

UNIVERSITÀ CATTOLICA DEL SACRO CUORE

Sede di Milano

Dottorato di ricerca in Scienze della Persona e della Formazione

Ciclo XXXV

S.S.D. M-PSI/04



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Vuoi giocare con i robot?

UNO STUDIO ESPLORATIVO SUGLI ASPETTI SOCIO-MATERIALI DELLA
INTERAZIONE DI BAMBINO-ROBOT IN ASILO NIDO

Coordinatore:

Ch.mo Prof. Antonella Marchetti

(firma in originale del Coordinatore)

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Antonella Marchetti'. The signature is written in a cursive, flowing style.

Tesi di Dottorato di:

Gisella Rossini

N. Matricola:

4914648

Anno Accademico 2021/2022

a Enrico, Clara

Indice

INTRODUZIONE	6
PRESUPPOSTI A UNA VISIONE PSICOLOGICA SULLA INTERAZIONE UOMO-ROBOT	11
<i>Storia dell'interesse verso i robot</i>	11
<i>Vygotskij: sguardo socio culturale alla interazione HR</i>	13
<i>Piaget: fasi dello sviluppo tra conoscenza senso motoria, animismo e artificialismo</i>	15
<i>Il perturbante di Freud, il fenomeno di Uncanny valley e il sostituto nell' Interazione coi robot</i>	17
<i>La teoria dell'attaccamento di Bowlby e l'attaccamento verso i robot sociali</i>	19
<i>Neuroni specchio ed embodiment: conoscenza incarnata e intersoggettività</i>	21
<i>Teoria della Mente: interspecie, attribuzione stati mentali, agency, intenzionalità</i>	23
L'INTERAZIONE BAMBINO-ROBOT	25
<i>L'interazione sociale con i robot</i>	25
<i>Robot in interazione coi bambini (Child Robot Interaction)</i>	27
<i>Stili di interazione, Intersoggettività e attribuzione di stati mentali</i>	29
<i>Interazione bambini robot in contesto educativo</i>	31
<i>Limiti ed errori nell'interazione bambino-robot in ambiente educativo</i>	33
<i>Bambini-robot nella fascia di età 18-36 mesi</i>	36
<i>La questione etica della Child Robot Interaction (CRI)</i>	40
L'ANTROPOMORFIZZAZIONE DEI ROBOT E LE LORO CARATTERISTICHE SOCIO MATERIALI	42
<i>Caratteristiche e definizione di antropomorfismo</i>	42
<i>La questione dell'embodiment</i>	44
<i>Antropomorfismo e Child Robot Interaction</i>	46
<i>La materialità e socio-materialità dei robot</i>	47
L'ESPERIENZA AL NIDO COME STIMOLO ALLO SVILUPPO	51
<i>Il contesto socio-materiale dell'asilo nido</i>	51
<i>La giornata tipo</i>	53
<i>Lo sviluppo della persona dai 18 mesi ai 36 mesi</i>	54
<i>Il gioco tra 18-36 mesi di età</i>	56
IL PROGETTO DI RICERCA	59
<i>Premessa</i>	59
<i>Obiettivi</i>	60
<i>Partecipanti</i>	60
<i>Bambini</i>	60
<i>Genitori</i>	60
<i>Metodi e strumenti</i>	61
<i>Il Metodo di ricerca qualitativo utilizzato</i>	61
<i>Il test per la comprensione del gioco di finzione</i>	62
<i>Il Parental Play Questionnaire (PPQ)</i>	64
<i>Materiali</i>	66
<i>Robot</i>	66
<i>Procedura</i>	67
<i>Svolgimento della fase di osservazione dei bambini</i>	69

RISULTATI-----	72
<i>Risultati del Parental Play Questionnaire (PPQ test): partecipanti genitori</i> -----	72
<i>Risultati del test di Harris: partecipanti bambini- valutazione gioco simbolico</i> -----	78
<i>L'analisi qualitativa delle osservazioni dei bambini in interazione coi robot</i> -----	78
<i>Esplorazione senso-motoria</i> -----	82
<i>Dinamiche di gruppo</i> -----	83
<i>Interazione bambino-robot - Ruolo delle caratteristiche sociomateriali dei robot</i> -----	88
<i>Categorie meta-rappresentazionali di Piaget</i> -----	91
<i>Imitazione dei robot e dei pari</i> -----	91
<i>Gioco simbolico</i> -----	92
<i>Ruolo e funzione degli adulti (educatrice ed Exp)</i> -----	93
DISCUSSIONE-----	97
<i>Conclusioni, Limiti e Prospettive Future</i> -----	100
RINGRAZIAMENTI-----	102
APPENDICE-----	103
BIBLIOGRAFIA-----	104
<i>Indice delle figure</i> -----	112
<i>Indice delle Tabelle</i> -----	112

Introduzione

Lo sviluppo di robot sociali è una delle grandi imprese tecnologiche intraprese dall'uomo nell'epoca contemporanea. Si tratta di combinare lo sviluppo meccanico dei robot con l'intelligenza artificiale, dando agli artefatti la possibilità di muoversi ed interagire con il mondo e le persone circostanti. Anche per questo il concetto di robot sociali è un argomento così affascinante: perché richiede il contributo di molti settori diversi tra loro. Pensare a questi robot in interazione coi bambini, per esempio, apre a sua volta scenari di interesse scientifico su vari fronti.

Il percorso riflessivo che seguiremo in queste pagine inizia con il prendere in considerazione la percezione, la curiosità e il fascino che gli oggetti animati hanno sin dall'antichità suscitato. Il primo capitolo ha proprio questo scopo, quello di ripercorrere brevemente la fascinazione storica degli antenati dei robot per poi rileggere alcuni spunti teorici di psicologia generale e di psicologia dello sviluppo concentrandosi sulla interazione con il mondo e con gli oggetti

La letteratura che verrà presa in esame infatti ripercorre prima di tutto un sintetico excursus storico sulla percezione di artefatti meccanici antenati dei robot dalla antichità sino alle epoche moderna.

