passo passo e poi validato. Quindi pensare per modelli comporta anche l'acquisizione delle metodologie e delle procedure

attraverso le quali si controlla e si valida il modello medesimo. Un'altra componente fondamentale è la simulazione, la quale non è altro che la trasposizione in termini logico matematici procedurali di un modello concettuale della realtà. Essa costituisce uno strumento sperimentale molto potente e sta acquisendo un'importanza tale all'interno della ricerca scientifica da indurre ormai ad affermare che quest'ultima non poggia più su due gambe soltanto, cioè il calcolo da una parte e la sperimentazione dall'altra, ma anche su una terza gamba, costituita, appunto, dalla simulazione. Se questo è vero per la ricerca scientifica non si capisce perché nella scuola ci debba essere ancora chi ha paura della simulazione e delle tecnologie che permettono di produrla e svilupparla.

Tutto ciò che è stato detto a proposito dell'informazione vale infatti, e a maggior ragione, se viene riferito alla conoscenza. Anche quest'ultima ha bisogno di un «supporto materiale», senza il quale le cognizioni acquisite rischiano di risultare volatili e di disperdersi, e che non può identificarsi con le cognizioni medesime alle quali esso deve fornire lo scheletro di sostegno. Questo supporto deve essere costituito e via via sviluppato nel tempo, curandone la crescita e incrementandone la solidità. Resta da capire quale ne siano il nucleo essenziale e le componenti imprescindibili: a individuarli ci aiuta il fatto che l'attività più frequente che siamo chiamati a svolgere, che ne siamo o no consapevoli, è il *ragionamento*, di cui facciamo un uso essenziale, esplicito o implicito che sia, quando dobbiamo risolvere problemi di qualunque natura, si tratti di problemi pratici relativi a decisioni che influenzano in modo significativo la nostra vita oppure di problemi teorici che hanno a che vedere con la nostra conoscenza del mondo fisico e sociale. Per questo coltivare le capacità intellettuali richieste per inquadrare correttamente e risolvere un problema, per argomentare la soluzione individuata e sostenerla contro tutte le obiezioni che possono essere rivolte nei riguardi di essa non è una virtù per una ristretta *élite* di pensatori, bensì una necessità per tutti coloro che non vogliono rinunciare a esercitare un controllo critico sulle decisioni importanti che li riguardano. Si tratta, inoltre, di un imperativo morale per quanti – giudici, politici, amministratori, manager – si trovino nella scomoda posizione di dover prendere decisioni importanti che riguardano *gli altri*. Così, il possesso e il controllo critico della “cassetta degli attrezzi” di cui si serve e si giova la nostra mente per ragionare e la sua diffusione capillare, in modo da renderla *accessibile a tutti*, è essenzialmente una *questione di democrazia*, anzi *la* questione fondamentale della democrazia, in quanto investe la possibilità dei cittadini di comprendere e controllare i processi decisionali dai quali dipende il loro benessere e la loro stessa vita.

Che cosa debba essere contenuto nella cassetta suddetta ce lo dicono saperi in parte di antichissima tradizione, in parte originati da stimoli provenienti dalla società odierna (la logica, la teoria dell'argomentazione, il *critical thinking*, la riflessione sulle strategie comunicative e persuasive nella politica, nella pubblicità e nel marketing). Le competenze di base e gli strumenti di cui occorre disporre per acquisire la necessaria elasticità di pensiero e capacità più sofisticate e complesse, quali quelle di *problem solving*, di *inquadramento corretto di un problema* e di individuazione dei mezzi e delle risorse necessari per affrontarlo e risolverlo, e poi quelle di *project management* e di *auto-programmazione* sono, come tutti sappiamo e non certo da oggi, l'analisi, l'astrazione, la deduzione, l'induzione, l'abduzione e l'analogia. L'insegnamento di queste competenze deve trovare un proprio spazio interdisciplinare all'interno del curriculum in un'area apposita ed esplicitamente finalizzata all'obiettivo che bisogna raggiungere. L'altro strumento da cui non si può prescindere è la capacità di pensare per modelli. Tutte le discipline scientifiche e umanistiche pensano per modelli, il modello è per definizione la rappresentazione artificiale e semplificata del dominio a cui si riferisce. Grazie a questo strumento un problema qualsiasi del mondo reale viene trasferito dall'universo che gli è proprio in un altro habitat in cui può essere analizzato più convenientemente e risolto indi ricondotto al suo ambito originario previa interpretazione dei risultati ottenuti. Il

modello, come è ben noto, non esprime necessariamente l'intima e reale essenza del problema (la realtà è spesso così complessa da non lasciarsi rappresentare in modo esaustivo, ma deve fornirne una sintesi utile ed efficace. Inoltre il modello va non solo costruito, ma anche controllato passo passo e poi validato. Quindi pensare per modelli comporta anche l'acquisizione delle metodologie e delle procedure attraverso le quali si controlla e si valida il modello medesimo. Un'altra componente fondamentale è la simulazione, la quale non è altro che la trasposizione in termini logico matematici procedurali di un modello concettuale della realtà. Essa costituisce uno strumento sperimentale molto potente e sta acquisendo un'importanza tale all'interno della ricerca scientifica da indurre ormai ad affermare che quest'ultima non poggia più su due gambe soltanto, cioè il calcolo da una parte e la sperimentazione dall'altra, ma anche su una terza gamba, costituita, appunto, dalla simulazione. Se questo è vero per la ricerca scientifica non si capisce perché nella scuola e nella formazione professionale ci debba essere ancora chi ha paura della simulazione e delle tecnologie che permettono di produrla e svilupparla.

Inoltre, una volta acquisita la comprensione profonda, e non apparente e puramente superficiale, dei fenomeni e dei processi, che sono oggetto dei processi d'insegnamento e di apprendimento, occorre sapere *comunicare* in modo appropriato e convincente ciò che si è appreso e capito, occorre saper *argomentare* in modo rigoroso e corretto le ragioni della propria opzione a favore di certe modalità e tipologie esplicative piuttosto che di altre, occorre saper ribattere alle argomentazioni altrui, individuando, eventualmente, i punti deboli, le falle o i "trucchi" riscontrabili in esse.

Lo scheletro, il supporto materiale, la struttura solida alla quale vanno riferite le conoscenze apprese per potere essere assimilate e "incorporate" e diventare, oltre che oggetto del nostro sapere, anche strumenti per una migliore comprensione dell'apparato cognitivo, della rete di concetti e dei linguaggi di cui ci serviamo per porci in una relazione efficace con la realtà in cui siamo immersi possono ritenersi, a questo punto, identificati. Si tratta del complesso degli strumenti che ci possono mettere in condizione di:

- **ricercare, selezionare informazioni** in un contesto oramai di iper-informazione, che spesso esibisce congiuntamente i caratteri dell'incompletezza e della ridondanza, e che soprattutto è sovente intrinsecamente acritico;
- identificare e perseguire **obiettivi e percorsi di soluzione** secondo strategie differenziate (es. la migliore in termini di tempo, di qualità o di risorse investite);
- saper **comunicare, esprimersi, ascoltare**;
- sapersi **confrontare con gli altri** mediante la creazione progressiva di sfondi condivisi²;
- essere in grado di **costruire, condividere e rappresentare artefatti mentali** sia nella dimensione cognitiva che in quella emotiva³
- **affermare o confutare tesi** attraverso logiche, schemi concettuali e sistemi valutativi condivisi;

² La creazione di uno sfondo condiviso comporta la convergenza e l'accordo (implicito o esplicito) su **paradigmi** (schemi di riferimento, fattori sensibili, presupposti, criteri di valutazione), sul **linguaggio** (termini, schemi, tempi e ritmi dialettici), **valori e priorità valoriali** (es. coerenza vs dignità vs disponibilità vs rispetto altrui ecc.), e di conseguenza **valutazioni** (dati sensibili, percezione della realtà, scelte) e **azioni** (modelli comportamentali)

³ Con artefatti mentali vanno intesi in questo caso: **concetti** (definizioni, categorie, classificazioni, mappe, schemi, strutture gerarchiche e relazionali, modellizzazione, astrazione e contestualizzazione), **osservazioni** (selezione e sistematizzazione di dati e informazioni) **esplorazioni** (declinazioni, estensioni, metafore, creazione di analogie ecc.), **ragionamenti** (argomentazioni, spiegazioni, interpretazioni), **ambienti complessi** (sistemi di relazione, analisi, flussi e processi, retroazioni, simulazioni, correlazioni, analisi sintesi).

- **lavorare in gruppo** sapendo accettare idee altrui, prendere decisioni condivise, assumere e rispettare impegni;
- essere capaci di gestire, indirizzare e valorizzare **creatività ed emozioni**;
- saper **operativizzare** e tradurre in azioni, idee e intenzioni tenendo conto di tempi, risorse, opportunità, criticità.

L'importanza e l'attualità di questo modo di intendere i processi di acquisizione e crescita delle conoscenze sono confermati anche dallo sviluppo, nell'ambito della logica formale, di teorie sistemiche per sistemi multiagente - formalmente dei sistemi multimodali, che possono incorporare anche una dimensione temporale - le quali prevedono la possibilità, da parte di ciascun agente, di ragionare sulle proprie conoscenze e su quelle altrui, e permettono l'identificazione di conoscenze distribuite (*distributed knowledge*) o condivise da un gruppo di agenti (*common knowledge*)⁴ e di conoscenze tacite o implicite (*tacit knowledge*), frutto dell'organizzazione e del tipo di legami che si sviluppano all'interno di essa. Queste ultime, in particolare, e cioè le conoscenze tacite, sono proprietà attribuibili al sistema e alla sua organizzazione nel suo complesso, che emergono dunque nell'ambito di esso e non sono possedute da nessun elemento individualmente considerato. Alla base dell'autorganizzazione di un sistema qualunque stanno pertanto *strutture emergenti* che sono il risultato del suo comportamento collettivo e nascono all'interno di esso, come prodotto della sua dinamica intrinseca.

