

Università della Calabria

**Dottorato di Ricerca in  
Psicologia della Programmazione ed Intelligenza Artificiale  
XX ciclo**

*Settore scientifico-disciplinare MAT/07*

**Tesi di Dottorato**

**La Ricerca Metodologica nell'insegnamento della  
Matematica nella scuola primaria:  
dalle Tecnologie Educative alla Pedagogia Buddhista**



Candidata

Dott.ssa Simona Paese

Tutor

Prof. Mauro Francaviglia

Coordinatrice

Prof.ssa Eleonora Bilotta

---

A.A. 2006 - 2007

## INDICE

### INTRODUZIONE

La competenze matematiche nella scuola dell'obbligo secondo l'indagine PISA  
Fattori che incidono sul rendimento scolastico

### METODICHE EDUCATIVE

#### CAPITOLO I

##### **Rassegna storica sulle teorie dell'insegnamento/apprendimento**

- 1.1. Comportamentismo
- 1.2. Cognitivismo
- 1.3. Costruttivismo
- 1.4. Tecnologie Educative
- 1.5. La teoria delle intelligenze multiple

#### CAPITOLO II

##### **La relazione mente-corpo in ambito educativo**

- 2.1. Dal corpo-oggetto al corpo-vissuto
- 2.2. Il ruolo del corpo nel processo di conoscenza
- 2.3. Il "Lerning by doing" e l'educazione socio-affettiva

#### CAPITOLO III

##### **Gli ostacoli dell'apprendimento**

- 3.1. Mente razionale e mente emotiva
- 3.2. La conoscenza in funzione di percezione e ricezione
- 3.3. L'equilibrio tra l'emittente ed il ricevente

#### CAPITOLO IV

##### **La genesi dell'apprendimento**

- 4.1. Gli oggetti transizionali
- 4.2. Le basi biologiche dell'apprendimento: i "Neuroni Specchio"

4.3. Verso nuovi modelli educativi

## **MATEMATICA, BAMBINI E MANDALA**

### CAPITOLO V

#### **La Pedagogia buddhista**

- 5.1. Che cos'è la pedagogia buddhista
- 5.2. La percezione del Sé
- 5.3. Gli Skhandha
- 5.4. Psicofisiologia e Psicologia della Meditazione
- 5.5. Un ipotesi metodologica

### CAPITOLO VI

#### **Il Mandala**

- 6.1. Teoria e pratica del mandala
- 6.2. Mandala aritmetici
- 6.3. Mandala costruiti attraverso il computer

### CONCLUSIONI

*A Maitreya,  
al mio Maestro ed alla mia Guida*

## **Introduzione**

Questo lavoro intende affrontare alcuni specifici aspetti relative al tema delle metodologie didattiche nell'ambito della scuola primaria, per l'insegnamento della Matematica. Si ritiene che l'apprendimento di tale disciplina mostri, infatti, particolari difficoltà nei bambini che in genere percepiscono la Matematica come una delle materie più ostiche. Tale difficoltà si traduce poi negli scarsi risultati raggiunti nelle competenze matematiche e nell'atteggiamento negativo, e spesso ansioso, con cui i bambini ed i ragazzi affrontano lo studio di tale materia. L'insegnamento della Matematica viene però qui inquadrato in un più ampio contesto che concerne l'analisi dei processi di apprendimento e di insegnamento facendo riferimento alle diverse teorie esistenti.

Il lavoro si interroga sulla natura dei processi di apprendimento, con lo scopo di individuare i fattori che ne facilitano e potenziano lo sviluppo. Particolare importanza verrà data al tema delle Tecnologie Educative. L'interessante dibattito apertosi con l'introduzione delle nuove Tecnologie nel mondo delle istituzioni educative si è spesso focalizzato sulla validità di tali strumenti in sé, cristallizzandosi in una scissione dicotomica. Ad un estremo, gli entusiasti sostenitori delle macchine, avvertono la necessità di aggiornare l'insegnamento ad un mondo che la tecnologia rende sempre più complesso ed in continua evoluzione. All'estremo opposto, eroici oppositori, individuano proprio nelle tecnologie il segno del degrado sociale ed individuale. Secondo questi ultimi, una forma di "tecnopatia" è responsabile di una crescente disumanizzazione della vita odierna. I benefici del progresso tecnologico sono annullati dall'aumento del disagio individuale, legato al senso di isolamento e di alienazione, e dall'angoscia sociale per le minacce generate dal progresso stesso (si pensi all'evoluzione del potenziale bellico o al rischio ecologico). Parallelamente alla crisi sociale ed individuale, emerge la crisi delle istituzioni scolastiche, da più versi segnalata, e che risulta quantificabile sia attraverso i dati sul fenomeno chiamato del disagio scolastico, sia attraverso le statistiche sul rendimento. Il punto di vista qui scelto è quello che, prescindendo da inutili condanne o idealizzazioni della tecnologia in sé, tenta di valutare i modi migliori per confrontarsi con essa, in primo luogo in ambito educativo. Questo

tentativo si basa sulla definizione di tecnologia come strumento, che non possiede in sé una valenza positiva o negativa, ma che assume un valore specifico in relazione al suo utilizzo. Pur ammettendo, dunque, il ruolo centrale delle tecnologie all'interno della scuola di oggi, si ritiene essenziale l'indagine sulla natura della cognizione e del soggetto conoscente, e sulle modalità attraverso cui l'apprendimento può essere migliorato. Si ritiene inoltre necessario, parafrasando le parole dell'epistemologo cileno F. Varela, *“avvicinare il mondo della scienza al mondo dell'esperienza”* (Varela, 1992). Nella scuola questo diventa assolutamente prioritario, sia per migliorare il bagaglio di conoscenze, che senza un legame con le esperienze quotidiane risulta essere del tutto inefficace, sia per promuovere, all'interno della scuola, una necessaria trasformazione delle condizioni attuali. La scuola passata mirava a fornire delle nozioni, cercando di impartire agli studenti quante più informazioni possibili su una realtà codificata attraverso definizioni pre-stabilite. Le moderne evoluzioni nel campo della Fisica e delle Scienze Cognitive ci costringono ad abbandonare l'idea di una realtà e di una mente oggettive, ed assieme ad essa, la concezione di una scuola basata sulla trasmissione verticale di verità assolute. Il nuovo modello educativo mira, o dovrebbe mirare, a sostenere lo studente nel suo individuale ed autonomo percorso di scoperta della realtà. Questo percorso parte dall'auto-osservazione e dalla affascinante scoperta dello stretto legame tra sé ed il mondo. La sfida della scuola odierna è quella di ritrovare la spontanea curiosità e creatività dei bambini, prima del loro primo indottrinamento, e riportare unità e coerenza nella loro esperienza. Se, come afferma con autorevolezza la scienza, non esiste distinzione tra mente e corpo, non c'è opposizione, ma legame circolare, tra mente e mondo, tra me e l'altro, allora tutto questo deve entrare nelle aule scolastiche. Questo obiettivo potrebbe essere attualizzato introducendo tecniche specifiche di auto-osservazione e di consapevolezza nei programmi scolastici. La più conosciuta e diffusa tecnica di auto-consapevolezza è la meditazione.

L'ultima parte della sessione teorica verrà dedicata all'analisi e alla definizione delle tecniche di meditazione sia attraverso i testi buddhisti, sia attraverso gli studi di Psicologia e Neurofisiologia della meditazione condotti in occidente a partire dagli anni settanta. Questi ultimi, utilizzando gli strumenti di visualizzazione

cerebrale e le tecnologie per la rilevazione dei correlati neurofisiologici degli stati di coscienza, hanno fornito la possibilità di stimare quantitativamente, gli effetti della meditazione. Recentemente una parte di questi studi si è orientata all'utilizzo di tale tecnica in campo educativo. La meditazione potrebbe, infatti, sia migliorare le capacità prettamente cognitive, quali l'attenzione, la concentrazione, la capacità logica; sia potenziare quelle abilità psicologiche che intervengono nel processo di apprendimento, quali il controllo dell'ansia, la determinazione, l'autostima, l'umore, ecc. La meditazione può inoltre supportare il processo di sviluppo dell'Io e del Sè, l'evoluzione dell'immagine corporea, il pensiero creativo e il senso di benessere, tutti elementi che seppur non riguardano esclusivamente i processi di apprendimento, li facilitano e li migliorano.

Nella seconda parte del lavoro viene sperimentato l'utilizzo del "Mandala" nell'insegnamento della Geometria Euclidea. Il Mandala è un diagramma simbolico, geometrico e dotato di una forte simmetria, descritto negli antichi testi buddhisti. Nella cultura indo-tibetana il Mandala è inteso come la raffigurazione simbolica dell'individuo e del Cosmo e viene utilizzato come strumento per la meditazione. In Occidente il padre della psicologia analitica C.G. Jung ne verificò la presenza in diverse culture e in diversi periodi storici a partire dal periodo paleolitico, definendolo un "*archetipo universale*". Secondo Jung il Mandala è prodotto spontaneamente dall'inconscio sia nei sogni sia nella veglia, ed emerge poiché provoca nella psiche una benefica e terapeutica funzione di integrazione. Date le sue caratteristiche geometriche e numeriche, le potenzialità come strumento per la meditazione e per l'integrazione psichica, il Mandala si configura come oggetto ideale nella didattica matematica e in particolare in quella per le scuole primarie.

L'ipotesi è che attraverso il gioco e il disegno con il Mandala vengano potenziate nei bambini le nozioni geometriche e matematiche già apprese e sviluppate verso un livello superiore.

Si vuole inoltre verificare la possibilità di proporre ai bambini concetti matematici e geometrici complessi attraverso il gioco e l'Arte, quali la simmetria e le sue proprietà, la relazione tra parte e tutto, il concetto di finito ed infinito matematico. Il

Mandala viene inoltre utilizzato in esercizi di visualizzazione che precedono la fase di disegno e di gioco, con l'obiettivo di migliorare l'attenzione, e la concentrazione nonché di predisporre il bambino al pensiero creativo, eliminando gli ostacoli psicologici all'apprendimento. Secondo le ipotesi teoriche sviluppate nel lavoro, il potenziamento della motivazione all'apprendimento e la cura del "setting educativo" permettono in primo luogo un miglioramento della qualità di vita nell'aula e, parallelamente un significativo aumento nel rendimento scolastico. Se, infatti, i modelli tradizionali di insegnamento hanno sempre scisso la funzione trasmissiva delle nozioni e delle abilità cognitive dal ruolo educativo, sicuramente privilegiando il primo sul secondo, il modello qui proposto di sistema formativo integrato vede come inseparabili queste due funzioni dell'istituzione scolastica. Si ritiene che anche in insegnamenti specifici, quali l'insegnamento della Matematica, per ottenere dei risultati soddisfacenti, le metodiche di insegnamento debbano tenere presente aspetti quali la motivazione ad apprendere, l'astrattezza o la concretezza dell'insegnamento, l'interesse e l'importanza che ha, ciò che viene insegnato, per l'alunno e per la sua vita di tutti i giorni. Altri fattori centrali sono le dinamiche relazionali e comunicative all'interno della scuola. Questi fattori sono importanti non solo per ciò che riguarda la crescita dello studente sul piano umano e per la sua evoluzione psichica, ma sono strettamente correlate anche al suo sviluppo cognitivo ed ai risultati nelle competenze in apprendimenti specifici, quali la Matematica.

### **Le competenze matematiche nella scuola dell'obbligo secondo l'indagine PISA**

Secondo il Prof. Angelo Guerraggio, dell'Università Bocconi di Milano, coordinatore del progetto Nazionale "*Matematica e Realtà*", la pressante richiesta di competenze matematiche nell'attuale società si scontra con la difficoltà di apprendimento di tale materia, difficoltà persino acuita negli ultimi anni. Gli studenti spesso avvertono un grave disagio nei confronti della matematica che sentono come astratta, lontana dai loro interessi e di nessuna utilità per la vita di tutti i giorni. Anche gli insegnanti, segnalano i coordinatori di questo progetto, mostrano numerose difficoltà nell'insegnamento di tale materia, confrontandosi con un sempre maggiore disinteresse degli studenti. Si può affermare che nel quadro



generale della crisi della scuola Italiana, l'insegnamento della Matematica costituisce uno dei punti più critici, così come è confermato dai dati di una delle più importanti indagini internazionali del mondo scolastico, l'indagine PISA 2003.

Il *Programm for International Student Assessment* è un'indagine internazionale promossa dall'OCSE<sup>1</sup> che ha l'intento di rilevare il livello di competenza degli studenti quindicenni negli ambiti di competenza di comprensione della Lettura, Matematica e Scienza. Tale progetto permette di valutare i risultati dei sistemi scolastici in termini di prestazioni degli studenti in un quadro di riferimento comune a livello internazionale. Lo scopo è quello di valutare, nei giovani studenti all'uscita della scuola dell'obbligo, quelle competenze ritenute essenziali per svolgere nella società un ruolo consapevole ed attivo e continuare ad apprendere per tutta la vita. Non vengono richiesti particolari contenuti curricolari, l'attenzione è piuttosto centrata sulla capacità degli studenti di utilizzare le conoscenze e le abilità apprese durante la scuola per la risoluzione di problemi che si incontrano nella vita quotidiana, e per continuare ad apprendere in una prospettiva dinamica di apprendimento (*lifelong learning*). L'indagine è stata condotta per la prima volta nel 2000, ed ha cadenza triennale. Attualmente è in corso la terza edizione. Ogni edizione approfondisce una delle tre aree di valutazione. Nella prima edizione l'indagine ha sviluppato maggiormente la valutazione sulla capacità di lettura, la seconda edizione, del 2003 è stata focalizzata sulle competenze matematiche, mentre è tuttora in corso la terza edizione, PISA 2006, sulle competenze scientifiche. Il campione è costituito, in ogni Paese, da almeno 5.000 studenti di quindici anni, estratti da almeno 150 scuole. In PISA 2000 sono stati coinvolti 265.000 studenti di 32 Paesi, che sono saliti a 42 nella seconda edizione. Si ritiene di grande interesse, ai fini di questo lavoro, riportare i risultati dell'indagine PISA 2003 per quanto riguarda il campione italiano. Questi dati abbozzano un quadro piuttosto preciso della situazione attuale del nostro sistema scolastico e del contesto Internazionale. L'indagine in Italia è stata condotta su un campione di 407 scuole per un totale di 11.000 studenti. Come si è detto PISA 2003 è stato centrato sulle abilità matematiche.

---

<sup>1</sup> OCSE, Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico.

L'abilità matematica, nell'ottica dei presupposti teorici dell'indagine, viene definita come <<la capacità di un individuo di identificare e comprendere il ruolo che la Matematica gioca nel mondo reale, di operare valutazioni fondate e di utilizzare la Matematica e confrontarsi con essa in modi che rispondono alle esigenze della vita di quell'individuo in quanto cittadino che esercita un ruolo costruttivo, impegnato e basato sulla riflessione>>. Le prestazioni di ogni studente in tale ambito, misurate attraverso la somministrazione di prove scritte, vengono quantificate riportando i punteggi su una scala con media 500 e deviazione standard 100. I punteggi distribuiti sulla scala di competenza specifica, possono poi essere raggruppati anche in livelli di competenza. Sono previsti sei livelli di competenza. Al livello sei appartengono i punteggi più alti della scala. Per raggiungere questo livello è necessario possedere capacità di interpretare dati complessi e non familiari, ricostruire situazioni complesse tratte dal mondo reale e usare processi di modellizzazione matematica. Il livello uno comprende i punteggi più bassi che presuppongono capacità minime di interpretazione del contesto e utilizzo di conoscenze matematiche ben note in contesti familiari.

I risultati del campione italiano sono del tutto scoraggianti. Solo 1.5% di tutti gli studenti italiani si collocano al livello 6, ove la media nei Paesi OCSE è del 4%; mentre il 5.5% raggiunge il livello cinque, contro il 10.6% dei Paesi OCSE. Alla cima della classifica si collocano la Corea, la Finlandia e i Paesi Bassi con 6.5% degli studenti a livello sei e 16% a livello cinque.

Una buona fetta dei punteggi italiani si colloca al livello uno, 18.7% contro il 13.2% dei Paesi OCSE, e ben il 13.2% non raggiunge neanche il livello minimo, contro una media OCSE dell'8.2%.

I risultati migliori sono registrati in Finlandia, con il 5.3% degli studenti a livello uno e l'1.5% che non raggiungono il livello minimo.

In sintesi in Italia solo il 7% degli studenti possiede capacità matematiche alte, si colloca cioè ai livelli cinque e sei, confronto al 16% degli altri Paesi, mentre il 31.9%, ovvero uno su tre, non supera il livello minimo di competenze, contro il 21.4% degli altri Paesi ed il 6.8% della Finlandia.

Al 31.9% degli studenti che mostrano un grado di competenza largamente insufficiente, si somma il 24.7% di studenti con competenze insufficienti. In pratica

più della metà degli studenti italiani esce dalla scuola dell'obbligo senza aver acquisito conoscenze matematiche almeno sufficienti.

Sulla scala complessiva di competenze con punteggio medio di 500, il campione italiano si colloca verso la fine con un punteggio medio di 466. I Paesi con punteggi migliori, Hong Kong, Finlandia, Corea e Paesi Bassi, superano l'Italia di oltre 70 punti. Punteggi significativamente più bassi dell'Italia sono registrati solo da Grecia, Serbia, Turchia, Uruguay, Thailandia, Messico, Indonesia, Tunisia e Brasile. I dati medi nascondono notevoli differenze tra aree geografiche e tipi di istruzione. Esiste infatti nel campione italiano un'alta varianza tra le scuole. Il territorio nazionale è stato suddiviso in cinque aree (Nord-est, Nord-ovest, Centro, Sud, Isole) ed i punteggi sono stati riferiti alle diverse aree, registrando una distribuzione fortemente influenzata da fattori geografici. Mentre il Nord-est ed il Nord-ovest hanno punteggi simili alla Francia ed alla Svezia, Paesi alla cima della scala di competenze matematiche, il Centro ha punteggio che coincide col punteggio medio italiano, il Sud e le Isole hanno punteggi pari alla Turchia ed al Messico. Il sistema scolastico italiano appare dunque, non solo carente, poiché non fornisce gli strumenti minimi di competenze matematiche a metà dei suoi studenti, ma ancor di più insoddisfacente per i criteri di omogeneità della qualità dell'insegnamento. La maggioranza dei punteggi negativi è distribuita in modo diseguale e con una precisa collocazione geografica. È evidente che esiste una forte influenza delle variabili di tipo socio-economico, sui punteggi ottenuti. Il contesto sociale e familiare è rispecchiato nel tipo di istruzione, ovvero nelle diverse tipologie di istituti: Liceo, Istituto Tecnico, Istituto Professionale. L'indagine dimostra che l'ambiente della scuola influisce ancora di più sul rendimento scolastico rispetto alla provenienza familiare e sociale dell'alunno. L'indice di varianza tra scuole è del 57%, di gran lunga superiore alla varianza media tra scuole nei Paesi OCSE, del 34%. I Licei si distanziano dagli Istituti Professionali di quasi 100 punti. È infatti il 58% degli studenti del livello uno a provenire dagli Istituti Professionali, contro il 18% dei Licei.

Un altro fattore testato da Pisa 2003 è il background familiare di provenienza. Bisogna anzitutto osservare che l'Italia presenta un'altissima eterogeneità di background socio-economico. In Italia infatti l'indice socio-economico spiega, in

senso statistico, il 14% della varianza dei punteggi di Matematica degli studenti italiani, contro una media OCSE del 20%.

Infine è stata valutata la presenza di competenze cross-curricolari. Si tratta della quantificazione di atteggiamenti e motivazioni nei confronti dell'apprendimento in generale e dell'apprendimento matematico in particolare. Nel caso dell'Italia i dati evidenziano l'importanza dell'interesse e del concetto di Sé nei confronti della Matematica. I Punteggi più alti corrispondono infatti a studenti che dichiarano essere più interessati all'apprendimento della materia, di avere un migliore concetto di Sé nei confronti della Matematica, di percepire un minore livello di ansia, e che hanno una percezione della loro auto efficacia particolarmente elevata.

Altre variabili che influenzano il rendimento nelle prove di competenza risultano essere le caratteristiche specifiche della scuola. Risultano essere di grande importanza: la relazione insegnante-studente, il rapporto tra numero di insegnanti e numero di studenti, il "clima" nella scuola, le risorse umane e materiali presenti, aspetti organizzativi e gestionali.

### **Fattori che incidono sul rendimento scolastico**

L'importanza dell'indagine PISA è data, oltre che dal suo evidenziare la forte carenza del sistema scolastico italiano, che non prepara gli studenti come dovrebbe, nella sua articolazione dettagliata in una varietà di ambiti di analisi. Tale articolazione permette di valutare diversi aspetti dei processi di insegnamento/apprendimento e comprendere le ragioni dell'attuale fallimento.

Primo dato che l'indagine segnala, è la forte disparità tra Istituti. Emerge una differenziazione in relazione all'area geografica e al tipo di scuola, che indica un'importante influenza dei fattori ambientali sul rendimento, intendendo come fattori ambientali sia il contesto socio-culturale, sia l'ambiente del singolo Istituto. La ricerca segnala inoltre, che tra questi due fattori ambientali, è il secondo ad avere maggiore influenza sul rendimento finale. In sostanza influisce molto di più la scuola che si frequenta, il clima che c'è in classe, e tutte quelle componenti che riguardano la costellazione di relazioni e di modelli comunicativi instaurati tra il ragazzo e l'ambiente scolastico, che non la sua appartenenza socio-culturale. Un ragazzo proveniente da un ambiente familiare e sociale svantaggiato, frequentando

una scuola con un ambiente supportivo e stimolante, ha migliori possibilità rispetto a chi, pur provenendo da un buon ambiente familiare, frequenta una scuola problematica.

PISA ha fornito una lettura statistica di ciò che forse ogni insegnante conosce bene, ovvero dell'importanza cruciale di tutti quegli aspetti, comunicativi e relazionali, che non possono essere più considerati come secondari all'interno del processo di insegnamento/apprendimento nella scuola primaria.

E' molto significativo che dati come il clima interno nell'aula, il livello di ansia avvertito nei confronti di una materia, l'atteggiamento nei confronti della scuola, vengano analizzati in relazione al rendimento scolastico. Si è verificato, infatti, come questi fattori, non solo, incidono sulla qualità della vita nella scuola e sulla componente emotivo-relazionale, ma si configurano come fattori predittivi di una buona riuscita nei livelli di apprendimento.

## METODICHE EDUCATIVE

Educare deriva dal latino *e-ducere*, ovvero condurre fuori. L'origine etimologica del termine si richiama alla filosofia socratica secondo la quale l'arte dell'educatore era simile all'arte dell'ostetrica che permetteva alla donna di partorire il proprio bambino. Secondo Socrate ciascuno aveva la possibilità di avere un contatto diretto con la verità. Compito del maestro era insegnare al discepolo come accedere alle proprie personali conoscenze, indicandogli, prima di tutto, la strada ed il metodo verso la conoscenza di sé.

In questo contesto l'apprendimento viene definito come ricordo, ed il maestro colui che conduce alla luce ciò che rimane nascosto, e che il discepolo non sa di possedere. Dalla sua antica origine etimologica ad oggi il termine educazione ha subito numerose interpretazioni, chiaramente derivanti dal mutamento del contesto storico e sociale. Concezioni opposte si sono avvicinate nel corso degli anni, ma la definizione socratica non è mai del tutto superata; al contrario le più recenti correnti psicopedagogiche si richiamano molto all'antica maieutica socratica.

## CAPITOLO I

### Rassegna storica sulle teorie dell'apprendimento.

#### **1.1. Comportamentismo**

Le metodologie educative si sono fondate sulle diverse teorie dell'apprendimento. Nell'ambito della Psicologia scientifica i primi studi sistematici sull'apprendimento risalgono agli anni quaranta e cinquanta, e sono riferibili a Clark Hull. Egli cercò di spiegare l'apprendimento umano secondo leggi simili a quelle delle scienze naturali. La metodologia di indagine era fondata su esperimenti con cavie da laboratorio. Fu il fisiologo russo Ivan Pavlov a studiare ciò che venne chiamato *l'apprendimento associativo*, attraverso i suoi esperimenti sul condizionamento classico. Egli basò i suoi studi su osservazioni condotte in laboratorio sulla salivazione di un cane, sia in presenza di cibo, sia in conseguenza della somministrazione di uno stimolo che introduceva quella del cibo. In quest'ottica, anche chiamata di *stimolo-risposta*, l'apprendimento è visto come un processo associativo in cui si acquisiscono nuove abitudini, stabilendo una nuova associazione tra uno stimolo del mondo fisico ed una risposta comportamentale. Due importanti leggi dell'apprendimento associativo riguardano la generalizzazione, ovvero la capacità di comportarsi in situazioni nuove mutuando risposte da altre conosciute, ed analoghe; e la discriminazione, il processo complementare di risposta alle differenze. Un ulteriore sviluppo degli studi sull'apprendimento associativo fu condotto dallo psicologo americano B. F. Skinner. Egli propose di distinguere il condizionamento classico studiato da Pavlov, in cui la risposta è l'elicitazione di un riflesso, da un condizionamento che chiamò *operante*, in cui il soggetto opera nell'ambiente e lo modifica emettendo comportamenti in maniera controllata. Le due teorie, del condizionamento classico e del condizionamento operante, costituiscono la definizione comportamentista dell'apprendimento. In tale ottica è centrale il concetto di rinforzo, definito come qualunque evento che aumenti la probabilità di comparsa di risposta. Il rinforzo può essere positivo o negativo. Vi sono eventi che hanno proprietà di rinforzatori in modo innato; ad esempio il cibo per la persona affamata è un rinforzatore primario

legato a caratteristiche biologiche dell'organismo e non necessita di apprendimento. L'affetto, l'approvazione, la stima, sono esempi di rinforzatori secondari, appresi per associazione con rinforzatori primari. Le metodiche educative basate su una tale concezione di apprendimento usano moltissimo il rinforzo per ottenere un "modellaggio"(dall'inglese *shaping*) del comportamento verso standard prestabiliti. Si procede al condizionamento secondo un programma progressivo che rinforza via via comportamenti che sono sempre più simili al comportamento meta.

## **1.2. Cognitivismo**

Un contributo importante nello studio sull' apprendimento fu dato da Wolfgang Kohler [1925] che segnò il passaggio dall'ottica comportamentista al nascente Cognitivismo. Egli studiò il comportamento di scimpanzè in laboratorio, che messi in una situazione di difficoltà mostravano trovare la soluzione al problema in modo improvviso. Kohler chiamò questo tipo di apprendimento "*per insight*". Nell'esperimento di Kohler uno scimpanzè veniva posto in una gabbia, fuori dalla quale veniva messa della frutta non direttamente raggiungibile. Per riuscire a prendere il cibo, lo scimpanzè doveva utilizzare prima un bastoncino corto, posto nella gabbia, per avvicinare un bastone lungo e riuscire finalmente, aiutandosi con il bastone lungo, a prendere il cibo. Lo studio mostrò come, dopo periodi di irrequietezza, l'animale faceva lunghe pause perlustrando tutta l'area visibile e improvvisamente recuperava il bastone corto, e poi quello lungo, infine afferrava il cibo, con azioni tutte consecutive e collegate fino al raggiungimento della meta. L'apprendimento mostrato dunque è caratterizzato da una soluzione che compare di colpo e per effetto di un'improvvisa ristrutturazione dell'ambiente percettivo, e non secondo il procedimento per prove ed errori. Un'altra importante ricerca sull'apprendimento, presentata in uno storico articolo del 1930 da Tolman e Honzik, mise in crisi il modello comportamentista, evidenziando la differenza tra apprendimento e prestazione. Tolman e Honzik condussero un esperimento su tre gruppi di topi posti per diversi giorni nello stesso labirinto. Il primo gruppo riceveva del cibo come rinforzo, all'uscita del labirinto, il secondo esplorava liberamente il labirinto, il terzo gruppo non riceveva rinforzo per i primi dieci giorni dell'esperimento, mentre riceveva lo stesso rinforzo del primo gruppo negli ultimi



sette giorni. L'esperimento evidenziò come i topi del terzo gruppo non mostravano alcun apprendimento visibile nei primi giorni, ma appena gli veniva dato un rinforzo, eguagliavano e superavano velocemente la prestazione del primo gruppo, dimostrando che vi era stato fin dall'inizio un *apprendimento latente*, ovvero non visibile fino alla comparsa del rinforzo.

