

Robot come objects-to-develop-with

Studio esplorativo sull'impiego di artefatti robotici nella pratica psicomotoria

■ **Alessandro Pollini**, Università degli Studi di Siena
pollini@media.unisi.it

INTRODUZIONE

«Gli esseri umani normali di ogni latitudine non solo “tingono” di colore il loro mondo, ma mettono anche i colori delle credenze, delle intenzioni, dei sentimenti, delle speranze, dei desideri e delle simulazioni sugli agenti nel loro mondo sociale. [...] Noi siamo “lettori della mente” per natura, costruiamo interpretazioni dei fatti mentali altrui e percepiamo le nostre costruzioni con la stessa acutezza con cui percepiamo gli oggetti fisici che tocchiamo».

Tooby e Cosmides [introduzione al libro di Baron-Cohen *Mindblindness*, 1995]

L'uso di artefatti e di oggetti trasforma fondamentalmente tutte le operazioni mentali e i processi cognitivi proprio come l'uso di strumenti allarga l'area delle attività umane [cfr. Vygotskij, 1978]. In quest'ottica la presenza e l'utilizzo delle tecnologie nelle relazioni tra gli esseri umani è finalizzata alla creazione di un dominio comune di conoscenza, di relazioni di cooperazione e di sostegno reciproco nello sviluppo. Le reali potenzialità della mente derivano dal concepire e utilizzare sussidi esterni in grado di potenziarne le capacità (cognitive) come il comportamento sociale cooperativo, lo sfruttamento dell'informazione presente nell'ambiente e gli strumenti di pensiero e di azione, artefatti cognitivi, che ne completano le funzioni e ne favoriscono la maturazione.

Questa ricerca è guidata da interrogativi come: perché non immaginare e esplorare l'utilizzo di artefatti cognitivi come sussidi

nell'ambito della riabilitazione delle disabilità cognitive? Perché non vederli come strumenti per lo scaffolding allo sviluppo e alla maturazione dei processi cognitivi?

L'orizzonte teorico entro cui muoviamo lo sguardo di questa ricerca è definito da un cognitivismo di *seconda generazione* [Malle e Knobe, 2001], da una psicologia insieme cognitiva e culturale e dall'approfondimento dello sviluppo naturale della *conoscenza sociale*. Oltre all'interesse verso la didattica [Papert, 1994] [Miller e Stein in Druin e Hendler, 2000] tentiamo di declinare l'approccio costruttivista (costruttivismo sociale e socio-culturale [cfr. Varisco, 2002]) e costruzionista, nei suoi format, pratiche e strumenti, nell'ambito medico-riabilitativo e clinico. L'esperienza di ricerca svolta tenta infatti un passo (teorico e sperimentale) da un ambito, quello dell'educazione e della didattica (cfr. ad esempio gli studi e la teoria di Wenger in [Varisco, 2002]), ad un altro, quello della riabilitazione cognitiva, finora quasi completamente inesplorato. La motivazione di fondo che muove la ricerca presente riguarda la possibilità di arricchire le conoscenze e le pratiche mediche e riabilitative con il contributo delle teorie costruttiviste e della psicologia evoluzionistica e culturale.

L'oggetto di studio, la Teoria della Mente, ci permette di coniugare modelli teorici sulla conoscenza sociale e possibili spiegazioni cliniche dei deficit relazionali. Il concetto di “Teoria della Mente” è uno degli argomenti della psicologia del senso co-

mune (*folk psychology*) e in particolare sintetizza le spiegazioni che gli agenti formulano sui propri e altrui comportamenti in termini di “stati mentali” [Camaioni, 1995]. Tali entità mentali, credenze, desideri, intenzioni, non sono oggetti empirici accessibili ad un’osservazione esterna e intersoggettiva ma è possibile trovarne traccia nell’intero spettro dei comportamenti umani. Tale capacità è ben chiaramente descrivibile, in quanto possedere una Teoria della Mente significa

- dare senso al comportamento interpersonale;
- dare senso alla comunicazione;
- comprendere l’inganno;
- comprendere l’empatia, cioè essere consapevoli delle proprie emozioni, riconoscere le emozioni negli altri e comprendere come queste sono legate, nel nostro caso, alle credenze e agli stati mentali che ciascuno possiede;
- essere consapevole di sé;
- comprendere la persuasione (per cambiare le credenze e le opinioni degli altri);
- elaborare modelli del mondo (cfr. *possible worlds* in [Goodman, 1978]);

e, in sintesi, significa poter attribuire stati mentali a se stessi e agli altri e poter interpretare il comportamento in termini di stati mentali.

Uno dei campi più interessanti all’interno di quest’area di ricerca riguarda gli sviluppi precoci della Teoria della Mente negli infanti. La ricerca è focalizzata infatti sullo sviluppo infantile della psicologia delle intenzioni e dell’intenzionalità, sul rapporto tra intenzioni e scopi e sulla maturazione di una psicologia del desiderio.

È possibile insegnare o sostenere lo sviluppo della capacità di lettura della mente?

Comportamenti riferibili alla Teoria della Mente sono rintracciabili nelle manifestazioni comportamentali di basso livello e nell’indagine sui precursori nello sviluppo, cioè nella capacità di riconoscere e comprendere l’agentività, il movimento autodeterminato e l’attribuzione di causalità.

Lo *strumento* generale di questa ricerca è la simulazione dei *comportamenti sociali* attraverso l’utilizzo di robot in grado di esibire comportamenti finalizzati e *intenzionali*. Nell’ambito della riabilitazione cognitiva e del trattamento del ritardo mentale, la simulazione dei comportamenti intenzionali può offrire l’opportunità di regolare i tempi e il contesto dell’interazione sulle necessità di elaborazione e riflessione dei bambini con disabilità cognitive.

TEORIA DELLA MENTE

Il fondamento teorico che definisce l’apparato sperimentale della presente ricerca sulla Teoria della Mente è costituito principalmente dalla psicologia cognitiva e culturale e dalla filosofia della mente oltre che dalla scienza cognitiva, la psicologia sociale e dello sviluppo e dalle altre discipline che pongono l’uomo e le relazioni tra gli uomini come loro oggetto di studio.