L'orientamento verso una concezione dei processi di insegnamento finalizzata alla costruzione e allo sviluppo di questo "supporto materiale" delle conoscenze esige un duplice presupposto:

- il riferimento a una progettazione didattica che si connoti come operazione aperta, disponibile all'attivazione di percorsi multipli tra loro interagenti, arricchiti da momenti di riflessione individuale e collettiva, pronta all'uso dello studio dei casi, del *problem solving*, della simulazione e di tutte le strategie che fanno ricorso a problemi autentici, situati, ancorati in contesti concreti e che proprio per questo non hanno soluzioni univoche e predeterminate;
- una logica *verticale*, basata sul principio dello sviluppo nel tempo del nucleo di competenze di base che abbiamo identificato.

Come scriveva due anni prima della sua improvvisa scomparsa Marco Mondadori, iniziando il suo manuale di *Logica* del 1997, al quale per circa un decennio aveva dedicato buona parte delle sue energie, "Ragionare dobbiamo, e spesso. Di ragionamenti facciamo un uso essenziale ed esplicito quando dobbiamo risolvere problemi importanti, si tratti di problemi pratici relativi a decisioni che influenzano significativamente la nostra vita oppure di problemi teorici che hanno a che vedere con la nostra conoscenza del mondo fisico e sociale". In queste parole è racchiusa una elevata concezione non solo della logica e, più in generale, della filosofia, ma anche dell'insegnamento e della missione della scuola. Coltivare le capacità intellettuali richieste per inquadrare correttamente e risolvere un problema non è una virtù per una ristretta *élite* di pensatori, bensì una necessità per tutti coloro che non vogliono rinunciare a esercitare un controllo critico sulle decisioni importanti che li riguardano. Si tratta, inoltre, di un imperativo morale per quanti – giudici, politici, amministratori, manager – si trovino nella scomoda posizione di dover prendere decisioni importanti che riguardano *gli altri*. Così, il possesso e il controllo critico della "cassetta degli attrezzi" di cui si serve e si giova la nostra mente per ragionare e la sua diffusione capillare, in modo da renderla *accessibile a tutti*, è essenzialmente una

⁴ Questi sistemi multimodali sono stati introdotti nel volume di R. Fagin et alii, *Reasoning about Knowledge*, MIT, 1996, (in particolare c.f.r. il cap. 4).

questione di democrazia, in quanto investe la possibilità dei cittadini di comprendere e controllare i processi decisionali dai quali dipende il loro benessere e la loro stessa vita.

4. L'elaborazione dell'informazione: decostruzione e ricostruzione

Le definizioni correnti, che ormai costituiscono il punto di riferimento obbligato di qualsiasi approccio alla questione delle competenze, si prestano a una lettura riduttiva e possono generare equivoci e malintesi.

Il primo rischio in questo senso è costituito dall'idea che basti integrare le conoscenze con la «capacità di utilizzarle» per arrivare a maturare una competenza; il secondo dall'illusione che per avere processi formativi efficaci si possa procedere semplicemente “*per sommatoria*” o “*per aggiunta*”, accatastando l'uno sull'altro, in modo casuale e senza un disegno preciso e un progetto coerente, “pezzi” di formazione diversi; il terzo dal mancato riferimento alla distinzione tra i diversi livelli in cui si articola la padronanza dei concetti base di qualunque indirizzo di ricerca e di studio e alla relazione tra «sapere» e «capire».

Per evitare questi rischi è opportuno ricollegare il discorso relativo alle «competenze» a quello concernente gli «ambienti di apprendimento», che prende le mosse dai tratti distintivi e dagli effetti delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT), che sono caratterizzate sempre più dal processo di frammentazione dei «formati linguistici» tradizionali (testi, suoni, immagini) e della loro trascrizione in un codice di base fatto di lunghe catene di stringhe binarie (gli 0 e 1 dell'informazione digitalizzata) gestite non più attraverso apparati e strumenti diversi, ma con lo stesso apparecchio (il tablet o il cellulare, ad esempio).

Che tipo di informazioni “gira” sulle reti? Si tratta, com'è noto, di un'informazione digitale, risultato della rappresentazione in forma numerica, sulla base di una *codifica binaria* che la traduce in opportune serie di bit (contrazione dell'inglese *binary digit*, numero binario), di un testo qualunque, indipendentemente dal suo “formato” originale (sia, cioè, che si tratti di un brano in prosa, di una poesia, di un'immagine, di un pezzo musicale). Lasciando da parte le difficoltà pratiche e i limiti strutturali l'aspetto che ci interessa sottolineare è che si ottiene così un “oggetto” la cui componente preponderante e maggiormente significativa è quella immateriale, anche se è comunque presente, anche in questo caso, un supporto fisico sotto forma di trasduttore.

Le immagini, ad esempio, che sembrano intrinsecamente analogiche, in quanto in esse abbiamo a che fare con sfumature continue di colori, vengono “trattate” prima “sovrapponendo” ad esse una griglia fittissima di minuscole cellette, ciascuna delle quali sarà considerata come un punto dell'immagine, e poi rappresentando i puntini così ottenuti attraverso i numeri. A tal scopo viene utilizzata una tavola di corrispondenza, che mette in relazione numeri a colori diversi, o a sfumature diverse di colore. Così, se per ogni celletta decidiamo di spendere 8 bit potremo codificare $2^8 = 256$ colori diversi: se di bit ne possiamo spendere 16, avremo a disposizione $2^{16} = 65.536$ colori diversi, e così via. Con l'aumento della risoluzione e la crescita del numero dei colori codificati, il numero di bit necessario a rappresentare la nostra immagine sale ovviamente molto: ma questo di per sé non è un grosso problema, sia perché i bit sono sempre più economici, sia perché sono stati fatti molti progressi nelle tecniche di compressione, che sfruttano complessi algoritmi matematici, ad esempio considerando la diversa frequenza dei colori in un'immagine, per ridurre il numero dei bit necessari alla sua rappresentazione. Si è potuti così arrivare, nella rappresentazione di immagini fisse, a griglie talmente fitte, e alla codifica di una palette talmente ampia di colori, da rendere sostanzialmente indistinguibile all'occhio umano l'immagine (digitale) visualizzata attraverso il computer da quella (analogica) risultato di una fotografia tradizionale.

La “convergenza al digitale” realizza così una integrazione strettissima e totalmente inedita fra codici e linguaggi che eravamo abituati a considerare eterogenei e lontani: informazioni di tipo diverso vengono “scritte” attraverso lo stesso linguaggio di base (il linguaggio dei bit) e gestite attraverso lo stesso strumento di base (il computer).

La codifica binaria che, unitamente alla rappresentazione in forma numerica, costituisce l'elemento caratterizzante di questo linguaggio, costituisce un significativo elemento di convergenza tra le tecnologie dell'informazione e della comunicazione e le modalità di funzionamento dei nostri processi cerebrali. Via via che si comprendono meglio i meccanismi operanti nel corpo e nella mente diviene infatti sempre più evidente che la natura ha adottato da tempo alcuni accorgimenti tecnici che la nostra tecnologia più avanzata è andata scoprendo negli ultimi tempi. Concetti come quelli di codificazione digitale, di calcolo parallelo e distribuito, di schemi logici *fuzzy* e di nanotecnologia, che ci sono divenuti familiari da poco, appaiono giocare da sempre un ruolo fondamentale in moltissimi processi biologici. Come scrive Edoardo Boncinelli “anche in questa circostanza le conoscenze tecniche ci hanno aiutato a capire più a fondo i meccanismi biologici e questi hanno a loro volta messo in luce la convenienza e l'efficienza di certe scelte tecnologiche”⁵

Il fatto fondamentale di cui tener conto a questo proposito è che le attuali teorie del cervello sono legate da un elemento comune: l'idea che il fattore chiave del funzionamento dei processi cerebrali sia la formazione di *aggregati*, di coalizioni plasmate a molti livelli, tra molecole, cellule, gruppi di neuroni, singoli organismi e poi, a livello della mente, linguaggi, idee. Da questo punto di vista il problema principale di cui occuparsi diventa la spiegazione di come si formino questi aggregati e come essi assumano una forma durevole, in modo da diventare il più possibile stabili, dato che la stabilità e la durata rappresentano la prova più evidente del loro successo. Come notano Edelman e Tononi, “purtroppo, nella letteratura statistica, non esiste una definizione universalmente accettata di *aggregato*, anche se vi è in generale concordanza sul fatto che andrebbe definito nei termini di coesione interna e di isolamento dall'esterno”⁶; e comunque vi è un utile criterio intuitivo cui possiamo riferirci per cogliere e fissare il suo tratto distintivo fondamentale, e che possiamo chiamare “indice di aggregazione”, basato sulla seguente caratterizzazione: “Un sottoinsieme di elementi che interagiscono con forza tra loro e debolmente con il resto del sistema e che non si possono a loro volta scomporre in componenti indipendenti o quasi indipendenti”⁷.