A partire da questi esperimenti l'apprendimento non viene più studiato solo in relazione all'osservazione delle risposte emesse; la ricerca si concentra invece su ciò che il comportamentismo aveva tagliato fuori dal campo di indagine ed apre la strada allo studio dei processi interni: la *rappresentazione* e l'*elaborazione*.

L'apprendimento associazionista, fondamentalmente passivo, è sostituito dall'idea di un apprendimento attivo, visto come l'elaborazione operata dal soggetto conoscente sui dati della realtà. Avviene una frammentazione dell'ambito di studio e l'apprendimento viene ridefinito in relazione alle diverse componenti cognitive coinvolte. Tra queste componenti, particolare rilievo assume la *memoria*. Secondo il Cognitivismo, per poter imparare è innanzitutto necessario saper codificare, immagazzinare, integrare e ricordare un'informazione. Da un lato si assiste, dunque, ad un vasto sviluppo di modelli di apprendimento specifici, dall'altro vengono definiti modelli generali di funzionamento della mente, che hanno forti implicazioni per l'apprendimento, anche se non sono modelli o teorie specifici dell'apprendimento.

Il Cognitivismo riporta al centro della Psicologia il significato e non gli stimoli e le risposte. L'attenzione è sui significati profondi che gli esseri umani attribuiscono al mondo e alla propria esperienza. Lo studio sull'attività simbolica e rappresentativa prevale sulla mera osservazione comportamentale.

Lo sviluppo successivo si centra sul concetto di *informazione*. L'apprendimento è definito come capacità di processare informazioni. Le ricerche nel nuovo campo dell'Intelligenza Artificiale influenzano sempre di più gli studi sull'apprendimento, che iniziano ad essere fondati sulla metafora della mente-computer. I modelli di apprendimento in tale ottica sono rigidi e articolati in una serie di passaggi con strutture gerarchiche esattamente come quelle di un programma implementabile in un computer.

Un importante punto di svolta nello studio dell'apprendimento e dei processi cognitivi più in generale è costituito dall'introduzione della teoria modulare di J.A.Fodor (1983, 2001).

Fodor propone la distinzione tra abilità specifiche, definite 'modulari', e abilità 'generali' legate ai processi di pensiero superiori. L'analisi degli input sensoriali e la loro trasformazione in rappresentazioni avviene ad opera di strutture verticali specializzate, chiamate "*moduli*". Viene postulato poi un "*processore centrale*", più lento nei processi di elaborazione ma più flessibile, che riceve dati dai moduli ed ha la funzione di integrare e interpretare le informazioni specifiche. I moduli sono determinati geneticamente e ciascuno di essi è computazionalmente autonomo, ovvero ogni modulo si occupa di un dominio specifico, non scambia informazioni con altri moduli e segue strategie di calcolo prefissate e non modificabili. In questo modo tali sistemi periferici rendono l'informazione accessibile ai sistemi centrali in modo veloce, solo successivamente i sistemi centrali si occupano dell'elaborazione delle rappresentazioni. Per Fodor i sistemi centrali non sono infatti compatibili con l'organizzazione di tipo modulare. Il volere, il desiderare, il credere il preferire, ovvero tutto l'insieme di atteggiamenti preposizionali e di credenze che l'organismo adotta nei confronti della realtà, rimane al di fuori della strutturazione modulare e riguarda un dominio più complesso della mente caratterizzato da un necessario interscambio di informazioni. Più recentemente, il modello modulare ha dato origine a critiche e revisioni, in parte da parte dello stesso Fodor (2001), in parte dallo sviluppo di modelli alternativi.

Karmiloff-Smith (1992) propone il modello di Ridescrizione Rappresentazionale che si discosta dalla teoria modulare classica in quanto sostiene che non esiste un sistema centrale vero e proprio quanto piuttosto un processo che si evolve e modifica nel tempo con lo sviluppo. L'autrice sostiene che i sistemi di elaborazione modulare, detti "*sistemi di processamento verticale*", non siano innati ma si modificano e si 'modularizzano' con lo sviluppo.

Mike Anderson (1992), nel "modello della Minima Architettura Cognitiva", introduce il concetto più flessibile di "processori specifici", ad esempio, per la comprensione dello spazio, che mantengono la specificità funzionale dei moduli, ma non sono completamente isolati rispetto al funzionamento cognitivo generale.

Le facoltà orizzontali, deputate all'integrazione delle informazioni che derivano dai processori specifici, sarebbero invece determinate da un *Meccanismo di Processamento di Base* (BPM) che si esprime primariamente in termini di velocità di elaborazione e può variare da individuo a individuo dando origine a differenze individuali in termini di abilità intellettive. Una lentezza di funzionamento del BMP potrebbe quindi, in alcuni casi, ostacolare lo sviluppo dei processi specifici, che da esso in parte dipendono.

### **1.3. Costruttivismo**

Una particolare corrente del Cognitivism è il Costruttivismo. A partire dagli anni '80 si sviluppa, con grande diffusione, un nuovo dibattito sull'epistemologia che coinvolge studiosi appartenenti a diversi campi: Psicologia, Psichiatria, Biologia, Matematica, Fisica, Filosofia, Sociologia. I contributi di questi diversi campi sono accomunati dallo scopo di dimostrare come le realtà scientifiche, sociali, individuali e ideologiche vengano "costruite" o meglio, "inventate", a causa del nostro bisogno di accostarci e comprendere la realtà esterna. Successivamente queste costruzioni vengono ritenute, ad errore, realtà oggettive e indipendenti dai nostri schemi mentali personali. Jean Piaget, Lev Vygotskij, Humberto Maturana, Francisco Varela, Ernest von Glasersfeld, Paul Watzlawick, sono considerati i padri fondatori del Costruttivismo. La domanda centrale a cui questi autori tentano di rispondere riguarda il modo in cui gli individui conoscono quello che credono di conoscere e la relazione che intercorre tra conoscenza e realtà.

Ernest von Glasersfeld, uno dei più importanti esponenti del costruttivismo radicale, si dedicò in particolare alle applicazioni della teoria costruttivista all'insegnamento.

Secondo questo autore in costruttivismo si fonda su due fondamentali punti:

- La conoscenza non si riceve passivamente, né attraverso la percezione, né attraverso la comunicazione, ma è costruita attivamente dal soggetto cognitivo.
- La funzione della cognizione è adattativa e cerca di migliorare le prestazioni. Essa serve ad organizzare il mondo esperenziale del soggetto, non alla scoperta della realtà ontologica. Una definizione meno radicale del costruttivismo semplicemente riconosce che coloro che imparano, inclusi gli scienziati, creano e ricreano, di continuo, i loro significati basandosi sui propri modelli del mondo.

Questa concezione teorica si traduce, nell'ambito pedagogico, in un nuovo modello di insegnamento basato sull'idea focale di apprendimento attivo. Se, infatti, il sapere è una costruzione del soggetto conoscente e non esistono verità oggettivamente date, scopo fondamentale dell'insegnante, è quello di creare situazioni in cui gli studenti possano lavorare su problemi concreti, stimolandoli alla ricerca di soluzioni soggettive.

E' molto importante che l'insegnante fornisca, per ogni problema dato, contro esempi, promuovendo sia la riflessione che la riconsiderazione delle soluzioni. L'insegnante deve agire come un mentore, stimolando l'iniziativa e la ricerca, piuttosto che essere un semplice lettore che trasmette soluzioni già pronte.

Glaserfeld vede la pedagogia costruttivista come controparte della pedagogia comportamentale, e mette in evidenza l'importanza dell'insegnamento, che ambisce a produrre conoscenza, in contrasto con il puro allenamento alla prestazione, spesso orientato alla mera soluzione di problemi "da libro". La conoscenza come attività adattativa porta ad un insieme di concetti miranti alla soluzione di problemi reali e allo sviluppo di modelli personali. L'apprendimento non consiste nell'applicazione di soluzioni preconfezionate, ma richiede auto-regolazione e la costruzione di strutture concettuali attraverso la riflessione e l'astrazione. E' necessario comprendere il funzionamento dei processi di pensiero degli studenti ed incoraggiarli a riflettere sui propri modelli come mezzo per renderli più efficaci. L'interazione sociale è uno stimolo importante per questo processo di riflessione e allo stesso tempo, motiva la costruzione della conoscenza e l'adattamento. L'apprendimento avviene in situazioni concrete, specifiche (situated learning, conoscenza situata).

Influenzata dal parallelo sviluppo degli studi sull'intelligenza artificiale, la pedagogia costruttivista propone di utilizzare le nuove tecnologie come ambiente ideale per la costruzione di conoscenze. Dall'incontro tra pedagogia costruttivista e Intelligenza Artificiale nasce il settore delle Tecnologie Educative.

#### **1.4. Tecnologie Educative**

Secondo Bruner ogni generazione ha l'obbligo di ridefinire da capo la natura, la direzione e gli scopi dell'educazione, dati i continui cambiamenti sia nelle

condizioni oggettive, sia nel sapere. Per Bruner questi cambiamenti sono in larga misura legati allo sviluppo e al progressivo miglioramento nella capacità di creare e utilizzare <<utensili>> o <<tecnologie>>. L'evoluzione generale dell'uomo ne è dimostrazione, il cambiamento nell'uso degli utensili e nella cooperazione ha gradualmente cambiato la morfologia umana. Le tecnologie risultano dunque strettamente connesse alla natura stessa delle strutture cognitive dell'uomo, che si è evoluto, attraverso l'apprendimento ad adattarsi a strumenti che ampliavano i suoi muscoli, i suoi sensi, il suo intelletto. Un legame circolare unisce mente e tecnologie: non solo l'avanzamento della conoscenza umana ha portato allo sviluppo tecnologico, allo stesso tempo lo sviluppo tecnologico ha cambiato i nostri processi di pensiero. Il settore delle "Tecnologie Educative" indaga la natura di questo legame, ponendosi lo scopo pratico di migliorare e potenziare i processi di apprendimento migliorando le metodiche educative. Sin dagli studi della Montessori sugli ambienti arricchiti fino alle moderne ricerche sul funzionamento cerebrale, è stato dimostrato che il cervello aumenta il numero delle connessioni sinaptiche, il peso e la capacità di processare informazioni e risolvere problemi se viene costantemente nutrito da esperienze diverse; queste esperienze si configurano come informazioni sensoriali, sia che arrivino dall'esterno, sia dall'interno del soggetto. Gli ambienti tecnologici per l'apprendimento sono nati proprio su questi presupposti: migliorare le basi biologiche dell'apprendimento (Bertacchini, Bilotta, 1999). Questo obiettivo non prevede semplicemente l'inserimento di oggetti tecnologici nelle aule scolastiche, ma un più radicale e rivoluzionario cambiamento della visione stessa dell'educazione e dell'insegnamento. Papert nel suo libro "MindStorms"(1980) sarcasticamente sottolinea che non si tratta di programmare i bambini o gli studenti attraverso i computer, ma al contrario di promuovere un libero incontro tra bambini ed elaboratori, in modo che siano i bambini a programmare le macchine, in questo tipo di attività avviene il processo di costruzione attiva del sapere. Già Piaget parlava dell'importanza dell'esperienza pratica e della manipolazione diretta di oggetti nel processo di apprendimento, e lavori provenienti dai più diversi ambiti scientifici e letterari, hanno sottolineato la natura soggettiva e individuale della conoscenza e del processo conoscitivo (Maturana e Varela, 1987; Von Foerster, 1984; Von Glaserfeld, 1984). In questo

contesto teorico è lanciata la sfida delle “Tecnologie Educative”, intese come complessa combinazione di hardware, software e intelligenza umana finalizzate al miglioramento dei processi di insegnamento-apprendimento. Secondo questa definizione le “Tecnologie Educative” non limitano il loro campo di interesse all’analisi e alle potenzialità educative offerte dagli oggetti digitali e dagli ultimi ritrovati della ricerca informatica, ma al contrario si occupano del più complesso ambito che unisce allo studio e alla progettazione di software didattici, quello sui processi cognitivi e sulle dinamiche di interazione tra uomo e computer. L’apporto rivoluzionario di tali metodologie educative non riguarda tanto l’uso degli strumenti informatici, quanto la diversa visione della natura dell’apprendimento e conseguentemente dell’insegnamento.

Rensick (1994) spiega in modo molto efficace l’innovativa visione dell’insegnamento parlando di insegnanti come persone esperte nell’apprendere, come facilitatori dell’apprendimento. La nuova visione mette in luce il carattere del tutto spontaneo e naturale del processo di conoscenza, che può essere migliorato attraverso la creazione di nuovi ambienti educativi, ricchi di stimoli, che lascino il bambino o il ragazzo libero di apprendere senza insegnamento. Il bambino o lo studente deve poter usare la propria creatività e il proprio personale stile conoscitivo nella costruzione del suo sapere, mentre il ruolo dell’insegnante o dell’educatore diventa centrale per quel che Papert definisce “*fornire il materiale da costruzione*”. Un esempio di tecnologie educative è il Kit Lego MindStorms, nato dalla cooperazione tra il Massachusetts Institute of Technology (MIT) e la Lego.

Si tratta di un kit da costruzione robotica che permette al soggetto di operare attivamente costruendo i propri modelli e animandoli attraverso un linguaggio di programmazione visiva. Il Kit contiene, a parte la normale scatola di costruzione con i diversi pezzi (come mattoncini, ruote e ingranaggi), un microcomputer, l’RCX (Robotics Command System); dei sensori capaci di rilevare diversi tipi di stimoli; dei motori che permettono al robot di muoversi nell’ambiente e cavi di connessione. Utilizzando i mattoncini è possibile costruire una varietà di modelli scegliendo la struttura fisico-sensoriale e la morfologia del robot. Il Kit comprende inoltre un apposito software che consente di programmare gli artefatti costruiti. I programmi elaborati al computer vengono successivamente trasmessi alla memoria

dell'RCX tramite un trasmettitore a raggi infrarossi. Attraverso l'utilizzo di tali strumenti gli studenti si avvicinano alla robotica e ad un linguaggio di programmazione visiva (l'RCX code) acquisendo le nozioni base di importanti settori di conoscenza. Il kit può essere utilizzato come supporto alla didattica per promuovere l'esplorazione e la comprensione della realtà tecnologica. Si è inoltre osservato nel corso di numerosi esperimenti didattici con i robot, che le simulazioni di comportamenti cognitivi attraverso un artefatto robotico, non solo aumentano la conoscenza nel settore della tecnologia, ma permettono allo studente, così come al bambino, di esplorare alcune teorie psicologiche e favoriscono l'emergere di una teoria della mente e dell'intelligenza. L'apprendimento diviene facile attraverso l'uso di adeguate tecnologie che rendono i concetti teorici riconducibili a esperienze pratiche. Gli studenti possono programmare senza trovare difficoltà quando il processo di programmazione è direttamente legato ad un problema da risolvere. Molti esperimenti fondati sull'utilizzo di Tecnologie Educative, hanno dimostrato che un diverso ambiente didattico, centrato sulla partecipazione attiva dello studente, induce notevoli cambiamenti nel processo formativo e nella dinamica stessa di pensiero, favorendo anche le relazioni e le modalità di comunicazione tra gli studenti, nonché tra studenti ed esperti.

*“Gli individui selezionano attivamente gli aspetti rilevanti del proprio ambiente, manipolano oggetti concreti ed assimilano nuove conoscenze attraverso l'osservazione degli effetti di queste azioni. In questo senso l'individuo costruisce una rappresentazione della realtà.”*(Arcella, Bilotta, Bertacchini, Gabrieli).

La progettazione robotica, privilegiando sia la manipolazione di oggetti concreti, sia l'osservazione degli effetti degli agenti che si muovono nell'ambiente reale, offre importanti possibilità educative. Su un piano strettamente cognitivo pone gli studenti a confronto con problemi complessi stimolandoli alla frammentazione del problema e alla coordinazione di differenti attività di progettazione; su un piano che possiamo chiamare meta-cognitivo induce i ragazzi ad un'analisi dei propri processi di pensiero e ad una comparazione tra l'intelligenza umana e l'intelligenza artificiale che gli appare visibile nel processo di attribuzione di intenzioni e rappresentazioni interne ai robot. Quest'ultima osservazione ci rimanda a Braitenberg e al suo principio “della maggiore fatica analitica”. L'autore fa notare

come sia più difficile capire un meccanismo se si cerca di derivarne la struttura osservandone il comportamento, al contrario è più semplice prevedere il comportamento dall'osservazione della struttura. Un ulteriore apporto dato dal settore delle Tecnologie Educative alla conoscenza dei processi di apprendimento, consiste nelle riflessioni su quel livello che possiamo chiamare di confine tra il cognitivo e l'affettivo, e sull'effetto di integrazione tra i due livelli auspicato.

Piaget (1964) scrive che “ a partire dal periodo preverbale esiste uno stretto parallelismo tra sviluppo dell'affettività e quello delle funzioni intellettuali, in quanto si tratta di due aspetti indissociabili d'ogni azione”. Non esiste per Piaget un'azione puramente intellettuale e neppure atti puramente affettivi, ma sempre e in ogni caso, sia nelle condotte relative agli oggetti, sia in quelle relative alle persone, intervengono entrambi gli elementi, poichè uno ne suppone l'altro. Papert riprende Piaget per affermare la stretta connessione tra affettivo e cognitivo, sostenendo che l'epistemologo non abbia mai espresso apertamente l'importanza che attribuiva alla sfera affettiva nel processo di apprendimento. Nella visione che egli stesso definisce utopica, Papert prefigura un cambiamento culturale nel quale il computer diviene lo strumento per aiutare la gente a stringere nuove relazioni con il sapere, abbattendo le tradizionali frontiere che separano le scienze umane dalle scienze pure e la conoscenza di sé da entrambe queste.

### **1.5. Teoria delle Intelligenze Multiple**

Lo psicologo americano Howard Gardner, professore di Pedagogia e Psicologia all'Università di Harvard, può essere considerato uno dei maggiori esponenti dell'approccio integrato nell'insegnamento. Con le sue ricerche si è dedicato all'analisi della capacità di simbolismo, allo studio della varietà delle intelligenze umane, e alle modalità di sviluppo delle capacità artistiche nei bambini. In generale Gardner ha indagato le metodologie per incrementare e potenziare l'apprendimento e la creatività umana, interessandosi anche alle implicazioni dell'uso delle tecnologie nell'insegnamento.

Il suo più famoso contributo riguarda lo studio sull'intelligenza, esposto per la prima volta nel 1983 in “*Frames of mind*”. La sua teoria, conosciuta come la “*Teoria delle Intelligenze Multiple*”, spiega come sia erroneo pensare



all'intelligenza come a qualcosa di misurabile oggettivamente e quantificabile con un indice numerico. Egli mette in discussione l'idea di quoziente di intelligenza, criticando aspramente i test che su esso si basano, e che prevedono solo due tipi di intelligenza, quella linguistica e quella logica. Gardner partendo dallo studio del cervello attraverso il suo sviluppo durante l'arco di vita e osservando le differenze culturali in diversi tipi di Paesi nel mondo e le differenze nella nostra stessa cultura in diversi periodi storici, ha teorizzato l'esistenza di almeno sette tipi di intelligenza, a cui ha aggiunto successivamente un'ottava e una nona intelligenza.

Egli distingue: *l'intelligenza logico/matematica*, ovvero la capacità di usare i numeri in maniera efficace, essere sensibili verso principi e relazioni e possedere abilità nella valutazione di oggetti concreti ed astratti;

*l'intelligenza linguistico/verbale*, riguarda la capacità di usare le parole in modo efficace, la padronanza nel manipolare la sintassi e la struttura del linguaggio e nell'uso pratico della lingua;

*l'intelligenza cinestetica*, ovvero l'abilità nell'uso del proprio corpo nell'esprimere idee e sentimenti, e l'abilità nell'uso delle mani per creare o trasformare cose, riguarda inoltre qualità fisiche quali coordinazione, velocità, forza, flessibilità;

*l'intelligenza visuo/spaziale*, che riguarda l'abilità nel percepire il mondo visuo-spaziale ed ad operare trasformazioni su quelle percezioni;

*l'intelligenza musicale*, abilità nel percepire, discriminare trasformare ed esprimere forme musicali;

*l'intelligenza intrapersonale*, verte sulla conoscenza di sé e la capacità di agire in base a tale conoscenza e l'abilità nel comprendere e gestire i propri stati d'animo ed emozioni;

*l'intelligenza interpersonale*, ovvero la capacità di relazionarsi con l'altro e di comprenderne gli stati d'animo, la capacità di comunicare e di lavorare in gruppo cooperativamente.

Successivamente Gardner aggiunge *l'intelligenza naturalistica* e *l'intelligenza esistenziale*. La prima riguarda la capacità di distinguere le diverse forme del mondo naturale e la profonda sensibilità verso l'ambiente; la seconda verte sulla propensione a riflettere sulle tematiche fondamentali della nostra esistenza e a ragionare in termini di categorie universali.

Tutte le intelligenze sono strettamente legate tra loro ed interagiscono in modo molto complesso. Ogni persona possiede tutti i tipi di intelligenza, ma ogni tipo di intelligenza ha diversi gradi di sviluppo. Così ogni individuo possiede una particolare combinazione di intelligenze, caratterizzata da una prevalenza di alcune di esse, maggiormente sviluppate. Secondo Gardner ogni individuo può sviluppare tutti i tipi di intelligenza fino a raggiungere soddisfacenti livelli di competenza, se in condizioni appropriate. E' infatti molto importante il ruolo dell'educazione nello sviluppo delle intelligenze e nel modo in cui vengono combinate. La scuola tradizionale tende ad incoraggiare solo l'utilizzo dei primi due tipi di intelligenza, quella logico/matematica e quella linguistica. Il modello metodologico fondato sulla teoria delle Intelligenze Multiple, innanzitutto si fonda sulla diversità dei singoli studenti e propone un'educazione il più possibile individualizzata. Se anche si vuole insegnare a tutti le stesse cose, è necessario utilizzare diversi modi per farlo, così come è necessario utilizzare diversi metodi di valutazione dei processi di apprendimento. Gardner fa notare che, come esseri umani, noi siamo le creature che possono apprendere nel maggior numero di modi, attraverso l'esplorazione con le mani, attraverso tutti i sensi, osservando in silenzio le altre persone, oppure comunicando con esse. Le persone imparano in tutti questi differenti modi, attraverso vari linguaggi, nella loro vita quotidiana, per strada, a casa, nei musei. Eppure nel modello tradizionale di scuola questa molteplicità del modo di apprendere viene ignorata, e gli studenti passano la maggior parte del tempo seduti nei loro banchi, mentre l'attività principale consiste nel leggere nell'ascoltare la lettura dell'insegnante. Così come la valutazione del livello di apprendimento è limitata all'uso di prove scritte, e a prove orali che consistono nel ripetere fedelmente le nozioni lette o ascoltate in classe.

La *Teoria delle Intelligenze Multiple* nasce nello stesso periodo in cui si diffondono le "Nuove Tecnologie", ed è proprio Gardner, in suo articolo del 2000 - "*Can technology exploit our many ways of knowing?*"- a prospettare un felice matrimonio tra il mondo dell'educazione e le nuove tecnologie. Secondo Gardner l'utilizzo del computer e delle tecnologie della comunicazione possono essere adottati da insegnanti ed esperti per attivare nello studente tutti i diversi tipi di intelligenza, offrendo diversi supporti, visivi, uditivi, spaziali, tattili.

E' necessario però, secondo Gardner stare attenti a non cadere nuovamente nell'errore già commesso con la comparsa di strumenti quali il proiettore e la televisione. La tecnologia non può essere infatti considerata una soluzione in sé al problema dell'educazione, né è possibile esprimere un giudizio di merito sulla tecnologia prescindendo dal suo utilizzo. Prima di utilizzare una nuova tecnologia è importante chiarire gli obiettivi educativi e dimostrare come quella tecnologia possa aiutare il raggiungimento dell'obiettivo stabilito; infine bisogna provvedere ad una costante assistenza che assicuri che la stessa tecnologia venga utilizzata correttamente. Secondo Gardner le nuove tecnologie possono supportare due grandi classi di obiettivi. In primo luogo quegli obiettivi che riguardano lo sviluppo delle capacità interpersonali, ovvero tutto ciò che lo renderà lo studente un adulto capace di relazionarsi positivamente con gli altri e di vivere nella società in modo attivo e propositivo. E' possibile, ad esempio, prevedere delle chat-room o dei forum di discussione per confrontarsi su temi particolari, oppure far lavorare i ragazzi con delle simulazioni computerizzate o con realtà virtuali che presentino dilemmi umani. In secondo luogo, le tecnologie possono aiutare i ragazzi ad utilizzare il maggior numero di "modi per pensare", stimolandoli a potenziare tutti i canali percettivi e tutti i tipi di intelligenza. In ogni disciplina l'uso della tecnologia, sebbene non sia necessario, rende il materiale da studiare maggiormente vivido, di più facile accesso e molto più divertente, e soprattutto stimola tutti i diversi tipi di intelligenza posseduti dall'essere umano. L'importanza delle tecnologie, inoltre, secondo Gardner è data anche dalla possibilità che esse offrono agli insegnanti ed esperti di esaminare il lavoro anche a grandi distanze ed in modo molto efficace, e di restituire velocemente un utile feedback.

Riassumendo, per Gardner esistono ottime possibilità di utilizzo delle tecnologie in ambito educativo, e proprio le tecnologie possono fornire gli strumenti chiave per sviluppare tutti i tipi di intelligenza che la sua teoria rileva; è però fondamentale chiarire gli obiettivi che si intendono raggiungere e vigilare durante tutto il processo di apprendimento, affinché le tecnologie vengano effettivamente usate per gli scopi previsti. Il rischio, in caso contrario, è che le tecnologie finiscano con l'aumentare il senso di apatia e di alienazione, divenendo l'ennesimo inutile prodotto della società consumistica.

La teoria delle Intelligenze Multiple ha ispirato la creazione di numerosi progetti educativi fondati sull'interdisciplinarietà e sull'insegnamento individualizzato.

Uno tra i più importanti progetti sperimentali sullo sviluppo dei processi di apprendimento nei bambini, negli adulti e nelle organizzazioni, è "Project Zero" della Harvard Graduate School of Education, progetto che ha avuto la co-direzione di Howard Gardner dal 1972 al 2000. "Project Zero" è stato fondato dal filosofo Nelson Goodman nel 1967 per studiare e migliorare l'insegnamento delle discipline artistiche. Egli riteneva, infatti, che l'apprendimento delle Arti dovesse essere studiato come un'attività cognitiva molto rigorosa e che, di contro, non esisteva assolutamente nulla di rigoroso in questo settore; da qui il progetto prende il nome di "Zero". La missione del progetto è quella di comprendere ed arricchire i processi di apprendimento, di pensiero e la creatività nell'Arte così come nelle discipline umanistiche e scientifiche, sia a livello individuale sia istituzionale. I programmi di ricerca si fondano su una dettagliata comprensione dello sviluppo delle capacità cognitive dell'uomo, e del processo di apprendimento, sia nell'Arte sia in altre discipline. L'approccio del progetto, quindi, pone colui che apprende al centro del processo educativo, rispettando i diversi modi in cui un individuo è in grado di apprendere nelle varie fasi della sua vita, le differenze fra gli individui nella loro percezione del mondo, e nel loro modo di esprimere le proprie idee. Nel corso degli anni "Project Zero" ha mantenuto un forte impegno nella ricerca nel campo dell'Arte, ma ha esteso la sua indagine includendo lo studio dei processi di insegnamento/apprendimento delle diverse discipline; non solo a livello individuale, ma anche per classi, scuole ed altre organizzazioni educative e culturali. La maggior parte delle attività del Progetto si svolge nelle scuole pubbliche americane, in particolare quelle frequentate da popolazioni socialmente svantaggiate, ma un numero sempre crescente di attività che fa capo a "Project Zero" ha luogo anche in altri Paesi, tra i quali compare anche l'Italia.