La letteratura sulla Teoria della Mente è riferita in gran parte alle tappe di sviluppo e di crescita delle abilità relazionali e, in particolare, in questa sede vengono approfonditi gli sviluppi precoci e i *meccanismi* precursori di tale capacità. La comparsa della capacità metarappresentazionale permette ai bambini di interpretare il mondo attraverso credenze, desideri e intenzioni costruite nelle loro menti. Un sistema di inferenze di questo tipo è considerato una “teoria” proprio perché tali stati non sono direttamente osservabili e, soprattutto, perché il *sistema* può essere usato per predire il comportamento altrui. Lo studio della Teoria della Mente porta ad approfondire il concetto di intenzionalità e lo sviluppo della comprensione delle intenzioni degli agenti sociali come uno dei fondamenti della cognizione sociale: l’intenzionalità è intimamente legata a categorie mentali di base, come credenze, desideri e consapevolezza di sé e delle proprie azioni. Ciò permette inoltre di riconoscere e di ordinare le sequenze comportamentali collegando azioni e intenzioni. Infine il concetto di intenzionalità supporta l’interazione sociale coordinata permettendo a ciascun interagente di interpretare e spiegare reciprocamente il comportamento dell’altro nei termini delle cause mentali sottostanti.

Bruner [1986] parla dell’intenzionalità come di una categoria primitiva, concettualmente simile a quella della causalità, che il bambino percepisce irresistibilmente e che gli permette di organizzare l’esperienza. Da questa predisposizione a riconoscere l’intenzione e dall’attitudine umana alla comunicazione, già esperita nelle interazioni sensomotorie degli infanti, il bambino inizia a sviluppare una primitiva conoscenza dell’altro come soggetto psicologico. Infatti, già nelle interazioni sensomotorie tra madre e bambino, comincia ad emergere una precoce capacità di attribuire stati mentali, insieme alla consapevolezza che gli stati mentali stessi rappresentano la guida delle azioni.

Premack [1990] afferma che gli uomini sono portati, fin dalla nascita, a riconoscere

tutti i comportamenti autodeterminati come intenzionali mentre Wellman e Phillips [in Malle et al., 2001] sostengono che il riconoscimento di pattern di comportamenti avviene attraverso l'identificazione di alcune caratteristiche distintamente percettibili. Quali sono le caratteristiche che inducono a riconoscere un'azione come intenzionale? Le principali sembrano essere la direzionalità verso gli oggetti (*object-directedness*) e la reti di correlazioni dell'azione (*action-connectedness*) [Wellman e Phillips in Malle et al., 2001].

Il movimento delle forme che percepiamo viene distinto tra quello meccanico degli oggetti fisici, caratterizzato da traiettorie lineari e regolari, e quello auto determinato degli agenti animati come agenti software, robot, animali e uomini. Gli individui inoltre hanno notevoli capacità di riconoscere gli agenti intenzionali al di là delle proprietà del loro movimento e perfino infanti da 6 a 12 mesi riescono a distinguere alcune caratteristiche degli agenti e dell'"agentività" [Woodward et al. in Malle et al., 2001]. Alcune delle dimensioni lungo le quali gli agenti intenzionali differiscono dagli oggetti comuni sono i pattern di movimento, il rapporto tra le parti e l'intero "corpo" e, soprattutto, la forma e la texture.

In recenti ricerche [Moses in Malle et al., 2001] è stato mostrato come i bambini di 3 anni migliorino la propria comprensione di falsa credenza quando opportunamente inserita in un contesto intenzionale. Sembra

che a questa età i bambini posseggano già una precoce, seppure ancora incerta, comprensione delle credenze che emerge solo in condizioni particolari di facilitazione, come il contesto intenzionale della ricerca citata. Aver iniziato a riconoscere le credenze su cui poggia un'intenzione non significa possedere un pieno apprezzamento dell'intenzionalità; i bambini stanno costruendo il terreno per gli sviluppi futuri partendo dalla comprensione degli aspetti motivazionali che guidano l'azione.

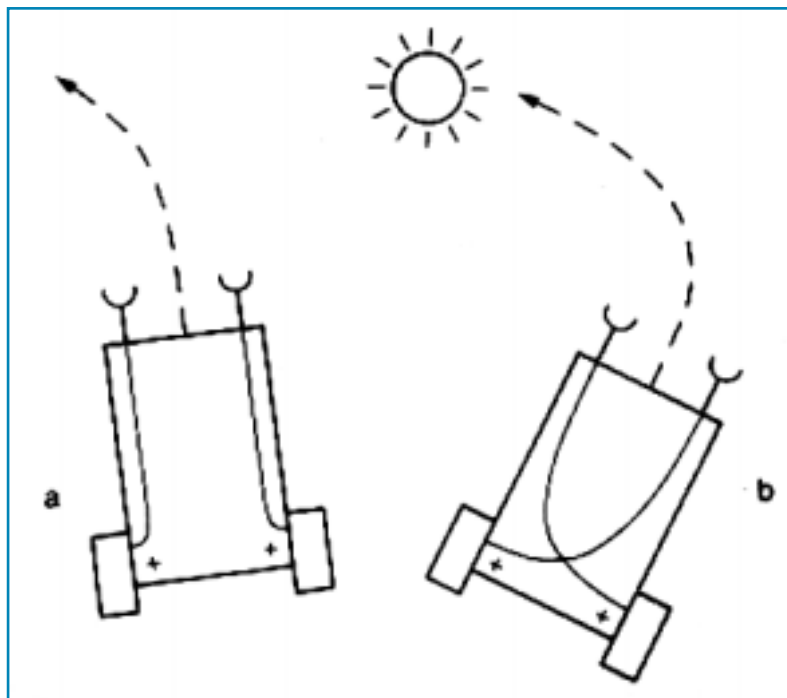
ROBOT COME OBJECTS-TO-DEVELOP-WITH

L'esperienza pionieristica degli animali elettrici di Tolman [*sowbug*, 1939] ha introdotto la psicologia alla progettazione e costruzione di sistemi artificiali in grado di affrontare la complessità esterna e ambientale con un'architettura semplice e modulare. In psicologia raramente queste macchine hanno costituito una *reale* opportunità di studio per le attività cognitive, tanto che questo approccio non si è mai affermato come metodologia standard per la creazione di modelli artificiali in ambito psicologico. Anche la *provocazione* di Braitenberg [1984] sulla proposta di una *psicologia sintetica* in alternativa a quella analitica cadde nella quasi totale indifferenza della comunità degli psicologi. I "veicoli" di Braitenberg [1984] erano stati progettati proprio per *sintetizzare* una serie di comportamenti che un osservatore esterno avrebbe attribuito al possesso di complessi stati mentali come paura, curiosità, esitazione, ecc.

Braitenberg cerca di mostrare come i comportamenti psicologici anche complessi possono venir riprodotti anche da strutture fisiche semplici. Per far ciò egli costruisce dei modelli teorici di veicoli *pensanti* e, un passo dopo l'altro, veicoli sempre più sofisticati per dimostrare che i concetti di *intelligenza* e *mente cognitiva* sono costruiti sulla base di attribuzioni di intenzioni, scopi, comportamenti da parte dell'osservatore, a dispetto della reale conoscenza di ciò che accade realmente *dentro la scatola nera*. Inoltre il robot non contiene nessuna *representazione interna*, nessuna istruzione specifica che definisce il movimento in modo definitivo e non ci sono specifiche formalismi in cui sono determinati i comportamenti nell'ambiente (figura 1).