La formazione di aggregati così definiti, a sua volta, pone il problema del chiarimento delle modalità e dei processi attraverso i quali si formano ed evolvono organizzazioni sempre più complesse attraverso la cooperazione di componenti più semplici. Un punto sul quale si registra un'ampia convergenza a proposito di tali processi è che sistemi di complessità paragonabile a quella del cervello non possono essere progettati: possono soltanto *evolversi*. Si dà, cioè, sempre più “per scontato che il cervello, dopo essersi originato nel corso dell'evoluzione naturale –che ha stabilito i vincoli dei valori e le strutture principali– operi per selezione somatica. Invece di essere guidato da un insieme di *procedure efficaci*, è governato da un gruppo di *strutture efficaci*, le cui dinamiche consentono alle sue attività correlate di originarsi per selezione, piuttosto che mediante le regole della logica (...). E' la selezione –naturale e somatica– che ha dato origine al linguaggio e alla metafora, ed è sempre la selezione, e non la logica, che soggiace al riconoscimento di strutture e al pensiero metaforico (...). Questa consapevolezza non implica, naturalmente,

⁵ E. Boncinelli, *L'anima della tecnica*, Rizzoli, Milano, 2006, p. 84.

⁶ G. Edelman- G. Tononi, *Un universo di coscienza*, Einaudi, Torino, 2000, p. 142.

⁷ *Ivi*, p. 146.

che la selezione possa sostituirsi alla logica, né tanto meno nega l'enorme forza delle operazioni logiche"⁸.

Edelman, com'è noto, ha proposto una spiegazione di come, all'interno del cervello, si formino e si stabilizzino aggregati sempre più complessi, basata su principi selettivi che, del cervello medesimo, considerano l'evoluzione, lo sviluppo, la struttura e la funzione. Questa spiegazione, basata sulla teoria della selezione dei gruppi neuronali (TSGN), o darwinismo neurale, si fonda sui seguenti tre principi:

a) la *selezione nello sviluppo embrionale*, che concerne soprattutto le cellule nervose e i loro prolungamenti e che determina la formazione di un *repertorio primario*, cioè di reti anatomiche, diverse da individuo a individuo, basate sugli schemi di interconnessione nei gruppi di neuroni e fra di loro;

b) la *selezione in base all'esperienza*, un secondo processo selettivo postnatale, determinato dall'esperienza, che rafforza o indebolisce popolazioni di sinapsi e porta alla formazione di vari circuiti, un *repertorio secondario* di gruppi di neuroni, costituito da schemi funzionali di valore adattativo. In questa fase le differenze individuali, già presenti, a livello morfologico, nel repertorio primario vengono ulteriormente amplificate, in quanto le esperienze comportamentali di ciascun individuo sono uniche;

c) la *selezione sotto forma di "mapping rientrante"*. Ecco la definizione che ne fornisce lo stesso Edelman: "Questa è forse l'ipotesi più importante proposta dalla teoria, in quanto sta alla base del modo in cui le aree cerebrali che emergono nel corso dell'evoluzione si coordinano tra loro per dare luogo a nuove funzioni.

Per espletare tali funzioni, i repertori primari e secondari devono formare mappe; queste sono collegate da connessioni a parallelismo massiccio e operanti nei due sensi [...] La segnalazione rientrante avviene lungo queste connessioni: ciò significa che, quando vengono selezionati alcuni gruppi di neuroni di una mappa, possono essere selezionati contemporaneamente altri gruppi di neuroni appartenenti ad altre mappe, diverse ma connesse alla prima dal meccanismo di rientro. Grazie alla segnalazione rientrante e al rafforzamento - in un certo intervallo di tempo- delle interconnessioni tra mappe, si ottengono quindi la correlazione e il coordinamento tra questi eventi di selezione"⁹.

Questo coordinamento selettivo dei complessi schemi di interconnessione tra gruppi di neuroni, operato dal rientro, assicura, in primo luogo, la coerenza dell'intero sistema rispetto al suo stato momentaneo; in secondo luogo, in quanto integra i risultati non predeterminati dell'attività di parti differenti del sistema (cioè delle diverse mappe e sottomappe in cui esso si articola) rappresenta il principale meccanismo "costruttivo" di cui l'organismo è dotato e la base del suo comportamento. Unitamente alla memoria, esso costituisce dunque il principale anello di collegamento tra la fisiologia e la psicologia.

Per spiegare come avvenga questo collegamento, ovviamente, il rientro deve riuscire a rendere conto della categorizzazione percettiva. Abbiamo visto come, a giudizio di Edelman, ciò che chiamiamo "realtà esterna" o "ambiente" sia, in effetti, un semplice sfondo molteplice e indistinto di stimoli, suscettibile di essere ripartito nelle più diverse forme. La percezione si applica, di conseguenza, a oggetti ed eventi, originariamente non "etichettati", "ritagliati" da questo sfondo e agisce associando i segnali provenienti da molteplici mappe connesse mediante rientro al comportamento sensomotorio del sistema vivente. Ciò si realizza in una struttura di ordine superiore, chiamata *mapping globale*, che è "una struttura dinamica composta di mappe locali (sia motorie sia sensoriali) connesse da rientro multiplo e in grado di interagire con porzioni del cervello non organizzate a mappe -tra queste vi sono parti di strutture specializzate come l'ippocampo, i gangli basali

⁸ *Ivi*, pp. 158-159.

⁹ G. Edelman, *Bright Air, Brilliant Fire. On the Matter of the Mind*, Basic Books, New York, 1992, trad. it., *Sulla materia della mente*, Adelphi, Milano, 1993, pp. 136-137.

e il cervelletto. Un mapping globale permette di collegare gli eventi selettivi che hanno luogo nelle sue mappe *locali* con il comportamento motorio dell'animale, con nuovi campionamenti sensoriali del mondo esterno e con altri, successivi, eventi prodotti dal rientro.

Un siffatto mapping globale garantisce la creazione di un ciclo dinamico che mette continuamente in corrispondenza i gesti e la postura di un animale con il campionamento indipendente di vari tipi di segnali sensibili. La selezione di gruppi di neuroni all'interno delle mappe locali di un mapping globale conduce, quindi, a specifiche risposte categoriali [...] L'attività sensomotoria sull'intero mapping globale *seleziona* i gruppi di neuroni che forniscono l'uscita o il comportamento adeguati, da cui consegue la categorizzazione. In tali sistemi le decisioni si basano sulla statistica delle correlazioni tra i segnali"¹⁰.

Abbiamo dunque un processo, nell'ambito del quale dal mondo esterno provengono al sistema segnali che vengono decodificati da gruppi di neuroni più "adatti", che da quel momento si associano tra loro in una rete nervosa in grado di trattenere la memoria di quello stimolo-evento e di riconoscerlo in futuro. Come risposta a questo stimolo evento diverse sorgenti di segnali d'uscita portano al movimento, il che, a sua volta, "retroagisce" sul sistema, in maniera non predefinita, e proprio per questo differente da un semplice meccanismo di controllo a *feedback*, alterando il modo in cui i segnali sensoriali vengono recepiti.

Quello che Edelman ipotizza è quindi un processo di trasformazione di evento in memoria innescato dall'azione del primo su una particolare popolazione di neuroni "selezionati" da quella specifica esperienza nell'ambito del ricchissimo repertorio di neuroni disponibili. "I mappaggi globali sono il substrato necessario per correlare categorizzazione e memoria (...). In un mappaggio globale, variazioni a lungo termine della forza sinaptica favoriranno la mutua attività rientrante di quei gruppi la cui attività è stata correlata attraverso mappe differenti nel corso di comportamenti passati. Quando, ad esempio, ci prepariamo ad afferrare un bicchiere, viene richiamato in memoria un intero insieme di circuiti differenti, già modificati da precedenti variazioni sinaptiche. Tali variazioni sinaptiche su ampie parti del mappaggio globale sono a fondamento della memoria, ma la memoria dei mappaggi globali non è un deposito di attributi prefissati e codificati da richiamare e da assemblare in una logica replicativa, come in un computer. La memoria è invece un processo di ricategorizzazione continua che, per sua natura deve essere procedurale e implica l'attività motoria continua, la quale determina la capacità di ripetere un esercizio: afferrare un bicchiere, nel nostro caso"¹¹.

La memoria è quindi qualcosa di complesso e multiforme, e proprio per questo si "disloca" a livelli differenti, in quanto ognuno dei suoi molteplici aspetti viene codificato da diversi gruppi o popolazioni di neuroni, in grado di interagire fra di loro per ricostruire, in seguito, l'esperienza nel suo insieme. Ed è altresì vero, viceversa, che uno stesso gruppo di neuroni può codificare aspetti simili di realtà diverse, per cui quella tra eventi e relative memorie non è per nulla (o, perlomeno, non è detto che sia) una relazione di corrispondenza biunivoca. Proprio per questo può succedere che memorie diverse condividano elementi comuni, che talora potrebbero sovrapporsi generando incertezze, confusione, oblio e via dicendo. E anche per questo un mapping globale è una struttura dinamica e instabile, che varia nel tempo e a seconda del comportamento: a causa di perturbazioni a diversi livelli, esso può ricombinarsi in maniera differente, disfarsi o essere sostituito da un altro. "Tutti i sistemi selettivi condividono una notevole proprietà, al tempo stesso unica ed essenziale per il loro funzionamento. In tali sistemi esistono di regola molti differenti modi, *non necessariamente identici in senso strutturale*, mediante i quali si può manifestare un segnale in uscita. Definiamo questa proprietà *degenerazione* (...). In

¹⁰ *Ivi*, pp. 141-143.

¹¹ G. Edelman- G. Tononi, *Un universo di coscienza*, cit., p. 115.

parole povere, la degenerazione si riflette nella capacità di componenti differenti per struttura di produrre risultati o segnali in uscita simili (...). La degenerazione non è solo un carattere utile dei sistemi selettivi, è anche una loro conseguenza inevitabile. La pressione selettiva dell'evoluzione agisce di regola sugli individui alla fine di una lunga serie di eventi complessi, che coinvolgono molti elementi interattivi in molteplici scale temporali e spaziali. E' improbabile che si possano assegnare con precisione funzioni ben definite a sottoinsiemi indipendenti di elementi, o processi, nelle reti biologiche¹². Se le cose stanno così, allora un ricordo non va identificato con un unico e specifico insieme di variazioni sinaptiche. Infatti, le particolari variazioni sinaptiche associate a un determinato segnale in uscita, e infine a un intero comportamento, cambiano ulteriormente nello svolgimento di quella prestazione. Quando un atto viene ripetuto ad essere evocata non è, dunque, una qualsivoglia sequenza specifica, ma una, o più, tra le varie *configurazioni neurali di risposta* adeguate a quel comportamento.