Successivamente proveremo a far dialogare alcuni capisaldi e i riferimenti della psicologia dello sviluppo con la pratica della interazione uomo-robot. Cercheremo infatti di recuperare per ogni contributo epistemologico di ambito psicologico una applicazione in termine di lettura del fenomeno uomo-robot e nello specifico bambino-robot.

Quindi per primo Vygotskij per l'accento sull'oggetto come artefatto culturale, in quanto materiale connotato dalle interazioni sociali e culturali dell'ambiente in cui il bambino è immerso. L'enfasi sul ruolo degli adulti e dell'ambiente come chiave di volta dell'esperienza educativa e di sviluppo dei bambini. Il nesso logico con questo quadro di riferimento è considerare il robot come prodotto della cultura contemporanea e dunque come possibile stimolo culturale impiegato nei contesti educativi e formativi.

A seguire, Piaget con l'accento sugli stadi della conoscenza e tappe di sviluppo. Per noi in questo lavoro la tappa di sviluppo più rappresentativa sarà il periodo senso motorio del

bambino durante il quale tramite il proprio corpo esplora le caratteristiche percettive degli oggetti, e il periodo immediatamente successivo, ovvero il periodo pre-operatorio, in cui inizia la funzione simbolica. Di Piaget sarà anche interessante il concetto di *animismo* o in altri termini la tendenza dei bambini a considerare gli oggetti viventi e dotati di volontà e il suo concetto di *artificialismo*, secondo il quale i bambini attribuiscono agli oggetti origine umana. Questi aspetti di Piaget ci sono sembrati coerenti con la nostra proposta di ricerca che ha visto bambini di 18-36 mesi giocare con dei robot in asilo nido e dunque come età proprio quella corrispondente ai due periodi di sviluppo citati.

I bambini possono essere incuriositi dai robot e dunque abbiamo approfondito la questione della fascinazione e della illusione, come già nell'antichità.

Per far questo siamo passati sulle tracce del perturbante di Freud. Già Freud citava l'automa Olimpia per sviscerare il rapporto tra inanimato che diventa animato e la conseguente perturbazione. Per Freud perturbante è ciò che da familiare poi invece diviene successivamente sconosciuto, non compreso (nel senso di non trattenuto nella propria mente in termini di significato). Allo stesso tempo l'incredulità genera conoscenza. L'artefatto robotico può generare quello sguardo di incredulità e di nuova conoscenza? Oppure genera repulsione e distanziamento? Infatti bisogna tenere in considerazione che esiste un fenomeno denominato *uncanny valley* per cui se è vero che la forma antropomorfa del robot facilita l'interazione è anche vero che questa somiglianza non deve varcare quel confine oltre il quale si genera distanziamento.

La teoria dell'attaccamento e quella della conoscenza incarnata che deriva dai neuroni a specchio ci serviranno per analizzare l'interazione bambino-robot. Conoscono a partire dalle connessioni che mi sono formato anche grazie agli stili di attaccamento con cui sono stato accudito nell'infanzia. Ecco che diventa dunque cruciale la questione del rispecchiamento, che tratteremo nei paragrafi successivi a quello dedicato a Freud e nel quale, recuperando la letteratura in merito ai neuroni a specchio e la simulazione incarnata, proveremo ad interrogarci sulla imitazione e comprensione dell'oggetto robotico.

Ultimo, ma non meno importante paragrafo del primo capitolo, la Teoria della Mente come costruito che introduce la capacità di mentalizzare dei bambini nella intersoggettività che si crea nella interazione con gli adulti di riferimento e coi pari età. Secondo questo sguardo i comportamenti sociali sono influenzati dal pensiero, dalle idee e dalle credenze che i bambini riferiscono alla mente dell'altro. Cosa succede dunque quando un bambino è davanti ad un robot? Quali credenze e pensieri nella sua mente? Quale tipo di interazione propone ed esplora con l'oggetto? Sono domande che hanno guidato la nostra ricerca.

Il secondo capitolo invece esplora le ricerche in campo di interazione uomo-robot (Human-Robot-Interaction) e nello specifico bambini-robot (Child-Robot-Interaction). Nel svolgere questa ricapitolazione ci siamo resi conto che la letteratura in ambito di robotica educativa si concentra molto nella fascia 3-10 anni, con pochissimi riferimenti alla fascia di età sotto i 36 mesi (Funke, et al., 2018). Nel dominio della child-robot interaction, la letteratura è ricca di esempi di utilizzo di robot nell'ambito di apprendimenti specifici, come imparare una seconda lingua, un argomento come la matematica o il coding o in situazioni di sviluppo atipico (Serholt, Pareto, Ekström, & Ljungblad, 2020) (Riva & Marchetti, 2022) (Di Dio C. , et al., 2020b) (Belpaeme,

Kennedy, Ramachandran, Scassellati, & Tanaka, 2018) (Alnajjar, et al., 2021). Un piccolo approfondimento lo abbiamo dedicato alle dimensioni etiche delle interazioni coi robot nella Child-Robot-Interaction (CRI), individuando alcune attenzioni progettuali da tenere in considerazione nei disegni di ricerca e tuttavia scoprendo che, anche laddove si dovesse creare un qualche imprevisto, come ad esempio il robot che non dovesse funzionare, anche queste situazioni potrebbero rivelare temi interessanti. Infatti, proprio in queste situazioni non previste è possibile osservare, per esempio, quali strategie il bambino attiva per far fronte all'imprevisto (Serholt S. , et al., 2017).