La robotica educativa offre l'opportunità di proseguire l'attività di studio di Braitenberg grazie alla possibilità di costruzione di *strumenti aperti*. I kit di costruzione Lego™

figura 1



(*Mindstorms* e *Robolab*) utilizzano elementi modulari e consentono una notevole versatilità di soluzioni applicative con cui perseguire diversi obiettivi didattici nel campo dell'educazione scientifica, nell'apprendimento dei fondamenti della programmazione e del ciclo di progettazione dei sistemi (artificiali).

L'utilizzo di elementi di robotica educativa ci porta a considerare la portata e la validità di tutti gli oggetti attraverso cui pensare, *objects - to - think - with* [Ackermann in Kafai e Resnick, 1996], cioè degli artefatti cognitivi che instaurano un legame tra la conoscenza sensoriale e la conoscenza astratta e mentale, e tra l'individuo e gli altri intorno a lui [cfr. Papert, 1980].

Gli artefatti pensati per un'attività esperienziale ci permettono di interagire con l'ambiente e di metterci in relazione agli altri facilitando l'interpretazione degli inputs percettivi del nostro apparato sensoriale. In particolare, gli strumenti progettati per il gioco o per il lavoro cooperativo tendono a favorire la comunicazione tra gli individui, e, sostenendo le interazioni, diventano oggetti in grado di *supportare* le attività umane. Nello sviluppo di bambini con disabilità, come ritardo del linguaggio, ritardo evolutivo e sindrome di Down, ci sembra fondamentale indagare la validità di *objects - to - develop - with*, cioè di tools e sistemi di segni in grado di supportare e stimolare la maturazione di processi cognitivi superiori, perfino nel trattamento di alcuni dei tratti autistici relativi alla capacità di lettura della mente.

Questa ricerca, come le altre poche esperienze di applicazione clinica di tecnologie robotiche, è una delle prime indagini esplorative della *validità* di tali strumenti nel supportare e stimolare la maturazione di processi cognitivi superiori nei bambini con disabilità. Fornendo loro esperienze di gioco con robot opportunamente programmati, osserviamo se è possibile facilitare le loro interazioni sociali, e consolidare il loro impiego nella pratica psicomotoria.

CASO SPERIMENTALE

Setting e procedura

La sperimentazione ha come focus l'indagine dei comportamenti emergenti in una situazione semplificata e quasi interamente controllata. L'essenzialità del setting sperimentale consente di osservare con più facilità le dimensioni rilevanti e di controllare i cambiamenti rilevanti nell'interazione.

Il setting è disegnato in una stanza di tera-

pia psicomotoria familiare a molti soggetti caratterizzata dalla presenza, in un angolo, di un'arena delineata nei suoi confini dai materassini e contrassegnata da un quadrato tracciato con il nastro adesivo nero sul pavimento. La nostra attenzione è rivolta agli eventi che hanno luogo entro l'arena, in particolare alle interazioni *sociali* bambino – robot. Il robot viene posto al centro del quadrato nero insieme ad un altro *gioco* usuale per i bambini, cioè i mattoncini di gomma da utilizzare per la componibilità e la manipolazione.

Ai lati della stanza sono disposti i comuni materassi colorati, diversi per forma e dimensione, che caratterizzano la pratica psicomotoria. Nella stanza i soggetti sono accompagnati dal proprio psicomotricista il cui compito è mantenere un atteggiamento di neutralità necessario per l'analisi e i fini della ricerca. La procedura sperimentale è caratterizzata dalle seguenti fasi:

- i momenti di pausa (robot fermo)
- il movimento casuale
- il movimento finalizzato
- il gioco libero

Le pause del robot sono considerate come un aggregato delle tre condizioni di fermo che fanno da intervallo alle fasi di movimento all'interno della sequenza: [1° fermo / Mov. Fin. / 2° fermo / Mov. Rand. / 3° fermo]. Il corpo dei dati è completato e interpretato da osservazioni qualitative riguardo la distribuzione dei comportamenti e le caratteristiche della loro emergenza nella sequenza degli eventi. Altri comportamenti osservati sono il contatto visivo e la manipolazione sul robot.

I soggetti presentano vari deficit cognitivi tra cui Sindrome di Down, Sindrome di Williams, ritardo mentale lieve e grave, problemi al linguaggio, problemi attentivi e disturbi dello spettro autistico in varia composizione. Il numero complessivo è di 18 bambini con un'età mentale che varia dai 16,6 mesi ai 57,2 mesi. Il loro profilo complessivo di sviluppo è valutato mediante l'utilizzo del Learning Accomplishment Profile (L.A.P.), il test di valutazione utilizzato nel centro di riabilitazione ove ha avuto luogo la ricerca. I terapeuti, che seguono frequentemente il bambino, hanno la possibilità di osservare ogni cambiamento nello sviluppo e di constatare l'emergenza di ogni nuovo comportamento e spetta proprio a loro l'aggiornamento del L.A.P. test dei pazienti. Nonostante l'intero campione dei soggetti sia caratterizzato da eterogeneità sia per quanto riguarda i profili di svi-

luppo sia per le performance comportamentali, alcuni soggetti possono essere raggruppati e considerati come appartenenti ad una stessa classe. Soprattutto i soggetti uniti in gruppi esibiscono reazioni riconducibili ad una stessa *modalità* di funzionamento cognitivo.

La tabella seguente (figura 2) mostra una descrizione generale dei soggetti indicandone il disturbo diagnosticato all'inizio del trattamento nel centro, l'età cronologica e l'età di sviluppo complessiva calcolata come

figura 2

Deficit diagnosticato	Età cronologica	Età di sviluppo
1 Dislalia	79,0	50,6
2 Ritardo nello sviluppo psico-motorio + iperattività	62,0	41,3
3 Ritardo nello sviluppo psicomotorio	71,0	53,9
4 Sindrome di Down	85,0	40,0
5 Sindrome di Down	72,0	45,7
6 Disturbo generale dello sviluppo	40,0	17,6
7 Ritardo maturativo nella comunicazione	66,0	51,4
8 Dislalie multiple	65,0	44,0
9 Dismaturità neuro – psicologica	63,0	45,8
10 Instabilità + Deficit attentivo	44,0	32,3
11 Instabilità + Disturbo nella comunicazione	53,0	41,9
12 Encefalopatia prenatale	45,0	16,6
13 Sindrome di Williams	57,0	39,5
14 Ritardo p. – m. con sofferenza perinatale	72,0	45,4
15 Difficoltà nel linguaggio + ritardo mentale	69,0	54,1
16 Balbuzie e dislessie	65,0	59,5
17 Ritardo nell'acquisizione	50,0	31,4
18 Disturbo nello sviluppo + ritardo psicomotorio	64,0	16,6
Media	62,4	40,4
Deviazione standard pop.	12,2	13,5