Alla luce di queste premesse è facile capire perché Edelman non possa che ritenere del tutto erronea qualsiasi concezione della memoria che la assimili a un contenitore, a un "archivio" di ricordi. Non solo non esiste l'archivio, ma neppure è corretto parlare di ricordi, in quanto al livello della memoria così concepita e intesa, che è una costante attività di ricategorizzazione delle risposte agli stimoli, il richiamo di una particolare risposta categoriale, che avviene sempre in situazioni continuamente mutevoli, non può che modificare "la struttura e la dinamica delle popolazioni neurali implicate nella categorizzazione originaria [...]. Un tale richiamo può dare origine a una *risposta* simile a una risposta data in precedenza (un 'ricordo'), ma in generale la risposta è modificata o arricchita dai mutamenti in corso"¹³.

Questo primo livello della memoria è integrato da un secondo, la memoria *a lungo termine*, legata a "mutamenti sinaptici *secondari*, che mettono in relazione fra loro alcuni degli stessi gruppi neuronali che erano implicati in una data memoria a breve termine"¹⁴.

La stabilità degli aggregati, che come si è visto è una delle loro condizioni di efficacia e di successo, acquista particolare rilievo e importanza nel caso degli stati di coscienza: infatti, anche se i loro contenuti sono soggetti a ininterrotti cambiamenti, questi ultimi debbono essere continui e coerenti a sufficienza da consentirci di riconoscere il mondo intorno a noi in forme di scene dotate di significato e di fare delle scelte e dei progetti. L'unità, la stabilità, la coerenza sono dunque tra le proprietà fondamentali della coscienza, proprietà che possono essere fatte confluire in una spiccata *integrazione*: accanto ad esse va presa in considerazione, come suo ulteriore e imprescindibile carattere generale, l'*informatività*, cioè la possibilità di estrarre, in una frazione di secondo, ogni stato di coscienza da un repertorio di miliardi e miliardi di possibili stati alternativi, ognuno con differenti effetti sul comportamento. A uno stato caratterizzato da questi tratti distintivi deve essere sotteso un gruppo di neuroni che faccia parte di "un aggregato funzionale distribuito che, attraverso interazioni rientranti nel sistema talamocorticale, attua un'integrazione elevata nell'arco di centinaia di millisecondi; Per fondare l'esperienza cosciente è essenziale che tale aggregato funzionale sia notevolmente differenziato, come indicano valori elevati di complessità"¹⁵. Questo aggregato viene chiamato da Edelman e Tononi "nucleo dinamico" proprio per sottolineare al contempo l'integrazione e la composizione che muta costantemente. "Un nucleo dinamico è perciò un processo e non una cosa o un luogo, ed è definito mediante interazioni neurali, piuttosto che attraverso la localizzazione specifica, gli schemi di connessione o le attività neurali. Anche se avrà un'estensione spaziale, un nucleo dinamico è in linea di massima spazialmente distribuito, oltreché mutevole per

¹² *Ibidem*, pp. 103-104.

¹³ G. Edelman, *Il presente ricordato*, Rizzoli, Milano, 1991, pp. 138-138.

¹⁴ *Ibidem*.

¹⁵ G. Edelman-G. Tononi, *Un universo di coscienza*, cit., p. 171.

composizione. Non può dunque essere localizzato in una singola area cerebrale (...). La nostra ipotesi, evidenziando il ruolo delle interazioni funzionali tra gruppi distribuiti di neuroni piuttosto che le loro proprietà locali, considera che lo stesso gruppo di neuroni possa a volte far parte del nucleo dinamico e fondare l'esperienza cosciente, ma in tempi diversi esserne escluso ed essere perciò coinvolto in processi non coscienti. Inoltre, poiché far parte del nucleo dinamico dipende da rapide oscillazioni delle connessioni funzionali tra gruppi di neuroni piuttosto che dalla loro contiguità anatomica, la sua composizione trascende i confini anatomici tradizionali"¹⁶.

Possiamo riassumere quanto detto concentrando l'attenzione sul fatto che il funzionamento del cervello si basa sui «frame», che sono reti neurali associative. Il «framing» è il processo con cui si selezionano e sottolineano alcuni aspetti di eventi o temi, e si stabiliscono fra loro connessioni in modo tale da promuovere una particolare interpretazione, valutazione e/o soluzione. Anche la memoria funziona così. Nel nostro cervello c'è una regione altamente specializzata preposta a ricordare tutte le emozioni, certamente anche per ragioni evolucionistiche. I nostri antenati incapaci di ricordare il primo attacco di un predatore non sarebbero sopravvissuti a quello seguente.

La memoria di un evento è la conservazione di un ricordo in una catena di cellule nervose, ma esiste una memoria del colore, una del suono, una dell'immagine e così via, tutte separate tra loro. Lo stesso ricordo viene scomposto in diversi frammenti eppure sono tutte unite dall'associazione di migliaia di cellule che si accendono e si spengono in una coordinazione non sempre identica.

Le memorie olfattive sono tra le più forti che abbiamo, un profumo può evocare immagini ed emozioni inaspettate e far persino venire nuove idee.

Siamo così di fronte a uno scenario nel quale assistiamo di continuo, e sempre di più, alla sostituzione delle modalità tradizionali di organizzazione dell'informazione e della conoscenza con strutture alternative, nelle quali si accentua, e di molto, l'aspetto della «decostruzione» fino a elementi di base il più possibile neutri rispetto ai diversi formati linguistici, e della successiva «ricostruzione» guidata da specifiche finalità. Il che significa che i tratti distintivi che caratterizzano i differenti domini e contesti sono dati dalle strutture e dalle forme di organizzazione dei contenuti, e non dagli «atomi» che li compongono. Per quanto riguarda i processi di apprendimento, è evidente che una situazione di questo genere ne facilita enormemente e ne stimola la personalizzazione, data la modularità e la flessibilità che la caratterizza.

5. La funzione degli ambienti di apprendimento

Il concetto di «decostruzione» costituisce, com'è noto, il cardine della riflessione filosofica di Jacques Derrida. Il termine si presenta come una ripresa della nozione di *Destruktion* o di *Abbau* che Heidegger aveva introdotto ottant'anni prima in riferimento alla storia della metafisica allo scopo di «desedimentare» concetti ereditati, e diventati ormai inerti, per restituirli al loro significato attuale e vivente. Rispetto a questa accezione originaria Derrida sottolinea il fatto che non si può «decostruire» senza pensare a una ricostruzione alternativa, che proponga l'inserimento di ciò che risulta dall'operazione di decomposizione all'interno di un diverso tessuto di relazioni, per cui questa attività acquista pieno significato soltanto nel momento in cui ne viene evidenziato l'implicito carattere relazionale, che presuppone il rinvio a uno specifico contesto nel quale ricollocare i frammenti ottenuti. È proprio questo aspetto a neutralizzare il rischio della dispersione e della mancanza di sistematicità al quale sembra, a prima vista, esposto il riferimento a una struttura atomica della conoscenza, con i pericoli che sembrerebbero

¹⁶ *Ivi*, pp. 171-172.

conseguirne di «caos informazionale», di perdita di riferimento al contesto, di resa al «puntiforme».

Nei processi d'insegnamento questo differimento e rinvio si manifestano e concretizzano, come si è anticipato, attraverso la funzione degli «ambienti di apprendimento», che è proprio quella di fornire un «tessuto relazionale» all'interno del quale inserire gli atomi della conoscenza. È importante sottolineare che alla costruzione di questi ambienti è bene pervenire attraverso passaggi graduali, nei quali assumono grande rilievo le cosiddette «ontologie di dominio». Si tratta di forme organizzative che rappresentano e modellano la conoscenza del contesto, ad esempio disciplinare o tematico, in relazione al quale e in funzione del quale sono costruite. Sono l'anello ideale di congiunzione e mediazione tra gli atomi di base e gli ambienti di apprendimento in quanto, come i primi, sono scritte in un linguaggio neutro, attraverso una elaborazione incrociata del corpus degli argomenti da trattare (programmi ministeriali, manuali, libri di test o ecc.). Questa neutralità è fondamentale in quanto facilita la massima capacità di ricerca dei contenuti attraverso parole chiavi universali. I contenuti semanticamente annotati rispetto alle ontologie possono così essere reperiti attraverso un motore di *information retrieval* semantico, e possono essere proposti all'utente secondo formule di riaggregazioni «tagliate» sulle sue esigenze specifiche.

Sulla base fornita da queste ontologie, che consentono di razionalizzare e organizzare i percorsi di ricerca dei dati e delle informazioni, rispettandone la varietà e la molteplicità, si può passare alla costruzione del vero e proprio «ambiente di apprendimento», che, prendendo le mosse da un'esplicitazione chiara delle domanda e dei problemi ai quali si sta cercando di fornire una risposta, mette a disposizione gli strumenti cognitivi e operativi necessari per inquadrare al meglio e risolvere i problemi medesimi sul piano individuale e su quello collettivo della collaborazione tra soggetti diversi.