Il terzo snodo teorico e corrispondente al capitolo successivo riguarda la forma degli oggetti robotici. Da una parte una forma esteriore e dall'altra le caratteristiche di umanizzazione, in altre parole la questione dell'antropomorfismo dei robot, su cui si è scritto molto. Prima di tutto, la riflessione intorno alla forma e al design dei robot chiama in causa il concetto di *affordance* degli oggetti materiali. Secondo Gibson (1979) una *affordance* è quella risorsa ambientale e materiale che in relazione ad essa il soggetto è in grado di cogliere. Ogni ambiente e oggetto possiede dunque delle proprietà che supportano una serie di azioni. La percezione del processo di *affordance* di un oggetto permette alle persone la scelta delle azioni da compiere. Generalmente, queste azioni sono legate all'ambito motorio e ai comportamenti manuali come ad esempio l'afferrare. L'*affordance* sembra essere una specie di opportunità intuitiva da cogliere, senza "pensarci troppo" (Riva G. , 2014). Tuttavia, vedremo come le *affordance* sono costituite nello spazio tra le attività e intrecciate di interazione Human-Robot (Pentzold & Bischof, 2019). Ci siamo dunque chiesti cosa succede in termini di socio-materialità quando alcuni bambini possono muoversi nello spazio liberamente e avere l'opportunità di interagire con dei robot. Come sostiene la letteratura alcune interazioni potrebbero ripetere precedenti azioni e altre potrebbero assumere forme nuove o inaspettate (Pentzold & Bischof, 2019).

Con queste premesse di psicologia dello sviluppo e di CRI abbiamo ipotizzato una ricerca qualitativa che ha visto la collocazione di due oggetti robotici diversi per forma, in due momenti distinti, in due asilo nido e che verrà descritta nei capitoli cinque e sei. Il capitolo quattro è invece dedicato alla descrizione dell'ambiente asilo nido che in Italia ha lunga e consolidata tradizione culturale psico-pedagogica.

La novità del nostro lavoro che presentiamo e che illustriamo nelle pagine successive è quella di indagare, in una fascia di età piccola 18-36 mesi, in una situazione naturalistica (come è l'ambiente di un asilo nido dopo l'inserimento e il consolidamento della relazione con l'educatrice di riferimento) e in una situazione di gioco libero, una occasione di child-robot-interaction. Come usano i bambini i robot nelle loro attività di gioco in un asilo nido? Proprio a partire dallo studio di Tanaka (2007) in cui un robot umanoide è stato collocato in asilo nido, ci è sorta la domanda di indagare le *affordance* degli oggetti e quindi la loro caratteristica socio-materiale, ovvero le realizzazioni collettive che emergono nell'interazione tra uomo e macchina. A questo proposito, abbiamo dunque pensato di confrontare due robot di design diverso, uno più antropomorfo e l'altro meno.

Il metodo di analisi qualitativa ha permesso di identificare alcune unità di argomentazione: l'esplorazione senso-motoria, l'interazione bambino-robot, il gioco simbolico, l'imitazione dei robot, le interazioni tra pari come le contese di gruppo e le cooperazioni ed infine il ruolo e funzione degli adulti (educatrice ed exp).

In generale, i risultati mostrano che le caratteristiche sociomateriali dei robot influenzano le attività dei bambini: il modo in cui i bambini esplorano l'artefatto robotico è legato alle sue caratteristiche materiali. Tali caratteristiche influenzano anche il tipo di interazione tra bambino e robot. Queste osservazioni sul ruolo del design del robot sono particolarmente interessanti in quanto mostrano come bambini già a 18 mesi sono sensibili alle caratteristiche sociomateriali dell'oggetto robotico. Questo primo riscontro è in linea con diversi studi che hanno analizzato l'effetto dell'antropomorfizzazione fisica dei robot sull'attribuzione di caratteristiche mentali da parte di bambini e adulti. I risultati di questi studi suggeriscono che la distinzione uomo/robot in termini di stati mentali inizia già a tre anni (Di Dio et al., 2020; Manzi et al., 2020) per consolidarsi negli adulti (Manzi et al., 2021). Queste evidenze sono corroborate dal gioco simbolico messo in atto dai bambini del nostro studio. Infatti, il gioco simbolico - fondamentale a quest'età - è fortemente influenzato dalle fattezze del robot. Inoltre, l'osservazione che i bambini già a 18 mesi sono sensibili alle caratteristiche sociomateriali degli oggetti robotici ci conduce verso una lettura di questi dati in chiave vygotskijana, ovvero dove il contesto culturale, quindi le dimensioni di spazio, tempo e materialità educativa incidono sul tipo di esperienza educativa che i bambini possono vivere e quindi sulla proposta di apprendimento formale nell'asilo nido (Belsky 2009). Le proposte dei bambini rispettano una corrispondenza con la forma del robot ma anche il contesto si modifica con la presenza del robot stesso, infatti gli scambi di interazione nel gruppo di bambini vengono influenzati dalla presenza di un oggetto interessante come quello robotico e ciascun robot attiva in modo diverso, per esempio la collaborazione che si avvia con il robot meno antropomorfo è legata ai gesti esplorativi di coordinazione occhio-mano dei bambini mentre quella con il robot più antropomorfo è collegata al suono della voce che si espande nella stanza.

Un altro aspetto particolarmente rilevante per lo sviluppo dei bambini della fascia d'età compresa tra i 18 e 36 mesi è legato alle caratteristiche della antropomorfizzazione del robot e al tipo di interazione bambini/robot. Quando i bambini giocano si muovono su una linea di confine tra realtà e finzione, sovente attribuiscono ai giocattoli emozioni o personalità e questo è qualcosa di già noto, tuttavia l'interazione con robot socialmente interattivi modifica questa distinzione binaria e si situa in una zona di confine detta "un po' vivo" (Turkle 2005), confine nel quale una bambola robotica potrebbe essere considerata un po' più viva delle altre bambole. In questo contesto di ricerca abbiamo usato robot che non presentavano grandi capacità interattive in termini di programmazione.