La costante, in tutti i diversi progetti di ricerca, è l'applicazione di modelli educativi multidisciplinari che associano l'Arte alle discipline scientifiche ed umanistiche, cercando di sperimentare metodologie di insegnamento più efficaci e di migliorare in generale l'istituzione educativa. Grande attenzione viene infatti data alla

dimensione sociale dell'educazione, specie al livello della scuola primaria. Non a caso la maggior parte delle ricerche-intervento di Project Zero vengono condotte in zone dove i problemi sociali sono più accentuati, ritenendo la conoscenza ed il sapere un'importante mezzo di evoluzione e di cambiamento, non solo individuale, ma anche sociale. Stimolare la creatività, il pensiero indipendente e critico, sostenere i ragazzi ed i bambini nella loro costruzione della rappresentazione del mondo e di sé, permette infatti un miglioramento della qualità della vita negli individui e permette, di riflesso, una partecipazione alla comunità sociale più propositiva, matura ed efficace.

## CAPITOLO II

### La relazione mente-corpo in ambito educativo

#### 2.1. Dal corpo-oggetto al corpo-vissuto

I primi studi definibili come “scienze morali” che si occuparono dello studio del comportamento umano escludevano dal loro campo di indagine il corpo.

L'affermarsi dello *scientismo riduzionistico* porta invece ad un'inversione che tutto spiega attraverso la biologia di un corpo-oggetto. Come reazione al riduzionismo, la psicologia e la psicoterapia si oppongono alla biologizzazione del comportamento umano facendo riemergere nuove forme di svalutazione della corporeità. Ancora una volta il corpo è inteso come corpo-oggetto. E' solo a partire dagli ultimi decenni che si inizia a parlare del problema del corpo e inizia ad emergere la concezione del corpo-vissuto. La psicologia afferma che la persona non solo ha un corpo, *ma è un corpo*.

Si inizia a parlare di *vissuto corporeo*, viene cioè superata la dicotomia tra mente e corpo che aveva portato di volta in volta alla prevalenza dell'una sull'altro nelle teorizzazioni sul comportamento umano. Il punto di incontro tra mente e corpo è proprio il vissuto corporeo, luogo di sintesi e di integrazione di tutte le informazioni somestetiche, sensoriali e viscerali. Ruggeri, scrivendo del vissuto corporeo, afferma che esso si configura come “*un processo in cui la componente periferica somatica è parte integrante non solo in quanto rappresenta la sorgente di tutte le informazioni di partenza, ma anche in quanto costituisce la periferia “effettrice”, a sua volta modificata dallo stesso sistema nervoso*” (Ruggeri,1988).

In questa definizione del vissuto corporeo troviamo non più una classificazione dicotomica che scinde i fenomeni fisici del corpo dai fenomeni mentali, ma al contrario la descrizione di un sistema costituito da due termini in continuo mutamento e aggiustamento tra loro. Un'incessante rimando dal corpo alla mente e dalla mente al corpo rende impossibile considerare queste due entità, come entità separate. La complessità del comportamento umano può solo essere compresa come l'effetto di un processo dinamico di comunicazione e congiunzione tra fenomeno corporeo e fenomeno mentale. Il soggetto cosciente ha le sue radici nel mondo, radici costituite dal corpo. La mente può avere conoscenza del mondo proprio

attraverso le modificazioni del corpo. *“Come potrebbero, infatti, costituirsi, senza la più stretta interazione corpo-mente, il pensare per immagini e l’esperienza estetica in genere; o cosa sarebbe la malinconia, senza la sua storia di malori e di lacrime; o la fatica, senza il sudore del corpo e il debito di ossigeno; o la sessualità, senza il suo groviglio di sensazioni, movimento, emozioni e valori? O ancora, la sofferenza e le gioie del parto, il fascino e i disagi del viaggio, la costrittività delle prigioni, l’arte culinaria, le pietose incombenze cimiteriali, le invenzioni dell’abbigliamento, i luoghi e le attività di cura....?”*(Venturini, 1995)

In Occidente è Schopenhauer che afferma l’importanza della relazione circolare tra mente e corpo. Secondo Schopenhauer l’uomo non potrà mai pervenire all’essenza delle cose, se non proprio attraverso la speciale relazione che ha con il proprio corpo. Esiste, infatti, una relazione duplice tra il soggetto cosciente e il proprio corpo. Quest’ultimo è infatti dato al soggetto in due diversi modi: come oggetto fra oggetti, ovvero come rappresentazione dell’intelletto, e da questo punto di vista il corpo è sottomesso alle leggi fisiche; ma il corpo è anche dato al soggetto come ciò che è direttamente conosciuto da ciascuno: ogni atto della coscienza è direttamente conosciuto come un movimento del corpo.

Merleau-Ponty esprime la doppia natura del corpo col suo essere paradossale: il corpo è ad un tempo oggetto del mondo ed il mio punto di vista sul mondo. L’esserci, la presenza è prima di tutto esserci col corpo. Da qui nasce l’ambiguità del corpo: *“esso è al mondo come oggetto, ma è anche a me come forma e fondamento”*(Henry Ey).

Sartre in *“L’Essere e il Nulla”* spiega la natura di tale ambiguità. Secondo il filosofo, il problema del corpo e dei suoi rapporti con la coscienza è dato dal fatto che si pone in primo luogo il corpo come cosa, come oggetto vivente costituito da un sistema nervoso, organi, ghiandole, a loro volta suscettibili di essere analizzati chimicamente in atomi di idrogeno, di carbonio, di azoto, ecc... In questo senso il corpo ha le sue leggi ed è suscettibile di essere definito dal di fuori. Quando si tenta di unire questo tipo di conoscenza “esterna” del corpo con la propria conoscenza del corpo, l’intuizione intima che ognuno ha di sé si va incontro a difficoltà insuperabili. Secondo Sartre questo avviene perché si tenta di unire la propria coscienza non al proprio corpo, bensì al corpo degli altri. Esistono due aspetti,

diversi, del corpo: esiste il corpo, quale è per gli altri, ovvero il corpo situato nel mondo; e poi c'è il corpo, quale è per me, e che non si rivela nel mondo. Questi due aspetti del corpo sono su due livelli differenti dell'essere. *“Tutto l'essere-per-sé deve essere corpo, e tutto deve essere coscienza: non può essere unito ad un corpo. Similmente l'essere-per-altri è tutto corpo: non ci sono fenomeni psichici da unire ad un corpo. Ma il corpo è tutto psichico”*. Per Sartre è infatti proprio il corpo ad essere l'oggetto psichico per eccellenza. Il corpo, dunque, non può essere considerato come semplice corpo-oggetto, ma come oggetto sui generis che è il corpo-vissuto. Al dualismo caratterizzante la cultura occidentale, che contrappone l'uomo alla Natura, il soggetto all'oggetto, la coscienza al mondo, si affianca una concezione del tutto differente, e non meno diffusa. La concezione buddhista, la definizione della corporeità di Schopenhauer, la filosofia e la prassi di Marx, il pensiero fenomenologico e importanti correnti dell'epistemologia, si fondano tutte sul superamento del dualismo. In Psicologia, oggi, prevale questa concezione non duale, che ridefinisce il corpo come campo dei processi della condotta. L'uomo non viene più considerato, soltanto per quello che ha in comune con tutti gli altri esseri della natura, ma in primo luogo per ciò che ha di specifico. L'uomo è prima di tutto corpo, ma questa affermazione rifugge dall'essere oggettivazione dell'uomo, al contrario l'essere corpo diventa superamento del corpo e ricomposizione dell'unitarietà dell'individuo.

## **2.2. Il ruolo del corpo nel processo di conoscenza**

Nel libro *“La via di mezzo della conoscenza”* Francisco Varela, neurobiologo ed epistemologo cileno, prende le mosse dalla discussione sul corpo nella filosofia di Maurice Merleau-Ponty, per postulare una possibilità di incontro tra le Scienze Cognitive e l'esperienza umana. Secondo Varela, le scienze della cognizione, hanno completamente ignorato tutto ciò che riguarda l'esperienza pratica, della vita di tutti i giorni, degli esseri umani. Riprendendo l'analisi di Merleau-Ponty, egli afferma che questa lacuna nella Scienza occidentale deriva dalla non comprensione della corporeità e del suo doppio significato, sia come struttura fisica, sia come struttura esperienziale vissuta. Il corpo è entità esterna ed interna, ovvero biologica e fenomenologica, e questi due aspetti non sono in contrapposizione tra loro, ma



legati in un rapporto circolare. Per comprendere questa doppia accezione del corpo è necessario indagare il punto di incontro, l'interfaccia tra i due aspetti, individuabile nel concetto di corporeità della conoscenza, della cognizione e dell'esperienza. Questa tematica ha avuto un suo sviluppo da un punto di vista filosofico nella tradizione fenomenologica e nella psicologia clinica orientata alla fenomenologia, rimanendo, però, per tutto il resto, quasi del tutto ininfluenza. Data l'autorità che riveste la voce della scienza nella nostra cultura, diviene fondamentale, secondo Varela, far rientrare il concetto di corporeità all'interno delle scienze della cognizione. In sostanza il tentativo di Varela è quello di fornire allo studio sull'esperienza umana, il contesto rigoroso ed autorevole delle scienze cognitive. Il fine non è solo quello teorico di una definizione filosofica dello status del sé o del soggetto cosciente, ma quello pragmatico di promuovere la trasformazione e l'evoluzione dell'esperienza umana in una cultura scientifica. Il punto centrale nella visione di Varela è, ciò che definisce, l'infondatezza del soggetto cosciente e l'infondatezza del mondo. Questi concetti, che egli rileva dalla filosofia e dalla psicologia buddista, li confronta con un'accurata analisi dell'ipotesi cognitivista sulla mente e sulla cognizione. E' infatti a partire dagli studi del cognitivismo che l'occidente si misura con l'angosciante perdita di unità del sé, l'esistenza stessa del sé, come prospettiva unificata e coerente con la quale pensare ed agire, viene messa in dubbio. Il cognitivismo ipotizza invece l'esistenza di processi mentali e cognitivi, che non sono accessibili a livello personale, e che costituiscono un soggetto cosciente frammentario e non-unitario. Per quanto l'idea di avere un sé, o meglio, di essere un sé, sembri ovvia e irrefutabile, è semplice scoprire come essa sia invece illusoria nel momento in cui si capovolge la questione e ci si chiede dove sia localizzato il sé. Dennet ironicamente scrive a proposito: “ *Entri dal cervello verso l'occhio, risalì lungo il nervo ottico, giri e rigiri sulla corteccia, cercando dietro ogni neurone, e prima di rendertene conto emergi alla luce del giorno sulla punta di un impulso nervoso motorio, grattandoti la testa domandandoti dove sia il sé*” (Dennet, 1978).

In sostanza l'ipotesi cognitivista afferma che non è possibile definire il sé come qualcosa di unitario, né dire dove esso si trovi, finendo col mettere in dubbio l'idea stessa che per la cognizione occorra un sé. Alla cognizione viene correlata

l'intenzionalità, intesa come rappresentazione, mentre il binomio coscienza/cognizione viene eliminato. La cognizione è considerata come computazione simbolica inconscia. Quest'ipotesi lascia però un problema aperto, è infatti evidente che se la cognizione non implica l'idea del sé, ognuno di noi ha esperienza di esso. E' infatti questo il punto in cui scienza ed esperienza si scindono. Il soggetto conoscente stesso è diviso in cognizione come computazione inconscia e esperienza conscia. Jackendoff chiama questi due aspetti mente computazionale e mente fenomenologica. La sua concezione non è orientata a spiegare come sia fisicamente possibile la cognizione, ovvero spiegare la relazione mente computazionale- corpo, si occupa invece di come la mente computazionale generi l'esperienza cosciente, ovvero la relazione mente-mente. Egli ipotizza che gli elementi della consapevolezza cosciente siano causati e proiettati da informazioni della mente computazionale. Postula l'esistenza di una consapevolezza cosciente come proiezione o esteriorizzazione di alcune componenti della mente computazionale. Questi elementi possono essere considerati come rappresentazioni di livello intermedio della mente computazionale, quale ponte tra il livello sensoriale ed il livello più centrale del pensiero. Secondo la sua definizione la mente fenomenologica dunque è caratterizzata da disunità, che è sostenuta dalla mente computazionale e risulta all'evidenza della mente fenomenologica. Ma poiché, nella teoria di Jackendoff, le distinzioni della mente fenomenologica non sono da essa stessa prodotte, ma sono piuttosto proiettate dalla mente computazionale, la coscienza perde del tutto efficacia causale. La conseguenza immediata è che non avendo efficacia causale, la coscienza non può avere nessun effetto, e dunque non serve a nulla. Questa conseguenza esprime la distinzione operata dalla psicologia cognitivista tra intenzionalità e coscienza.

Rimane da comprendere perché, se questa coscienza non serve a nulla, gli individui sono coscientemente consapevoli, sia di sé stessi, sia del mondo. "In ogni momento della nostra vita c'è qualcosa in atto, una qualche esperienza che si sta svolgendo. Noi vediamo, udiamo, odoriamo, gustiamo, tocchiamo, pensiamo. Possiamo provare piacere, essere in collera, avere paura, essere stanchi, perplessi, interessati, tormentosamente autocoscienti o assorbiti in un'attività. Posso avvertire che le mie emozioni mi stanno travolgendo, che le lodi di qualcun altro mi esaltano, che sono

distrutto da una perdita.” La scienza afferma che questo “sé” non è necessario, ma non risolve il fatto che è esattamente questo “sé” ciò che ci è tanto caro e a cui tanto ci aggrappiamo. Ciò produce quella che Richard Bernstein chiama “*ansia cartesiana*”, intendendo descrivere l’oscurità e la confusione nella quale cadiamo perdendo un fondamento fisso e stabile per la conoscenza. Se un fondamento non può essere trovato, il risultato è il nichilismo o l’anarchia. L’ottica rappresentazionista del cognitivismo cerca il fondamento o nel mondo, fondamento esterno, o nella mente, fondamento interno. Si costituiscono così i due poli dell’oggettivismo e del soggettivismo, tra i quali l’ansia cartesiana oscilla di continuo, alla ricerca di un fondamento, ricerca destinata a rimanere senza soluzione. Si è mostrato come scompare il sé nell’indagine cognitivista, ma altrettanto fragile è l’idea di mondo. Il concetto di rappresentazione presuppone infatti l’esistenza di un mondo esterno e indipendente rispetto alla mente che lo riflette. La rappresentazione è intesa proprio come riflesso della natura. Ad una più attenta riflessione risulta evidente come nel concetto stesso di rappresentazione sono implicati diversi assunti: che esista un mondo prestabilito e che le sue caratteristiche possano essere specificate prima di una qualsiasi attività cognitiva. L’attività rappresentazionale viene chiamata in causa per spiegare il rapporto tra l’attività cognitiva ed un mondo prestabilito. Utilizzando una nota metafora, il concetto di rappresentazione, presuppone l’esistenza di un agente cognitivo paracadutato su un mondo predeterminato. Questo agente potrà dunque sopravvivere solo se avrà in dotazione una mappa e saprà servirsene. Secondo il cognitivismo questa mappa è costituita da rappresentazioni innate.

Sebbene il cognitivismo renda conto della complessità della rappresentazione, che non si limita a mero rispecchiamento, ma implica processi dinamici e attivi di inferenze e produzioni di ipotesi percettive, non di meno il cognitivismo si colloca nel quadro del realismo. Se infatti è accettato che la rappresentazione sia un po’ elaborazione personale del mondo, rimane l’idea fondamentale di un mondo con caratteristiche prestabilite ed indipendenti. Compito della rappresentazione è aumentare il più possibile il grado di corrispondenza con gli elementi del mondo rappresentati. L’idealista, di contro, sostiene che noi non abbiamo alcuna possibilità di accedere al mondo prescindendo dalle nostre rappresentazioni, non possiamo

dunque affermare che esso esista indipendentemente da noi. Non è possibile porsi al di fuori delle nostre rappresentazioni per osservare quanto queste si accostino al mondo. L'idealismo porta all'estreme conseguenze questo concetto arrivando ad affermare che noi non abbiamo idea di che cosa sia il mondo esterno, fatta eccezione del fatto che esso è il presupposto oggetto delle nostre rappresentazioni.

Minsky afferma "Non ha senso parlare del cervello come se fabbricasse pensieri allo stesso modo in cui le fabbriche fanno automobili. La differenza è che il cervello usa processi che modificano se stessi, e che quindi non possono essere separati dai prodotti che essi producono. In particolare il cervello fabbrica ricordi, che modifica il modo in cui penseremo in seguito. L'attività principale del cervello consiste nell'apportare modifiche a se stesso". L'idea di un mondo indipendente ed estrinseco viene sostituita dall'idea di un mondo inscindibile dalla struttura di processi di auto-modifica. I sistemi cognitivi, in sostanza, invece di rappresentare un mondo indipendente, lo producono, come dominio di distinzione, non distinguibile dalla struttura incarnata del sistema cognitivo.

La teoria di Minsky dunque ci ha portati un passo ancora oltre l'ansia cartesiana, ci richiede infatti di credere in un sé che sappiamo di non poter trovare, ma anche di credere in un mondo al quale non possiamo avere accesso. La soluzione a questa ricerca impossibile di un fondamento ultimo è indicata da Varela in ciò che chiama la via di mezzo tra assolutismo e nichilismo. Egli suggerisce di cambiare il punto di vista. Se la filosofia occidentale si è interessata principalmente sul dove si debba cercare un fondamento ultimo, ma non ha ancora sufficientemente messo in discussione questa tendenza ad attaccarsi ad un fondamento. La soluzione può essere intravista nella considerazione che questo attaccamento è fonte di frustrazione e che l'infondatezza può essere accettata, anziché subita, come condizione stessa del mondo dell'esperienza umana, profondamente intessuto ed interdipendente. La mancanza di fondamento deve essere indagata, secondo Varela, nell'esperienza quotidiana. Egli sostiene che è necessario recuperare il senso comune, il "Know-how" contesto dipendente, trattandolo non come un'artefatto residuo da eliminare, ma come l'essenza stessa di una cognizione incarnata. Le radici filosofiche di tale atteggiamento nei confronti del senso comune sono rintracciabili nella scuola ermeneutica, ed in generale nella filosofia continentale.

Quest'ultima ha sempre considerato la conoscenza strettamente vincolata all'essere in un corpo. Al contrario la filosofia analitica ha rifiutato il concetto di cognizione come comprensione incarnata, sostenendo che l'oggettività può essere garantita solo da una posizione che prescindia da questioni quali l'avere corpo o l'appartenere ad una cultura.

Nell'orientamento non oggettivista la conoscenza è il risultato di un'incessante interpretazione che emerge dalle nostre capacità di comprensione. Queste capacità sono radicate nelle strutture della nostra corporeità biologica, ma sono vissute e sperimentate in uno spazio consensuale di storia culturale. Secondo il linguaggio fenomenologico queste capacità sono le strutture che danno un senso al nostro mondo, e ci fanno esistere "come se avessimo un mondo". Johnson li chiama schemi di esperienza incarnata, intendendoli come modalità esperienziali culturalmente condivise. Questo studio dell'esperienza umana da parte della fenomenologia manca però dell'apporto della ricerca scientifica sulla cognizione nei campi della neuroscienza, della linguistica e della psicologia cognitiva. La teoria sulla cognizione di Varela tenta di legare lo studio dell'esperienza umana in quanto culturalmente radicata nel corpo, con quello della mente secondo le scienze cognitive, mettendo però in discussione, in queste ultime, l'assunto che il mondo sia indipendente dal soggetto conoscente. Soggetto ed oggetto di conoscenza, mente e mondo reale, sono in rapporto tra loro di reciproca specificazione e hanno origine codipendente. Si pensi, ad esempio, al caso della percezione dei colori. I colori non si trovano nel mondo al di là delle nostre capacità percettive e cognitive, ma non sono neppure confinati nelle strutture percettive, indipendentemente dal mondo biologico e culturale condiviso. La percezione del colore è un tipico caso di mutua specificazione tra le due componenti, che supera la contrapposizione tra realismo e idealismo abolendo l'idea di rappresentazione, implicita in entrambi i casi. Il realismo postula infatti la rappresentazione per ricostruire ciò che è esterno, l'idealismo per proiettare ciò che è interno. Entrambe queste visioni sono forvianti. La nuova definizione di cognizione come *azione incarnata* pone al centro del processo il possedere un corpo con diverse capacità sensomotorie, e in secondo luogo, il fatto che tali capacità sensomotorie individuali sono incluse in un contesto biologico, psicologico, culturale più ampio. Si tratta di una cognizione vissuta dove

processo sensori e motori, percezione ed azione, risultano essere inscindibili. Varela chiama questo approccio “inattivo”, intendendo per enazione la produzione di un mondo, e specificando due assunti fondamentali: 1. la percezione consiste in un’azione, a sua volta guidata dalla percezione, 2. le strutture cognitive emergono dagli schemi sensomotori ricorrenti che consentono all’azione di essere guidata percettivamente. Da queste deriva che il punto di riferimento per comprendere la percezione è la struttura sensomotoria del percettore stesso, è infatti la modalità corporea del percettore a determinare come esso possa agire ed essere regolato dagli eventi ambientali. Come affermava Merleau-Ponty l’organismo genera l’ambiente ed al tempo stesso ne è forgiato, dunque organismo e ambiente devono essere considerati in una reciproca specificazione e selezione. Il famoso epistemologo e studioso dell’età evolutiva, Jean Piaget, spiega nel suo studio sullo sviluppo cognitivo nell’arco di vita, come questi due aspetti, percezione ed azione, si evolvano parallelamente. Nella sua nota epistemologia genetica, Piaget spiega lo sviluppo del bambino da organismo biologicamente immaturo, sino al raggiungimento delle facoltà astratte dell’adulto. Inizialmente il bambino ha a sua disposizione solo il proprio sistema sensomotorio, ma questa intelligenza sensomotoria si evolve sino a far emergere una concezione di un mondo esterno con oggetti permanenti e situati nel tempo, ed una concezione di se stesso, come oggetto tra gli oggetti e come mente interiore. Le strutture cognitive, in pratica, emergono da quegli schemi sensomotori ricorrenti, o reazioni circolari, nella terminologia di Piaget, che consentono all’azione di essere guidata dalla percezione. Il bambino gradualmente assimila ciò che percepisce della realtà attraverso un processo detto di accomodamento.

Non solo la percezione, come è illustrato da Piaget, ma anche la categorizzazione, secondo Varela, è inscindibile dalla nostra attività guidata dalla percezione stessa, ed entrambe sono prodotte dalla nostra storia di accoppiamento strutturale. Tale storia si ritiene essere frutto dell’evoluzione biologica e del suo meccanismo di selezione naturale.

Perciò la nostra percezione e la nostra cognizione hanno un valore in termini di sopravvivenza , e pertanto devono conferire un qualche adattamento ottimale nei confronti del mondo. Questa è la posizione comunemente accettata delle basi

evolutive della cognizione. L'idea esposta da Varela invece mette in discussione la teoria dell'evoluzione del darwinismo classico proponendo un modello di evoluzione che chiama per deriva naturale. Questo modello sostanzialmente contesta il concetto di adattamento. Secondo il punto di vista dell'adattamento il compito dell'evoluzione consiste nell'escogitare strategie ereditarie, gruppi di geni in rapporto reciproco, che siano in grado di contribuire alla riproduzione differenziale. Quando un gene cambia in modo da riuscire meglio in questo compito esso migliora la propria "fitness", intesa come abbondanza della prole o come probabilità di continuità della prole nel tempo. Le pressioni selettive agiscono sulla variabilità genetica di una popolazione, producendo delle modificazioni nel tempo, nella direzione di un'ottimizzazione del potenziale di fitness. Varela contesta questo punto, considerando il fenomeno noto ai biologi come *concatenazione* e *pleiotropia*. Questi fenomeni esprimono la complessità e l'interdipendenza genica: il genoma non è una serie lineare di geni indipendenti, ma una rete fittamente intrecciata di effetti multipli reciproci, mediati da repressori e derepressori, esoni ed introni, da proteine strutturali. La pleiotropia contrasta dunque con l'adattazionismo. Non è infatti possibile che un gene venga ottimizzato selettivamente se esso ha effetti multipli che non necessariamente aumentano la fitness tutti nello stesso modo e nella stessa direzione. La teoria alternativa proposta da Varela, della deriva naturale, analizza il processo evolutivo in quanto soddisfacente, capace cioè di scegliere una soluzione subottimale soddisfacente, piuttosto che ottimizzatore. La selezione è vista come un ampio filtro della sopravvivenza che ammette ogni struttura dotata di integrità sufficiente per perpetuarsi. Varela propone la metafora del bricolage, *"e cioè di un assemblaggio di parti ed elementi in insiemi complessi non perché tali insiemi corrispondono a qualche progetto ideale, ma semplicemente perché sono possibili. Qui il problema evoluzionista non è più quello di stabilire come le esigenze di una fitness ottimale possano indurre una traiettoria precisa; si tratta invece di contenere la molteplicità delle traiettorie vitali esistenti in ogni dato momento"*.

Riassumendo Varela asserisce che organismo e ambiente sono reciprocamente e variamente involuppati, e che pertanto il mondo di un determinato organismo è prodotto dalla storia di accoppiamento strutturale di quel particolare organismo.

Inoltre, tali storie di accoppiamento procedono non attraverso un adattamento ottimale, ma attraverso l'evoluzione intesa come deriva naturale. La cognizione è azione incarnata e intimamente legata a storie vissute, storie che in definitiva sono il risultato dell'evoluzione, come deriva naturale. Perciò, la nostra corporeità umana, ed il mondo prodotto dalla nostra storia di accoppiamento, riflettono solo una delle molte traiettorie possibili. Noi siamo continuamente vincolati dalla strada che abbiamo tracciato, ma non c'è un fondamento ultimo che ci indichi i singoli passi da compiere, al contrario è proprio l'infondatezza, l'essenza ultima del reale.

### **2.3. Il “Learning by doing” e l'educazione socio-affettiva.**

Dal modello mente-corpo, in ambito educativo, derivano diversi approcci metodologici. Per fare alcuni esempi esamineremo l'approccio delle tecnologie educative, l'approccio detto del “learning by do”, e le metodiche dell'educazione socio-affettiva. Tutti questi approcci sono fondati sull'importanza della relazione mente-corpo nei processi di apprendimento/insegnamento, ponendo però l'accento, come vedremo, su temi differenti. Il settore delle tecnologie educative si fonda sullo studio dei processi cognitivi coinvolti nella manipolazione, progettazione e uso di strumenti. L'assunto di base è che la conoscenza deriva dall'interazione del soggetto conoscente con l'ambiente, interazione mediata dall'uso di strumenti. E' interessante notare come, alle sue radici, quest'approccio teorico, si fonda proprio sul concetto di unità mente-corpo e sull'importanza dell'azione nel processo di conoscenza. “In questa visione la conoscenza muove dall'azione, dall'agire nel mondo supportata da strumenti che non sono predefiniti e orientati allo studio di determinati fenomeni. L'attività senso-motoria consiste nel coordinare direttamente l'azione senza rappresentarla e la percezione acquista significato poiché è legata all'azione. In quest'ottica la cognizione diventa una capacità emergente che deriva dal modo in cui il soggetto interagisce con l'ambiente.” Coerentemente alla definizione della conoscenza, l'apprendimento in questo approccio, è visto come effetto del fare, learning by doing, letteralmente imparare facendo. Le metodiche di insegnamento sono orientate in particolare, all'analisi del come i bambini apprendono a costruire oggetti complessi, evidenziando le componenti della programmazione comportamentale, quelle percettive e quelle motorie, e le diverse



implicazioni cognitive soggiacenti. Il presupposto è che l'utilizzo di questi strumenti possa migliorare il processo di apprendimento.