L'affermarsi di questa concezione dei processi di insegnamento, fortemente incardinata sugli ambienti di apprendimento, esige il riferimento a una *progettazione didattica* che si connota come operazione aperta, disponibile all'attivazione di percorsi multipli tra loro interagenti, arricchiti da momenti di riflessione individuale e collettiva, pronta all'uso dello studio dei casi, del *problem solving*, della simulazione e di tutte le strategie che fanno ricorso a problemi autentici, situati, ancorati in contesti concreti e che proprio per questo non hanno soluzioni univoche e predeterminate. L'idea di fondo è che debbano essere lo stesso ambiente d'apprendimento reso disponibile, la stessa struttura dei materiali offerti e delle attività didattiche promosse, a innescare un processo conoscitivo rilevante per il soggetto che apprende, la cui esperienza si deve basare su di un processo di ristrutturazione continua e flessibile della conoscenza preesistente in funzione dei bisogni posti, di volta in volta, dalle nuove situazioni formative.

Questa funzione imprescindibile degli «ambienti d'apprendimento» fornisce argomenti decisivi a sostegno dell'analisi che ha portato Kenneth Keniston, direttore del "Program in Science, Technology and Society" al Massachusetts Institute of Technology, a parlare di crisi ormai irreversibile di quello che egli chiama "l'algoritmo degli ingegneri", cioè quel metodo di soluzione dei problemi che si trova nel cuore stesso dell'ingegneria, e quindi di un certo modo di considerare la tecnologia. L'idea fondamentale, che sta alla base di questo paradigma, "è quella che il mondo esterno possa essere definito come una serie di problemi, ognuno dei quali può essere risolto grazie all'applicazione di teoremi scientifici e di principi matematici. Attorno a questo primo principio si raggruppano una serie di idee, che ne formano il corollario.

Il primo principio implica una divisione metafisica del mondo in due regni. Il primo costituisce il regno dei 'problemi' che possono essere 'risolti'. Naturalmente noi sappiamo che nella vita umana non ogni difficoltà si può definire 'problema' in questi termini. Vi è quindi un secondo regno –definito in vari modi come 'il resto della vita', i 'valori' o la

‘società’- che non può essere definito secondo i parametri dei ‘problemi’ e che quindi non ha rilevanza per l’ingegnere in quanto tale. Per quanto riguarda i ‘problemi’ degni del lavoro dell’ingegnere, si tratta in generale di questioni di natura complessa, Ciò significa che devono essere suddivisi- o analizzati suddividendoli- in componenti e problemi parziali più semplici, ognuno dei quali può essere risolto separatamente, applicando principi scientifici e idee matematiche. Risolvendo correttamente tutti i problemi parziali e integrando quindi fra loro le soluzioni parziali, l’ingegnere arriva alla soluzione di problemi più vasti e complessi”¹⁷.

Questo algoritmo è entrato in crisi anche perché la tecnologia ha consentito di ampliare a dismisura il campo di osservazione e di intervento dell’analisi scientifica, e di conseguenza ha dilatato lo spettro dei problemi e dei sistemi dei quali ci si può occupare, venendone in qualche modo a capo, includendo in essi anche scenari su scala globale, quali l’interazione fra oceani, terra ed atmosfera, al fine di predire in termini accurati variazioni climatiche dovute all’effetto serra, o quelli in cui operano agenti che non possono prendere decisioni indipendentemente uno dall’altro, e che tendono a massimizzare obiettivi con risorse limitate. Ebbene nell’una e nell’altra situazione a fornire risposte non può più essere l’ingegnere solista, che viene infatti sostituito da un team coordinato e interattivo di specialisti, che lavorano sul progetto di un componente, o sulla soluzione di una parte, che si inseriscono in un sistema articolato e ben più complesso. “Come conseguenza di tutto ciò si è verificato un altro cambiamento: a mano a mano che i sistemi tecnologici diventano più complessi e i loro componenti più strettamente correlati, il problema della ricerca dell’equilibrio fra fattori incommensurabili, che era un tempo marginale per l’ingegneria, si sposta al centro. Nella progettazione di un aeroplano moderno, il progettista deve prendere in considerazione la sicurezza rispetto alla velocità, rispetto all’affidabilità, rispetto ai costi, rispetto alla capacità, con un occhio anche alla riproducibilità, all’accettazione da parte del mercato e ai piani dei concorrenti esteri. Certamente ognuno di questi fattori, di per sé, potrebbe essere trasformato in un ‘problema’ risolvibile con un algoritmo ingegneristico. Tuttavia nulla nell’algoritmo consente all’ingegnere di trovare un equilibrio tra fattori diversi irrinunciabili, e che non possono essere rapportati tra loro secondo un unico parametro. Perfino l’analisi costi-rischi-benefici, che costituisce un tentativo di estendere l’algoritmo ingegneristico a situazioni decisionali complesse, quantizzando variabili qualitative e finanziarie, finisce con il crollare quando si trova a dover massimizzare simultaneamente sia mele che arance”¹⁸.

Questo collasso, proprio perché segnala ed evidenzia la necessità, ormai imprescindibile, di far convergere su un unico, grande problema, oggetto di analisi e di intervento progettuale, più punti di vista, anche diversi e persino eterogenei tra loro, *provoca la crisi anche di un modello della ricerca e della formazione, basato sul presupposto che si possa lavorare per aggiunta o per complicazione, infittendo i percorsi che riguardano l’una e l’altra.*

Ecco perché sta emergendo e si sta affermando con sempre maggiore decisione la tendenza a considerare inadeguato qualsiasi modello della formazione, basato sul presupposto che si possa procedere “*per sommatoria*”, appunto, accatastando l’uno sull’altro, in modo casuale e senza un disegno preciso e un progetto coerente, “pezzi” di formazione diversi. Occorre invece procedere con una *politica sottile di intersezione, di incastro*, organizzando e mettendo in pratica processi formativi basati sul confronto tra prospettive diverse e sperimentando strategie di interazione complesse. Se il corpo delle

¹⁷ K. Keniston, “La crisi dell’algoritmo degli ingegneri”, in *Istituzioni, mappe cognitive e culture del progetto tra ingegneria e scienze umane*, a cura di G. Gemelli e F. Squazzoni, ‘NEHS/Nessi’, Baskerville, 2003, p. 301.

¹⁸ *Ivi*, pp. 306-307.

conoscenze da assimilarsi attraverso il processo d'apprendimento deve essere un *sistema* inteso in questo senso, cioè come una totalità organizzata in funzione degli obiettivi da raggiungere, è evidente che l'interdisciplinarietà e la transdisciplinarietà non possono più essere considerate delle semplici soluzioni opzionali. Esse costituiscono invece, a tutti gli effetti, vincoli e obblighi ai quali i processi d'insegnamento non possono più sottrarsi, pena la loro inefficacia.

L'idea che sta emergendo e che si sta affermando sempre più con l'orientamento verso una didattica basata sugli ambienti di apprendimento è strettamente correlata alla convinzione che un processo di acquisizione e di radicamento delle conoscenze e delle competenze, per essere efficace e produttivo, debba essere fatto rientrare in modo progettato all'interno di uno specifico *contesto*. Non a caso nei piani di studio provinciali del I ciclo di istruzione della provincia di Trento troviamo la seguente osservazione: "Lo stesso format delle prove PISA e INVALSI (dal 2009) evidenzia una struttura basata sulla proposta di contesti e situazioni come punto di partenza per la messa in modo di azioni fisiche e mentali per la soluzione di problemi (cognitivi) che i saperi e le aree di apprendimento scolastico contribuiscono a sviluppare. Un format spesso adottato nelle buone pratiche e nei manuali d'insegnamento che non siano nozionistici ed esecutivi".

L'importanza di questo riferimento al contesto può essere pienamente compresa richiamando la serie di esperimenti ideati e sviluppati dagli psicologi israeliani Amos N Tversky e Daniel Kahneman vincitore, insieme a Vernon Smith del Premio Nobel per l'economia nel 2002 «per avere integrato risultati della ricerca psicologica nella scienza economica, specialmente in merito al giudizio umano e alla teoria delle decisioni in condizioni d'incertezza», allo scopo di spiegare quello che gli autori hanno definito come "effetto framing". Si tratta di messaggi, ovvero di contenuti informativi e conoscitivi, i quali, pur avendo lo stesso significato e il medesimo contenuto di verità, hanno un diverso impatto sui processi di giudizio e di decisione solo per il fatto di venire presentati (incorniciati) in modo differente. Il termine inglese «framing» deriva da frame che tradotto letteralmente significa cornice, o intelaiatura: con l'espressione «effetto framing» si fa dunque riferimento all'impatto del frame, ovvero della forma data alle informazioni e della cornice in cui vengono inserite, sull'interpretazione che ne viene data e sulla reazione che provocano. Esemplicativo in proposito è l'esperimento noto come "Problema della Malattia Asiatica" (*Asian Disease Problem*), formulato nel modo seguente:

"Gli Stati Uniti si preparano ad affrontare una nuova malattia proveniente dall'Asia che risulta essere particolarmente contagiosa. Sono a rischio le vite di seicento persone".

Tversky e Kahneman hanno selezionato due gruppi di candidati, tutti medici esperti, a cui sono stati prospettati due programmi alternativi ciascuno. Al primo gruppo è stato proposto quanto segue:

Programma A: 200 persone si salvano Programma B: 1/3 di probabilità di salvare tutti, 2/3 di probabilità di non salvare nessuno

I programmi alternativi per il secondo gruppo erano invece i seguenti:

Programma C: 400 persone muoiono Programma D: 1/3 di probabilità che nessuno muoia, 2/3 di probabilità che muoiano tutti

Da un punto di vista oggettivo i programmi A e B sono del tutto equivalenti ai programmi C e D, eppure le risposte dei candidati sono state profondamente diverse. Nel primo

gruppo è stato scelto il programma A nel 72% dei casi e il programma B nel restante 28%; nel secondo gruppo la scelta prioritaria (78%) è caduta sul programma D mentre il programma C è stato preferito solo nel restante 22% dei casi.