Il robot stimolerebbe anche processi e meccanismi psicologici come ad esempio l'imitazione da parte dei bambini delle azioni dei pari, degli adulti e dei robot. L'artefatto robotico diventerebbe un vero e proprio mediatore del processo imitativo nell'interazione e nel gioco tra pari e con gli adulti. Gli oggetti, attraverso la loro materialità e design e a partire dalle loro *affordance* possono sollecitare diverse modalità di interazione diventano un mediatore tra i bambini, tra i bambini e gli adulti e, più in generale, con i partner sociali presenti nel contesto (Manzi et al., 2018, 2020; Innaccone et al., 2018). Questo ruolo identificato negli oggetti è ancor più evidente negli artefatti relazionali robotici che, per il loro design sociale, possono diventare dei mediatori delle relazioni e elicitare diversi

processi psicologici particolarmente rilevanti per lo sviluppo dei bambini anche in un'età precoce.

I risultati mostrano che i processi psicologici di imitazione, linguaggio e attenzione condivisa e le competenze sociali di ToM (Teoria Della Mente), empatia, pro-socialità possono essere sollecitati dalla interazione con il robot e dalla condivisione dell'oggetto robotico con il gruppo dei pari età. Maggiormente questa opportunità è consapevole e intenzionale da parte degli adulti di riferimento e meno è lasciata al caso e alla spontaneismo, senza riflessione sui tipo di apprendimento formale proposto, maggiore è la possibilità di utilizzare gli oggetti robotici in ambito educativo.

Presupposti a una visione psicologica sulla interazione uomo-robot

Io e il mondo
Io e il mondo
siamo uguali
fai cose straordinarie
con i tuoi amici
luna sole cielo buio vento
siete straordinari
perché certe volte non vi vedo
ti penso
io e te siamo gocce d'acqua
(Francesca otto anni,
in *Ma dove sono le parole*, C. L. Candiani)

Storia dell'interesse verso i robot

Nel mondo occidentale la curiosità per i progenitori dei robot, gli automi, si sviluppa nella seconda metà del settecento. Ricordiamo l'automa scacchista "il turco" di Wolfgang von Kempelen (1734-1804) studiato in seguito da Allan Poe e oggetto di un suo racconto (1849).

Tuttavia già nell'antichità, nel periodo greco si possono ritrovare riflessioni in merito alla creazione di robot sociali. Uno dei primi casi di "robot sociali" nel suo significato più ampio è raccontato dall'autore Ovidio (43 a.C.-17 d.C.) nelle sue *Metamorfosi* (*Trasformazioni*), dove tra le altre storie ripercorre il mito di Dedalo come inventore in epoca classica di statue lignee che imitavano il movimento reale con occhi e parti mobili. E poi il Dio Efesto, il Dio fabbro degli dei, che scolpisce Pandora e ha concepito il gigante di bronzo Talos. In questi testi troviamo dunque una rappresentazione di artefatti costruiti ad immagine e somiglianza dell'Uomo. Nella mitologia greca vi sono numerose trasformazioni, metamorfosi, che ci narrano del rapporto tra umano e non-umano. E allo stesso tempo ci fanno riflettere sull'aspirazione umana di ricreare un modello ideale di umanità nella quale rievocare la condizione umana e la sua tensione verso soddisfacimenti di proprie personali necessità e desideri. Tuttavia, la morale della favola è che l'uomo si può limitare alla creatività e all'invenzione di imitazioni figurative ed esteriori, mentre la Vita dipende dal divino (Korn, 2019).

Saltando ad una epoca successiva, troviamo che nel Medioevo si stagliano all'orizzonte due nette posizioni in contrasto tra loro: la cultura bizantina e quella occidentale. A Bisanzio è radicata la finalità di stupire gli astanti nei palazzi imperiali, soprattutto verso il visitatore straniero proveniente per esempio dal mondo latino cristiano. Il cerimoniale di corte prevedeva di stupire l'ospite per rimarcare la supremazia in termini matematici

e tecnologici¹ (Truitt, 2015). Nello stesso periodo, nella parte occidentale del mediterraneo tutto ciò che appartiene al mondo meccanico diviene segno di potere del diavolo, del maligno e della stregoneria.

Si deve attendere il Rinascimento e l'Umanesimo per le prime trasposizioni meccaniche e impiego proprio nell'ambito religioso. Tra i reperti annoverati: un Gesù Cristo nella Chiesa del monastero di Dießen, utilizzato nel contesto del teatro sacro², un suonatore di liuto del primo Cinquecento, le macchine di Leonardo da Vinci ed infine nel museo di Monaco è conservato un artefatto meccanico che raffigurante un monaco (fig. 1):



Figura 1 Moving mechanical monk from sixteenth century at the German Museum in Munich XVI sec.

Bisognerà attendere la prima società moderna perché il fascino dei macchinari automatizzati si manifesti apertamente. L'esempio lampante è appunto il "Turco meccanico" o "giocatore di scacchi automatico" della fine del XVIII secolo (Fig.2). Si presentava come un automa dalle sembianze arabe (torna l'idea medioevale delle terre di Bisanzio come appassionate di oggetti meccanici) che in realtà nasconde al suo interno un maestro di scacchi umano che aziona la macchina.

Tuttavia, il pubblico non sapeva, poiché il maestro di scacchi era ben nascosto all'interno del meccanismo. Prima che la partita di scacchi iniziasse tutti gli spettatori erano invitati a guardare all'interno della macchina stessa. Questa autopsia, nel suo significato originale greco ovvero l'autenticazione e la verifica di qualcosa, che potrebbe essere al di là della comune credenza, da parte degli autori e dei visitatori, è stata di grande importanza per il successo del progetto (Korn, 2019). Infatti il "Turco con gli scacchi" è stato uno spettacolo portato in molte città europee e negli Stati Uniti ed ha sempre riscontrato la massima attenzione e divenendo un successo mondiale.