16

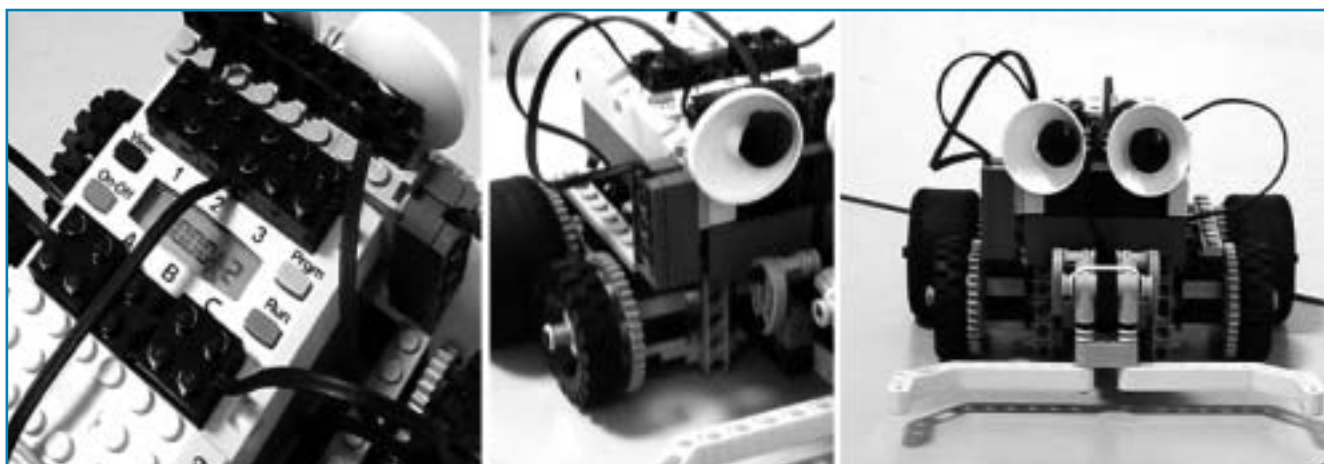
una media delle età ottenute nelle singole aree di valutazione del L.A.P. test. Entrambe le età sono espresse in mesi.

Concretamente i gruppi principali sono costituiti dai soggetti che si distaccano maggiormente dai valori medi. Infatti un gruppo è costituito da quei soggetti che hanno profili più alti rispetto agli altri (1, 3, 16) e le cui prestazioni si sono rivelate simili nell'interazione con il robot e con lo psicometricista. Si ipotizza che questi soggetti partecipino all'interazione in una modalità completamente diversa dagli altri, in particolare dedicandosi a compiti di riparazione e programmazione del robot rispetto al gioco sensomotorio o simbolico. L'altro gruppo preso in considerazione è costituito dai soggetti caratterizzati da un'età media di 16-17 mesi.

Robot

Il robot della ricerca è costruito sulla base della struttura del *Roverbot* indicato nella constructopedia del kit LEGO™ *Mindstorms*: un veicolo capace di muoversi su quattro ruote evitando gli ostacoli, grazie ad un paraurti che aziona un sensore di contatto, e in grado di inseguire forti fonti di luce o percorsi neri tracciati sul pavimento, grazie al *Light Sensor* (figura 3). Il processore e i sensori costituiscono l'*anima* robotica delle comuni costruzioni LEGO come ad esempio il nostro veicolo. I tre programmi scaricati nell'RCX riguardano le condizioni sperimentali decise per la ricerca: il robot immobile, il robot che esprime movimento casuale e movimento finalizzato (goal-directed). La sessione sperimentale è caratterizzata da due fasi principali: i primi dieci minuti regolati dall'introduzione e sottrazione della variabile (il movimento del robot), i successivi dieci dedi-

figura 3



cati al gioco libero in cui allo psicomotricista è chiesto di assecondare le richieste di gioco dei bambini e di sostenere l'attività come nella comune pratica psicomotoria. Nella condizione di movimento random il robot è programmato per ruotare intorno a sé, spostarsi per qualche secondo e muoversi senza rispondere in particolare ad alcuno stimolo presente dell'ambiente. Il robot avverte unicamente la presenza di ostacoli, come i materassini, e, quando avviene il contatto, retrocede e si dirige in altre direzioni. Comunque il movimento random non è riconducibile a nessun comportamento (e intenzione) particolare. Nella condizione di movimento finalizzato, definita di *speedy-cleaner*, il robot esprime un movimento più ordinato, ripetitivo e maggiormente *predicibile*.

Prima di ogni condizione di movimento il robot è posto dal terapeuta al centro dell'arena sperimentale disegnata con un quadrato nero disegnato sul pavimento. Nella condizione *finalizzata* il robot è programmato per spostarsi dal centro fino ai lati dell'arena, appena giunto sopra la striscia nera il robot si ferma, emette un suono e retrocede per qualche secondo. Ruotando verso destra per circa 10-15° si sposta di nuovo verso i lati dell'arena eseguendo un movimento di tipo radiale dal centro fino a percorrere, nei 2 minuti, tutto il perimetro del quadrato.

Nella figura 4 è indicata la linea dei movimenti. Durante tale condizione, il terapeuta fa in modo di spostare dentro l'arena tutti i mattoncini presenti nell'area sperimentale. Spostandosi come descritto, il robot *pulisce* lo spazio all'interno del quadrato spostando fuori dal perimetro i mattoncini che incontra nella sua traiettoria. La configurazione ottenuta al termine della condizione sperimentale è caratterizzata dalla presenza dei mattoncini allineati al di là del perimetro e dallo spazio *pulito* all'interno.