Se questa è l'incidenza delle modalità di presentazione delle informazioni e della conoscenze sugli esperti si può facilmente immaginare quale impatto questo fattore abbia su menti meno attrezzate e preparate. È per questo che parlare, nei processi di insegnamento, di conoscenze come qualcosa di incondizionato, che vale di per sé, in un modo che prescinde da altri fattori, e che richiede una cura specifica solo per quanto riguarda i meccanismi della loro trasmissione, è parziale e fuorviante. Si tratta invece di contenuti che, per diventare fruibili nel modo migliore da parte dei destinatari devono essere convenientemente *ambientati e situati*.

Una volta posta in questi termini, la questione diventa quella di stabilire se l'aula, tradizionalmente concepita, sia l'ambiente più adatto nel quale situare *oggi* i processi d'insegnamento e d'apprendimento. Dare una risposta positiva a questa domanda significherebbe, curiosamente, azzerrare la storia per quanto riguarda l'evoluzione dei processi suddetti, ritenendo che quanto serviva per i giovani di decine d'anni fa possa valere, senza mutamenti di sorta, anche per le generazioni attuali. Non voglio qui, di proposito, fare riferimento a tutta la corposa pubblicistica relativa ai «nativi digitali». Intendo porre una domanda molto più semplice e diretta, che consiste nel chiedersi se (ed eventualmente perché) la scuola debba rimanere estranea alla tendenza che si afferma ormai ovunque, negli uffici ma anche nella casa, a *potenziare* lo spazio fisico di cui si dispone e nel quale si opera. Che cosa vuol dire "potenziare la realtà o aumentarla, come si preferisce dire"? Significa "riprogettarla", creando ambienti ibridi naturali/artificiali che riescano a rispondere a nostri specifici bisogni meglio di quelli usuali. Lo fanno i ricercatori e i professionisti, ad esempio i medici, per i quali, per riferirci a uno specifico caso concreto, i laboratori di bioingegneria dell'università di Auckland hanno messo a punto un nuovo strumento sperimentale che analizza le immagini del cuore prese con la risonanza magnetica, le trasforma in una specie di film e le confronta con le immagini di un "cuore virtuale" dal funzionamento perfetto. Questo strumento di "realtà aumentata" appunto, è oggi a disposizione del Policlinico di Auckland: esso consente di mettere a confronto dinamicamente i film dei 'due' cuori mentre battono: il cuore del paziente (malato), da una parte, e il cuore virtuale (perfetto) dall'altra. Ed effettua un'analisi comparativa". In questo modo, per il cardiologo, è più facile capire quale sia la parte del cuore del paziente che si muove in modo anomalo (tipicamente associato, ad esempio, al parziale blocco di una valvola) e intervenire di conseguenza.

Lo facciamo però, ed è questo che conta, tutti noi, nella nostra vita quotidiana, quando, sostituiamo alla normale scrivania "piana" di lavoro una scrivania virtuale tridimensionale, che grazie al computer e alla rete ci mette in condizione di disporre di un ambiente spaziale più ricco e in grado, per questo, di offrire molti vantaggi sotto il profilo della capacità di memoria per l'archiviazione e il recupero dei nostri documenti. Si tratta di un «aumento» che possiamo descrivere immaginando di partire dalla scrivania reale e dagli oggetti che normalmente si trovano sul suo piano d'appoggio, o all'interno dei suoi cassetti, e di sottoporli a un processo di "ciberizzazione", tale da far assumere loro caratteristiche e comportamenti virtuali in grado di trasformarli in più efficaci supporti alla nostra normale attività. Operando in questo modo si procede a integrare senza strappi la realtà artificiale e virtuale in quella fisica e a calarla nel contesto tradizionale in cui le persone vivono e operano, facendone una parte di questo contesto, in grado di interagire costantemente con esso.

Lo facciamo, ripetiamolo perché giova farlo, ormai abitualmente nelle nostre case e nei nostri uffici, senza traumi, strappi e rigetti di sorta: perché, allora, dovremmo rifiutarci di farlo anche a scuola, sottoponendo le aule al medesimo processo virtuoso ed efficace di

potenziamento, in modo da trasformarle in appositi spazi misti, naturali, culturali e artificiali, progettati per *ambientare* in modo appropriato i processi di insegnamento e di apprendimento? Se ci poniamo in questa prospettiva, che non mi sembra né rivoluzionaria né traumatica, la lavagna interattiva multimediale cessa di apparire un semplice sostituto solo un po' più sofisticato e pretenzioso della vecchia lavagna d'ardesia, la cui introduzione parrebbe motivata solo dal desiderio compulsivo di innovare a tutti i costi, per diventare quello che realmente dovrebbe essere, e cioè non un semplice «contenuto» tra i tanti (cattedra, banchi, sedie che fanno parte dell'arredo del «contenitore» aula scolastica), bensì, a sua volta, un contenitore di una quantità praticamente illimitata di nuovi ambienti virtuali che «potenziano» gli spazi fisici e interagiscono con essi come in un intrigante gioco di specchi. Il risultato di questo potenziamento, di questo «gioco di specchi» tra contenitore e contenuto e della dilatazione enorme che ne scaturisce, è, appunto, ciò che chiamiamo «ambienti d'apprendimento».

L'impossibilità, per la scuola, di prescindere dalla presenza, sempre più marcata, delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione e la concomitante esigenza di personalizzazione dei processi d'apprendimento comportano, per il docente, la costruzione di ambienti ad hoc (gli «ambienti d'apprendimento», appunto) e un più spiccato orientamento verso il processo di organizzazione della conoscenza. Ne scaturisce un «rovesciamento di prospettiva» dei processi d'insegnamento, caratterizzato dalla «decostruzione» del tradizionale impianto disciplinare, e dalla successiva «ricostruzione» del tessuto relazionale tra le nozioni e i concetti, in conformità a obiettivi selezionati sulla base del progetto didattico da attuare.

Gli artefatti messi a disposizione e resi disponibili dalle tecnologie dell'informazione e della comunicazione sono stratificazioni più o meno complesse in cui il sistema finale è composto da sottosistemi, ciascuno dei quali è a sua volta composto da sottosistemi di livello più basso e così via fino ai componenti di base. Le tecnologie dell'informazione e della comunicazione realizzano questo modello nel modo più compiuto e complesso. Dal silicio in su, fino alle applicazioni (Word, Excell, Facebook, suoni e immagini) ci sono parecchi strati. Ad ogni strato si aggiungono non solo nuovi oggetti (Hardware), ma anche nuovi programmi (Software) per gestirli e renderli "intelligenti". Così l'informatica è il più complesso e flessibile sistema tecnologico mai esistito.

Solo i componenti di base (ad esempio i circuiti logici) sono inventati, progettati e prodotti sulla base di principi fisici. Ma nella creazione di sistemi il progettista e l'utente debbono operare una sorta di «*assemblaggio*» e, a partire dalle funzioni dei dispositivi di livello inferiore, che sono più o meno gli stessi a disposizione di tutti, debbono creare un oggetto di cui essi definiscono la struttura e il significato. LE metafore del LEGO o del Meccano aiutano a capire quello che succede.

La similarità tra questo tipo di procedimento e le modalità di selezione sotto forma di "*mapping rientrante*", illustrate da Edelman, e il funzionamento della memoria ci fa comprendere in che senso il costruzionismo parli della possibilità concreta di una "nuova alleanza" tra metodologia didattica e tecnologia, nella quale gli artefatti intervengono come elementi e supporti di potenziamento dei processi percettivi e cognitivi e di innalzamento della loro qualità ed efficacia.

6. Condivisione della conoscenza e apprendimento collettivo

A questo aspetto del costruzionismo se ne può aggiungere uno ulteriore, basato sul crescente credito acquisito dall'idea della conoscenza come il risultato di un processo di costruzione collettivo, sociale. Ne consegue che l'unica forma di apprendimento efficace è la partecipazione a tale processo e che *la conoscenza cresce tanto meglio e tanto più, quanto più la si condivide*. Si ha, pertanto, una sempre maggiore incidenza della

condivisione, e quindi della comunicazione, sullo stesso processo di sviluppo della conoscenza. La possibilità, ormai disponibile a un livello che non ha precedenti nella storia, che un numero di persone straordinariamente elevato (e che tende ad aumentare sempre più) ha di comunicare, interagire e collaborare su scala planetaria sta determinando il passaggio dal “pensare in modo verticale”, che significa chiedersi chi controlla un certo sistema e come si sviluppa, al “pensare in modo orizzontale”, per il quale prioritaria non è la questione del controllo e della gestione, ma la possibilità di connettere nel modo migliore e più efficace i nodi di una rete in modo da riuscire a ricavare il massimo di informazioni da tutte le fonti insieme.

Questo ci fa capire sempre più e sempre meglio che la disuguaglianza tra i popoli, come quella tra gli individui, è sinonimo di spreco creativo, come evidenziano del resto i risultati ormai convergenti di svariate ricerche, le quali mostrano che ad alti tassi di disuguaglianza corrisponde un ritardo, non un’accelerazione, anche nella crescita economica, e non soltanto nel progresso sociale.

Questa nuova immagine della conoscenza, che si sta sempre più affermando, è anche il risultato dell’impatto delle tecnologie dell’informazione e della comunicazione (ICT) le quali stanno imponendo sempre più, attraverso il modello della rete, la diffusione di un paradigma, quello dell’*intelligenza distribuita*, di cui Internet rappresenta la «materializzazione». Essa infatti è il risultato della cooperazione spontanea, non guidata da nessuna «cabina di regia», di componenti locali, anche piccole, che danno luogo, attraverso la loro interconnessione, a un sistema intelligente, la cui potenza ed efficacia cresce in relazione alla quantità dei messaggi scambiati e delle interazioni che si sviluppano all’interno di esso.