¹From Sasanian imperial ideology to caliphal policy, passing through meticulous courtly etiquette in Byzantium, diplomatic exchanges marked the establishment of a characteristically asymmetrical habit of gift-giving; in abstract terms, interest in automaton-making and its mathematical underpinnings was an aspect of 'conspicuous virtuosity' that punctuated the slow unfolding of geopolitical ceremonial. (Truitt, 2015, p. 2)

² Katholisch-Diessen- museum

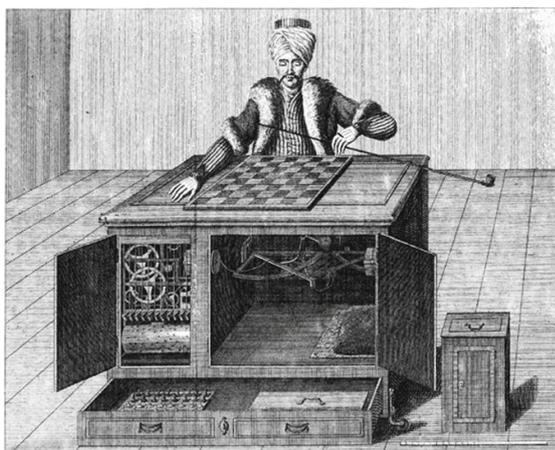


Figura 2 Il turco Meccanico- giocatore di scacchi

Questo oggetto automatico si contestualizza all'inizio della rivoluzione industriale e in termini di percezione delle macchine sfida direttamente l'intelletto umano in una delle situazioni più stimolanti per le persone come una partita a scacchi. Tale percezione della "macchina" anticipa l'immaginario collettivo contemporaneo sulla possibile applicazione e inserimento dei robot nella quotidianità ma soprattutto dei robot sociali nelle situazioni educative, di cura come vedremo meglio nei capitoli successivi.

Nel 1818 esce il romanzo "Frankenstein" di Mary Shelley proprio mentre il "Turco meccanico" è in turnè e anche Edgar Allan Poe³ recensisce lo spettacolo del Giocatore di scacchi automatico a cui ha assistito a conferma del dibattito intorno all'innovazione e all'antropomorfizzazione

Il sogno della robotica non è dunque di pertinenza della nostra epoca contemporanea, è molto meno recente di quanto si pensi e da allora molta strada è stata percorsa fino allo sviluppo degli androidi che colorano di perturbante la storia della tecnica (Rossi, 2021).

Vygotskij: sguardo socio culturale alla interazione HR

Ripercorrere, seppur brevemente, l'exkursus storico della percezione dei robot è in linea con il primo grande autore verso il quale abbiamo un legame formativo in ambito psicologico: Vygotskij. Egli vive nella prima metà del Novecento e conoscendo le prime opere di Piaget contrappone ad esse una visione storico culturale dello sviluppo. La storia culturale come focus e la presa di distanza dalle tappe universali e biologicamente determinate per affermare la «relatività culturale e soggettiva dell'uomo espressa attraverso lo strumento principe della comunicazione e della trasmissione che è il linguaggio» (Grosso, 1998, p. XIV). Infatti Vygotskij stesso aveva definito la sua teoria come un approccio "storico culturale" allo sviluppo psichico. Ciò che contraddistingue l'opera dell'Uomo è il suo carattere sociale e quello che maggiormente lo differenzia da alcune specie animali, che presentano anche forme complesse di attività sociale, è il suo intervento modificatore sugli strumenti che ha a disposizione (Vegetti, 1998). Lo sviluppo intellettuale va dunque di pari passo con lo sviluppo di mezzi ausiliari e tecnici. Tuttavia, allo scopo di assimilare tali prodotti materiali è necessario che la mente compia dei

³ Edgar Allan Poe, *Il giocatore di scacchi di Maelzel*, testo inglese a fronte, Rizzoli, Bur, 2021

processi psichici che le consentano di conoscere gli oggetti. «Vygotskij formula così la definizione dei particolari strumenti di produzione intellettuale che rappresentano sul piano mentale la mediazione tipicamente umana dei processi della attività» (Vegetti, 1998, p. 45). Il linguaggio parlato, la produzione grafica e la quantificazione simbolica numerica sono tutti esempi di attività che si tramandano con la cultura di generazione in generazione e che vanno parallelamente presi in considerazione con la costituzione di processi cognitivi o funzioni psichiche via via differenti. In altri termini, i processi di acquisizione (ovvero le funzioni psichiche necessarie alla acquisizione) degli strumenti dello sviluppo culturale del pensiero come la lingua, il calcolo e il disegno sono soggetti all'impronta storico culturale sotto la quale gli strumenti stessi vengono redatti. Nella storia evolutiva dell'Uomo vi sono tappe di sviluppo di oggetti materiali (età della pietra, età dei metalli, ecc..) e soprattutto anche di segni e simboli astratti di significato condiviso all'interno di cerchie sociali. Per elaborare questi ultimi sono stati messi in atto, nelle diverse ere storiche, particolari strumenti di produzione intellettuale che hanno comportato una modificazione strutturale dei processi cognitivi sul piano culturale: «i segni [...] vengono a rappresentare sul piano psichico individuale il valore di strumenti-stimolo» (Vegetti, 1998, p. 50). In sintesi, per Vygotskij, tutte le funzioni psichiche umane sono caratterizzate da una dimensione storico-culturale che media la possibilità di raggiungerle. Lo sviluppo culturale delle funzioni specifiche riguarda per esempio lo sviluppo della memoria, dell'attenzione, dell'astrazione, del linguaggio e del pensiero. Proviamo qui di seguito a dare esemplificazione prendendo in considerazione una delle funzioni psichiche come la memoria. In questa situazione, la mediazione storico-culturale si inserisce nel momento in cui il bambino può per esempio utilizzare segni ausiliari per stabilire alcuni legami tra una serie di oggetti (come ad esempio i tasti di un pianoforte) e i simboli a questi associati che lo portano a capire il funzionamento complesso dello strumento. Senza la mediazione dei simboli, già noti al bambino e associati da un adulto ai tasti del pianoforte, il bambino potrebbe naturalmente non essere in grado di suonarlo. In questo contesto, lo sviluppo della memoria, in quanto funzione psichica, è dunque soggetto alla possibilità di incontrare nella propria zona prossimale strumenti/materiali e persone che fungano da stimolo e questa possibilità è diversa per epoche storiche e culturali. Da sottolineare che, per zona di sviluppo prossimale, Vygotskij intende la manifestazione unitaria di sviluppo psichico e apprendimento che avviene in un contesto sociale. L'apprendimento si basa sulle capacità intellettive già raggiunte e contemporaneamente si aggancia a qualcosa di non ancora noto e in via di maturazione che determina il valore potenziale dell'apprendimento e che fa avanzare lo sviluppo intellettuale (Vegetti, 1998). In questo processo rivestono un ruolo importante l'imitazione e la collaborazione tra bambini. L'una in quanto permette di imitare ciò di cui ancora non so e non sono capace, l'altra perché diventa una strategia utile all'avanzamento delle proprie capacità. Quindi Vygotskij ci interessa per il suo accento sullo sviluppo culturale del bambino secondo il quale ogni funzione psichica superiore indica una relazione sociale interiorizzata. In altri termini mediante l'uso di strumenti o prodotti culturali e, come abbiamo visto con l'imitazione e la cooperazione, con le relazioni sociali è possibile per il bambino trasformare i processi psichici naturali in culturali o superiori. Lo sviluppo cognitivo non è frutto dell'attività del singolo ma è dall'interazione sociale sperimentata che si progredisce (Caravita, Milani, & Traficante, 2018). Sta nell'interazione con gli altri