Come si è detto già in precedenza, fu Piaget a studiare l'interazione del soggetto conoscente con l'ambiente in un'ottica evolutiva, e ad evidenziare il ruolo centrale dell'azione nei processi di apprendimento. Secondo Piaget l'apprendimento nel bambino si fonda sull'attività sensomotoria. Gradualmente la struttura cognitiva evolve negli stadi successivi, quello preoperatorio, l'operativo concreto, sino all'operatorio formale, e l'elaborazione degli oggetti fisici diviene elaborazione di concetti astratti. Mediante i due processi fondamentali di conoscenza della realtà, il processo di assimilazione ed il processo di accomodamento, l'intelligenza conduce all'adattamento, ovvero alla ricerca dell'equilibrio con l'ambiente. L'intelligenza è infatti definita da Piaget come una forma di organizzazione superiore e di equilibrio che rappresenta la più alta forma di adattamento mentale, derivante nella storia ontogenetica, dall'adattamento senso-motorio.

Partendo da questa concezione dell'intelligenza, le tecnologie educative studiano come, l'utilizzo di strumenti nella risoluzione di problemi, influisca sulle capacità cognitive dei soggetti. Papert, uno dei più famosi esponenti del settore delle Tecnologie Educative, in "*Mindstorms. Bambini, computer e creatività*" illustra ampiamente il fine didattico e pedagogico delle tecnologie educative.

Il libro parte dalla definizione di unità tra mente e corpo e sviluppa l'idea di conoscenza come risultanza ad un tempo della componente cognitiva e di quella emotiva. Viene evidenziata la necessità di un cambiamento nelle istituzioni scolastiche che porti ad una maggiore integrazione tra il sapere scientifico ed il sapere umanistico, e ancor di più viene auspicata una ricongiunzione tra la conoscenza del mondo fisico e la conoscenza di se stessi, intese come parti indistinguibili di un'unica esperienza. Quello che però viene promosso dall'elaborazione teorica, viene molto spesso negato nell'attuazione metodologica. Le Tecnologie Educative infatti, pur assegnando uguale importanza alla componente cognitiva ed a quella emotiva, si sostanziano principalmente nell'utilizzo di strumenti complessi, in particolare nell'uso di una specifica nicchia di oggetti tecnologici.

L'utilizzo di oggetti tecnologici può sicuramente stimolare una parte del cervello, quella parte chiamata mente razionale, e promuovere capacità cognitive specifiche, ma non può, di per sé, essere considerata un'attività attraverso la quale promuovere lo sviluppo della conoscenza come processo integrato. Il programma proposto dai teorici delle tecnologie educative, non può semplicemente risolversi, nell'introduzione di oggetti computazionali all'interno delle aule e degli ambienti educativi. Al contrario, una corretta lettura dell'idea costruttivista delle tecnologie educative, prevede la costante attenzione ai processi di utilizzo del computer o dello strumento tecnologico, ed una precisa valutazione dei modi e degli scopi per cui le macchine vengono utilizzate. La situazione attuale della scuola vede ormai il diffondersi degli oggetti tecnologici, ma non esiste ancora, una didattica coerente con i presupposti teorici dell'approccio delle tecnologie educative. In molti casi, piuttosto che migliorare i processi di apprendimento, lo strumento tecnologico, li rende ancora più complessi e ansiogeni. Se nel bambino o nello studente esiste già una condizione di blocco nei confronti dell'apprendimento scientifico, l'introduzione del computer può risultare un ulteriore elemento di paura e di ansia, rendendo ancora più complessa ed ostica la percezione della matematica per il soggetto.

In sostanza, non è il computer in sé, l'elemento che può promuovere una metodologia di insegnamento integrata capace di sostenere ad un tempo, componente emotiva e componente cognitiva del soggetto conoscente; né può considerarsi, l'introduzione del computer, fattore sufficiente a risolvere le difficoltà nell'apprendimento scientifico.

Nello stesso errore incorrono le metodologie per l'educazione socio-affettiva, sbilanciandosi però sul polo opposto. Tali metodologie si fondano infatti, sull'approccio umanistico alle problematiche educative, e si richiamano da un lato ad autori quali Abraham Maslow e Carl Rogers, dall'altro al modello di Gordon ed a tecniche sviluppate in America, prima tra tutte la tecnica del "circle time". L'attenzione in questo caso è tutta spostata sulla componente psicologica e sociale dell'apprendimento. L'obiettivo dell'educazione socio-affettiva è quello di insegnare ai ragazzi alcune tecniche di comunicazione interpersonale e proporre il lavoro con il gruppo per l'elaborazione dei vissuti emotivi. Queste tecniche

stimolano i ragazzi a verbalizzare le difficoltà che incontrano nella loro famiglia o nell'ambiente scolastico e cercano di attivare delle dinamiche di gruppo per la risoluzione di tali problematiche. Anche in questo caso, i limiti dell'approccio sono dati dal fatto che tali tecniche rimangono un'esperienza frammentaria, staccata dal resto delle attività scolastiche. Porre l'attenzione sulla componente emotiva, senza integrarla con la controparte cognitiva, rimane un'esperienza a sé, e dunque incapace di promuovere quell'integrazione del sapere, che anche in questo caso, è postulata nei presupposti teorici.

## CAPITOLO III

### **Gli ostacoli dell'apprendimento**

Abbiamo fin qui considerato le diverse posizioni teoriche sull'apprendimento, sia attraverso l'evoluzione storica del concetto, sia nella declinazione di una molteplicità di approcci alternativi. Punto comune tra gli approcci attuali è l'importanza data al corpo ed all'azione nei processi cognitivi. Si può dunque considerare unanime l'affermazione che il processo di conoscenza è il risultato dell'unità mente-corpo. Gli ultimi sviluppi in alcuni ambiti delle Scienze Cognitive, influenzati da campi quali la Fisica Quantistica, estendono la visione sistemica della conoscenza al rapporto soggetto-oggetto. Non solo vi è unità tra mente e corpo, la stessa interdipendenza esiste tra soggetto conoscente ed oggetto conosciuto.

Analizziamo adesso le derivazioni metodologiche di questi assunti teorici, ponendo l'attenzione su quali siano i fattori che incidono sul processo di apprendimento, ostacolandolo o migliorandolo.

#### **3.1. Mente razionale e mente emotiva**

Dall'indagine PISA già citata nell'introduzione, emerge come, allo stato attuale, esista una marcata difficoltà nell'affrontare le discipline scientifiche, e tra queste la Matematica. Tale difficoltà è sentita a tutti i livelli di istruzione, dalle scuole primarie sino all'Università. Si pensi al frequente atteggiamento segnato da paura e da comportamenti di rifiuto dei bambini al loro primo apprendimento della materia, oppure alle difficoltà degli studenti del settore umanistico quando devono affrontare discipline matematiche. Abbiamo visto come il vissuto negativo dell'esperienza scolastica, non solo danneggia lo sviluppo emotivo del bambino o del ragazzo, ma influisce direttamente sullo sviluppo cognitivo, essendo i due processi strettamente interrelati. Esiste una spiegazione neuro-fisiologica di questo legame.

Possiamo considerare la capacità intellettuale come risultante dell'interrelazione tra cervello razionale e cervello emotivo. La nostra cognizione è, infatti, mediata, per ciò che riguarda il pensiero computazionale, dalla corteccia cerebrale, in particolare dai lobi frontale e pre-frontale. In questa sede il nostro cervello elabora le

informazioni provenienti dall'esterno, leggendo ed integrando tutti i dati forniti dai sistemi percettivi e i dati provenienti dalle aree senso-motorie. Sin qui il pensiero è del tutto assimilabile ad un potente e complesso elaboratore elettronico. Tutto la sfera della Psicologia Cognitiva si basa su questo punto e sull'inerente metafora mente-computer.

L'elaborazione delle informazioni a livello corticale riceve però un ulteriore apporto dato dalle afferenze del sistema limbico, in particolare dall'*amigdala*, che può essere considerata la sede del cervello emotivo. L'*amigdala* è una struttura a forma di mandorla, posta sopra il tronco cerebrale. Essa è implicata nelle risposte del sistema nervoso autonomo, nel comportamento emozionale ed alimentare, e nei processi di apprendimento, in particolare nell'apprendimento di quei compiti che richiedono la coordinazione di modalità diverse, o l'associazione di uno stimolo ad una risposta affettiva. Gli stimoli sensoriali arrivano al cervello attraverso due vie, la prima diretta alla neocorteccia, la seconda, passa attraverso il talamo ed è collegata all'*amigdala* da una connessione monosinaptica. Successivamente un secondo segnale viene inviato dal talamo alla neocorteccia. L'elaborazione dell'input sensoriale è molto più veloce per l'*amigdala*, mentre la neocorteccia elabora l'informazione a diversi livelli di circuiti neuronali prima di poter generare una risposta completa. La velocità dell'elaborazione dell'*amigdala* è funzionale al suo ruolo di "sentinella". Essa deve infatti attivare l'organismo in caso di pericolo, innescando la risposta "*attacco-fuga*"<sup>2</sup>. Se, ad esempio, scatta la reazione di paura, l'*amigdala* invia messaggi di emergenza a moltissime parti del cervello, stimola la secrezione di ormoni legati alle reazioni di combattimento o fuga, attiva i centri del movimento, il sistema cardiovascolare, i muscoli e l'intestino. Altri segnali sono diretti al tronco encefalico, altri ancora provocano il rilascio di adrenalina. Simultaneamente i sistemi mnemonici vengono riorganizzati per permettere

---

<sup>2</sup> *Risposta di attacco-fuga*, è una risposta dell'organismo, mediata dalla sezione simpatica del sistema nervoso autonomo, in situazioni di emergenza, quando l'organismo deve far fronte a cambiamenti improvvisi dell'ambiente interno o esterno- combattimento, competizione atletica, intense variazioni della temperatura, perdite ematiche. Per rispondere rapidamente alle variazioni dell'ambiente esterno l'ipotalamo attiva il sistema nervoso simpatico. Ciò determina un aumento dell'attività simpatica efferente al cuore e agli altri visceri, ai vasi periferici, alle ghiandole sudoripare ed ai muscoli piloerettori ed oculari. L'aumento della gittata cardiaca, le variazioni della temperatura corporea e della concentrazione ematica del glucosio e la dilatazione della pupilla permettono di rispondere rapidamente a condizioni esterne che potenzialmente possono arrecare danno all'organismo.

l'accesso a tutte le informazioni utili per la situazione contingente. Questo meccanismo di allarme si attiva prima del contributo della neocorteccia, che ha poi la funzione di produrre una risposta più analitica e appropriata, ponderando le diverse possibilità, in base al criterio rischio/beneficio.

La valutazione del pericolo da parte dell'amigdala è fortemente influenzata dalle esperienze passate del soggetto. Gli eventi memorizzati, lungi dall'essere fedeli resoconti di accadimenti oggettivi, hanno una particolare coloritura emotiva, creata dall'amigdala, che ha, tra le altre funzioni, quella di costituire un vero e proprio "archivio" della memoria emozionale. Tutto ciò che ricordiamo è conservato nella memoria assieme ad una serie di implicazioni emotive. Quando un nuovo evento si presenta alla nostra percezione, l'amigdala, seguendo un criterio associativo, confronta la nuova esperienza con le esperienze passate, decidendo così qual è il valore emotivo da assegnare, e l'eventualità di fattori di pericolo. Si verifica così che la reazione a situazioni attuali avvenga secondo modalità fissate molto tempo prima, e con pensieri, emozioni e reazioni apprese in risposta ad eventi, magari solo molto vagamente simili. Secondo il criterio di associazione, infatti, basta che ci siano, tra l'evento nuovo e l'evento memorizzato, anche pochi elementi in comune perchè avvenga la sovrapposizione degli eventi. In più possono anche essere ingigantite le modalità di reazione. Questo è dovuto al fatto che molti vividi ricordi emozionali risalgono ai primi anni dell'infanzia e riguardano il ricordo del bambino e di chi si prendeva cura di lui. Questo avviene in misura maggiore nel caso vi siano stati eventi particolarmente dolorosi, come nel caso del trauma. In sostanza l'amigdala deforma la percezione presente utilizzando il ricordo, anch'esso soggettivamente costruito, del passato.

Durante il processo di apprendimento, dunque, le emozioni, mediate dall'amigdala, influiscono enormemente, sia sulla capacità di attenzione e di concentrazione, sia sull'elaborazione cognitiva del concetto che si sta apprendendo, sia nella possibilità di memorizzare in modo efficace gli argomenti affrontati.

In sostanza, le emozioni legate a ciò che stiamo apprendendo ed al modo in cui stiamo apprendendo, costituiscono una specie di lente deformante, o, in altri casi, un "rumore di fondo" che inquina la trasmissione dell'informazione e la possibilità di ascolto.

La paura della Matematica, molto spesso deriva proprio da un evento passato e non più rinvenibile nella memoria cosciente, che, attraverso il ruolo dell'amigdala, si riverbera in tutte le successive situazioni in cui il soggetto si confronta con la disciplina. Se si è innescato un simile schema diventerà molto difficile per il soggetto concentrarsi e rimanere attento. Le possibilità e la qualità dell'apprendimento dipendono in larghissima misura dalla costellazione di ricordi e convinzioni che il soggetto costruisce a livello inconscio, sulla conoscenza e su di sé, in relazione alla conoscenza.

E' importante sottolineare infatti che il bambino si confronta con la conoscenza molto prima di confrontarsi con l'istituzione scolastica. Dai primi istanti di vita inizia il suo affascinante viaggio di scoperta e costruzione del mondo. Al suo primo giorno di scuola, il bambino avrà già acquisito moltissime abilità, avrà un bagaglio di conoscenze apprese in modo informale, e si sarà costruito delle spiegazioni sui fenomeni e sulle cose osservate. Una curiosità intrinseca all'essere umano al suo affacciarsi alla vita, lo spinge a sperimentare, manipolare, smontare e rimontare, tutto ciò che avrà incontra nel suo ambiente. Il pediatra e psicologo dell'età evolutiva D.Winnicott ha raccolto un'interessantissima serie di teorie spontanee create dai bambini sul funzionamento dei fenomeni della vita. Egli nota come, a volte, le teorie spontanee di bambini molto piccoli si avvicinino alle formulazioni filosofiche sull'essere e la vita. Nella sua scoperta del mondo, il bambino scopre anche sé stesso, e va creandosi un'idea di sé nei confronti del mondo e nei confronti della conoscenza. Questa costruzione avviene nel contesto ambientale e attraverso l'interazione sociale. La madre, la famiglia e gli altri significativi, influiranno enormemente sul suo percorso di costruzione di significati, e su quanto il bambino si sentirà capace e sicuro in relazione alla conoscenza. Su quest'ultimo punto grande influenza è data dalle attribuzioni degli altri significativi, al bambino. Attraverso meccanismi di proiezione e dinamiche familiari, il bambino costruirà l'immagine di sé come scolaro modello, come ribelle, o come incapace, seguendo un criterio di conferma o di opposizione alle immagini di sé rimandate dagli altri. Senza entrare nel merito delle complesse dinamiche di interazione nella costruzione del sé, è importante comunque sottolineare come, l'insegnante che si trova davanti al bambino per la prima volta, dovrà fare i conti con la sua storia, oltre che con il

bagaglio di conoscenze e nozioni, acquisite in maniera informale nel suo ambiente di appartenenza. L'insegnante dovrà considerare il modo soggettivo ed individuale in cui il bambino apprende, valutando le modalità acquisite che ostacolano le possibilità attuali di apprendimento. Sarà dunque opportuno, prima di introdurre un nuovo concetto, aiutare il bambino ad elaborare e superare tutti quei fattori che gli impediscono una corretta ricezione del concetto proposto. Analizziamo nel paragrafo successivo come debba essere modulato il metodo di insegnamento, in relazione alle modalità di funzionamento del processo di apprendimento.

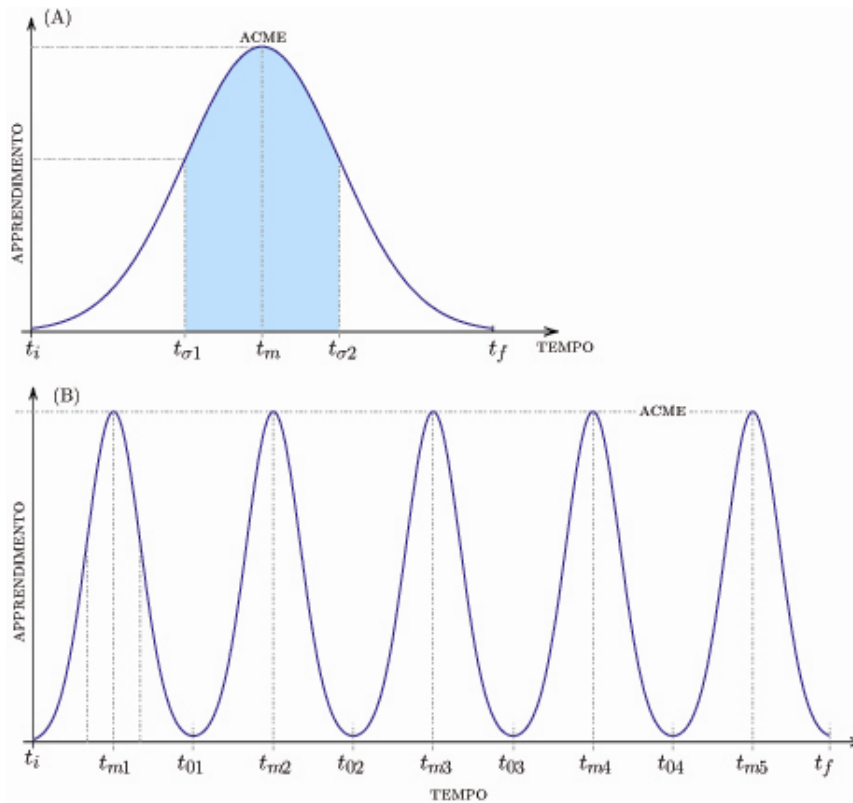
### **3.2. La conoscenza in funzione di percezione e ricezione**

Il metodo educativo, per essere efficace, deve essere fondato sulla base del funzionamento dei processi di apprendimento. Il processo di conoscenza presuppone la presenza di due agenti: l'insegnante, inteso come colui che emette l'informazione; e lo studente, destinatario dell'informazione. L'insegnante avrà il compito di esprimere il messaggio attraverso il metodo, mentre lo studente avrà il compito di recepire il messaggio, mettendosi in ascolto. Entrambi svolgono operazioni cognitive, che devono essere complementari, e agite in sintonia, perché la trasmissione dell'informazione abbia buon esito. Il metodo di emissione dell'informazione deve dunque fondarsi sui tempi, sulle modalità e possibilità di ascolto del destinatario.

Consideriamo l'andamento dell'apprendimento, come una curva di Gauss, con un punto di partenza di valore zero, un andamento prima crescente, con un acme nel punto massimo di possibilità di apprendimento, ed una fase decrescente sino al ritorno al livello di partenza (vedi fig. 1(A)).

Considerando l'estensione di questa curva sugli assi cartesiani possiamo immaginare un nuovo ciclo di apprendimento, con uguale andamento, che ripercorre le stesse fasi: fase iniziale crescente, raggiungimento di un acme e fase finale decrescente. La fine di ogni ciclo corrisponde all'inizio di uno nuovo (fig. 1(B)).





**Figura 1**

Questo stesso andamento caratterizza le due componenti dell'apprendimento: *ricezione* e *percezione*.

La *ricezione* fa riferimento alla componente fisica del messaggio ed alle possibilità tecniche di accogliere il messaggio. Una buona ricezione di un suono, ad esempio, riguarda il suo volume e la nitidezza, ed è correlato alle qualità fisiche dell'oggetto recepito ed alla precisione della struttura ricevente. Un bambino con problemi di udito non potrà avere una buona ricezione di un messaggio uditivo. L'esempio introduce il problema della *modalità del messaggio*. Il bambino in questione, infatti, potrà avere una buona ricezione dello stesso messaggio, se trasmesso secondo una modalità diversa e consona alle sue strutture recettive, ad esempio in forma visiva.

L'altra componente dell'apprendimento riguarda la *percezione*, intendendo con percezione, l'acquisizione vera e propria del messaggio. Si può intendere la differenza tra ricezione e percezione come differenza tra sentire ed ascoltare. La percezione implica una elaborazione più raffinata ed un'integrazione con differenti

componenti dell'informazione. La conoscenza ideale avviene quando il punto di acme della ricezione corrisponde al punto massimo della percezione.

Questo avviene quando, considerando l'andamento del processo di apprendimento di chi ascolta, l'insegnante modula il metodo di insegnamento, sintonizzando la curva dell'emissione del segnale con la curva della ricezione.

In questo caso, il sistema insegnante-studente è in equilibrio, e si verifica una corrispondenza perfetta, dove la trasmissione del sapere diviene una reciproca interazione, paragonabile all'*aggrovigliamento* tra due spin<sup>3</sup>, descritto in Fisica Quantistica.

Riassumendo, quando l'insegnante modula l'emissione del segnale nel punto di acme del processo di ricezione, permette la corrispondenza tra ricezione e percezione, rendendo massima la possibilità di acquisizione di conoscenza (Fig. 2 e 3).

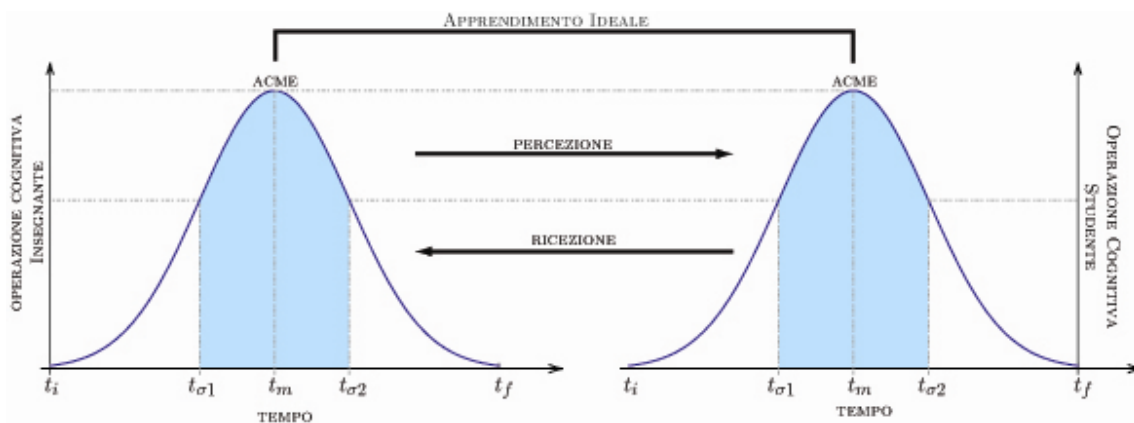
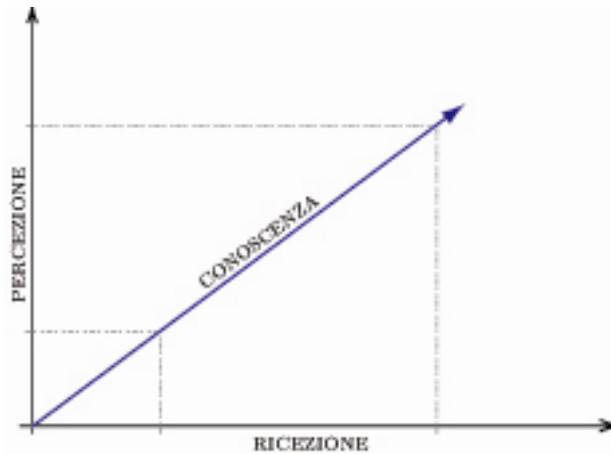


Figura 2

<sup>3</sup> Spin, letteralmente “rotazione”. Si intende per spin in Fisica Quantistica un grado di libertà interno delle particelle elementari, che ne caratterizza il momento angolare non orbitale. Esso può assumere valori discreti in base alla natura delle particelle stesse, ovvero in base al loro grado di indistinguibilità, come enunciato dal principio di Pauli.



**Figura 3**

### **3.3. Equilibrio tra emittente e ricevente**

Qualunque metodo risulta dunque fallimentare se non prevede l'equilibrio tra emittente e ricevente, ovvero una specularità di tempi e modalità tra chi emette il messaggio e chi lo riceve. Poiché le capacità ricettive e percettive sono assolutamente soggettive, ogni studente avrà un suo modo individuale di percepire ed una particolare capacità recettiva.