Ne è scaturito un modo di concepire e intendere l’intelligenza caratterizzato non più dal riferimento privilegiato a un unico soggetto, o a più soggetti contraddistinti dal fatto di vedere le cose a partire da un unico punto di vista e di assumere, di conseguenza, le medesime ipotesi iniziali e premesse, bensì a più agenti, che operano concorrentemente, costituiti da sistemi concettuali aperti. Gli studi relativi a questi aspetti sono stati condotti, in particolare, all’interno del Santa Fe Institute, in New Mexico, che promuove aggregazioni transdisciplinari finalizzate allo studio dei sistemi complessi. A farne un’analisi approfondita è stato soprattutto il biologo teorico Stuart Kauffman, uno dei fondatori di questo istituto, insieme a George Cowan, David Pines, Stirling Colgate, Murray Gell-Mann, Nick Metropolis, Herb Anderson, Peter A. Carruthers e Richard Slansky. I risultati ai quali sono pervenuti questi ricercatori hanno contribuito, assieme ad altre acquisizioni concomitanti, a mettere radicalmente in discussione una concezione della mente e dell’intelligenza centralizzata o unificata per proporre una, radicalmente alternativa, secondo la quale l’intero sistema assomiglia piuttosto a un *patchwork* di reti altamente cooperative, non omogenee e distribuite, assemblate da una complicata storia di bricolage che ne fa non un’entità unitaria, ma piuttosto una collezione di processi eterogenea, che può ovviamente essere considerata a più di un livello. Si ha così un sistema caratterizzato da una forma di *intelligenza distribuita* che Derrick De Kerckhove, allievo ed erede culturale di Marshall McLuhan, ha chiamato “intelligenza connettiva”¹⁹. L’intelligenza connettiva è, secondo la definizione che egli ne fornisce, una forma di connessione e collaborazione tra soggetti individuali e collettivi diversi che è il risultato di uno scambio dialogico. L’aspetto caratterizzante di questa modalità di pensiero, che la distingue dalle tipologie che rientrano all’interno di quella che può essere chiamata “intelligenza collettiva” è che, a differenza di quanto generalmente avviene in quest’ultima, all’interno dell’intelligenza connettiva ogni singolo individuo o gruppo mantiene la propria

¹⁹ De Kerckhove ha sviluppato questa tematica soprattutto nelle opere *Connected intelligence*, del 1997, e *The architecture of intelligence*, pubblicato nel 2000.

specifica identità pur nell'ambito di una struttura molto articolata ed estesa di connessioni. Siamo dunque di fronte a un processo di *esteriorizzazione dell'intelligenza*, che diventa un processo supportato e disvelato dalla rete.

Quella connettiva è dunque una forma di intelligenza, determinata dalle relazioni dei singoli agenti, che produce apprendimento o innovazione, migliorando le competenze e le prestazioni non solo del sistema nel suo complesso, ma anche dei singoli che ne fanno parte. Proprio per questo la società digitale, come ha rilevato Granieri (2005), diversamente da tutte le altre grandi epoche della storia, non nasce dall'intuizione, dalla volontà o dall'azione di pochi, ma dalla collaborazione di milioni di persone. In questo scenario oggi si aprono prospettive di cui è difficile precedere gli effetti futuri. Quando si parla, come si è appena fatto, di "intelligenza connettiva" o "distribuita" non ci si sta, di conseguenza, riferendo a concetti astratti, ma a processi concreti, che sono in corso, di cui sono ormai visibili le manifestazioni e gli effetti, che non a caso sono diventati oggetto di studio di ricercatori, che si stanno adoperando per comprenderne i meccanismi e descriverne le logiche. In questo scenario le possibilità che si aprono per quanto riguarda lo sviluppo e la diffusione generalizzata dei processi di apprendimento sono ormai tali da trovare limiti solo nella capacità progettuale. Tutto questo è ben noto, oggetto di innumerevoli analisi a diversi livelli di profondità. Quello di cui si parla meno, e che è invece della massima importanza e degno del più alto interesse, è quali sono le conseguenze e le implicazioni di questi sviluppi sul modo di intendere, di organizzare e di impostare i processi d'insegnamento e di apprendimento.

Appare ormai ineludibile in proposito l'esigenza di prendere in considerazione, oltre al tradizionale apprendimento individuale, anche i processi di apprendimento di gruppo e di apprendimento collettivo e connettivo, concentrando in particolare l'attenzione sui diversi tipi di competenza che si possono sviluppare utilizzando in modo appropriato tutte queste tipologie di processo. Se l'apprendimento individuale appare funzionale alla crescita e all'innalzamento del livello della riflessione, della concentrazione, dell'espressione, della rappresentazione, quello di gruppo risulta particolarmente adatto al potenziamento della dialettica, della capacità argomentativa e comunicativa, della visione multipla e a partire da più punti di vista, della percezione dell'importanza della costruzione di uno sfondo condiviso di obiettivi e valori. L'apprendimento connettivo, infine, si affina con la partecipazione (consapevole e critica) ai new e social media (facebook, twitter e consimili) e alla vita degli ambienti in rete e delle relative comunità virtuali.

7. L'intelligenza multipla: cognizione ed emozione

C'è un ultimo aspetto che ritengo necessario trattare. Si tratta di risultati che hanno evidenziato i limiti e i rischi di un insegnamento incardinato sulla sola dimensione cognitiva, e mostrato quanto la mente sia profondamente «incorporata», incardinata nel nostro corpo. Ne scaturisce un *sincronismo* tra agire, pensare e parlare che mette in crisi l'idea classica di un processo di elaborazione delle informazioni sensoriali in entrata che, sviluppandosi in modo lineare, si conclude con la produzione di un'uscita motoria, di un'azione. Quest'ultima, invece, non è l'esito finale e la meccanica dell'esecuzione del processo percettivo, ma è parte integrante di questo processo e inscindibile dallo stimolo sensoriale, in quanto contenuta in esso. Su questi risultati si fonda una fisiologia dell'azione che conferisce inedita dignità teorica alle operazioni concrete, alla manipolazione, come aveva genialmente intuito ed espresso con efficacia Giacomo Leopardi in un passo dello *Zibaldone* che giova per questo riportare per intero: "La materia pensante si considera come un paradosso. Si parte dalla persuasione della sua impossibilità, e per questo molti grandi spiriti, come Bayle, nella considerazione di questo

problema, non hanno saputo determinar la loro mente a quello che si chiama, e che per lo innanzi era lor sempre paruto, un'assurdità enorme. Diversamente andrebbe la cosa, se il filosofo considerasse come un paradosso, che la materia non pensi; se partisse dal principio, che il negare alla materia la facoltà di pensare, è una sottigliezza della filosofia. Or così appunto dovrebbe esser disposto l'animo degli uomini verso questo problema. Che la materia pensi, è un fatto. Un fatto, perché noi pensiamo; e noi non sappiamo, non conosciamo di essere, non possiamo conoscere, concepire, altro che materia. Un fatto perché noi veggiamo che le modificazioni del pensiero dipendono totalmente dalle sensazioni, dallo stato del nostro fisico; che l'animo nostro corrisponde in tutto alle varietà ed alle variazioni del nostro corpo. Un fatto, perché noi *sentiamo corporalmente il pensiero*: ciascun di noi sente che il pensiero non è nel suo braccio, nella sua gamba; sente che egli pensa con una parte materiale di sé, cioè col suo cervello, come egli sente di vedere co' suoi occhi, di toccare colle sue mani. Se la questione dunque si riguardasse, come si dovrebbe, da questo lato; cioè che chi nega il pensiero alla materia nega un fatto, contrasta all'evidenza, sostiene per lo meno uno stravagante paradosso; che chi crede la materia pensante, non solo non avanza nulla di strano, di ricercato, di recondito, ma avanza una cosa ovvia, avanza quello che è dettato dalla natura, la proposizione più naturale e più ovvia che possa esservi in questa materia; forse le conclusioni degli uomini su tal punto sarebbero diverse da quel che sono, e i profondi filosofi spiritualisti di questo e de' passati tempi, avrebbero ritrovato e ritroverebbero assai minor difficoltà ed assurdità nel materialismo”²⁰ (Firenze 18 Sett. 1827).

Altro che l'idea della competenza come somma di un prima, che è il sapere, e di un poi, che è il saper fare, della conoscenza a cui si aggiungono in seguito le abilità, propagandata dalla vulgata di cui sopra. Qui siamo di fronte a un «vedere con la mano» che considera la percezione un'implicita preparazione dell'organismo a rispondere e ad agire, che le conferisce, di conseguenza, il compito di *selezionare* le informazioni pertinenti ai fini del corretto inquadramento e della soluzione di un problema, e che attribuisce al sistema motorio un ruolo attivo e decisivo anche nella costituzione del significato degli oggetti. Da questo punto di vista l'obiettivo della formazione *integrale* della persona in quanto unità di corpo e mente, di cognizioni ed emozioni, di saperi e decisioni cessa di essere solo un appello retorico e acquista uno spessore e una concretezza per corrispondere ai quali l'insegnamento, tutto l'insegnamento, delle scienze umane, delle scienze della natura, come pure della matematica dovrebbe preoccuparsi di costruire un ponte tra il sistema motorio, il linguaggio e il ragionamento, tra il corpo, le parole e i concetti. Partendo, ad esempio, come invitano a fare Dehaene, Lakoff e Nunez, Giuseppe Longo e tanti altri, dal senso come atto radicato in *gesti* antichissimi, e per questo solidissimi, quali il contare qualcosa, l'ordinare, l'orientazione della linea numerica mentale e la pluralità di pratiche a essi collegate, che non sembrano dipendere né dal sistema di scrittura, né dall'educazione matematica. A questi gesti il linguaggio e la scrittura hanno dato l'«oggettività dell'intersoggettività», la stabilità della notazione comune, fornendo le strutture portanti del ponte di cui si parlava, la cui importanza comincia a essere riconosciuta da tanti matematici, anche immersi o prossimi al formalismo, i quali, non a caso, ammettono i limiti di un approccio che, per essere perfettamente, meccanicamente rigoroso, ritiene di poter evitare ogni riferimento all'azione nello spazio e nel tempo.