Dall'osservazione sul campo del nostro ambiente sperimentale abbiamo valutato la necessità di maggior controllo dei comportamenti del robot nell'interazione con i bambini disabili. In generale bambini con deficit cognitivi relazionali non fanno un'esperienza solida delle regole dell'interazione e dei comportamenti negli spazi relazionali. Gran parte dei soggetti considerati nell'osservazione preliminare entravano in contatto bruscamente con il giocattolo robotico e con l'eventualità di poter modificare le istruzioni nell'RCX o le componenti strutturali (sensori e motori) del robot. Da qui nasce la

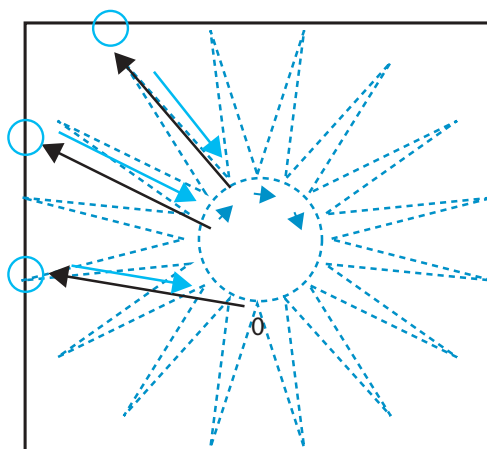


figura 4

necessità di utilizzare un elemento aggiuntivo del kit LEGO™ *Mindstorms*: il telecomando con il quale *comandare* a distanza il robot. In letteratura, nel caso della riabilitazione dei bambini autistici [Dautenhahn et al., 2001; 2002b], si è preferito comandare i robot mobili attraverso comandi radio piuttosto che fare affidamento soltanto sulla programmazione. Il nostro mezzo ci consente l'utilizzo del telecomando per determinare la scelta dei programmi registrati negli slot dell'RCX e, così, cambiare le condizioni di movimento del robot. Alla scelta tra una programmazione più complessa e elaborata abbiamo preferito un controllo più flessibile in grado di poter adattare i comportamenti del robot alla situazione corrente: l'utilizzo del telecomando consente allo sperimentatore maggiore controllo e flessibilità di adattamento nelle diverse situazioni che l'interazione può causare.

Il robot utilizzato nella sperimentazione è quindi un veicolo robusto e semovente in grado di riconoscere stimoli ambientali e contestuali di natura fisica e causale.

Le caratteristiche del robot permettono di analizzare le interazioni e gli scambi relazionali di basso livello e di natura comportamentale e sensoriale. Nel nostro setting le caratteristiche del robot hanno costituito anche una risposta all'esigenza di lavorare con bambini disabili: di fronte al robot-veicolo hanno la possibilità di sentirsi a proprio agio, *alla pari* o anche *padroni* della situazione di gioco in grado di esercitare un senso di controllo sul comportamento del robot.

Metodologia e ipotesi di ricerca

Per la loro età di sviluppo, i bambini della ricerca presentano comportamenti riferibili in gran parte ai precursori della Teoria della Mente e si ipotizza che la presenza di un robot con tali caratteristiche sia adeguatamen-

te stimolante in un'interazione di gioco come quelle della ricerca.

Il comportamento del robot è la risultante di due tipi di elementi: la sequenza di istruzioni definite nella programmazione e il movimento del robot nell'ambiente, dal quale può ricevere input di tipo *percettivo* che vanno a sollecitare l'apparato sensoriale del robot. Sfruttando la periodicità dei movimenti si favorisce la partecipazione dei bambini disabili in quanto la ripetitività degli schemi e dei pattern sostiene la capacità di previsione, predizione e controllo sul mondo e la realtà circostante. Una delle ipotesi portanti della ricerca è che i comportamenti del robot possano suggerire tratti di personalità, alla maniera dei semplici veicoli di Braitenberg [1984].

Una delle componenti delle relazioni sociali è la credibilità che ciascun agente conferisce all'altro. Nel caso di agenti software e di macchine-robot si tratta piuttosto di una *sospensione di incredulità* che li fa apparire come sistemi dotati di vita propria, infatti l'attribuzione di credibilità di un agente è una caratteristica del modo di vedere dell'uomo, non una proprietà intrinseca dell'agente [Dautenhahn e Bumby, 1999] [Dautenhahn et al., 2002b]. Al robot sono naturalmente e *obbligatoriamente* attribuiti tratti di personalità *come se* fosse considerato un

essere vivente. Questa tendenza naturale della mente è osservabile nell'esperienza quotidiana nella tendenza ad antropomorfizzare oggetti inanimati in natura.

Tra le strategie utilizzate per predire il comportamento altrui prendiamo in considerazione quelle riguardanti il riconoscimento del movimento di agenti complessi: gli individui tendono ad adottare un'istanza intenzionale assumendo le azioni dei sistemi complessi come risultato delle loro credenze e desideri. Quindi perché un robot risulti interagire socialmente è necessario che dimostri la propria intenzionalità. Nella fase di programmazione abbiamo cercato di rispondere a questa esigenza, facendo in modo che il robot esibisse comportamenti finalizzati (goal – directed) per i quali li venissero attribuiti stati intenzionali e volitionali.

L'unico vero task eseguito dal robot è il comportamento di *speedy – cleaner* della condizione finalizzata in cui pulisce l'area sperimentale dai mattoncini di gomma presenti. Nonostante ciò possiamo affermare che il robot non risolve nessun problema specifico e, soprattutto, non avvia nessun tipo di interazione strutturata con il bambino non essendo né temporalmente né spazialmente correlato alle azioni dell'uomo. Nelle ipotesi più implicite della ricerca si suppone che, date le caratteristiche del robot e

figura 5

Comportamento Finalizzato

Comprensione di agentività e direzionalità verso gli scopi

- [...]
- | | |
|--|---|
| a. Sorride/ride in risposta alle azioni del robot | 2 |
| b. Mostra sorpresa in risposta alle azioni del robot | |
| c. Mostra timore in risposta alle azioni del robot | |
| d. Si sposta evitando il conflitto [fisico] con il robot | |
| | |
| e. Produce vocalizzi di tipo esclamativo, affermativo, interrogativo in risposta ai movimenti del robot | |
| f. Produce suoni simili a parole in risposta ai movimenti del robot | |
| g. È in una pausa in cui mantiene lo sguardo fisso sul robot | 3 |
| h. Indica per far fare qualcosa al robot, per indurre a procurare qualcosa [indicare strumentale o proto-imperativo] | |
| i. Si avvicina in modo appropriato per entrare in relazione con il robot | |
| [...] | |

Attenzione Condivisa

Attribuzione e comprensione degli stati attenzionali e relazionali in riferimento ad altri agenti

- | | |
|---|---|
| j. Guarda l'altro negli occhi in contesto triadico [riferendosi al robot] | |
| k. Indica il robot per dividerlo, per mostrarlo allo psicomotricista | 1 |
| l. È in una pausa interrogativa verso lo psicomotricista in contesto triadico | |
| [...] | |
| m. Compie gesti di richiamo nei confronti del robot | |
| n. Indica qualcosa per dividerla con il robot [indicare proto-dichiarativo] | 3 |
| o. Condivide le risorse di gioco con lo psicomotricista in contesto triadico | |
| [...] | |

dell'interazione, se il robot dimostra di essere coinvolgente e stimolante, si può probabilmente constatare come un basso livello di complessità *tecnologica*, suppur opportunamente progettato e programmato, sia sufficiente per supportare l'attribuzione di credibilità e direzionalità verso gli scopi. Per la parte metodologica è stato necessario progettare e elaborare una scala ad hoc per la ricerca: una griglia di osservazione per i comportamenti emergenti nell'interazione tra bambini e giocattoli robotici che va ad indagare la presenza degli indici precursori della Teoria della Mente e la capacità di *mind reading*. Nella figura 5 sono mostrate due parti della griglia di osservazione utilizzata con esempi dei micro-comportamenti presi in considerazione.