Tornando alla rappresentazione grafica, ogni studente mostrerà una particolare curva, che, pur avendo andamento gaussiano, avrà ad esempio un tempo diverso dall'altro di raggiungimento dell'acme, un tempo diverso di permanenza nell'acme, ecc... In più, come si è accennato prima, il sistema percettivo dell'individuo è suddiviso in diversi sottosistemi: visivo, uditivo, cinestesico. Ogni individuo sviluppa una maggiore sensibilità ad alcuni sistemi percettivi piuttosto che ad altri, e costruisce una sua particolare interazione tra i diversi sistemi. Si devono inoltre considerare tutte le variabili psicologiche e sociali, sopra discusse, derivanti dalla storia del soggetto e dal suo specifico percorso evolutivo. Si è visto come, attraverso la mediazione dell'amigdala, le esperienze vissute dal soggetto, i precedenti apprendimenti acquisiti informalmente, la particolare costellazione di schemi, pensieri e convinzioni, influiscono tutti sul modo in cui il soggetto apprende, rendendo l'apprendimento individuale, poiché radicato nel suo essere, corporeo, relazione e storico. In linea di principio, dunque, anche il metodo dovrebbe essere strettamente individuale, ma ciò necessiterebbe di un rapporto

insegnante-studente di uno ad uno, sicuramente non realizzabile nell'attuale organizzazione dell'istituzione scolastica. E' altresì complesso pensare ad un metodo unico, che risponda alle esigenze della molteplicità delle forme individuali di apprendimento. E' essenziale nella strutturazione di tale metodo, la considerazione della natura sistemica del legame tra insegnante e studente. L'insegnante ha sicuramente la responsabilità di trasmettere conoscenze, e di trovare il modo in cui farlo, ma, poiché deve sintonizzare, l'emissione dell'informazione con la capacità di apprendimento dello studente, quest'ultimo influisce sul metodo, insieme all'insegnante, sin dal primo momento. La comunicazione tra insegnante e studente è reciprocamente definita, una parte del sistema sostanzia l'altra, cosicché la conoscenza diviene il processo emergente dall'interazione tra due parti che si modificano a vicenda. Così come avviene nei sistemi matematici o fisici, nei sistemi sociali, esiste la regola della non-sommatività, ovvero *“il sistema non coincide con la somma delle sue parti; infatti, l'analisi formale di segmenti isolati artificialmente distruggerebbe l'oggetto stesso di interesse”*(Watzlawick,1991). Il sistema, infatti, dà vita a qualità emergenti, che non erano presenti nei singoli componenti. Un esempio è dato in Chimica, dove alcuni elementi si combinano in una varietà immensa di sostanze nuove e complesse. Un altro esempio è dato da un fenomeno ottico ottenuto sovrapponendo due o più reticoli. In entrambi i casi il risultato ottenuto è di una complessità che non è spiegabile in base agli elementi considerati separatamente. Inoltre, il minimo cambiamento nella relazione tra le parti costituenti si trova esaltato nella qualità emergente: una sostanza diversa, nel caso della Chimica, una configurazione assai diversa nel caso dell'Ottica. Un altro esempio di non-sommatività è dato dalla sovrapposizione di due segnali ondulatori, quali due segnali luminosi a diversa frequenza, o due onde d'acqua, o due suoni. E' infatti noto in Fisica, come queste due componenti possano interferire sia in maniera costruttiva, raddoppiando dunque l'ampiezza dell'onda risultante, oppure in maniera distruttiva, annullandosi vicendevolmente. Esistono poi una miriade di casi intermedi in cui la sovrapposizione delle due componenti dà luogo ad una forma d'onda non più riconducibile alla somma delle due parti iniziali. Riconsideriamo le definizioni sopra date di percezione e ricezione alla luce di questi esempi tratti dal mondo della

Fisica: l'apprendimento può essere considerato come una proprietà emergente derivante dall'interazione di due componenti che costituiscono un sistema. L'interazione è di tipo circolare. Quando percezione e ricezione interferiscono in modo costruttivo, ovvero, al punto più alto della ricezione corrisponde il punto massimo della percezione, allora si ha l'apprendimento ottimale; in caso contrario l'apprendimento perde di efficacia, sino al caso limite dell'apprendimento nullo, che si verifica quando le due curve presentano un andamento alternato, ovvero quando al massimo della ricezione, la percezione è prossima allo zero e viceversa. Questo processo, si è detto, è ciclico, e tende ad amplificare e a fortificare il tipo di interazione iniziale. In sostanza, sia il soggetto che apprende, sia il soggetto che somministra l'insegnamento, tendono a ripetere gli stessi schemi di interazione, anche quando questi risultano insoddisfacenti per entrambe le parti. Questa caratteristica dei processi circolari rende difficile il cambiamento nei casi di errori nella comunicazione, o ancora peggio, nelle patologie della comunicazione. Secondo la Scuola di Paolo Alto, qualunque tipo di disturbo psicologico deriva da errori della comunicazione trascurati, e incancreniti attraverso il loro auto-perpetrarsi. Nel nostro sistema scolastico, quando l'apprendimento è fallimentare, viene messa in discussione la capacità, o la volontà del soggetto, che viene sanzionato attraverso il giudizio negativo del docente e viene invitato ad aumentare, o a ripetere lo stesso percorso che non ha funzionato precedentemente. Il successivo e consequenziale fallimento, riusciranno a convincere del tutto il soggetto, della sua inadeguatezza per quella materia, o, per effetto di meccanismi di generalizzazione, per tutto l'apprendimento. E' ovvio che esistono una miriade di casi intermedi, dove non si verifica un vero e proprio fallimento, un po' come il continuum di casi nelle interazioni possibili tra fenomeni ondulatori in Fisica. Dalle statistiche emerge, comunque, che in Italia i casi in cui l'apprendimento nella scuola primaria e secondaria risulta almeno sufficiente sono in netta minoranza, in confronto all'altissima percentuale di ragazzi che all'uscita della scuola dell'obbligo presentano nelle materie di base una competenza insufficiente, o addirittura molto insufficiente. Nonostante diverse teorie nel campo della Didattica e della Pedagogia propongano modelli innovativi, le nostre istituzioni scolastiche sono ancora oggi, in larga misura, fondate sul vecchio modello di stampo comportamentista basato su

punizioni e premi. Si pretende di insegnare tramite la paura del giudizio negativo e incitando all'inseguimento di quello positivo. Attraverso una traslazione, scorretta da un punto di vista logico, ma scontata nella pragmatica della comunicazione, il giudizio sulla competenza in uno specifico campo diviene giudizio sul soggetto. L'insufficienza in Matematica diviene l'insufficienza della persona. Molto spesso la risposta più naturale per il bambino è quella di adattarsi all'attribuzione proiettata dagli altri, se sono sufficientemente significativi per lui, e presentare dei comportamenti che confermeranno tale attribuzione. Così anche chi ha espresso il giudizio troverà conferma. E così via.....Come nella sovrapposizione di due segnali ondulatori, insegnante e studente, continueranno ad interagire in modo scoordinato, il risultato sarà sempre quello del mancato apprendimento.

E' possibile rompere un simile circolo vizioso? Attraverso quale metodo è possibile realizzare la coincidenza tra acme della percezione e acme della ricezione? Se usciamo dal contesto scolastico osserviamo che nella vita del bambino e nell'arco del suo sviluppo, esistono diversi apprendimenti efficaci, basati sulla sua relazione con un altro significativo, primo tra tutti, l'apprendimento del linguaggio. Analizziamo nel successivo capitolo come i bambini imparano a parlare quale esempio di un apprendimento riuscito e indicatore di interesse per la valutazione dei processi chiamati metacognitivi, ovvero i processi mediante i quali si formano nel bambino, le strutture stesse della conoscenza, permettendogli di "imparare ad imparare".

## CAPITOLO IV

### **La genesi dell'apprendimento**

Per capire l'apprendimento è necessario considerare la prospettiva genetica, ovvero come nascono e come si sviluppano le *strutture* mediante le quali il bambino impara. Abbiamo già accennato al fatto che l'apprendimento sconfinava largamente dal contesto delle istituzioni scolastiche; esso è da considerarsi come un processo che dura per tutto l'arco della vita, e pervade ogni ambito dell'esistenza.

La Psicologia Evolutiva sottolinea come gli apprendimenti più importanti e gravosi per l'individuo avvengano nei primi anni di vita, e senza un insegnamento formale. In modo intuitivo, la madre, o la persona che si prende cura del bambino, svolge l'importante ruolo di primo insegnante, che avrà la grossa responsabilità di trasferire al bambino le necessarie conoscenze per lo svolgimento di comportamenti quali, mangiare, camminare, parlare, trasferendogli al contempo delle *modalità relazionali*, da un lato, e delle *strategie cognitive* dall'altro.

L'apprendimento, ai suoi albori, avviene in un gioco di reciprocità tra il bambino e l'ambiente in cui è essenziale la dinamica comunicativa interpersonale. Parallelamente alle abilità motorie, alle competenze linguistiche e cognitive in generale, il bambino acquisisce alcune delle capacità centrali per tutti i futuri apprendimenti : la capacità di relazione intersoggettiva, la capacità di rappresentazione dello stato mentale dell'altro e la capacità imitativa. La genesi della conoscenza mostra dunque due caratteristiche fondamentali: 1. l'apprendimento consiste nella stretta connessione tra componente corporea, componente cognitiva e componente emotiva; infatti nello sviluppo del bambino queste componenti hanno una evoluzione parallela e interdipendente.

2. L'apprendimento primario avviene senza insegnamento, nel contesto di una relazione significativa. Un esempio di apprendimento che condensa queste due caratteristiche è l'apprendimento del linguaggio. Alcune delle più recenti ricerche pedagogiche hanno cercato di rintracciare, proprio nell'analisi di come il bambino impara a parlare, le basi per un modello di istruzione ideale. Una di queste ricerche è stata condotta dal gruppo di Seymour Papert, il gruppo LOGO del Laboratorio di Intelligenza Artificiale del MIT. Il gruppo aveva l'obiettivo di realizzare ambienti

in cui il bambino imparasse a comunicare con il computer proprio come impara a parlare.

#### **4.1. Gli oggetti per pensare**

Papert scrive: “...i bambini apprendono a parlare, apprendono la geometria intuitiva per muoversi nello spazio, e quel poco di logica e retorica per raggirare i loro genitori, e tutto questo senza che nessuno glielo abbia insegnato. Dobbiamo chiederci perché certi apprendimenti hanno luogo così presto e spontaneamente, mentre qualche altro è ritardato di molti anni o non si realizza affatto, se non attraverso un’istruzione formale volutamente imposta”. La soluzione prospettata da Papert si sviluppa attorno al concetto di <<oggetto-per-pensare>>. Richiamandosi a Piaget egli sostiene che sono i bambini stessi a *costruire* le loro strutture intellettuali, da ciò egli deriva che come tutti i costruttori i bambini necessitano di materiali con cui costruire. La fonte di questi materiali è la cultura circostante. Perciò, spiega Papert, i bambini imparano con spettacolare immediatezza la lingua materna, mentre la maggior parte di loro ha grande difficoltà ad imparare una lingua straniera a scuola. In sostanza l’esito dell’apprendimento è attribuito al ruolo, giocato dalla cultura, nel fornire al bambino il materiale per la sua costruzione. Nella sua introduzione all’opera già citata “*Bambini, computers e creatività*”, Papert fa un esempio tratto dalla sua vita personale di un oggetto-per-pensare, e descrive l’importanza che hanno avuto nella sua crescita e nella sua evoluzione cognitiva dei particolari oggetti, gli ingranaggi. Egli racconta come già all’età di due anni la sua curiosità verso le macchine lo aveva portato all’osservazione, emozionata, dei meccanismi degli ingranaggi, e come successivamente, avesse trasposto la conoscenza delle ruote dentate di questi oggetti sulle nozioni che gli proponeva la scuola. L’osservazione dell’ingranaggio diventa, per il piccolo Papert, il modello per altri apprendimenti, quello ad esempio delle tavole di moltiplicazione, o delle equazioni a due incognite. Ciò che sottolinea l’autore è il particolare sentimento e la passione nel suo rapporto con gli ingranaggi. Non solo questi oggetti hanno rappresentato il modello per l’acquisizione di idee potenti di Matematica avanzata, ma si riallacciano anche ad una conoscenza corporea; hanno una duplice relazione, che è insieme sia astratta che sensoriale. Per questi motivi li



definisce *oggetti transizionali*. Papert sottolinea che la funzione di oggetto transizionale svolta dagli ingranaggi nella sua evoluzione cognitiva, non era legata esclusivamente all'oggetto in se, ma al suo "*essersi innamorato dell'ingranaggio*". Questo è chiaramente non ripetibile con lo stesso oggetto, data la molteplicità delle individualità dei bambini. Ma ciò che non può fare l'ingranaggio, secondo Papert, può essere fatto dall'elaboratore, che egli vede come una macchina col potere di simulare qualunque oggetto, per cui universale. "*Poiché può assumere migliaia di forme e può essere utilizzato in migliaia di funzioni, può soddisfare migliaia di gusti*". Nell'elaboratore, Papert, vede l'oggetto capace di promuovere quel tipo di apprendimento, naturale e informale, esemplificato dall'apprendimento del bambino della lingua materna. Se, ad oggi, l'introduzione del computer nelle scuole non ha portato alla rivoluzione nel modo di pensare e di apprendere auspicata, la causa è indicata da Papert nello sbagliato utilizzo che la scuola ne ha fatto, capovolgendo i termini del problema. In sostanza la scuola ha proposto "*la programmazione dei bambini tramite il computer, piuttosto che la programmazione dei computer da parte dei bambini*". Abbiamo già illustrato come, a nostro avviso, l'idea di partenza delle Tecnologie Educative, venga poi svilita nella sua applicazione pratica nei contesti educativi. Questo avviene però, non solo per la mancata aderenza delle realizzazioni didattiche nelle scuole alla formulazione teorica originaria, ma anche a causa di un errore sistematico presente nelle fondamenta stesse della costruzione concettuale. Ritorniamo all'esempio proposto da Papert del suo personale apprendimento e dei suoi *ingranaggi*, definiti oggetti transizionali. Per Papert è l'ingranaggio ed il suo essersene innamorato, a fondare i suoi futuri apprendimenti, ed è il computer l'oggetto capace di riprodurre, tramite la simulazione, questo oggetto e qualunque altro oggetto per permettere a tutti i bambini di creare i loro personali oggetti transizionali. Tramite il computer il bambino può imparare la Matematica, la Fisica, l'Informatica, e qualunque altra materia, in modo efficace e informale, proprio come impara a parlare.

Per quanto sia accurata e precisa l'analisi sull'apprendimento formulata da Papert e sulle difficoltà della comprensione della Matematica e delle sue cause, la soluzione da lui proposta è incompleta. Questo per due ordini di motivi: il computer non può essere considerato un oggetto universale, ma solo uno tra i tanti oggetti che si

prestano a diventare oggetti transizionali; nella descrizione dell'apprendimento l'accento è erroneamente posto sul ruolo dell'oggetto transizionale, trascurando il vero elemento che veicola la conoscenza, ovvero la relazione tra due individui.

Papert utilizza il termine di oggetto transizionale per definire gli oggetti che vengono messi a disposizione del bambino nell'ambiente di apprendimento, e che stanno in mezzo tra il concreto e direttamente manipolabile ed il formale e l'astratto. E' interessante osservare il parallelo con la definizione di oggetto transizionale data dal famoso psicanalista Donald Winnicott, esponente della psicologia delle relazioni oggettuali. Nella sua opera, l'oggetto transizionale ha enorme importanza nel processo di crescita del bambino, che proprio attraverso tale oggetto passa dallo stato di dipendenza dalla figura materna allo svincolo da essa. Tramite l'investimento emotivo su un oggetto, il bambino perviene all'autonomia ed alla introiezione delle funzioni di cura e protezione che era svolta dalla figura genitoriale. L'accento è qui posto non sull'oggetto, ma sull'investimento emotivo, che produce il passaggio dall'esterno all'interno di alcune funzioni psichiche, prime tra tutte il senso di sicurezza. In sostanza l'oggetto sta in mezzo ad una relazione, esso veicola prima di tutto una comunicazione che avviene tra madre e bambino. Papert stesso descrive le emozioni provate mentre osservava i suoi amati ingranaggi; e aggiunge: che *“gli ingranaggi facevano anche parte del mondo degli adulti che mi circondava e attraverso essi io potevo entrare in relazione con queste persone”*.

Tornando all'apprendimento, l'utilizzo di alcuni oggetti può facilitare il processo di apprendimento e stimolare quel tipo di acquisizione spontanea e naturale di conoscenze esemplificata dall'acquisizione della lingua, ma ciò che rimane fondamentale è la relazione che è instaurata con l'oggetto, e con chi sta *“dall'altra parte dell'oggetto, e della relazione”*. Se pensiamo all'apprendimento della lingua, non possiamo figurarci un ambiente ricco di meri oggetti acustici, ma piuttosto un mondo di suoni significativi che costituiscono il legame tra il bambino ed il suo universo relazionale. Anche le ultime scoperte in campo delle neuroscienze delineano i processi di apprendimento come qualcosa che ha a che fare con i rapporti fra le persone più che con i rapporti con le cose.

Una scoperta di paternità italiana, condotta dal Prof. Giacomo Rizzolatti e dal suo gruppo di ricerca dell'Università di Parma, ha rivoluzionato la comprensione del sistema motorio evidenziando le sue relazioni con l'apprendimento, il linguaggio, le emozioni e la comunicazione interpersonale. Ci riferiamo alla scoperta del sistema che sta alla base del comportamento sociale degli uomini, il sistema dei "*Neuroni Specchio*".

Secondo uno dei più grandi neuroscienziati di questo secolo, Vilnur Ramachandran, la scoperta dei Neuroni Specchio avrà, per la comprensione della mente, la stessa portata rivoluzionaria che ha avuto la scoperta del DNA per la Biologia.

#### **4.2. Le basi biologiche dell'apprendimento: i Neuroni Specchio**

Abbiamo visto come i teorici delle Tecnologie Educative si ispirino all'apprendimento informale del linguaggio per la formulazione dell'apprendimento ideale. Nell'apprendimento del linguaggio, si verifica sicuramente, in modo spontaneo, tra la madre (o chi ne fa le veci) ed il bambino, quell'equilibrio prima descritto tra percezione e ricezione, che abbiamo definito essere la caratteristica di una metodologia di insegnamento efficace. Vediamo come si traduce a livello neurofisiologico questa connessione tra madre e bambino nell'apprendimento del linguaggio. E' noto che l'acquisizione del linguaggio nel bambino deriva dal requisito di 'parità' per il linguaggio umano - ciò che conta per il parlante deve contare anche per l'ascoltatore - non sulla base immediata della condivisione di sistemi di conoscenza astratti, ma, prima ancora di ciò, sulla base di quello scambio di conoscenze che fonda le proprie radici nella relazione interpersonale, entro un sistema di accoppiamento di osservazione/esecuzione (Arbib,2000). Il legame tra emittente e ricevente diviene, dunque, centrale, nel senso che la stessa formazione di conoscenze si basa sulla capacità posseduta dal nostro cervello di 'riprodurre' un'azione, un comportamento anche quando è semplicemente osservato e non eseguito. È come se ciascuno di noi debba essere simultaneamente sé e l'altro da sé per acquisire quelle conoscenze che rendono possibile la comunicazione umana.

E' proprio il sistema dei Neuroni Specchio, il sistema responsabile della mediazione neuronale della conoscenza empatica dell'altro. Questo sistema, infatti, usa gli stessi codici neurali per un'azione sia quando è eseguita sia quando è osservata dal

soggetto. In sostanza il nostro cervello, osservando l'azione di un altro, ne ha una comprensione diretta, attraverso la traduzione neuronale di quell'azione nei propri stessi circuiti. Si può dire che i Neuroni Specchio fanno in modo che il soggetto possa vivere nel proprio corpo le esperienze dell'altro. La scoperta di questi neuroni è stata accidentale. Gallese ed altri stavano studiando l'attività neurologica dei lobi frontali del cervello, sia di esseri umani che di alcune specie di primati. In particolare un esperimento prevedeva la visualizzazione dell'attività cerebrale di scimmie macaco, durante compiti motori. Gli sperimentatori hanno osservato in particolare l'attività di 532 neuroni localizzati nell'area detta F5 della corteccia premotoria frontale di tali primati. Gli esperimenti sono consistiti nell'invitare la scimmia ad osservare azioni eseguite dallo sperimentatore (per esempio la manipolazione di un oggetto), e, in un secondo momento, ad imitarle. La registrazione dell'attività neuronale della scimmia è stata effettuata sia durante l'osservazione che durante l'esecuzione dell'azione da parte di essa. Ebbene, è stato evidenziato che 92 dei 532 neuroni considerati sono stati attivi in entrambe le fasi, di osservazione e di esecuzione dell'azione: tali neuroni sono stati definiti Neuroni Specchio. Studi più recenti (Kohler e al., 2002) hanno individuato l'attività di questi neuroni specchio anche all'interno di un sistema audiomotorio: infatti, 63 neuroni si sono scaricati sia quando la scimmia ha eseguito una determinata azione, sia quando essa ha udito i suoni associati all'azione eseguita. Sono dunque due le proprietà da cui sono caratterizzati i neuroni specchio: la prima è la reazione alla vista, o al suono, di azioni dotate di significato; la seconda è rappresentata dalla loro attivazione durante l'esecuzione delle stesse azioni. Si ritiene che l'area F5 dei primati, corrisponda alla parte posteriore del giro frontale inferiore dell'emisfero sinistro negli esseri umani, ovvero l'area di Broca. In quest'area e nella corteccia parietale inferiore sembra sia localizzato il sistema dei Neuroni Specchio dell'uomo. Una grande quantità di dati provenienti dagli studi neurofisiologici e di brain-imaging ne prova l'esistenza. Si tratta di studi effettuati grazie alla PET, Tomografia ad emissione di Positroni, che permette di visualizzare l'attivazione di specifiche regioni cerebrali durante lo svolgimento di particolari compiti. Questi studi hanno mostrato come alcuni neuroni scaricano sia durante lo svolgimento di un'azione, sia quando l'azione viene solo osservata. Agli stessi

risultati hanno portato gli studi sull'utilizzo della TMS, Transcranial Magnetic Stimulation. La TMS è una tecnica non invasiva, per la stimolazione elettrica del sistema nervoso. Tramite la TMS si crea un campo magnetico che stimola la corteccia cerebrale motoria, e viene registrato il potenziale evocato motorio dei muscoli corrispondenti all'area cerebrale stimolata. Poiché l'ampiezza dei potenziali evocati è correlata al contesto comportamentale, è possibile, comparando i diversi potenziali evocati, osservare l'incidenza di diverse condizioni sperimentali. Fadiga ed altri hanno condotto degli esperimenti registrando i potenziali evocati di soggetti sottoposti ad osservazione di azioni transitive ed intransitive, confrontandoli a quelli di un gruppo di controllo. I risultati ottenuti rilevano che l'osservazione delle azioni transitive ed intransitive determina un incremento dei potenziali evocati rispetto a quelli del gruppo di controllo. L'incremento dei potenziali evocati riguarda selettivamente i muscoli implicati nell'esecuzione del movimento osservato. La funzione dei Neuroni Specchio è dunque quella di rappresentare azioni a livello cerebrale finalizzata alla comprensione delle stesse. Gli individui possono comprendere le azioni svolte da altri, immedesimarsi nella loro mente e capirne i comportamenti proprio grazie alla congruenza che si verifica tra la codifica neuronale dell'azione osservata in un altro e quella dell'azione agita dal soggetto stesso. I Neuroni Specchio danno luogo ad una vera e propria simulazione incarnata del comportamento dell'altro, anche nel caso di quel particolare comportamento chiamato linguaggio. Ciò avviene poiché questi neuroni *mappano* il comportamento osservato sugli stessi circuiti che ne controllano l'esecuzione attiva. I Neuroni Specchio, dunque, rappresentano il punto di incontro, la condivisione, tra l'informazione convogliata dall'emittente e quella ricevuta dal ricevente. In questo senso, la definizione dell'acquisizione di informazioni, o se vogliamo, dell'apprendimento, precedentemente data acquista una spiegazione neurofisiologica. E' possibile comprendere infatti il sostrato neuronale dell'interazione tra chi emette l'informazione e chi la riceve nel processo di insegnamento/apprendimento, costituito proprio dai Neuroni Specchio. Parlare di tale interazione come un esempio di sovrapposizioni di segnali ondulatori diviene più che una metafora: *“durante l'esecuzione di un azione precedentemente osservata, l'attivazione di una popolazione di Neuroni Specchio conforme a quella*

*realizzata durante l'osservazione, rappresenta la base che supporta la comprensione dell'azione, e quindi la conferma dell'avvenuta comprensione dell'informazione".* L'apprendimento efficace, cioè l'acquisizione di un'informazione, si verifica attraverso la coincidenza dei codici neuronali di chi emette l'informazione e chi la riceve, in qualche modo due sistemi neuronali si sintonizzano attraverso un'identica attivazione. E' questo ciò che avviene nell'acquisizione della lingua materna da parte del bambino. A partire da questo meccanismo coinvolto nell'osservazione-esecuzione di azioni è plausibile considerare oggetto della percezione linguistica i "gesti fonetici" del parlante<sup>4</sup> : essi rappresentano le *primitive* che i meccanismi di produzione linguistica traducono in movimenti articolatori e, viceversa, sono anche le *primitive* che i meccanismi specializzati per la percezione linguistica recuperano dal segnale<sup>5</sup> . La struttura fisica dei suoni linguistici come stimolo per l'attivazione di una popolazione di Neuroni Specchio individua il punto di partenza della *teoria motoria per la percezione del linguaggio* la quale stabilisce che i suoni linguistici vengono percepiti ugualmente a come essi vengono prodotti: la popolazione di neuroni specchio attivata per la produzione o la comprensione di un determinato suono linguistico risulta la medesima<sup>6</sup> . Dunque, vista l'attivazione delle popolazioni di neuroni specchio, il linguaggio si identifica in una mera azione, i cui servo-meccanismi sono essenzialmente gli stessi rispetto a quelli che sottostanno alla pianificazione, all'esecuzione, al riconoscimento di altre azioni motorie<sup>7</sup> . La transizione da un sistema di neuroni specchio coinvolto nella comprensione e riconoscimento di azioni ad un altro coinvolto nella computazione linguistica suggerisce nuovi indirizzi teorici per lo studio dell'evoluzione del linguaggio. Poiché il linguaggio è riconosciuto come azione costituita dall'insieme dei gesti fonetici, essi dovranno essere compresi e riprodotti. Se un determinato gesto fonetico produce l'attivazione di una precisa popolazione di neuroni, la stessa sarà attiva anche durante la riproduzione del gesto all'interno di un meccanismo *imitativo*. Dal punto di vista dei Neuroni Specchio, la capacità imitativa rappresenta

---

<sup>4</sup> Gallese et alii, 1996

<sup>5</sup> Lieberman, Mattingly, 1989.

<sup>6</sup> Williams e altri, 2001.

<sup>7</sup> Steels, 2000.

quindi un passo fondamentale per lo sviluppo ontogenetico del linguaggio e alcuni dati sperimentali provenienti da studi su soggetti autistici<sup>8</sup>, nei quali l'imitazione è fortemente compromessa, avvalorano questa ipotesi.

L'apprendimento dunque, alla luce degli studi neurofisiologici sui Neuroni Specchio, appare come qualcosa di strettamente connesso alla relazione con l'altro, a processi di imitazione e riproduzione dei comportamenti osservati. E' importante sottolineare il peso che assume la parola *imitazione*, qui intesa non come la semplice ripetizione di un'azione osservata, bensì come il vissuto soggettivo dell'azione osservata nei propri circuiti neuronali. E' qualcosa di più profondo del comune senso assegnato alla parola imitazione, si tratta di un vero e proprio contagio che avviene tra gli individui, a livello dei circuiti neuronali, di modo che l'immagine dell'azione violenta proiettata dalla televisione, non rappresenta per il bambino solo un esempio potenzialmente emulabile, ma diviene un vero e proprio vissuto dell'atto violento, incarnato dai suoi Neuroni specchio. Diviene di assoluta importanza dunque, nell'apprendimento, l'influenza del contesto dentro il quale esso avviene. In questo caso però, per contesto si intende la rete di relazioni che il soggetto intesse a livello familiare, istituzionale, sociale, e non semplicemente il contesto educativo come viene definito dalle tecnologie educative, dove l'attenzione è posta sugli oggetti, reali e virtuali, che riempiono lo spazio deputato all'educazione.

#### **4.3. Verso nuovi modelli educativi**

Si è fin qui cercato di analizzare il processo di apprendimento considerando sia i diversi approcci teorici, sia l'apporto di differenti discipline, quali la Pedagogia, la Psicologia, la Neurofisiologia. Dopo aver discusso quelli che possono essere considerati i fattori di ostacolo al processo di apprendimento e i fattori che al contrario possono supportare un apprendimento efficace, si cercherà, nella seconda parte del lavoro, di discutere le basi per la formulazione di una metodologia didattica che possa supportare la definizione data dell'apprendimento ideale, ovvero

---

<sup>8</sup> L'autismo, è classificato all'interno del DSM IV, il Manuale Diagnostico dei disturbi mentali, tra i disturbi pervasivi dello sviluppo. E' caratterizzato da una grave compromissione dell'interazione sociale reciproca e della capacità di comunicazione, oltre che dalla presenza di comportamenti stereotipati.

l'apprendimento derivante dalla perfetta coincidenza tra percezione e ricezione, tra mente e corpo, tra insegnante e studente.

A tale scopo si illustrano le basi di quella Pedagogia che può essere definita Pedagogia Buddhista, perché ispirata alla concezione Buddhista della mente e della conoscenza.