la possibilità di scoprire i mediatori culturali, o invenzioni e scoperte, di cui la cultura si fa portatrice e nella quale il bambino è immerso sin dalla nascita e che influenzano il suo modo di pensare.

In linea con la centralità che l'interazione sociale sembra occupare nello sviluppo del bambino, vi è di conseguenza la descrizione dell'antropomorfismo come una dimensione fondamentale della mente umana che assegna stati mentali a oggetti inanimati o animali proprio sulla base dello scenario e contesto sociale in cui si è inseriti (Dumouchel & Damiano, 2019). Il dialogo diventa costruzione di pensiero e di azione per Vygotskij e dunque l'attività di attribuzione di proiezioni antropomorfe sembra proprio derivare da situazioni di comunicazione in cui, attraverso l'imitazione, le espressioni verbali e gestuali, si danno le prime forme di interazione.

I robot come elementi di produzione della società contemporanea interrogano sulla loro potenzialità di mediatori culturali, nei termini delineati da Vygotskij. Per esempio i fattori di innesco delle proiezioni antropomorfe verso i robot è un campo di indagine di cui si occupa la robotica esterna delle emozioni (Duffy, 2003). Questo tipo di ricerca prova a indagare quali siano i fattori che attivano l'antropomorfismo verso i robot: la corporeità, il dialogo, la capacità di simulazione o la capacità di risposte adeguate, in termini di *affordance*⁴ dell'oggetto. E non ultimo, sempre seguendo la prospettiva di Vygotskij, il contesto sociale e l'interazione tra pari contribuiscono a caratterizzare, a significare (dare senso e significato) l'interazione con i robot.

Piaget: fasi dello sviluppo tra conoscenza senso motoria, animismo e artificialismo

Il secondo importante riferimento teorico è collocato in alcuni aspetti del modello di sviluppo di Piaget. Come è noto Piaget, a differenza di Vygotskij, impronta la sua digressione e ricerca psicologica sugli stadi e periodi di sviluppo. In estrema sintesi, secondo Piaget sono possibili 6 stadi e periodi di sviluppo del bambino che sono tali in quanto ciascuno di essi rispetta gli attributi di gerarchizzazione, integrazione, presenza di strutture di insieme, consolidamento e infine equilibrizzazione (Valentini & Tallandini, 1998). Le tappe sono così suddivise: intelligenza senso-motoria (0-2 anni); il pensiero simbolico e preconcettuale (2-4 anni); il pensiero intuitivo (4-7/8 anni); il pensiero operatorio concreto (7/8 anni- 11/12 anni); il pensiero formale (dagli 11/12 anni in poi). La fase che a noi interessa qui recuperare è quella che comprende l'età anagrafica 0-3 anni, quindi secondo Piaget questa corrisponde a due stadi e periodi di sviluppo.

L'intelligenza senso-motoria è la forma di comportamento intelligente più primitiva e messa in atto in un progressivo processo di adattamento e consolidamento di condotte che integrano via via quelle precedenti. Si passa da un esercizio di riflessi tipico del primo mese di vita (0-1,5 mesi) ai primi adattamenti non innati che appunto integrano i riflessi precedenti (1,5-4 mesi). Si tratta di attività riflesse e non intenzionali che però portano a scoperte nuove, seppur casuali, che vengono incorporati dal bambino attraverso l'assimilazione e l'accomodamento dette reazioni circolari primarie (Valentini & Tallandini, 1998). Successivamente, tra i 4 e 8 mesi, il bambino diventa padrone di reazioni circolari secondarie che attraverso la ripetizione di azioni e anche mediante la