La griglia di osservazione non nasce per misurare le capacità dei soggetti, ma per l'ordinamento dei comportamenti – indicatori secondo un'ipotesi di sviluppo basata sulla teoria modulare allo studio della Teoria della Mente [Baron-Cohen, 1995] e arricchita dai contributi teorici più diversi [Lesile, 1993] [Campioni, 1997] [Poulin-Dubois et al., 1989; 1996] [Woodward, 1998]. La griglia è costituita da item comportamentali di basso livello, definiti *micro-behaviors* [Dauthenhan, 2002c], attraverso cui valutare l'interazione e indagare la Teoria della Mente e i suoi precursori nello sviluppo. Gli indici sono stati elaborati dall'osservazione sul campo, dall'esperienza nel setting di riferimento e da ricerche precedenti contestualmente rilevanti [Camaioni, 1997] [Heath et al., 1992] [Heath et al., 2002] [Dauthenahn et al., 2002a; 2002c] [Poulin-Dubois e Shultz, 1988].

Ogni sessione sperimentale è valutata secondo metodi di analisi quasi – quantitativa in cui i dati sui comportamenti sono osservati e interpretati da considerazioni di tipo qualitativo sugli eventi da parte dei terapeuti coinvolti.

Infine la ricerca è motivata da una serie di interessi formulati in parte inizialmente, in parte emersi durante l'osservazione sul campo: *l'osservazione delle reazioni comportamentali del bambino alla presenza del robot, l'osservazione degli stati attentivi, il riconoscimento dei comportamenti finalizzati del robot, l'osservazione delle reazioni comportamentali del bambino ai diversi comportamenti del robot.*

In questi elementi si declina l'interesse più ampio di indagare le caratteristiche delle interazioni evidenziando in che modo il robot stimola la riflessione, la progettazione e la comunicazione.

Nell'ipotesi di ricerca principale che guida

le sperimentazioni si afferma che, nella condizione in cui il robot esibisce un movimento finalizzato, il bambino viene coinvolto e guidato in un'interazione di diverso tipo rispetto alle altre condizioni, nella quale esibisce quegli indici comportamentali largamente riferiti allo sviluppo dei precursori della Teoria della Mente.

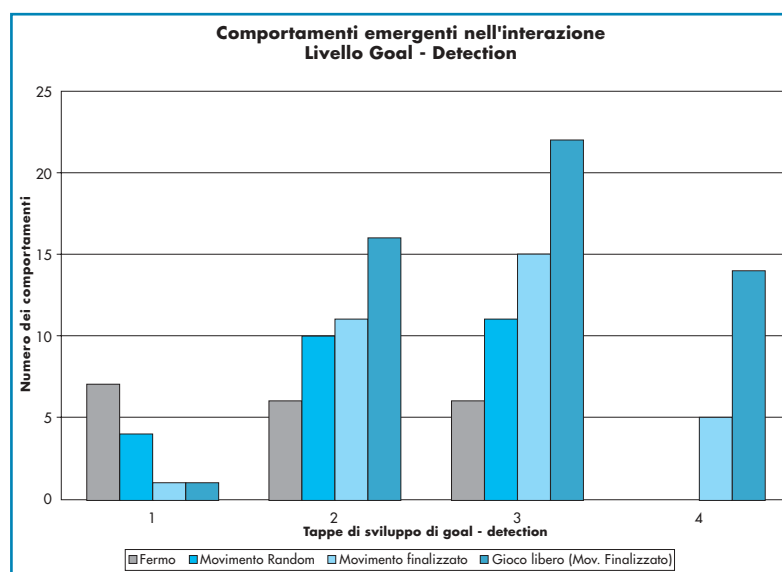
Risultati

Una parte dei risultati è riferita a quella fascia del corso dello sviluppo infantile in cui avviene la comprensione della causalità fisica e dei comportamenti diretti verso gli scopi. In questa fase sono rilevanti i comportamenti riferiti alla comprensione del movimento autodeterminato, delle caratteristiche di agentività e le attribuzioni precoci di intenzionalità. In questo grafico (figura 6), come nel successivo (figura 7), i dati sono categorizzati nelle diverse tappe di maturazione attraverso cui abbiamo ordinato gli indici della griglia.

In particolare è da specificare la controtendenza dei dati relativi al primo livello rispetto alle tappe successive di sviluppo. Gli indici considerati nella prima fase di sviluppo riguardano il riconoscimento del davanti/dietro del robot e le reazioni comportamentali dei soggetti *alla presenza* del robot, sia di piacere che di timore. I soggetti entrano in contatto con il robot sempre durante la condizione di fermo (il primo della sequenza sperimentale) ed è in questa condizione che manifestano un maggior numero di reazioni emotive di scoperta del robot.

Nella tappa di sviluppo successivo si contemplano i comportamenti di natura triadica tra i soggetti e gli psicomotricisti e in riferimen-