Si ritiene che i problemi dell'insegnamento denunciati dalle indagini sulla scuola e sul mondo scolastico necessitino di una nuova formulazione dei metodi educativi, e che quest'ultima debba considerare le recenti scoperte della Neurofisiologia sulla natura dell'apprendimento, e la ridefinizione del rapporto tra mente e conoscenza effettuata dai campi paralleli della Fisica e della Psicologia. Il riferimento alla antica *gnosi orientale* è motivato proprio dalla sorprendente affinità della teoria buddhista agli ultimi sviluppi delle discipline citate. In particolare si discuteranno le tecniche di meditazione ed il loro utilizzo in ambito educativo. Un'ampia letteratura scientifica prodotta a partire dagli anni settanta in Occidente, attraverso esperimenti di brain-imaging e studi di osservazione comportamentale, ha dimostrato l'efficacia di tali tecniche per numerose funzioni cognitive e psichiche. Verranno dunque discussi gli effetti della meditazione sul sistema mente-corpo e le implicazioni di tali effetti nei processi di apprendimento.

Utilizzando la meditazione si può formulare un paradigma didattico articolato in una fase di "pulitura" del sistema recettivo, che ottimizzi le possibilità di ascolto; e in una fase di somministrazione dell'informazione, attraverso una comunicazione fondata sulla modulazione del metodo sul sistema percettivo dello studente.

Infine viene proposto un esempio di modulo didattico per l'insegnamento della Geometria Euclidea, che integra alcuni strumenti provenienti dal settore delle Tecnologie Educative con la pedagogia Buddhista, quale applicazione della formulazione teorica data.



## MATEMATICA, BAMBINI E MANDALA

Il titolo è un chiaro riferimento all'opera di Papert, "*Bambini, computer e creatività*", è infatti alla lettura di quest'opera che si ispira il lavoro.

E' assolutamente scontato affermare quali enormi potenzialità e quali paralleli rischi sono stati introdotti nel mondo dei bambini attraverso le nuove tecnologie, e di conseguenza quali imprevedibili sviluppi possa avere questo nell'evoluzione della società. Secondo molti il computer potrebbe cambiare il modo stesso di pensare, influenzando intimamente non solo sui comportamenti e sulle abitudini di vita dei bambini e degli adulti, ma anche e soprattutto sulla stessa architettura cerebrale. Si è discusso come il processo cognitivo sia interconnesso a quello emotivo, come mente e corpo siano inscindibili nell'apprendimento; è dunque necessario, nella formulazione di un paradigma pedagogico, tenere presente entrambi gli aspetti.

Esiste una cultura millenaria capace di contenere contemporaneamente l'aspetto cognitivo e quello emotivo nella comprensione della mente, e capace di dare una definizione del concetto di educazione che unisca i due termini in un unico significato.

## **La Pedagogia Buddhista**

### **5.1. Che cos'è la Pedagogia Budhista**

Nella cultura buddhista non esiste una distinzione di ambiti del sapere parallela a quella dell'Occidente, per cui parlare di Pedagogia buddhista è, da questo punto di vista, scorretto. Il termine è qui usato in funzione all'esigenza di mediazione gnostica tra le due culture, e definisce il tentativo di applicare, in modo critico, gli insegnamenti della disciplina buddhista al campo della Pedagogia Occidentale. I testi antichi buddhisti, infatti, non presentano terminologie che possano tradursi con la nostra concezione di "Pedagogia", eppure è raro trovare un'analisi più profonda di quella orientale, sulla conoscenza e sulla mente che la persegue, e sulle pratiche attraverso cui quest'ultima si evolve, in altre parole, sulle pratiche dell'educazione. In questo senso ci riferiamo al buddhismo per ciò che concerne la riflessione sull'educazione e sulla progettazione della pratica educativa. Ci riferiamo infatti soprattutto all'aspetto pragmatico della Pedagogia, così come è sottolineato da Pellerey. Egli definisce la Pedagogia una scienza pratica, il cui fine ultimo non è quello di creare teorie generali dell'educazione, ma di costruire modelli di intervento educativo spendibili nella pratica educativa immediata. *“Per fare questo, la pedagogia in primo luogo: rivisita modelli di intervento già proposti e/o attuati; esamina e valuta risorse, strumenti e contesti già disponibili per progettare ed attuare un' intervento educativo; fatto ciò la pedagogia: organizza strategicamente le sue conoscenze per individuare un possibile percorso educativo da realizzare; elabora un progetto che sta alla base dell'intervento educativo da attuare”*(Pellerey, 1999).

Diventa legittimo, partendo da questa definizione della Pedagogia, attingere ad una sapienza millenaria che si è sviluppata sullo scopo pratico di insegnare all'uomo come liberarsi dalla sofferenza, che nel buddhismo è diretta conseguenza dell'ignoranza, ovvero della non consapevolezza della vera natura di sé e della realtà.

Non rientra negli obiettivi del lavoro la trattazione completa del concetto di educazione nel buddhismo, presente un po' ovunque nella tradizione scritta ed

orale. Ci si limita, invece, ad analizzare la prospettiva orientale sui temi, trattati nei capitoli precedenti, dell'apprendimento e del processo di conoscenza, con lo scopo principale di ricavarne gli aspetti costruttivi e propositivi per la formulazione di un modello pedagogico utilizzabile in un contesto occidentale. Il primo tema trattato riguarda la descrizione contenuta nell'Abhidharma<sup>9</sup> del funzionamento dell'esperienza, e del soggetto che esperisce, ovvero la descrizione dei cinque *Skandha*. Il secondo tema può essere definito come il cuore di tutto l'insegnamento buddhista: la meditazione. Il buddhismo infatti non si limita a descrivere come funziona la mente, ma fornisce una descrizione di come poterla educare per il raggiungimento dell'auto-realizzazione. In questo senso dunque, viene trattata la meditazione, quale strumento ideale per la realizzazione di percorsi educativi.

Sulla base dei testi Abhidharma e dei successivi commentari, emerge una tradizione di ricerca analitica sulla natura dell'esperienza e sull'insorgenza del senso del sé. L'Abhidhamma è una teoria psicologica nata in seno al buddismo più di 1500 anni fa, il cui principale oggetto di riflessione è la mente dell'uomo. La mente è considerata punto di partenza, il punto focale, e qualora venga liberata e purificata, il punto di arrivo della via verso la liberazione. L'educazione, nell'idea buddhista, è intesa dunque come la guida data all'educando nel suo personale percorso di liberazione della mente da tutti i fattori che ne limitano la purezza. La concezione buddhista parte da una visione ottimistica della natura umana, assunta come perfetta e completa nella sua essenza ed alla sua origine.

La sofferenza, o, usando un linguaggio occidentale, la psicopatologia o la devianza, derivano non da una natura differente e negativa, ma da un percorso evolutivo scorretto che ha condotto l'individuo all'allontanamento dalla sua vera essenza. In questo si evince il ruolo centrale dell'educazione, definibile però, non come opera di costruzione, ma come scienza del togliere e del distruggere. Poiché l'uomo, nella concezione buddista, è già di per sé perfetto e completo, ed ha in sé, nella sua essenza più profonda, la natura stessa dell'Assoluto, non ha nessuna necessità di

---

<sup>9</sup> Abhidhamma, letteralmente "Dhamma (Insegnamento) superiore". La terza divisione del Canone della scuola Theravada. E' in gran parte un commento sul *Sutta Pitaka*, ovvero i dialoghi e i discorsi del Buddha, che sottopone ad analisi. Filosofico e psicologico, contiene un sistema completo di addestramento mentale. Sull'argomento vedi Nyanatiloka, *A Guide through Abhidhamma Pitaka* (1957).

dover apprendere nulla, né una morale, né insegnamenti di alcun tipo. Così il bambino ha già in sé la completezza dell'uomo, e non necessita di qualcuno che gli dica cosa sia giusto o sbagliato, inculcandogli la nozione del bene e del male. E' però direttamente constatabile che sono moltissimi i mali che affliggono l'esistenza umana, e che una diffusa condizione di crisi sociale e individuale costringe gli uomini a ricorrere ad istituzioni di pena, di cura e di educazione per tentare una difesa da tanti mali e provare una via di uscita alla disastrosa situazione attuale. Qual è il risultato? *“Cento anni di psicoterapia ed il mondo va sempre peggio”* scrive Hilmann nell'omonimo libro, e lo stesso potrebbe dirsi per la criminalità e per il campo dell'educazione: il crimine aumenta, il disagio giovanile aumenta, l'occidente sperimenta devianze prima sconosciute. Si diffondono con velocità ed entità sempre maggiori sia fenomeni di aggressività e violenza non giustificata, sia il sentimento di solitudine, di isolamento. Secondo alcuni, non solo la risposta dell'occidente a tale condizione non è efficace, ma addirittura la aggrava. La visione buddhista è coerente con quest'ultima ipotesi. Secondo il buddismo la sofferenza, di qualunque tipo, il male, derivano proprio da quelle istituzioni che l'uomo ha creato a sua difesa e per il suo miglioramento. La natura umana, originariamente buona, viene coperta ed oscurata dalle numerose sovrastrutture, che a partire dal primo istante di vita, si sovrappongono alla vero Io. Lo scopo dell'educazione buddhista diviene dunque quello di distruggere tutti gli elementi posticci accumulati nel corso dell'esperienza e condurre l'individuo alla riscoperta del vero sé.

In questo senso il processo di insegnamento diviene guida verso la riscoperta del proprio soggettivo ed istintivo accesso alla verità. Così come dichiarava il metodo Socratico, la metodologia buddhista è un tirare fuori le verità già possedute, cercando di eliminare e distruggere le influenze esterne. Non è infatti facile svincolare il pensiero e gli stessi processi percettivi dalle illusioni e dalle apparenze. Questo è lo scopo del “maestro”: indicare all'allievo la strada verso la liberazione dalle illusioni, condurre l'allievo alla distruzione dei suoi falsi sé onde approdare alla scoperta del suo vero essere.

## 5.2. La percezione del Sé

Secondo il buddhismo è proprio la falsa credenza di possedere un sé<sup>10</sup> unitario, una delle principali cause della sofferenza. Anche un esame superficiale dell'esperienza, ci mostra che essa è in continuo cambiamento e che dipende sempre da una particolare situazione. Tutta la nostra esperienza, l'essere vivi, comporta sempre il trovarsi in una situazione, in un contesto, in un mondo determinati. Non abbiamo nessuna esperienza di qualcosa che sia permanente e non determinata. Eppure, nonostante questa evidenza, ogni individuo è convinto della propria identità, così come è convinto di avere una personalità, memorie, ricordi, progetti, aspettative, che sembrano tutti convergere su un punto di vista coerente, un centro dal quale osserviamo il mondo. La domanda che pone il buddhismo è: come potrebbe essere possibile un tale punto di vista, se esso non fosse radicato in un sé o Io unico, indipendente, realmente esistente? In realtà tutte le tradizioni riflessive nella storia dell'uomo hanno messo in dubbio il senso ingenuo del sé, dalla filosofia alla psicoanalisi alla scienza. Tutte hanno messo in discussione un sé prefissato, indipendente ed unitario. David Hume scrive a proposito del sé: *“Per parte mia, quanto più mi addentro in ciò che chiamo me stesso, sempre mi imbatto in una particolare percezione: di caldo o di freddo, di luce o di oscurità, di amore o di odio, di dolore o di piacere. Non riesco mai a sorprendere me stesso senza una percezione, e a cogliervi altro che una percezione”*<sup>11</sup>.

Sebbene questo punto dell'illusorietà di un sé unitario e indipendente sia ormai ben noto all'indagine occidentale, grazie alla riflessione filosofica prima ed alla psicologia cognitiva successivamente, la tradizione occidentale ha scelto la strategia di ignorare l'evidente contraddizione e credere in sé. Jean-Paul Sartre afferma che l'uomo è condannato a credere in un sé, l'altra alternativa è quella di postulare un sé trascendentale che non possa essere conosciuto dall'esperienza.

La tradizione meditativa buddhista traccia la terza via. Essa è fondata su una continua pratica ed esercizio ad essere presenti e consapevoli della propria mente e

---

<sup>10</sup> Sé, La dottrina della “non-anima”, *anatta*, è fondamentale in tutte le scuole del buddismo.

L'illusione che il sé separato sia permanente e abbia interessi propri è la causa delle sofferenze e la barriera per l'illuminazione.

<sup>11</sup> David Hume, *Trattato della natura umana*, I, IV, 6 (la citazione è tratta da *Opere*, Laterza, Bari, 1971)

del proprio corpo, proprio questa pratica conduce alla consapevolezza dell'assenza di sé e dell'assenza di un io. La descrizione dei cinque Skandha spiega come è strutturata la nostra esperienza e come essa ci fornisca, illusoriamente, la convinzione di possedere un sé.

### 5.3. Gli Skhandha

La descrizione sulla natura dell'esperienza e della sua relazione con la mente umana è contenuta nell'Abhidhamma, una delle tre divisioni del canone buddhista. Si tratta della descrizione dei cinque Skhandha<sup>12</sup>, o aggregati. Secondo il buddhismo i cinque skhandha sono gli elementi dell'esistenza, casualmente condizionati, che formano un'essere o un'entità. In senso personale gli skhandha sono inerenti ad ogni forma di vita, in stato attivo o potenziale. Queste cinque funzioni, o proprietà vengono chiamate: “*Forma*” (*Rupa*), “*Sensazione*” (*Vedana*), “*Percezione*” (*Sanna*), “*Funzioni emotive*” (*Sankhara*) e “*Coscienza*” (*Vinnana*). Il riconoscimento di questi aggregati rileva come funziona la mente, e aiuta a riconoscere la natura priva di sé, la natura non-separata, non indipendente del nostro essere.

Il primo dei cinque aggregati è la “*forma*”. È considerato di natura fisica o materiale, e si riferisce al corpo e all'ambiente fisico, ma vi si riferisce in termini strettamente relativi agli organi di senso con i loro oggetti.

Essi sono: l'occhio e gli oggetti della vista, l'orecchio e i suoni, il naso e gli odori, la lingua e i gusti, il corpo e gli oggetti tangibili, la mente ed i pensieri. Gli organi di senso non si riferiscono all'organo esterno percettivo, ma al vero e proprio meccanismo fisico della percezione, cioè alla mente. L'organo della mente e i pensieri sono descritti come un senso, poiché è così che essi si presentano all'esperienza. Percepriamo i pensieri attraverso la mente, proprio come vediamo attraverso l'occhio. Già a questo livello dell'esperienza il nostro incontro con il mondo fisico è localizzato e incarnato. A questo livello la meditazione conduce alla consapevolezza che il sé non può essere identificato con il corpo. Da un punto di vista emotivo noi trattiamo il corpo come se coincidesse con il nostro sé, ma ad una

---

<sup>12</sup> Skandha, letteralmente significa “cumulo”

analisi più precisa ci accorgiamo che quello che riteniamo essere un concetto cosante è in realtà qualcosa in continuo mutamento, tanto da risultare difficile l'affermazione che il corpo in un dato momento sia lo stesso di un momento precedente. Inoltre, riflettendo sulla possibilità di perdere una parte del corpo, ci rendiamo conto che il senso del sé non sarebbe perduto. Persino nell'ipotesi fantascientifica di un trapianto corporeo totale, cioè l'impianto della nostra mente nel corpo di un altro, continueremmo a considerarci noi stessi. Allora la base del sé non può sussistere nel corpo. Si procede allora al successivo aggregato.

Il secondo aggregato è la “*Sensazione/sentimento*” e si riferisce alla coloritura emotiva posseduta da ogni esperienza. Tutte le sensazioni possono essere classificate in piacevoli, spiacevoli o neutre, e possono distinguersi in sensazioni mentali o corporee. Siamo intimamente legati alle nostre sensazioni, tanto da lottare strenuamente per la ricerca del piacere e l'evitamento del dolore. La pratica della meditazione e della consapevolezza, a questo livello, conduce all'osservazione della continua mutevolezza delle sensazioni. Anche a questo livello, l'attenzione consapevole conduce alla comprensione che il sé non coincide con le sensazioni, bensì queste ultime sono derivate e mutevoli. Si va oltre, dunque, al terzo aggregato.

“*Percezione*”. Comprende le funzioni che sono al nostro interno e che permettono di percepire le cose, dandoci la capacità di distinguere una cosa dall'altra. È una capacità che lavora molto velocemente, e, naturalmente, è basilare. Non ci sarebbe il mondo senza questa funzione di percezione e discernimento. Abbiamo svariate migliaia di dati che ci pervengono attraverso i sensi in un solo secondo. È la percezione che li ordina e da loro un significato. In realtà quello che mi sta davanti sono solo forme e colori sparsi, ma c'è qualcosa in me che ha la capacità di vedere delle persone. Ecco il terzo *Skhandha*. Consideriamo un'esempio: essere capaci di guardare una rosa e dire “vedo una rosa” implica una quantità di complessi processi di percezione visiva. Processi che distinguono colori e forma, e li separano dallo sfondo. Questo avviene nella mente alcune centinaia di volte, finché un altro processo, detto ‘*sintetico*’, incomincia la sua azione. Costruisce un'immagine

composita di tutte le forme, fa una sintesi delle parti in precedenza percepite. Poi c'è il processo detto 'afferrare il significato', che si ripete svariate volte. Il quarto è il processo detto 'afferrare il nome'. Fabbrica un nome o un concetto anche se si tratta di qualcosa mai visto prima. Ma se il nome è già noto, come per 'una rosa', intervengono altri tre processi: uno è detto 'convenzione'; un altro si chiama 'comparazione', compara infatti quello di 'rosa' con gli altri nomi di fiori in modo di arrivare alla conclusione "questa è una rosa"; ed infine c'è un ultimo processo detto 'afferrare i nomi' che riconduce i nomi delle classi agli oggetti. Questi processi incredibilmente complicati di immaginazione e memoria, percezione e discriminazione, giudizio e classificazione, si svolgono nella mente in maniera così rapida che noi pensiamo istantaneamente: "Questa è una rosa". Tale è la complessità del processo che confluisce in un singolo atto di percezione. Questo processo, rapido e dinamico, include anche gli organi fisici; nel caso della rosa il corpo e gli occhi. Crea una tonalità affettiva. Tutto l'insieme viene conosciuto dalla coscienza. Anche a questo livello la meditazione conduce all'evidenza che il sé non può essere radicato nella mutevolezza della percezione.

Il quarto aggregato viene chiamato il gruppo delle "formazioni e volizioni", o attività e tendenze. Potremmo forse dire che questo *skhandha* è la parte attiva del nostro cuore/mente. *Vedanā*, come abbiamo visto, è ciò che riceve il mondo. Questo aggregato invece rappresenta l'agire. Include tutti i sentimenti ed emozioni positivi e negativi. Include tutti i fattori e le qualità mentali. Ciò significa che comprende desiderio e brama, odio e rabbia, illusione e ignoranza, ma include anche rinuncia e lasciar andare, gentilezza e amore; comprende anche la saggezza, ciò che vede chiaramente; include la sonnolenza, la distrazione, l'irrequietezza, ma anche vigilanza, concentrazione e calma. È l'intera gamma degli eventi attivi. È la forza che motiva e muove che sta dietro tutte le nostre azioni. È alla base di tutte le azioni del corpo, della parola, del pensiero.

Il quinto aggregato è quello della "coscienza". Parlare della coscienza è particolarmente insidioso, poiché non è un qualcosa di materiale. Tradizionalmente è definita come chiara e conoscente. Se non esistesse la conoscenza, non ci sarebbe



nulla. Tutto potrebbe essere qui, ma nessuno lo saprebbe. E non riguarda il conoscere in modo intellettuale, ma è ciò che sa che, ‘suono’, ‘rosso’, sono presenti. La coscienza di per sé è priva di forma o contenuto. Non ha colore o forma. Non ha misura o estensione, non possiamo dire che è grande o piccola. Non ha un sito, non possiamo dire che la coscienza è qui o là. Quando diciamo che è vuota, lo è nel senso che non ha alcuna di queste qualità. Forse si può dire che è, in un certo senso, simile a uno specchio. Uno specchio non contiene già i colori o le forme che sta per riflettere. In questo senso anche uno specchio è vuoto. Tuttavia la coscienza ha il potere di conoscere le cose. In questo senso è ovviamente diversa da uno specchio, perché uno specchio probabilmente non conosce ciò che riflette. La coscienza non ha una sua propria forma o contenuto ma ha la capacità di conoscere, di esperire. In altri termini si potrebbe dire che questa capacità è dinamica e ha il potere di manifestare. In questo senso è molto diversa da uno specchio. Ha un potere in se, una brillantezza. In un certo senso ha il potere di proiettare le apparenze come se fossero reali. E’ difficile dire qualcosa di determinato sulla coscienza. È vuota in se stessa, conosce, ha il potere di manifestare.

Si distinguono sei tipi in base all’oggetto con cui si connettono e precisamente:

1. coscienza visuale, connessa agli occhi e alle forme;
2. coscienza uditiva, o coscienza del suono, connessa alle orecchie e al suono;
3. coscienza olfattiva, o coscienza dell’odorato;
4. coscienza del gusto;
5. coscienza tattile o corporea;
6. coscienza mentale/emotiva; connessa al cuore/mente, ai pensieri, emozioni e sentimenti.

È la coscienza che conosce. In tal modo, in connessione con il corpo o *skhandha* della forma, il nostro mondo interno ed esterno è esperito o gustato da *vedanā*, la tonalità esperienziale, è interpretato e dotato di senso dallo *skhandha* della percezione o discernimento, quindi è agito dallo *skhandha* della formazione o volizione, ed infine è conosciuto dalla coscienza.

La convinzione di avere un sé è costituita da questi aggregati. A ben guardare, non solo, al di là di questi cinque aggregati non c’è nulla che possa chiamarsi “io”, ma inoltre ciascuno *skhandha* è vuoto di un che di sostanziale. In altre parole, anche

all'interno di ciascuno di essi non si può afferrare niente. Essi sorgono, mutano, svaniscono, e lo fanno di momento in momento. Un pensiero sorge ed il momento successivo è svanito, un formicolio sorge e il momento successivo non c'è più. Ci sentiamo annoiati e poi la noia se ne va, ci sentiamo interessati ma poi l'interesse va via. C'è un'inspirazione, c'è un'espiazione e poi se ne vanno. Sembra piuttosto ovvio che niente di tutto ciò possa essere trattenuto o afferrato. È una danza che dipende da cause e dalle circostanze. Una famosa metafora buddhista paragona le forme fisiche alle bolle di schiuma. Le tonalità esperienziali sono come bolle. Le percezioni assomigliano a miraggi. I fattori volitivi, le emozioni e gli stati della mente sono come il tronco di un banano dove non c'è un tronco vero e proprio, ma solo foglie arrotolate l'una con l'altra. Sembra un tronco vero, ma se si guarda meglio non lo si trova. Le coscienze assomigliano a illusioni magiche. È uno spettacolo vivido, di mera apparenza. Sebbene ci sia una realtà qui, una presenza scintillante e ben manifesta, essa è insostanziale. La piena comprensione della realtà ultima è comprendere in maniera non concettuale questa natura trasparente e inafferrabile. Questa comprensione avviene per mezzo della meditazione.

#### **5.4. Psicologia e Psicofisiologia della Meditazione**

L'interesse verso le relazioni tra mente e corpo da un lato, e verso lo studio degli stati di coscienza dall'altro, ha spinto la psicologia scientifica convenzionale ad incontrarsi con la psicologia tradizionale propria delle culture orientali, dotata di una ricchezza di analisi e di pratiche operative, tra le quali spicca la meditazione.

James, Jung, Jasper avevano già in parte percorso questo itinerario di incontro, che oggi la psicologia riaffronta. Nel 1977 la American Psychiatric Association avvertiva la opportunità di formulare la richiesta di una valutazione critica sulla possibile rilevanza clinica della meditazione.

In risposta a tale richiesta D.H. Shapiro, comparando gli aspetti clinici e fisiologici della meditazione con quelli di altre strategie di autocontrollo, sottolineava le potenzialità della meditazione come strumento capace di ristrutturare l'attenzione e orientare il pensiero in maniera diversa da quella logico-verbale "ordinaria". Lo psichiatra americano R. Walsh riprendendo gli studi di Shapiro scrive: *"il termine meditazione si riferisce ad una famiglia di pratiche che addestrano l'attenzione al*

*fine di elevare la consapevolezza e portare i processi mentali sotto un maggiore controllo volontario. Gli obiettivi ultimi di queste pratiche sono lo sviluppo di un profondo insight sulla natura dei processi mentali, la coscienza, l'identità e la realtà, e lo sviluppo di stati ottimali di benessere psicologico e di coscienza. Esse possono essere anche usate per una varietà di stati intermedi, come benefici psicoterapeutici e psicofisiologici (1983)."*

La letteratura oggi disponibile sulla psicologia e la psicofisiologia della meditazione è ormai amplissima, ed il capitolo sulla meditazione compare in quasi tutti i manuali aggiornati di psicologia generale e di psicoterapia. Un tale interesse è anche motivato dalla possibilità che queste tecniche offrono di dare una risposta a quelle dimensioni di disagio che siamo soliti chiamare "esistenziali", sempre più presenti nella domanda di aiuto psicoterapeutico. Una domanda a cui gli indirizzi psicoterapeutici rispondono con molta difficoltà, proprio perché si muovono all'interno dello stesso sistema di valori che è alla base della cultura e del modo di vivere da cui il disagio origina.

H. Benson, direttore del Mind-Body Institute della Harvard Medical School, in numerosi studi sperimentali ha analizzato i correlati psicofisiologici di soggetti in stato di meditazione attraverso la registrazione di parametri quali il consumo di ossigeno, la pressione sanguigna, il ritmo cardiaco, la temperatura corporea, la resistenza cutanea e gli eventi elettroencefalografici. Da questi studi emerge che i soggetti, durante la pratica della meditazione, manifestano quei segni fisiologici generalmente descritti come uno <<stato ipometabolico cosciente>> caratterizzato da: diminuzione del consumo di ossigeno, dell'eliminazione di anidride carbonica e del ritmo e del volume della respirazione; un leggero aumento dell'acidità del sangue arterioso; una notevole riduzione del livello del lattato ematico; un rallentamento del battito cardiaco; un notevole aumento della resistenza cutanea; ed un tracciato elettroencefalico con una intensificazione delle onde alfa e con attività saltuaria delle onde teta. Questi correlati fisiologici descrivono, a livello di vissuto psicologico, un quadro di profondo rilassamento in stato cosciente con sensazioni di benessere psicofisico, di pace e di serenità interiori o di semplice sensazione di rilassamento. Il grado di resistenza cutanea, per fare un esempio, è l'indice classico utilizzato nella misura dei livelli d'ansia; così come il livello di lattato del sangue è

correlato a stati di stress e a sintomatologie patologiche come le nevrosi ansiosa. Il quadro delle variazioni suggerisce, dunque, che la meditazione provoca una risposta integrata, o riflesso, mediata dal sistema nervoso centrale, caratterizzata da uno stato di calma e di abbassamento della reattività del sistema simpatico. Questo tipo di risposta è della stessa natura del ben noto <<riflesso di attacco o fuga>> o <<allarme difensivo>> studiato dal famoso fisiologo W.B. Cannon. Il sistema nervoso autonomo stimolato sotto il pericolo di una minaccia, mette in funzione una serie di risposte non logiche, contrassegnate da aumenti della pressione sanguigna, ritmo cardiaco, flusso del sangue nei muscoli e consumo di ossigeno. Queste modificazioni sono finalizzate all'evitamento del pericolo e all'autodifesa. Lo stato ipometabolico, provocato dalla meditazione, si configura come reazione opposta a quella di attacco o fuga. Durante la preistoria dell'uomo tale risposta ha avuto grande valore per la sopravvivenza, radicandosi così nel corredo genetico umano. Tuttavia nell'ambiente attuale la reazione di attacco o fuga è anacronistica e il suo innescarsi, in modo inadeguato e sproporzionato, spesso provoca la cristallizzazione di processi patologici. L'iperattivazione del sistema nervoso simpatico, legata all'allarme difensivo, si trova alla base delle diverse patologie legate allo stress provocando l'abbassamento delle difese immunitarie, sia è legata a comportamenti ostili e aggressivi.