⁴ Un approfondimento del concetto di *affordance* e delle sue implicazioni è affrontato nel capitolo 4

loro ri-combinazione portano all'invenzione di nuove condotte. La quarta tappa sempre all'interno della intelligenza motoria (8-12 mesi) è quella che segna la svolta intenzionale e della coordinazione di schemi in precedenza acquisiti, questi ultimi vengono dunque applicati a situazione nuove. Un esempio è l'azione di spostare oggetti che si frappongono al raggiungimento di un obiettivo. Tra i 12 -18 mesi il bambino è in grado di mettere in atto reazioni circolari terziarie, ovvero costruisce intenzionalmente nuovi risultati che sono il risultato di sperimentazioni o anche di ricerca di novità. Si presenta qui una certa intelligenza innovativa che è alla base di condotte nuove ottenute con mezzi nuovi e sperimentate attivamente. Nella sesta tappa, 18-24 mesi, l'intelligenza senso-motoria si evolve in comportamenti nuovi e inventati che sono il risultato di combinazioni mentali o di deduzioni. In questo momento il bambino procede per rappresentazioni della situazione e quindi alla creazione di soluzioni di nuovi problemi inventate a priori (Valentini & Tallandini, 1998). Dai 2 anni sino ai 4 anni nel bambino avviene la formazione della funzione simbolica. Questa è il continuo dello sviluppo della intelligenza senso motoria che arriva fino ad una fase rappresentazionale, in quanto i dati senso-motori vengono ad essere assimilati ed evocati come elementi non necessariamente presenti percettivamente. La funzione simbolica (semiotica) è proprio data dalla connessione tra significanti e significati che interviene in modo opportuno quando l'oggetto non è presente ma è mentalmente percepito grazie ai significanti (Valentini & Tallandini, 1998). Vi è una differenza tra la fase rappresentazionale ovvero la tappa finale del periodo senso-motorio e la funzione simbolica che si sviluppa a partire dai due anni. Infatti, nel periodo sensomotorio l'insieme dei significanti è composto unicamente da indici e segnali che sono parti semplici dell'oggetto (la tettarella per il biberon) o aspetti di uno schema dell'azione (il suono del campanello per l'arrivo di una persona) e sono praticamente identici ai significati o direttamente corrispondenti. Mentre nella fase successiva, dai 2 anni, avviene una completa differenziazione tra significanti e significati e da qui vengono utilizzati i simboli. Prendiamo ad esempio l'imitazione, nel periodo sensomotorio avviene solamente in presenza di un modello e il bambino è in grado di imitare in modo differito ovvero in tempi diversi dal modello: per esempio imitare l'apertura di una scatola aprendo la bocca. Invece l'imitazione rappresentativa può avvenire anche a distanza di giorni e può avvalersi di significanti simbolici e non solo sensomotori: tipicamente il linguaggio con le parole è un significante collettivo (Valentini & Tallandini, 1998). In sintesi, Piaget distingue cinque gradi diversi di utilizzo di significanti, quali sono indici, segni e simboli. La prima è l'imitazione differita che si manifesta quando il modello da imitare non è presente e il bambino è in grado a distanza di poco tempo di rappresentarsi l'immagine e ne imita le caratteristiche. L'imitazione è precursore della rappresentazione perché si realizza con attività reali invece che per mezzo del pensiero. Poi subentra una situazione più complessa che è il gioco simbolico in cui il bambino imita utilizzando gli oggetti in qualità di simboli ovvero significanti distinti dal significato. Terza tappa è il disegno o immagine grafica che si situa nel mezzo tra il gioco simbolico e l'immagine mentale in quanto il gesto grafico prepara all'immagine e ne è anche una copia. Quarto passaggio è appunto l'immagine mentale che possiamo definire anche una immagine interiorizzata, qui ci troviamo dai 4 anni in avanti. Ultimo step di questo rapporto tra significanti e significati è la padronanza del linguaggio. Il linguaggio rispetto al piano senso motorio permette ragionamenti rapidi che possono

muoversi in dimensioni spazio-temporali vaste. Inoltre, il linguaggio permette di agire senza una azione concreta e limitata nel tempo e nello spazio.

Questa dimensione della conoscenza attraverso l'esplorazione sensomotoria, dal concetto di imitazione a quello di gioco simbolico, è un aspetto che ritroveremo nel nostro lavoro di ricerca sulla interazione bambino-robot con bambini di 18-36 mesi.

Proprio in riferimento alla esplorazione della interazione bambino-robot che affronteremo successivamente, vogliamo qui prendere in considerazione ancora solo altri due concetti che ci sembrano particolarmente calzanti rispetto alle moltissime riflessioni in ambito di sviluppo del bambino che Piaget ha prodotto.

Ci riferiamo in particolare agli aspetti strutturali e contenuti della mente che caratterizzano il pensiero del bambino fino a circa 7 anni (Valentini P. , 1998). Piaget parla di *animismo* come tendenza del bambino di attribuire ad oggetti materiali o ad eventi caratteristiche psicologiche come volontà, pensiero e coscienza. E invece egli si riferisce con *artificialismo* alla tendenza dei bambini nel credere che tutto il mondo fisico sia opera dell'uomo. Animismo e artificialismo sono possibili risposte che il bambino, nella sua fase di egocentrismo, attua in corrispondenza di situazioni. Sono alcune delle possibili caratteristiche strutturali del funzionamento delle mente del bambino. La fascia di età da noi presa in considerazione si situa proprio in questo andamento di egocentrismo che si delinea nel non essere in grado di distinguere tra le proprie azioni e le possibili trasformazioni dell'oggetto (non esiste causa ed effetto fino a 24 mesi), nella non abilità del bambino di distinguere il proprio punto di vista e quello altrui. Anche l'attribuzione antropomorfa, in questa prospettiva psicologia, potrebbe essere frutto della confusione tra campo fisico e mentale tipica della fase del pensiero egocentrico e animista (Dumouchel & Damiano, 2019). Infatti, in ottica di ricerca di robotica sociale e di robotica esterna delle emozioni, la tendenza spontanea di attribuire agli oggetti/artefatti o agli animali credenze, intenzioni, desideri e stati mentali si definisce antropomorfismo dei robot. In ambito di robotica educativa dove, come vedremo successivamente, l'oggetto robotico è impiegato in ambiente scolastico e di formazione, la questione delle proiezione antropomorfa è strettamente correlata alla dimensione di credenza verso l'artefatto e della creazione di fiducia. Eppure tuttavia la sensazione di familiarità che un robot può generare non è data solamente dalla somiglianza dell'aspetto come vedremo nel paragrafo successivo.