figura 6



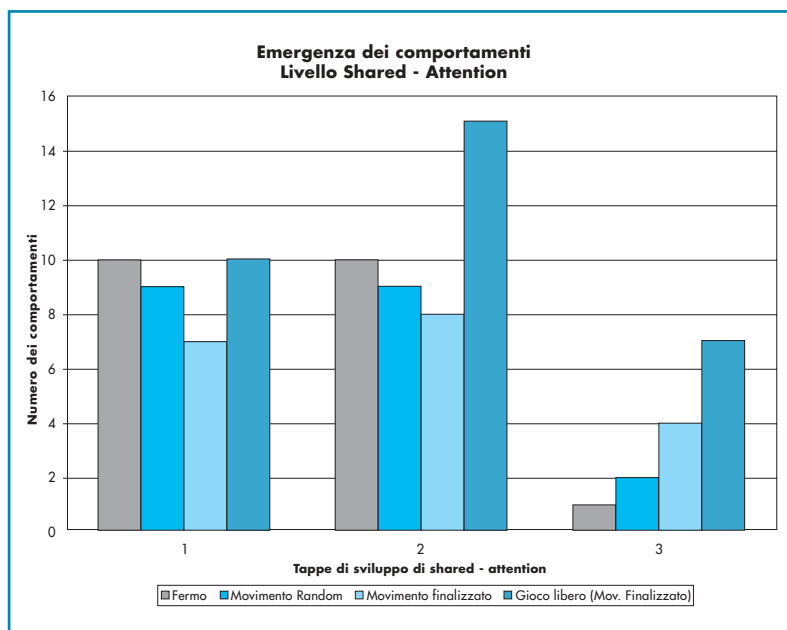


figura 7

to alla presenza e ai movimenti del robot. Tra gli indici considerati vi sono l'alternanza di sguardi, l'indicazione dichiarativa e la pausa interrogativa nei confronti dell'adulto in contesto triadico. Gran parte dei soggetti, in particolare durante il secondo e terzo momento di fermo del robot, esibiscono sguardi interrogativi verso lo psicomotricista esprimendo i loro *dubbi* sulla natura e le proprietà del movimento osservato nella fase precedente. Le condizioni di movimento autodeterminato catturano l'attenzione dei soggetti e questi, dopo l'interruzione, ne chiedono la ripetizione. Le pause e l'attenzione interrogativa durante il movimento casuale del robot esprimono invece la richiesta di spiegazione che i bambini esigono dal terapeuta riguardo un tipo di movimento difficilmente *interpretabile* e prevedibile per i bambini.

DISCUSSIONE

L'insieme delle sessioni sperimentali ci permette di evidenziare considerazioni promettenti nell'esplorazione dell'utilizzo di robot in setting psicomotori.

Considerando la condizione di movimento finalizzato in confronto alle altre condizioni sperimentali, quelle di fermo e di movimento casuale, i dati relativi alla fase di gioco libero, caratterizzato comunque dal movimento finalizzato del robot, sono considerati come complementari di questa stessa condizione sperimentale. Possiamo affermare che i soggetti, in linea con altri studi [Poulin-Dubois e Shultz, 1988] [Poulin-Dubois et al., 1996], abbiano riconosciuto

le caratteristiche-agenti del robot e che siano decisamente più coinvolti nel gioco strumentale del robot come *speedy-cleaner*. Le osservazioni rivelano che il discrimine fondamentale tra la percezione di oggetti sociali e non-sociali [cfr. Poulin-Dubois et al., 1996] sia nelle caratteristiche di agentività del robot e nelle qualità del movimento messo in atto. Le pause interrogative dei bambini rivelano come sia proprio il riconoscimento del movimento auto-generato a cambiare la loro *considerazione* sul robot-agente. La scoperta del movimento autodeterminato pone il fondamento per il riconoscimento di agentività e l'attribuzione di scopi.

La ricerca mostra come sia importante il confronto tra le due condizioni diverse di movimento. L'osservazione sul campo e l'analisi dei dati rivelano che i bambini sono maggiormente stimolati nell'esercizio e nell'attività del robot nella condizione di movimento finalizzato del robot: questo dato, in linea con altri studi, sembra sostenere l'attribuzione di scopi e desideri semplici al robot. Infatti nelle produzioni verbali dei soggetti vi sono attribuzioni di stati volitionali causate dai diversi comportamenti del robot. Ad esempio gran parte delle esclamazioni, sia di natura diadica che triadica, è costituita da attribuzioni del verbo *volere* come "non *vuole* portarmelo!" o "*vuole* spingerlo verso di te". Considerando le diversità tra i gruppi emergenti, i soggetti di 16-17 mesi appaiono impossibilitati nel discriminare tra le due condizioni, eccetto l'occorrenza di qualche raro episodio. Sembra che trattino il movimento come un unico pattern di azione opposto all'immobilità, senza però cogliere la diversità nella traiettoria e nella ripetitività degli spostamenti. Al contrario i soggetti più grandi sembrano andare *oltre* le caratteristiche del movimento interessandosi al robot per un meta-apprendimento e dedicandosi particolarmente all'attività di programmazione.

Altra area di particolare rilievo riguarda le interazioni *sociali*, bambino - psicomotricista e bambino - robot, gli aspetti *cooperativi* tra gli agenti e il significato della presenza del terapeuta durante le interazioni. Le osservazioni mostrano come gli atteggiamenti e la sensibilità dei terapisti influiscano nell'evento-seduta caratterizzando la disponibilità e la positività dei soggetti.

Si può affermare che l'attività cooperativa tra i soggetti e i terapisti è spesso finalizzata all'interpretazione degli eventi e delle azioni del robot. Guardando al comportamento del robot i soggetti formulano delle ipotesi

interpretative e tendono a *condividerle* (attraverso parole o vocalizzi) con l'adulto: da esso si aspettano risposte o suggerimenti attraverso cui dare significato alla situazione ignota. Le attività sociali nate dalla presenza e dal comportamento del robot ci permettono di valutare inoltre la validità del robot come mediatore sociale.

Durante le singole sessioni si osserva come l'esperienza tattile e manipolativa sul robot sia rilevante per la frequenza di occorrenza e per la funzione che questa mostra avere negli scambi relazionali. Il robot offre ai bambini l'opportunità di fare un'esperienza tattile che può essere considerata come una forma precoce e istintiva di relazione. Possiamo ipotizzare che la componibilità del robot LEGO™ suggerisce l'*idea* del montaggio e della sovrapposizione dei mattoncini e invita all'attività manipolatoria e ai giochi di costruzione e composizione.

La manipolazione del robot è fortemente correlata con le dinamiche di avvicinamento/allontanamento e con gli spostamenti dei bambini nell'arena della sperimentazione. Si nota come la riduzione delle distanze tra sé e il robot sia una dinamica fortemente motivata dall'interesse verso il movimento intenzionale, nella condizione finalizzata. Anche nei bambini con ritardo grave, senza adeguate possibilità cognitive e fisiche, sembra essere presente l'ansia di stabilire una relazione, anche se di tipo sensorimotorio, con il robot.

Di particolare importanza sono le indicazioni relative al contatto fisico e alla coordinazione motoria supportate dalla condizione di movimento finalizzato. Le interazioni di soggetti con difficoltà motorie mostrano come il robot attiri i soggetti nel gioco e, nel corso degli scambi, stimoli anche il loro movimento fisico. La ripetitività degli spostamenti del robot sostiene lo sviluppo della coordinazione nei movimenti. Per la partecipazione al gioco è necessaria una coordinazione fisica tra i movimenti degli arti inferiori e delle braccia; inoltre l'interazione impone la sincronizzazione con gli spostamenti del robot, ad esempio per evitare la collisione e l'impedimento.

CONCLUSIONI

I dati sembrano confermare l'ipotesi che il robot utilizzato nella ricerca possa fornire un'impalcatura significativa ed efficace per sostenere lo sviluppo della comprensione e attribuzione degli scopi.