Proprio su queste basi poggia l'esperienza di Sharon Salzberg e Jon Kabat-Zinn della Stress Reduction Clinic del University del Massachusetts Medical Center di Worcester. Nella loro clinica, situata all'interno del grande centro medico ospedaliero della facoltà di medicina del Massachusetts, questi autori utilizzano la meditazione come strumento terapeutico. Essi hanno osservato su pazienti con diversi problemi di salute, sottoposti a programmi di meditazione, una rilevante riduzione della sintomatologia organica, e un'incidenza positiva della meditazione, ancora maggiore su sintomi psicologici come rabbia, ansia, depressione, somatizzazione o percezione negativa del proprio corpo.

Hanno, inoltre, registrato nei soggetti un profondo cambiamento psicologico in relazione alla loro capacità di affrontare la sofferenza, alla percezione della realtà e alla loro visione del mondo. Il Programma di Meditazione è il solo programma di autosviluppo i cui benefici siano stati convalidati ampiamente dalla scienza. Oltre

cinquecento ricerche scientifiche effettuate negli ultimi venticinque anni presso duecento Università e centri di ricerca di trenta nazioni dimostrano i benefici che esso produce a livello del corpo, della mente, del comportamento e dell'ambiente. Scannerizzando il cervello i ricercatori del Massachusetts Institute of Technology hanno osservato che, in fase di meditazione, i soggetti aumentano la consistenza cerebrale e che le parti che aumentano in spessore sono quelle addette all'attenzione e ai processi sensoriali che arrivano dall'esterno. All'interno della materia grigia poi, lo spessore aumenta maggiormente nelle persone adulte rispetto a quelle più giovani, mentre di solito questa sezione del cervello umano, normalmente, rimpicciolisce con l'età. In altre parole è come se nelle persone anziane la meditazione fosse in grado di far tornare attive quelle parti del cervello che lo sono soprattutto in tenera età. Spiega Sara Lazar, responsabile della ricerca: "*I nostri dati portano a sostenere che la pratica della meditazione conferisce non solo l'aumento della materia grigia, ma anche elasticità alla corteccia cerebrale degli adulti in aree importanti per l'apprendimento, i processi emotivi e lo per star bene*".

### **5.5. Un ipotesi metodologica**

Considerando i dati raccolti dalla ricerca neurofisiologica, non sorprende che la meditazione sia stata largamente utilizzata in contesti educativi, nelle aule, per bambini, adolescenti, e per le insegnanti. Un esempio è il progetto di "*consciousness-based education*" finanziato dalla David Lynch Foundation e condotto nelle Scuola Pubblica Charter di Detroit. In contesti scolastici l'utilizzo della meditazione permette sia il potenziamento dei processi di apprendimento e di sviluppo cognitivo, sia il miglioramento delle capacità di comunicazione intrapersonale e interpersonale, sostenendo così lo sviluppo psico-emotivo.

Esiste una forma di meditazione che si addice particolarmente al contesto educativo e scolastico, la realizzazione del "*Mandala*". Nel successivo capitolo verrà definito il Mandala nella tradizione buddhista e nella tradizione occidentale, in particolare nella accezione data dalla psicologia analitica junghiana. Si ritiene infatti che il Mandala possa essere fruttuosamente utilizzato in ambito educativo, come esempio di tecnica psicofisiologica capace di migliorare le competenze cognitive e psichiche implicate nel processo di apprendimento.

In particolare, date le caratteristiche geometriche e numeriche del Mandala, verrà esaminata e discussa la possibilità di utilizzare questo oggetto nella didattica della Matematica. A tale scopo si illustrano alcuni esempi di descrizione di Mandala attraverso categorie geometriche e numeriche. E' infine indagata la possibilità di integrazione tra il lavoro psichico, la Didattica Matematica, la competenza artistica e l'utilizzo delle Tecnologie Educative. La realizzazione del Mandala media tutto questo. Il Mandala infatti è prima di tutto strumento di integrazione psichica, come mostrato dalla psicologia analitica e dalla dottrina buddhista, è oggetto geometrico e oggetto d'arte ad un tempo, si presta infine alla realizzazione mediante la macchina computazionale.

## CAPITOLO VI

### Il Mandala

#### **6.1. Teoria e pratica del Mandala**

La parola Mandala deriva dal sanscrito e significa “cerchio”; indica genericamente una qualunque immagine circolare, associata ad altre forme geometriche o ad altri simboli, più frequentemente al quadrato ed al triangolo, ed è assimilabile alla rappresentazione simbolica della sfera. Il termine è legato alla tradizione indotibetana poiché è al suo interno che il Mandala viene sviluppato maggiormente fino a divenire centro e simbolo della sua filosofia (Tucci,1961). L’immagine del Mandala non appartiene, però, esclusivamente al contesto orientale; appare, infatti, in diverse culture e in diversi periodi storici. Il Mandala è dunque considerato un’immagine universale ed archetipica, secondo un termine della Psicologia Analitica.

Esso può essere costituito da un’immagine mentale elaborata in sogno; da una struttura concentrica dell’architettura; da una teorizzazione astratta, mediante il concetto di autoreferenzialità e i paradossi logici; dalla coreografia di una danza, come nel caso delle danze dervisce, o dalla struttura ritmica di composizioni musicali, come alcune opere di Bach o Beethoven<sup>13</sup>, che la critica definisce circolari. Le piante di costruzioni come Stonehenge<sup>14</sup>, oppure i rosoni delle cattedrali cristiane, i disegni sacri degli indiani Navajo, o i disegni Maya, o, ancora, le rappresentazioni alchemiche della quadratura del cerchio, sono solo alcuni degli innumerevoli esempi di Mandala. In tutti questi esempi la costante è data dalla forma circolare, dalla presenza del paradosso sotto forma di due opposti che coincidono, e dalla sensazione di armonia interiore e di bellezza estetica che li caratterizza. La funzione di integrazione si manifesta nelle forme circolari, seguendo le quali si ha la sensazione di essersi perduti e poi ritrovati, come per

---

<sup>13</sup> Wilfrid Mellers scrive a proposito delle *Variazioni Diabelli*, di Beethoven: “*un’opera circolare più che lineare[.] come nelle variazioni di Goldberg, di Bach, malgrado le ovvie differenze di approccio, i due compositori sembrano <<vedere il mondo in un granello di sabbia>>, e ci rendono consci che l’esperienza rappresenta una totalità in cui il sublime ed il banale coesistono.*”

<sup>14</sup> Monumento megalitico antecedente al II millennio a.C. presso Salisbury, in Inghilterra. Il monumento è formato da trenta monoliti disposti in cerchio, alti quattro metri. Al centro si trovano cinque triliti disposti a ferro di cavallo. E’ orientato astronomicamente e si ipotizza fosse dedicato al culto del Sole.

seguire le scale del castello di Escher<sup>15</sup>. Si parla dell'ordine nel disordine, della semplicità nella complessità, del piccolo nel grande, del molteplice nell'uno. Conze, nel suo commento al *Sutra del Cuore*<sup>16</sup>, così definisce questo concetto: *“L'infinitamente Lontano non solo è vicino, ma infinitamente vicino. È in nessun luogo, e in nessun luogo non è. Questa è l'identità mistica degli opposti. Il Nirvana è la stessa cosa che il Mondo. Esso non solo è 'in' e 'con te', ma tu sei nient'altro che esso”* (Conze,1976). Nella tradizione orientale: *“Il Mandala anzitutto delinea la superficie consacrata e la preserva dall'invadere delle forze disgregatrici simboleggiate in cicli demoniaci, ma è molto di più che una semplice superficie consacrata e da mantenere pura per scopi rituali e liturgici. Esso è di fatto un cosmogramma, è l'Universo intero nel suo processo di emanazione e riassorbimento: l'Universo non solo nella sua inerte distesa spaziale, ma come rivoluzione temporale; e l'una e l'altra come processo vitale che si svolge da un principio essenziale e ruota intorno ad un asse centrale, la montagna Sumeru, l'Axis Mundi su cui poggia il Cielo e che affonda le basi nel sottosuolo misterioso”* (Tucci, 1961). Il Mandala deriva da queste premesse, configurandosi come proiezione geometrica del mondo semplificato al suo schema essenziale, ma non solo rappresenta l'evoluzione e l'involuzione cosmica: *“chi se ne serviva non fu più soltanto sollecito di un ritorno al centro dell'Universo, quanto piuttosto di un rifluire delle esperienze della psiche alla concentrazione, raccolta e non distratta, e per scoprire il principio ideale di tutte le cose”* (Tucci,1961). In altre parole il Mandala assume il significato di psicocoscogramma, di *“schema della disintegrazione dall'uno al molto e della reintegrazione dal molto all'uno”*, la rappresentazione di un'immagine istintivamente percepita, di una misteriosa essenza, che dal proprio centro, inteso come interiorità, si espande e propaga.

È la rappresentazione di una coscienza immaginata come punto luminoso dal quale si irradiano le componenti psichiche, descritta nei testi indiani per la prima volta nel Brhadaranyaka-up<sup>17</sup> che afferma: *“Come tutti i raggi sono collegati nel mozzo e*

---

<sup>15</sup> Cfr. Litografia “Salita e Discesa”, di M.C.Escher, del 1960.

<sup>16</sup> *Sutra del Cuore*, testo sacro Buddista, risalente al IV sec. d.C. Fa parte delle Prajnaparamita, composta da trentotto libri ed elaborata in India tra il 100 a.C. e il 600 d.C. Il *Sutra del Cuore* è considerato l'essenza dell'insegnamento della perfetta sapienza.

<sup>17</sup> Brhadaranyaka-up (II, 5,15) Citazione da G.Tucci, *op. cit.*, pag.40.



*nella circonferenza, così tutte le creature, tutti gli dei, tutti i mondi, tutti gli organi, tutte le anime sono legate in quell'anima*". Sia inteso come cosmogramma, sia come psicoc cosmogramma, il Mandala è *"il modello più semplice della compiutezza, rappresentazione del conflitto e della conciliazione degli opposti"* (Venturini,1995). Nelle scuole dello gnosticismo indiano i due piani, quello del mondo fisico e quello del mondo psichico, si sovrappongono: ciò che vale per il Cosmo, vale per l'Io. Cosmo ed Io hanno origine nell'atto di autolimitazione dell'Uno originario, che per il mondo fisico consiste nel sorgere della Maya<sup>18</sup>, e per il mondo psichico consiste nella scissione tra soggetto ed oggetto. Secondo lo gnosticismo indiano tutti gli esseri viventi e tutte le forme di vita, l'Universo e, in esso, l'uomo, hanno origine dalla separazione di Prakrti da Purusha, lo spirito dalla materia, originariamente fusi in un'unità inseparabile. L'illusorietà dell'esperienza umana, del mondo della Maya, deriva proprio dall'atto primigenio di separazione, ma da esso deriva anche il desiderio di ricostruire l'unità dello stato iniziale. Perciò il processo di conoscenza e di integrazione, sia per il Cosmo, che per l'Io, è definito come un tendere dal Samsara al Nirvana, dal molteplice all'uno, dalla circonferenza verso il centro del cerchio. Allo stesso tempo non è mai affermato che vi sia differenza tra il Samsara e il Nirvana, così come non vi è differenza tra la circonferenza e il centro del cerchio. Questo è il punto più interessante e rivoluzionario della dottrina Buddhista, introdotto e spiegato da Nagarjuna (importante filosofo indiano del secondo secolo d.C.). Questo punto, definito come la mistica coincidenza degli opposti, segna il passaggio dal vecchio al nuovo Buddhismo, e il Mandala ne è rappresentazione perfetta. Il Buddhismo moderno afferma che *"Samsara e Nirvana così contrapposti sono equivalenti, in quanto partecipano dello stesso carattere, perché ugualmente privi di essenza, l'unica realtà restando quell'indefinibile quiescenza; ora si definisce questo ente in termini positivi come coscienza pura senza oggetto né soggetto"* (Conze,1976).

La coincidenza di Samsara e Nirvana, definita come dialettica della Vacuità, è affermata nel terzo paragrafo del Sutra del Cuore. Dal verso 9 al verso 16, si legge: *"...la forma è vacuità e proprio la vacuità è forma; la vacuità non differisce dalla forma, la forma non differisce dalla vacuità; qualsivoglia cosa sia forma, quella è*

---

<sup>18</sup> Maya: termine sanscrito, illusione, indica il mondo fenomenico.

*vacuità, qualsivoglia cosa sia vacuità, quella è forma, lo stesso vale per sensazioni, percezioni, impulsi e coscienza.”* .

Secondo una definizione comprensibile ad una mente duale, il Nirvana è il rifiuto totale di questo mondo, configurandosi il Samsara come l'al di là, ciò che supera e trascende il mondo delle apparenze. La vita spirituale deriva dunque dalla negazione dell'Io e di tutte le cose. Negando l'Io e le sue illusioni emerge l'essenza, la Vacuità. Ma la mistica orientale procede oltre, osservando che negando sé stesso l'Io, non fa che affermare la sua esistenza; nella lotta per la sua estinzione esso prenderà forma, poiché ammettere che deve essere distrutto o superato equivale ad ammettere che l'Io esiste. Al contrario, quando vi è estinzione dell'Io, è implicita in essa una non differenziazione tra mondo e vacuità. *“Dal momento che la negazione dell'Io è essa stessa un atto dell'Io, anche quella negazione per essere completa, deve a sua volta essere negata.”* In questi versi de *Il Sutra del Cuore*, i cinque Skandha<sup>19</sup>, (forma, sensazioni, percezioni, impulsi e coscienza) vengono definiti attraverso il termine che è la loro negazione. Per definizione la Vacuità è quello stato di assoluta perfezione che deriva dalla negazione dell'Io e di tutte le cose; dunque dalla negazione dei cinque Skandha. Affermando che la Forma è Vacuità si afferma che un termine è identico alla sua completa negazione: *“A è non A”* , *“non A è A”* (Conze,1976). Queste proposizioni violano ovviamente il principio logico di contraddizione. È come se il verso recitasse che la forma è la negazione della forma, e che la negazione della forma è forma. Il Sutra utilizza apertamente e volontariamente un linguaggio che, attraverso la logica, arriva al superamento di quest'ultima, abrogando il principio di contraddizione.

La storiella Zen riportata da Varela, nel saggio *“La realtà inventata”* (Watzlawick,1988) esprime la stessa paradossalità della negazione dell'Io:

*Pensare*

*che non ti penserò più*

*è ancora pensarti.*

*Lasciami allora provare*

---

<sup>19</sup> Skandha: letteralmente aggregato, in sanscrito. I cinque elementi che costituiscono la personalità, come essa appare. Secondo la dottrina Buddhista l'unitarietà dell'Io e della personalità sono illusorie. Tutti i dati dell'esperienza umana si possono spiegare facendo riferimento ai cinque Skandha, senza bisogno di introdurre l'esistenza di un Io unitario.

*non pensare*

*che non ti penserò più.*<sup>20</sup>

Il Mandala è associato da C. G. Jung, fondatore della Psicologia Analitica, allo stesso principio, ovvero all'emergere nella psiche di un processo unitario che, destituendo l'egemonia dell'Io, riorganizza la psiche ad un più alto livello di consapevolezza. Questo avviene attraverso un processo spontaneo, involontario, derivante da un'esigenza interiore che spinge a superare le strettoie dell'Io in virtù della pulsione di totalità che conduce al Sé<sup>21</sup>. Tutta la psicologia di Jung è fondata sull'importanza del simbolo nel processo di individuazione<sup>22</sup>, che è anche definito come processo di evoluzione spirituale. Egli rileva, nel suo lavoro di analisi, che proprio quando ha inizio il processo di individuazione, emerge nei sogni o nelle fantasie del paziente, il simbolo mandalico. Questo simbolo conduce la personalità alla sua più piena realizzazione, avviando il processo di unione degli opposti. Ecco come definisce Jung quest'unione: *“Coscienza e inconscio non producono come sintesi un tutto se l'una è repressa e danneggiata dall'altro e viceversa. Se devono combattere tra loro che sia almeno una battaglia leale con eguali diritti da entrambe le parti. L'una e l'altro sono aspetti della vita. La coscienza dovrebbe difendere la sua ragione e le sue possibilità di autodifesa; ma anche alla vita caotica dell'inconscio dovrebbe esser permesso di seguire la sua strada, nei limiti in cui ciò sia per noi tollerabile”* (Jung, 1985). Jung studiò numerosissimi esempi di Mandala, sia esaminando quelli presenti nelle diverse forme d'arte in varie culture, sia analizzando i Mandala che comparivano nei sogni dei suoi pazienti. Seppure il significato più stretto del Mandala è legato al suo essere oggetto per la meditazione, intesa come tecnica psicofisiologica capace di aumentare l'autoconsapevolezza e migliorare l'equilibrio psicofisico, esso è utilizzato in diversi ambiti, ove la sua funzione è comunque sempre riconducibile al suo stretto legame con la struttura psichica e alla sua capacità di armonizzarne le parti in

---

<sup>20</sup> [4], pag. 149

<sup>21</sup> Il Sé è definito da Jung traducendolo dal termine indiano Atman, ed indica la totalità della psiche.

<sup>22</sup> Il processo di individuazione è il procedere della psiche da uno stato di disgregazione ad uno più evoluto e completo di integrazione delle sue diverse parti. È ciò che conduce alla nascita del Sé, in altre parole alla più alta realizzazione individuale, da non confondersi con l'individualismo, poiché comprende in sé anche il piano collettivo.

conflitto. Si vuole qui analizzare l'uso del Mandala in contesti didattici per l'elaborazione di modelli multidisciplinari che da un lato coniughino l'insegnamento scientifico a quello umanistico, dall'altro supportino il parallelo evolversi di sviluppo cognitivo e sviluppo psico-emotivo.

In particolare, si vuole esaminare il possibile utilizzo del Mandala nell'insegnamento della Matematica nella scuola primaria e secondaria, sebbene non se ne escluda l'impiego a livelli più avanzati di insegnamento. Si sostiene che è possibile migliorare l'apprendimento di nozioni scientifiche, spesso percepito dagli studenti di diverso grado, come il più problematico, attraverso il disegno, il gioco e la visualizzazione di Mandala.

## **6.2. Mandala aritmetici**

Da un punto di vista descrittivo, il Mandala è un oggetto geometrico che presenta interessanti proprietà matematiche; esso può essere definito come una figura circolare caratterizzata da diversi tipi di simmetrie, reali o apparenti, e da una combinazione di figure tendente ad esprimere un movimento dalla parte periferica verso il centro. Molto spesso il Mandala è dato dalla semplice unione di quadrati e cerchi concentrici.

È l'esempio del Mandala "Kalachakra", di origine tibetana (Fig. 4) che descrive la pianta del palazzo reale dove risiedono le divinità, ma il suo vero significato è nella rappresentazione dell'unione tra Vacuità e Nirvana. Nella sua forma più classica, il Mandala Kalachakra viene costruito sul terreno con delle sabbie colorate, ed è poi distrutto alla fine, a lavoro completato, come segno di non attaccamento e affermazione della natura impermanente di tutte le cose. Il Mandala non è infatti assimilabile ad un oggetto meramente artistico; il suo scopo è invece quello di essere un tramite per l'esperienza meditativa di chi lo costruisce o l'osserva.



Fig 4: Mandala “Kalachakra” di origine tibetana

L'esperienza meditativa è veicolata dalla forma geometrica; la costruzione delle linee e la realizzazione della simmetria diviene la tecnica attraverso la quale l'autore del Mandala attiva i processi di integrazione dell'Io. Secondo la tradizione Buddhista, così come per la psicologia junghiana, avviene, tra la struttura psichica e la forma geometrica, un rispecchiamento, capace di attivare funzioni cognitive e psichiche. In questo Mandala ciò che emerge è l'unione tra il quadrato ed il cerchio, unione data dalla concentricità e dalla mutua iscrizione di tali elementi. Come in tutti i Mandala, il primo effetto che ha l'osservatore, è quello di una simmetria del cerchio. In realtà man mano che l'attenzione muove verso i livelli più interni si scoprono altri tipi di simmetrie; in questo caso, la simmetria del quadrato. Numerosi altri elementi geometrici vengono inseriti, ad esempio le ruote nella circonferenza esterna, le porte sui lati dei quadrati, ed i cerchi nella parte centrale, che mantengono tutti la simmetria del quadrato. Se si considera poi l'uso dei colori e la presenza di alcune figure simboliche, non geometriche, anche la simmetria del quadrato è rotta, a favore di livelli sempre più ridotti di simmetria. L'effetto finale è quello di un'apparente simmetria del tutto, che contiene in realtà numerosissimi livelli di simmetrie diverse. Si ha così – in un senso opportuno – anche una struttura “pre-frattale” (Mandelbrot,1982) del Mandala. Questo gioco di sovrapposizione di livelli di simmetrie e di simmetrie apparenti è ancora più accentuato nello Yantra

induista denominato “Srichakra” (Fig. 5). Questo tipo di Mandala, esclusivamente geometrico, è costruito dalla sovrapposizione di nove triangoli isosceli, quattro orientati a Nord e cinque orientati a Sud. Anche in questo caso l’impressione di insieme è quella di una simmetria completa, che viene invece perduta focalizzando l’attenzione al suo centro, dove il quinto triangolo, pur mantenendo la simmetria lungo l’asse verticale, rompe la simmetria lungo quello orizzontale e fornisce quindi una direzione al diagramma.



Fig 5: Esempio di Yantra Induista (“Srichakra”)

Da un punto di vista simbolico è ipotizzabile che il diagramma così direzionato abbia lo scopo di indurre l’attenzione dell’osservatore verso uno specifico punto, che rappresenta l’Essenza. È coerente con la struttura logica del pensiero Buddhista che questo punto sia simbolicamente individuato indifferentemente, verso l’alto o verso il basso. È inoltre interessante l’effetto dato dall’intersecarsi dei triangoli; utilizzando la sovrapposizione di un solo elemento si crea infatti una figura complessa, data da numerosi piccoli triangoli e rombi. Il cerchio è presente nella “recinzione” esterna dell’immagine. Un’altra figura largamente usata nella costruzione dei Mandala è il pentagono. Interessante, da un punto di vista matematico, è la sua iscrizione nella stella a cinque punte, come in alcuni Mandala aritmetici (Francaviglia, Lorenzi, Paese, 2007). In Fig. 6 è mostrata la sua realizzazione attraverso processi di iscrizione iterattiva (Fig. 6). Altri Mandala posseggono una simmetria pentagonale, e spesso sono Mandala che hanno proporzioni auree. Un esempio di Mandala con proporzioni auree è il Mandala architettonico di “Borobudur”(Doczi,1981), lo stupa buddista che sorge a Java.

L'immensa e suggestiva costruzione si erge, infatti, su una pianta di forma mandalica con rettangoli aurei.

Gli esempi fin qui illustrati hanno lo scopo di mostrare come il Mandala sia descrivibile attraverso categorie aritmetiche e geometriche. Poiché costruire mandala è altresì definibile come un gioco e come una forma d'Arte, e ancor più, come una forma di tecnologia del Sé, esso diventa uno strumento ottimale per potenziare lo sfondo motivazionale e per rendere il processo di apprendimento più facile e più efficace.

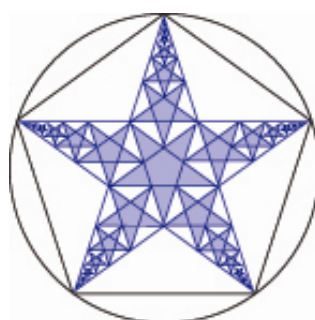


Fig 6: Esempio di Mandala realizzato mediante iscrizione iterativa di una stella a cinque punte in un pentagono

In particolare, nelle scuole elementari, il disegno ed il gioco con il Mandala può essere usato per far familiarizzare i bambini con concetti della Geometria in modo spontaneo e con un insegnamento informale. Disegnando Mandala, attraverso diversi supporti che vanno dalla matita e foglio, alla sabbia colorata, fino al computer, il bambino può essere condotto all'apprendimento delle figure dello spazio euclideo, così come può sperimentare la composizione di più figure, e giocare con concetti quali la Simmetria. È possibile introdurre in modo semplice, attraverso la rappresentazione visiva, anche concetti complessi quali le proprietà delle simmetrie, la rottura di simmetria, le simmetrie apparenti. In particolare l'utilizzo del computer per la realizzazione di Mandala può essere utile sia con i bambini per introdurre l'uso di software di grafica (Adobe Photoshop, Adobe Illustrator), sia con studenti delle scuole superiori e studenti universitari, per l'apprendimento di software più complessi quali, p.e., "Mathematica" o "MATLAB".

### 6.3. Mandala costruiti attraverso il computer

Nel 1989 alcuni studenti della Cornell University crearono il primo modello animato di Mandala con un programma di computer graphics. Si tratta della ricostruzione in 3D del Mandala Vajrabhairava. Il computer diventa, alla stregua della sabbia o dei colori, uno strumento per realizzare il Mandala. Esistono, inoltre, software specificatamente creati per la costruzione di Mandala, quali ad esempio Gliftic, Greg Ordy's Mandala Software, Mandala Maker, Yantram<sup>23</sup>. In questi esempi di contaminazione tra computer e Mandala, non vengono, però, evidenziate, le potenzialità di utilizzo per l'insegnamento della Matematica.

La nostra ipotesi è che il disegno del Mandala con il computer può migliorare l'apprendimento di alcuni elementi dell'Aritmetica e della Geometria. Vediamo due applicazioni, nel campo delle Simmetrie la prima, e dell'Aritmetica Modulare la seconda. Nell'esempio che segue mostriamo la costruzione dello Yantra "Srychakra" mediante Adobe Illustrator.

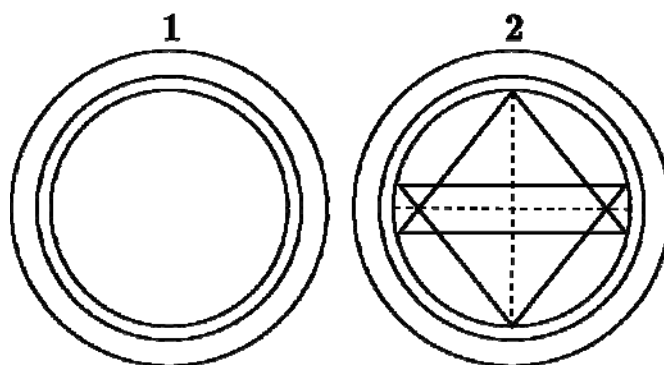


Fig 7: Costruzione dello Yantra "Srychakra" (fasi 1 e 2)

La prima fase (1) consiste nel tracciare tre cerchi concentrici ed inscrivere due triangoli equilateri nel cerchio di raggio minore (2). La figura che si ottiene (2) è

---

<sup>23</sup> Gliftic ([www.gliftic.com](http://www.gliftic.com)); Greg Ordy's Mandala Software ([www.seed-solution.com](http://www.seed-solution.com)); Mandala Maker([www.abgoodwin.com/mandalamaker/index.html](http://www.abgoodwin.com/mandalamaker/index.html));Yantram ([www.fishrock.com/yantram](http://www.fishrock.com/yantram))



simmetrica per riflessioni rispetto agli assi orizzontale e verticale (Fig. 7). Successivamente (3) si traccia un altro cerchio concentrico ai precedenti, ma di raggio più piccolo e si tracciano altri due triangoli equilateri in modo da mantenere la simmetria per riflessioni rispetto agli assi orizzontale e verticale (Fig. 5). La rottura della simmetria per riflessioni, rispetto all'asse orizzontale, è mostrata nel passo (4), in cui si tracciano due triangoli isosceli di altezza diversa in modo da conservare la simmetria per riflessioni rispetto all'asse verticale.