È questo il nucleo non esoterico del concetto di competenza, che mette in crisi l'idea che la conoscenza si acquisisca mediante la pura e semplice trasmissione di strutture già definite e di significati già codificati nello spazio esterno e ci obbliga, per contro, a prestare la debita attenzione per un verso alle modalità di organizzazione del campo ricettivo

²⁰ G. Leopardi, *Zibaldone di pensieri*, in *Pensieri di varia filosofia e di bella letteratura*, Le Monnier, Firenze, 1921, p. 4288.

interno e ai processi di elaborazione dell'informazione frutto dell'attività del nostro cervello; per l'altro al problema fondamentale della connessione tra il mondo che abitiamo e in cui siamo immersi e l'universo interiore in tutta la sua ricchezza e articolazione.

Questo obiettivo della formazione *integrale* della persona in quanto unità di corpo e mente, di cognizioni ed emozioni mette in crisi quello che Antonio Damasio, in un'opera che ha giustamente avuto un'eco profonda, ha chiamato "l'errore di Cartesio"²¹, vale a dire quella separazione drastica fra emozione e intelletto che per secoli è stato un principio teorico e speculativo considerato inviolabile, nonché un criterio ispiratore della ricerca e della didattica. Oggi la realtà si sta rivelando profondamente diversa. In particolare le affascinanti indagini sul cervello attualmente in corso orientano in tutt'altra direzione. Alla base di questa diversa prospettiva vi è la riscoperta dell'importanza cruciale delle emozioni e dell'intelligenza emotiva da parte di scienziati pur distanti da una particolare attenzione nei confronti della psicologia e della filosofia. Edoardo Boncinelli, autore in costante contatto con gli studi più avanzati di neuroscienze, di cui è uno dei massimi esperti a livello internazionale, in uno dei suoi ultimi libri, intitolato significativamente *Mi ritorno in mente. Il corpo, le emozioni, la coscienza*²², scrive ad esempio: "... la percezione è sempre finalizzata all'azione, ma l'azione non ci può essere senza una motivazione o un'aspettativa positiva. La percezione e la mente cognitiva ci suggeriscono 'come' compiere un'azione; l'emotività ci dà una ragione per compierla e ci spinge a farlo. La cognizione e la ragione si comportano come gli argini di un fiume in piena, ma l'affettività è la gravità della sua massa d'acqua. Noi siamo prima di tutto il fiume e secondariamente gli argini, anche se la nostra evoluzione culturale ha teso a richiamare la nostra attenzione più su questi ultimi, non fosse altro perché le loro vicende si prestano meglio a essere raccontate e tramandate. Noi esseri umani abbiamo sviluppato molto il nostro lato cognitivo, arrivando a coltivare la ragione se non una razionalità spinta, ed è giusto che prendiamo tutto ciò molto sul serio. Occorre però ricordare che la ragione ci aiuta a vivere, ma non ci motiva a farlo. Nessuno di noi vive per motivi razionali bensì perché siamo... 'portati' a vivere..... e per vivere bisogna voler vivere.... E questo la mente computazionale e la ragione non lo possono garantire. Vale anche la pena di sottolineare che abbiamo individuato diverse aree cerebrali impegnate nella gestione dell'affettività, ma nessuna devoluta alla razionalità: è questo in sostanza il corpo estraneo» – e nuovo – presente in noi, non le emozioni".

In questo quadro si colloca come contributo cruciale la scoperta, nelle regioni frontali parietali inferiori del cervello del macaco, dei "neuroni specchio", chiamati così perché causano, nel sistema neurale di chi assiste a un determinato comportamento altrui, una reazione speculare a quella dell'azione osservata, con conseguente effetto di simulazione. Questa scoperta che risale all'inizio degli anni Novanta del secolo scorso e si deve a un'équipe dell'università di Parma, guidata da Giacomo Rizzolatti, fu seguita nel 1995 dal riscontro nel cervello dell'uomo di un meccanismo simile a quello trovato nelle scimmie. Utilizzando la stimolazione magnetica transcranica (TMS) la stessa équipe ebbe modo di constatare che la corteccia motoria umana è stimolata e agevolata dall'osservazione delle azioni e dei movimenti altrui. Questa constatazione è stata confermata sperimentalmente all'inizio di aprile 2010 da Marco Iacoboni, neuroscienziato dell'università della California a Los Angeles.

Questi risultati ci dicono dunque che l'osservazione di un oggetto determina l'attivazione del programma motorio che impiegheremmo se volessimo interagire con l'oggetto medesimo; che vedere un oggetto significa evocare automaticamente cosa faremmo con esso e infine che osservare un comportamento altrui vuol dire simulare l'azione potenziale corrispondente. Quest'ultima conclusione è di particolare importanza, in quanto costituisce

²¹ A. Damasio, *L'errore di Cartesio. Emozione, ragione e cervello umano*, Adelphi, Milano, 1995

²² E. Boncinelli, *Mi ritorno in mente. Il corpo, le emozioni, la coscienza*, Longanesi, Milano, 2010.

una precisa base sperimentale della teoria dell'empatia, definita come la capacità cognitiva di percepire in un contesto comune ciò che è sentito da un altro individuo e di entrare in risonanza con esso, in un rapporto correlativo di donazione di senso reciproco. Come ha scritto lo psichiatra e psicologo evolutivo Daniel Stern, sulla base di questa scoperta possiamo affermare che "i nostri sistemi nervosi sono costruiti per essere catturati dai sistemi nervosi degli altri, al punto tale che noi possiamo sentire e fare esperienza degli altri come se ci trovassimo all'interno della loro pelle e allo stesso modo che se fossimo all'interno della nostra stessa pelle"²³. Possiamo dunque comprendere il significato del comportamento altrui proprio perché il nostro cervello ha la possibilità e la capacità di creare dei modelli di questo comportamento nella stessa maniera immediata e automatica in cui si crea modelli del nostro. Il risultato finale di questo processo di modellizzazione ci mette nella condizione di comprendere e predire le conseguenze dell'agire altrui esattamente come ci consente di comprendere e predire il nostro comportamento. Il meccanismo alla base dei due processi di comprensione è il medesimo. Siamo dunque di fronte a un potente agente di coesione sociale, frutto della selezione naturale che l'ha consolidato come fattore rilevante di vantaggio competitivo, che però, ed è questo l'aspetto interessante, non ha soltanto una base biologica e materiale. Infatti recenti lavori del già citato Iacoboni, in collaborazione con altri autori, hanno dimostrato la presenza di differenze misurabili nell'attività dei neuroni specchio e dell'attivazione del meccanismo dell'empatia a seconda che i soggetti implicati abbiano, o no, la stessa cultura ed etnia. Di particolare rilievo, è la seguente affermazione contenuta in un articolo del 2007: "I nostri dati dimostrano che l'etnicità e la cultura interagiscono per incidere sull'attività del cervello, in modo specifico entro la rete dei neuroni specchio che interviene nella comunicazione e interazione sociale"²⁴.

Ciò significa che l'empatia e le sue conseguenze non sono processi strettamente biologici e meccanici, ma vengono invece filtrati dalla cultura e dalle sue tipologie e specificità, che determinano reazioni e percezioni distinte rispetto ai medesimi stimoli sensoriali. Quindi le affinità culturali ed emotive favoriscono e agevolano il processo di empatia e ne massimizzano l'efficacia; al contrario vi sono fattori che ne ostacolano l'attivazione, e tra essi rientrano soprattutto la cultura individualistica, la competitività, l'evasione e l'edonismo. L'empatia tende a inibirsi se l'altro è percepito come un rivale, come un competitore o se l'osservazione reciproca e l'interazione avviene in un contesto di disinteresse, disattenzione o di esibizione spettacolarizzata e priva di effettiva tensione emotiva dei propri sentimenti.

Questi risultati costituiscono un'ulteriore conferma di ciò che è stato detto questa mattina da Ivo Lizzola sulla funzione essenziale e insostituibile della scuola come "luogo comune": l'unica istituzione nella quale le generazioni (e oggi possiamo dire anche diverse forme di vita e differenti stili di pensiero e culture) si confrontano e dialogano. Questa potenzialità della scuola, è stato osservato giustamente dallo stesso Lizzola, viene utilizzata troppo poco, mentre invece, se messa a frutto con maggiore attenzione, potrebbe costituire un potente fattore di costruzione di quel tessuto empatico in grado di fungere da efficace rimedio contro l'attuale e sempre più allarmante fuga dalla cittadinanza e crisi del legame sociale.

²³ D. Stern, *The present moment in psychotherapy and everyday life*, W. W. Norton & Co, New York, 2004, p. 76 tr. it. *Il momento presente*, Raffaello Cortina, Milano, 2005).

²⁴ I. Molnar-Szackjas, A. Wu, F. Robles e M. Iacoboni "Do you see what I mean? Corticospinal Excitability During Observation of Culture Specific Gestures", 'PLoS One', 2, 7, 2007.