L'indagine sui precursori della Teoria della Mente, come riconoscimento di agentività e

movimento autodeterminato, ha mostrato la validità della simulazione del comportamento di movimento finalizzato in agenti robotici. La simulazione del comportamento di *speedy-cleaning*, con le caratteristiche di lentezza e di ripetitività dei movimenti, sostiene un'attività di attribuzione e di interpretazione di senso. Eccetto i due soggetti affetti da un ritardo mentale grave, la maggioranza dei soggetti ha manifestato di comprendere il senso del movimento, di *interpretarlo* come un gioco (strumentale) di spostamento *dentro/fuori* dei mattoncini rispetto all'arena del robot. Tale dinamica di gioco sembra essere, soprattutto nell'opinione degli psicomotricisti, un promettente strumento di terapia di cui dover esplorare ulteriormente la validità nei setting di riabilitazione psicomotoria.

L'ipotesi di ricerca principale è infatti corroborata poiché la condizione di movimento finalizzato sostiene realmente un'interazione diversa rispetto alle altre fasi sperimentali: emergono nuovi *argomenti* nell'interazione, in particolare la comprensione del movimento autodeterminato, della direzionalità verso gli scopi e dell'agentività. La Teoria della Mente si sviluppa proprio dalla capacità di *leggere* gli scopi e le intenzioni dietro le azioni altrui e la comprensione delle azioni finalistiche non è altro che uno *strato* necessario e fondante per l'acquisizione delle competenze relazionali. È ipotizzabile che la progettazione di agenti artificiali in grado di affrontare la complessità di una interazione sociale e, soprattutto, di esibire pattern di comportamento intenzionale possa costituire un sussidio originale ed efficace in mano a psicomotricisti impegnati in trattamenti di disabilità cognitive e motorie come quelle affrontate nello studio presente.

- Ackermann E. (1996), Perspective-Taking and object Construction, in Kafai Y. and Resnick M. (Eds.), *Constructionism in Practice: Designing, Thinking, and Learning in a Digital World*, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, New Jersey, Part 1, Chap. 2., pp. 25-37.
- Baron-Cohen S. (1995), *Mindblindness. An essay on autism and theory of mind*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Braitenberg V. (1984), *I veicoli pensanti: saggio di psicologia sintetica*, Garzanti, Milano.
- Bruner J.S. (1986), *Actual minds, possible worlds*, Harvard University Press, Cambridge-London [trad. it. *La mente a più dimensioni* (1988), Laterza, Bari].
- Camaioni L. (1995), *La teoria della mente*, Università Laterza - Psicologia, Bari.
- Camaioni L., Bernabei P., Levi G., Di Falco M., Paolesse C. (1997), Lo sviluppo socio-comunicativo nei primi due anni di vita di bambini con autismo: possibilità di una diagnosi precoce, in *Psicologia clinica dello sviluppo* (1997), Anno I, N. 2, Nucleo monotematico, Il Mulino Ed., Bologna.
- Dautenhahn K., Bumby K. (1999), Investigating Children's Attitudes Towards Robots: A Case Study, *Proc. CT99, The Third International Cognitive Technology Conference*, August, San Francisco.
- Dautenhahn K., Werry I., Harwin W. (2001), Evaluating the response of children with autism to a robot, *Proc. RESNA 2001, Rehabilitation Engineering And Assistive Technology Society Of North America*, Friday, June 22 - Tuesday, June 26, 2001, John Ascuaga's Nugget Hotel, Reno, Nevada, USA.
- Dautenhahn K., Werry I., Rae J., Dickerson P., Stribling P., Ogden B. (2002a), Robotic Playmates: Analyzing Interactive Competencies of Children with Autism Playing with a Mobile Robot, in Dautenhahn K., Bond A., Canamero L., Edmonds B. (eds.), *Socially Intelligent Agents - Creating Relationships with Computers and Robots*, Kluwer Academic Publishers.
- Dautenhahn K., Billard A. (2002b), Games Children with Autism Can Play With Robot, a Humanoid Robotic Doll, *Proc. 1st Cambridge Workshop on Universal Access and Assistive Technology [CWUAAT]*, in Keates S., Clarkson P.J., Langdon P.M. and Robinson P. (eds.), *Universal Access and Assistive Technology*, Springer-Verlag, London.
- Dautenhahn K., Werry I. (2002c), A Quantitative Technique for Analysing Robot-Human Interactions, *Proc. IROS2002, Lausanne, 2002 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 1132-1138.
- Druin A., Hendler J. (2000), *Robot for Kids - Exploring New Technologies for Learning*, Morgan Kaufman Publishers, Academic Press.
- Goodman N. (1978), *Ways of Worldmaking*, Hackett, Indianapolis [trad. it. *Vedere e costruire il mondo* (1988), Laterza, Bari].
- Heath C., Luff P. K. (1992), Explicating face to face interaction, in Gilbert N. (ed.), *Researching Social Life*, Sage, London, pp. 306-327.
- Heath C. (2002), Demonstrative suffering: the gestural (re)embodiment of symptoms, *Journal of Communication*, n. 52, pp. 597-617.
- Heath C., Hindmarsh J. (2002), Analyzing Interaction: Video, ethnography and situated conduct, in May T. (ed.), *Qualitative Research in Action*, Sage, London, pp. 99-121.
- Kafai Y. and Resnick M. (eds.) (1996), *Constructionism in Practice: Designing, Thinking, and Learning in a Digital World*, Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ.
- Malle B., Moses L., Baldwin D. (2001), *Intentions and Intentionality. Foundations of social cognition*, MIT Press.
- McCloud S. (1999), *Capire il fumetto. L'arte invisibile*, Vittorio Pavesio, Torino.
- Papert S. (1994), *I bambini e il computer*, Rizzoli, Milano.
- Poulin - Dubois D., Shultz T. (1989), The infant's concept of agency: the distinction between social and non-social objects, in *The Journal of Genetic Psychology*, n. 151, pp. 77-90.
- Poulin - Dubois D., Lepage A., Ferland D. (1996), Infants' Concept of Animacy, in *Cognitive Development*, n. 11, pp. 19-36.
- Tolman E.C. (1939), Prediction of vicarious trial and error by means of the schematic sowbug, *Psychological Review*, pp. 318-336.
- Varisco B.M. (2002), *Costruttivismo socio - culturale*, Carocci Editore, Roma.
- Vygotsky L.S. (1978), *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*, Harvard University Press, Cambridge MA.
- Woodward A.L. (1998), Infants selectively encode the goal object of an actor's reach, *Cognition*, vol. 69, n. 1, pp. 1-34.