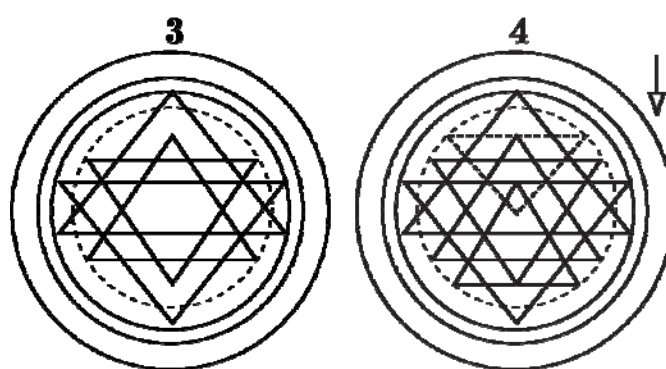


Fig 8: Costruzione dello Yantra “Srychakra” (fasi 3 e 4)

Nei passi (5) e (6) sono tracciati altri due triangoli isosceli di forma uguale che conservano la simmetria precedentemente ottenuta (Fig. 9).

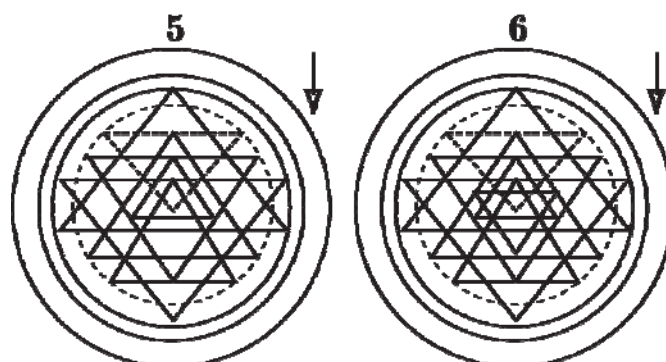


Fig 9: Costruzione dello Yantra “Srychakra” (Fasi 5 e 6)

Lo Yantra è praticamente concluso, come mostra la Fig.10. Cambiando la disposizione dei triangoli, nel passo (4), si può ottenere uno Yantra simmetrico, la cui costruzione è schematizzata in Fig.11.



Fig 10: Yantra "Srychackra" e sua costruzione

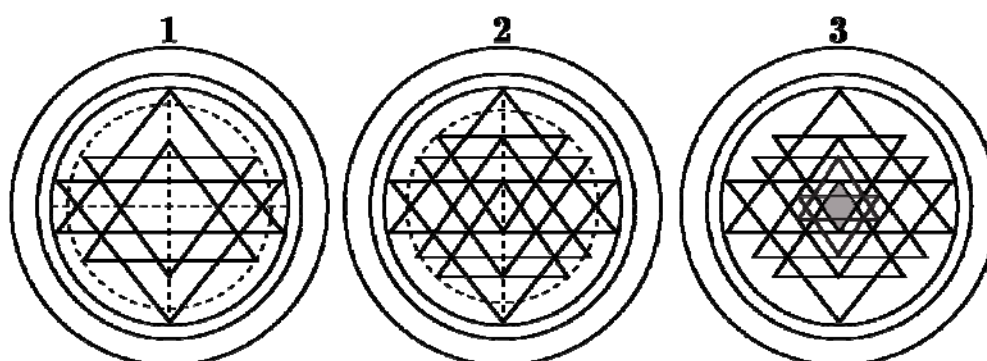


Fig 11: Costruzione di uno Yantra "simmetrico"

Consideriamo ora un problema di Aritmetica Modulare tratto dalle Olimpiadi per la matematica asiatiche del 1991 (Asian Pacific Mathematical Olympiad, APMO). Il problema presenta la seguente situazione: durante l'intervallo, i bambini sono seduti in cerchio attorno alla maestra per fare un gioco. La maestra sceglie un bambino e gli dà una caramella. Poi, procedendo in senso anti-orario, salta un bambino e dà una caramella al successivo; quindi ne salta due e dà una caramella al successivo,

poi ne salta tre e così via. Quanti devono essere i bambini affinché, dopo un numero finito di giri, tutti abbiano ricevuto almeno una caramella?

Supponiamo di avere  $n$  bambini disposti in fila e numerati  $1, 2, \dots, n$  la maestra darà le caramelle ai bambini numero  $1, 3, 6, 10, 15, \dots, k(k+1)/2, \dots$ . È la sequenza dei numeri triangolari. Se, invece, i bambini sono disposti in cerchio, la  $k$ -esima caramella toccherà al bambino:  $\text{mod}(k(k+1)/2, n)$ .

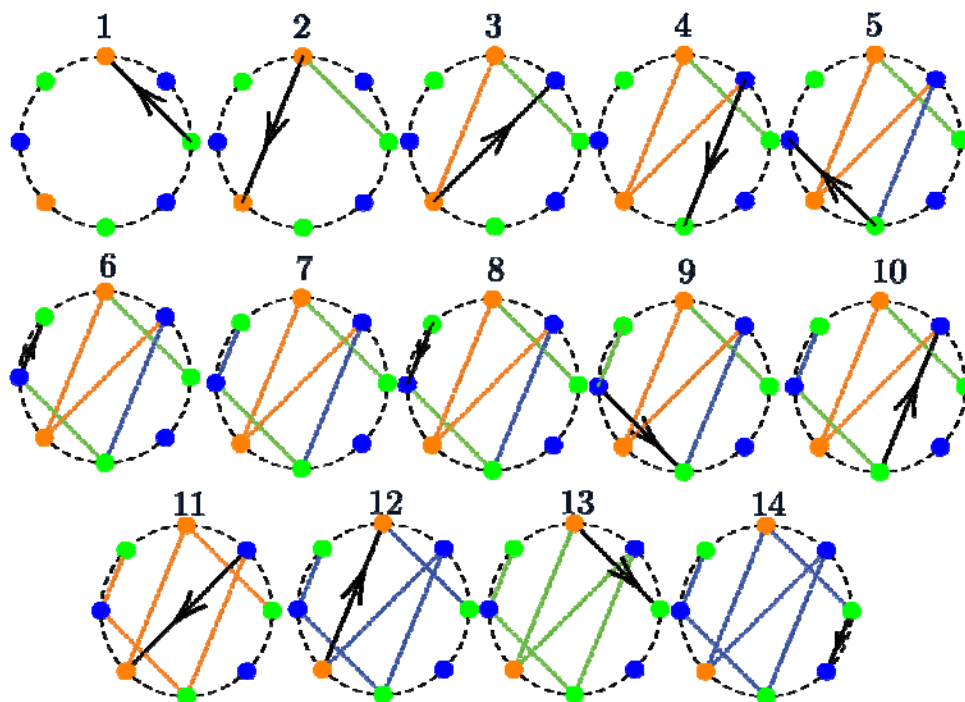


Fig 12: Problema delle caramelle con 8 bambini

Nell'esempio in Fig. 12, tutti gli otto bambini, disposti in cerchio, ricevono almeno una caramella. Di contro, nell'esempio in Fig. 13, accade che solo quattro dei nove bambini ricevono caramelle; gli altri non ne riceveranno mai. Questo è un esempio di Aritmetica Modulare: tutti i bambini riceveranno almeno una caramella se e solo se il loro numero è esprimibile mediante una potenza di 2 (Francaviglia, Paese, Sindona, 2007).

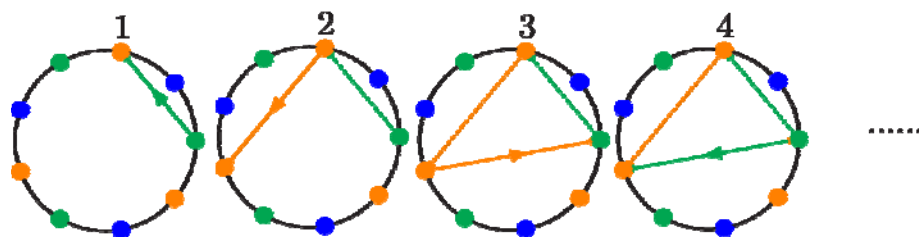


Fig 13: Problema delle caramelle con 9 bambini.

Cosa succede quando il numero di bambini diventa molto grande, dell'ordine di centinaia di migliaia.... ? Utilizzando un software di visualizzazione grafica e assegnando colori ciclici alle linee, si ottengono delle animazioni, il cui ultimo fotogramma è una figura apparentemente caotica. Le linee formano una poligonale che rappresenta il percorso compiuto dalla maestra per consegnare le caramelle ai bambini. Tuttavia, se i bambini sono più di  $2^{16}$ , durante l'animazione, si notano apparire, per una frazione di secondo, delle configurazioni regolari. Per fissarle occorre fermare il programma nell'istante giusto; gli istanti giusti cadono in precise frazioni del percorso. Qui di seguito sono mostrati alcuni esempi generati con Mathematica 5.2 (Fig. 14):

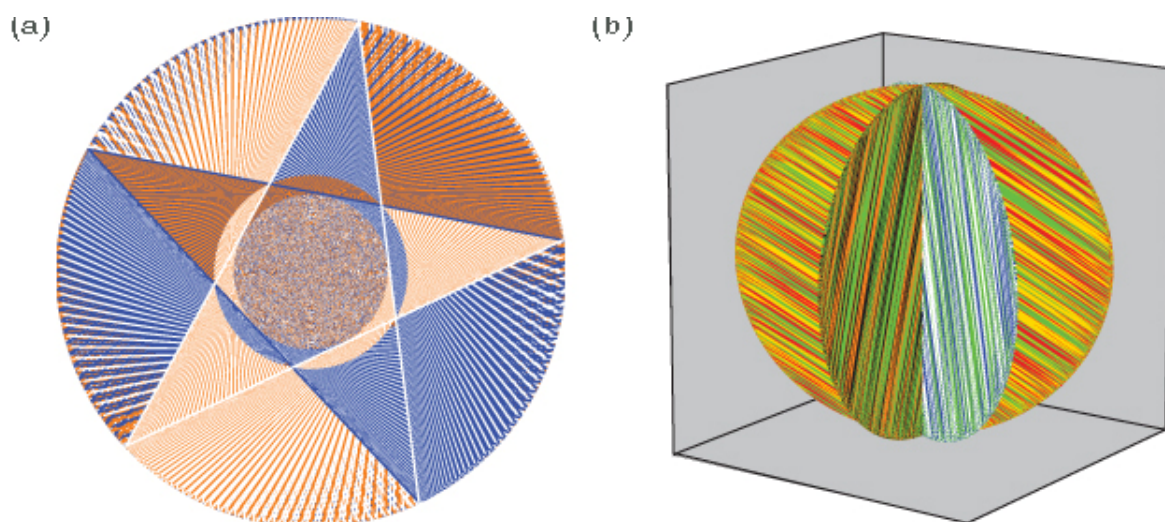


Fig 14: Problema delle caramelle con (a)  $2^{20}$  e (b)  $2^{16}$  bambini

Nel pannello (a) è mostrata una configurazione di tipo Mandala ottenuta dopo che la maestra ha distribuito 629146 caramelle a  $2^{20}$  bambini. Nella pannello (b) sono disposte tre circonferenze nello spazio ognuna delle quali contiene  $2^{16}$  bambini. La

configurazione simmetrica è ottenuta dopo che su ogni circonferenza sono state distribuite 46391 caramelle. In tal modo è possibile ottenere anche dei “Mandala tridimensionali”.

Con *Mathematica* è possibile costruire una funzione in grado di generare le configurazioni mostrate in Fig. 11. Abbiamo chiamato questa funzione “CandySol”. Nel caso della figura 14(a), essa può essere scritta come segue:

```
CandySol[nChild_, nCand_, Cols_] :=
Block[{r0 = 30, q = nChild, k, Rb, car,
coll = Cols, Mid, col, lin, index, ss},
Rb[q_, k_] = {r0 Cos[ $\frac{2\pi}{q}$  (k-1)], r0 Sin[ $\frac{2\pi}{q}$  (k-1)]};
car[q_, k_] = Mod[ $\frac{k(k+1)}{2}$ , q];
Mid[k_] := Mod[k, Length[coll]] /; Mod[k, Length[coll]]  $\neq$  0;
Mid[k_] := Length[coll] /; Mod[k, Length[coll]] == 0;
col[q_, k_] := coll[[Mid[k]]];
lin[q_, k_] := {col[q, car[q, k]],
  AbsoluteThickness[1.35], Line[{Rb[q, car[q, k]]
                                , Rb[q, car[q, k+1]]}]};
Do[Show[Graphics[Table[lin[q, ss], {ss, 1, k}]],
  PlotRange  $\rightarrow$  {{-r0, r0}, {-r0, r0}},
  PlotLabel  $\rightarrow$  k, Background  $\rightarrow$  Black, AspectRatio  $\rightarrow$  1,
  DisplayFunction  $\rightarrow$  $DisplayFunction], {k, 1, nCand}]
```

Si nota che la funzione “CandySol” dipende da tre parametri di ingresso: “nChild” denota il numero di bambini; “nCand” il numero di caramelle e “Cols” la stringa di colori che si è scelta per l’animazione. Essa genera un’animazione in cui è tracciato il percorso totale seguito dalla maestra per distribuire “nCand” caramelle a “nChild” bambini. In particolare, per ottenere la figura 11(a) abbiamo posto: nChild=2<sup>20</sup>, nCand=629146, e Cols={Orange,Cyan,White}.

## CONCLUSIONI

E' stato fin qui esposto come sia possibile unire le nuove tecnologie ad antiche tradizioni sapienziali, per migliorare l'insegnamento scientifico, nello specifico quello matematico.

Ricerche statistiche dimostrano quanto l'apprendimento scientifico risulti difficoltoso, in particolare in Italia, dove i livelli raggiunti dalla popolazione nelle conoscenze scientifiche, sono tra i più bassi tra i paesi industrializzati (Siniscalco,2006). Un dato questo, estremamente negativo, se si considera l'importanza del sapere scientifico sia per il miglioramento della qualità della vita, sia per la comprensione di sé stessi e della realtà.

Dal costruttivismo in poi, ed in particolare con i teorici delle "tecnologie educative", è stata evidenziata la necessità di nuovi modelli di insegnamento. Questi nuovi orientamenti, destituendo il paradigma oggettivistico, propugnano il modello di un sapere soggettivamente costruito. Lo studente partecipa attivamente alla costruzione del sapere, soprattutto attraverso il "fare" e attraverso la valutazione dei risultati ottenuti dalle proprie esperienze (Bertacchini,2006). In questa cornice si collocano gli esperimenti che coniugano l'Arte alla Matematica (Bilotta, 2007). La Pittura, l'Architettura, la Musica, diventano tutti soggetti descrivibili, anche attraverso categorie matematiche. Estrinsecando la struttura matematica di diversi oggetti artistici, è possibile parlare di Matematica in modo semplice e soprattutto in modo interessante.

Se, infatti, i risultati nell'apprendimento della Matematica sono fallimentari, la causa può solo essere individuata, o in un difetto organico di chi apprende, o nel metodo inadeguato di chi insegna. Poiché la stragrande maggioranza degli studenti, e degli adulti poi, ottengono risultati mediocri, mantenendo un atteggiamento di ansia e di rifiuto verso le scienze matematiche, è da ritenersi centrale in questo fallimento il ruolo dei metodi di insegnamento. Anche soggetti da spiccate qualità logiche, che emergono in altri campi, spesso presentano un'incapacità assoluta nelle più semplici applicazioni di tipo matematico. I bambini, al loro primo apprendimento scolastico, mostrano spesso, difficoltà enorme nell'imparare la

Matematica, che viene percepita come complicatissima. Di frequente vivono la lezione di Matematica associandola a disagio e paura. Inoltre, luoghi comuni come quello che vede le donne come sfavorite nelle discipline matematiche, e quello che contrappone la sensibilità delle scienze umanistiche alla fredda razionalità di quelle scientifiche, contribuiscono ad aumentare l'atteggiamento di chiusura verso questo tipo di apprendimento.

L'ipotesi, da cui parte questo lavoro, è che l'insegnamento attuale si fonda su un pensiero duale, che opera a più livelli. Vi è, innanzitutto, una scissione tra discipline umanistiche e discipline scientifiche, ed un implicito postulato che dichiara che se si è donne, persone sensibili, o creativi ed appassionati di cose come la Poesia e la Letteratura, si deve necessariamente odiare la Matematica.

Ad un ulteriore livello si scinde l'aspetto teorico da quello pragmatico. Il postulato implicito è che la Matematica esiste solo nelle aule ed è qualcosa di teorico, astratto, che non ha nessuna relazione con la vita concreta e con l'esperienza diretta. L'ultima e più profonda scissione non riguarda solo l'insegnamento della Matematica ma l'apprendimento in generale. Questa ultima scissione separa la conoscenza delle diverse discipline dalla conoscenza di sé. L'effetto finale è che l'apprendimento fallisce, per due fondamentali motivi: non desta curiosità ed interesse, e non è percepito come concreto ed esperibile. L'insegnamento, in particolare quello matematico, spesso si riduce nella somministrazione di un'infinita serie di dati teorici da assimilare. Questa metodologia contrasta fortemente con la natura stessa della mente e dei meccanismi di memoria. Questi ultimi sono paradossalmente basati sulla capacità di escludere informazioni, poiché la capacità di mantenere informazioni è limitata. L'accumulo di alcune informazioni ne esclude automaticamente delle altre. E' dunque importantissimo per la mente poter selezionare efficacemente ciò che serve al soggetto. Il criterio di selezione è infatti mediato dall'interesse. Ciò che viene percepito dal soggetto come interessante è tutto quello che si ritiene, utile a se stessi, e legato alla propria realtà. Apprendiamo e memorizziamo quelle informazioni, che in qualche modo, "risuonano" nella nostra mente. I recenti studi di Giacomo Rizzolatti, dell'Università di Parma (Rizzolatti,2006), hanno dato una spiegazione neurofisiologica di tale meccanismo. Questi studi fanno riferimento ai "Neuroni

Specchio”, una popolazione di neuroni situata in zone del cervello importanti per l’apprendimento, le emozioni ed il comportamento. Questi neuroni hanno la particolarità di rispondere, attivandosi, sia se viene compiuta un’azione, di cui la rappresentazione neuronale costituisce la risposta cerebrale, sia se la stessa azione viene osservata in un altro individuo. Questo meccanismo, di “comprensione organica” dell’altro, sembra che sia alla base dei processi di apprendimento. I “Neuroni Specchio” sembrano sostanziare il principio Buddhista di “coincidenza degli opposti”. Per questi neuroni l’azione dal soggetto equivale all’azione agita da un altro, ovvero l’azione di A equivale all’azione di non A. Ancora oltre, la rappresentazione neuronale nella mente di A, rispecchia l’azione di non A. Sensazioni, percezioni, emozioni di A sono vissute, attraverso i circuiti neurali di non A, come se fossero proprie. Si ritiene che le teorie sulle basi biologiche dell’apprendimento debbano essere integrate e rilette alla luce delle nuove scoperte sui “Neuroni Specchio”. Solo metodologie di insegnamento, che siano coerenti con la natura della mente umana, e con il suo tendere alla sintesi degli opposti, possono rendere efficace l’apprendimento. Il Mandala è qui trattato come un semplice esempio, uno tra i tanti possibili, che consente di far entrare le conoscenze sapienziali sulla mente nel mondo dell’istruzione. Le antiche conoscenze sugli effetti psicofisiologici della meditazione, comprovati dagli studi di “imaging neuronale” ormai divenuti storici, potrebbero indicare delle metodologie di insegnamento più efficaci e più utili al soggetto. La meditazione, come dimostrano diversi studi (Lazar, 2000; Benson, 2000,2002), oltre ad aumentare le dimensioni della materia grigia, a ritardare l’invecchiamento cerebrale, aumenta il numero delle sinapsi e migliora la capacità selettiva del cervello. La maggior parte degli effetti della meditazione sull’apprendimento, sono ancora sconosciute al mondo occidentale, ma diversi studi sperimentali hanno inserito programmi di meditazione nelle scuole, segnalando, tra le altre cose, un significativo miglioramento degli alunni nel rendimento scolastico.

Inseriamo nel mondo della scuola quanti più strumenti possano essere utili, dal computer alla meditazione, purché i confini della scuola si allarghino fino a comprendere il più possibile il mondo dell’esperienza. Solo così, come auspica



Papert, nella scuola del futuro, la conoscenza scientifica può essere unita a quella umanistica, ed entrambe alla conoscenza di sé.

#### 4. Bibliografia

- ARBIB M., “The mirror system, imitation, and the evolution of language”, in Nehaniv C., Dautenhahn K. (eds), *Imitation in animal and artefacts*, Cambridge Ma., The MIT Press, 2000
- ARZARELLO F. , FRANCAVIGLIA M., SERVIDIO R., *Gesture and Body-Tactile Experience in the Learning of Mathematical Concepts*, “Proceedings 5th International Conference APLIMAT 2007” (Bratislava, February 6-9, 2007); M. Kovacova Ed.; Slovak University of Technology (Bratislava, 2006)
- BERTACCHINI P. A. et al., *Apprendere con le mani*, Franco Angeli, Milano, 2006
- BERTACCHINI P. A., BILOTTA E. et al., *Apprendere con la mani - Strategie cognitive per la realizzazione di ambienti di apprendimento/insegnamento con i nuovi strumenti tecnologici*, FrancoAngeli, Milano, 2006.
- BILOTTA E., *Interfacce multimodali e aspetti psicologici dell'interazione uomo-computer*, Bios, Cosenza, 1996
- BILOTTA E. et al., “Mars” – Mathematics & Art: an innovative web portal”, in: “Proceedings 6th International Conference APLIMAT 2007” (Bratislava, February 6-9, 2007); M. Kovacova Ed.; Slovak University of Technology (Bratislava, 2007), pp. 256-264
- ISBN 978-80-969562-8-9 (book and CD-Rom).
- BRANDI L., BIGAGLI A., “Neuroni Specchio, linguaggio e autismo”, *Quaderni del Dipartimento di Linguistica*, Università di Firenze, 2004
- CAROTENUTO A., “La Psicologia orientale. La via della consapevolezza” in *Trattato di Psicologia della personalità e delle differenze individuali*, Raffaello Cortina, Milano, 1991, cap. XXVI, pp.444-456
- CONZE E., (traduzione e commento di), *I Libri Buddhisti della Sapienza - Sutra del Diamante e Sutra del Cuore*, Ubaldini, Roma, 1976
- CORNOLDI C., *L'Intelligenza*, il Mulino, Bologna, 2007
- CORNOLDI C., *Matematica e Metacognizione*, il Mulino, Bologna, 2005
- CORNOLDI C., *Perchè il bambino non riesce in Matematica*, il Mulino, Bologna, 2006

CUNNINGHAM B., *Mandala, journey to the Center*, DK Publishing, United States, 2002

DENNET D., *L'Intelligenza artificiale come filosofia e come psicologia*, in *Brainstorms. Saggi sulla mente e l'intelligenza*, Adelphi, Milano, 1991

DENNET D., *Computer models and the mind – a view from the East Pole*, Arizona Press. Tucson, 1986

DOCZI G., *The Power of Limits, proportional harmonies in Nature, Art, and Architecture*, Shambhala Publications, Boston, 1981

DU SAUTOY M., *Il disordine Perfetto. L'avventura di un matematico nei segreti della simmetria*, Rizzoli, Milano, 2007

GALLESE V., “La molteplice natura delle relazioni interpersonali: la ricerca di un comune meccanismo neurofisiologico”, *Networks* 1, 2003

GALLESE V., FADIGA L., FOGASSI L., RIZZOLATTI G., “Action recognition in the premotor cortex”, *Brain* 119: 593-609, 1996

FRANCAVIGLIA M., LORENZI M.G., PAESE S., *The Role of Mandala in Understanding Geometrical Symmetries*, in: “Proceedings 6th International Conference APLIMAT 2007” (Bratislava, February 6-9, 2007); M. Kovacova Ed.; Slovak University of Technology (Bratislava, 2007), pp. 315-319  
ISBN 978-80-969562-8-9 (book and CD-Rom)

FRANCAVIGLIA M., PAESE S., SINDONA A., *Mandala Making with Mathematica*, in: “Proceedings 6th International Conference APLIMAT 2007” (Bratislava, February 6-9, 2007); M. Kovacova Ed.; Slovak University of Technology (Bratislava, 2007), pp. 437-440  
ISBN 978-80-969562-8-9 (book and CD-Rom)

Glifc ([www.glifc.com](http://www.glifc.com)); Greg Ordy's Mandala Software ([www.seed-solution.com](http://www.seed-solution.com)); Mandala Maker([www.abgoodwin.com/mandalamaker/index.html](http://www.abgoodwin.com/mandalamaker/index.html)); Yantram ([www.fishrock.com/yantram](http://www.fishrock.com/yantram))

GOLEMAN D., (a cura di Riccardo Venturini) *Esperienze Orientali di Meditazione - Manuale di Psicologia degli stati di coscienza e delle tecniche di meditazione*, Savelli Editori, Milano, 1982

GOLEMAN D., *Le emozioni che fanno guarire*, Mondadori, Milano, 1998

- HOFSTADTER D. R., *Godel, Escher, Bach: un'Eterna Ghirlanda Brillante*, Adelphi, Milano, 2003
- JUNG C.G., *Bene e Male nella Psicologia Analitica*, Bollati Boringhieri, Torino, 1993
- JUNG C.G., *La saggezza orientale*, Boringhieri, Torino, 1983.
- JUNG C.G., *L'uomo e i suoi simboli*, TEA, Milano, 1991
- JUNG C.G., *Ricordi, sogni, riflessioni*, Rizzoli, Milano, 1978
- LAZAR S. W., BENSON H., *Functional brain mapping of the relaxation response and meditation*. NeuroReport 11, 2000, 1581-1585
- LAZAR S.W., BENSON H., "Function Brain Imaging and Meditation" in *Complementary and Alternative Medicine in Rehabilitation*, Leskowitz E.(ed.), Elsevier Health Sciences, St. Louis, 2002
- MANDELBROT B., *The Fractal Geometry of Nature*, Freeman, San Francisco, 1982
- MELTZOFF A., GOPNIK A., "The role of imitation in understanding persons and developing of a theory of mind", in Baron-Cohen *et alii* (eds.) *Understanding other minds: perspectives from autism*, London, Oxford University Press, 1993
- PAPERT S., "Mindstorms", *Bambini, Computer e Creatività*, Emme Edizioni, Milano, 1984
- PELLERREY M., *Educare. Manuale di pedagogia come scienza pratico-progettuale*, LAS ed., 1999
- PESSA E., *Intelligenza artificiale*, Bollati Boringhieri, Torino, 1992
- PUTNAM H., *Mente, corpo, mondo*, Il Mulino, Bologna, 2003
- RAMACHANDRAN, *Che cosa ne sappiamo della mente*, Mondadori, Milano, 2004
- RIZZOLATTI G., SINIGAGLIA C., *So Quel Che Fai*, Raffaello Cortina, Milano, 2006
- SINISCALCO M.T., (a cura di) *Rapporto Nazionale PISA 2003, Il livello dei quindicenni italiani in Matematica, Lettura, Scienze e Problem Solving*, Armando Editore, Roma, 2006
- STROGATZ S., *Sincronia. I Ritmi della Natura, i nostri Ritmi*, Rizzoli, Milano, 2003

- TUCCI G., *Teoria e pratica del mandala*, Ubaldini, Roma, 1961
- VARELA J.F., *La via di Mezzo della Conoscenza. Le scienze cognitive alla prova dell'esperienza*, Feltrinelli, Milano, 1992
- VENTURINI R., *Coscienza e cambiamento*, Cittadella Editrice, Assisi, 1995
- WATZLAWICK P., (a cura di), *La Realtà Inventata*, Feltrinelli, Milano, 1988
- WATZLAWICK P. e al., *Pragmatica della Comunicazione Umana- Studio dei modelli interattivi delle patologie e dei paradossi*, Astrolabio, Roma, 1971