Il perturbante di Freud e il fenomeno di Uncanny valley: il sostituto nella Interazione coi robot

L'impressione di familiarità che un robot può suggerire negli interlocutori è data dalla somiglianza con l'essere umano e dalle caratteristiche della interazione. Tuttavia tale similitudine non deve essere estrema altrimenti si può incorrere nella inquietudine. Infatti, vi è un limite di somiglianza che è sopportato e oltre il quale si genera nella persona ansia, angoscia e repulsione (Dumouchel & Damiano, 2019).

Il robotico giapponese Masahiro Mori (Mori M. M., 2012; Mori M. , 1970) ipotizza una "zona perturbante", traduzione del termine inglese *uncanny valley*, che sembra essere presente nella interazione coi robot. Tale valle inquietante si trova proprio nel punto in cui la curva ascendente di familiarità e facilità di adesione verso un robot fa inversione di rotta. Ciò avviene quando appunto cominciamo a prendere le distanze e mettiamo in atto

un evitamento della interazione con l'oggetto robotico che a questo punto ci turba perché troppo simile a noi e allo stesso tempo non ci assomiglia affatto. Sono proprio le piccole differenze o inesattezze che ci rendono estranei i robot, rendendoci inquieti e sconvolti. In altre parole, in situazione di somiglianza molto stretta tra noi e gli oggetti robotici, ciò che ci farebbe sprofondare nella uncanny valley sarebbe l'impossibilità di pensare che i robot siano diversi da noi e non siano come noi (Dumouchel & Damiano, 2019).

Freud (1919), ebbe l'occasione di approfondire il concetto di perturbante. Secondo Rossi (2021) egli lo fece a partire dal saggio di Jentsch (1906) nel quale il perturbante è identificato ai personaggi del racconto fantastico di Hoffman, L'uomo della sabbia (1816a) e in particolare alla figura dell'automa Olimpia. L'automa è qualcosa di inanimato che diventa animato, una esperienza che il bambino ha potuto provare nella sua fase infantile durante la quale attribuiva volontà, pensieri e credenze agli oggetti inanimati. Per Freud perturbante è ciò che è familiare e poi invece diventa sconosciuto, non compreso (nel senso di non trattenuto nella propria mente in termini di significato) perché inquadrato sotto una nuova prospettiva. Qualcosa che riaffiora, che ci mette davanti a medesimi traumi e angosce. Il molto simile a me e a me familiare con cui devo interagire fa riaffiorare in me le credenze costruite sulla base degli stati infantili di animismo e di pensiero egocentrico, il doppio di me.

In questo senso si comprende il potere di svelamento e di incredulità che le opere artistiche possono generare nella persona. Attraverso l'esperienza sensoriale (la conoscenza senso-motoria di Piaget?) le «opere letterarie, cinematografiche, pittoriche, suscitano esperienze sensoriali e emotive che costituiscono il confine narcisistico del soggetto o la sua “frontiera familiare”, l'Heimlich appunto, mentre il perturbante è ciò che lacera improvvisamente la frontiera identitaria del soggetto precipitandolo nel burrone dell'angoscia di annichilimento» (Rossi, 2021, p. 4).

La funzione del perturbante non è dunque fine a se stessa, ha invece una duplice portata: sia di decostruzione che di costruzione. Il senso di smarrimento e di incredulità che può derivare dalla contemplazione del Bello si trasforma in nuove ed opportune occasioni di conoscenza.

Nel riprendere la dialettica animato/inanimato, possiamo considerare il robot o l'uomo artificiale come una nuova forma di doppio perturbante? Può essere questa la motivazione psicologica che spiega la *uncanny valley*? Rossi (2021) prova a dare una risposta notando la possibile relazione tra i due concetti. Infatti il robot diventa inquietante quando «non è un robot che somiglia all'uomo, bensì un uomo che non sembra essere del tutto umano.» (Rossi, 2021, p. 8).

D'altronde, come abbiamo visto nel primo paragrafo i robot nascono per sostituirci. Una caratteristica che devono avere per svolgere questo ruolo di sostituzione è quella di essere presenti. Infatti molti oggetti tecnologici si distinguono per essere “invisibili” nel momento del loro funzionamento. Pensiamo ad uno smartphone, per esempio, la sua caratteristica di oggetto svanisce nel momento in cui noi siamo concentrati sulla sua funzionalità. Inoltre questo tipo di oggetti tecnologici apre ad un tipo di invisibilità che è legata alla formazione di relazioni virtuali, esistenti ma non spazialmente consistenti.

Non è così per i robot sociali che sono una presenza attiva nello spazio sociale, si collocano con la loro tridimensionalità, sono oggetti solidi e ne occupano una parte (Dumouchel & Damiano, 2019). Sono dunque presenti, sono una presenza fisica e sociale, hanno la

possibilità di agire nello spazio condiviso, anzi è proprio per questo motivo che vengono costruiti. Se un robot è presente può guardarmi e accorgersi di me, il suo sguardo compie in me delle azioni. Queste azioni di riflesso possono essere di disturbo, di inquietudine e di rassicurazione. Come nel campo delle illusioni, non è detto che ben sapendo che si tratti di una illusione, la sensazione che ne deriva è meno reale.

La teoria dell'attaccamento di Bowlby e l'attaccamento verso i robot sociali

Abbiamo visto nel paragrafo precedente quanto l'interazione con un oggetto possa essere perturbante. In generale, l'interazione con l'Altro da me non è semplice né immediata. Per esempio, sappiamo che intorno agli 8 mesi compare nei neonati la paura dell'estraneo o angoscia da separazione (Bowlby, 1979). Bowlby ha osservato come i neonati, da circa il 4° al 7° mese, mostrassero una lieve preferenza per la persona che più delle altre si occupa della loro cura. Mary Ainsworth e colleghi (Ainsworth, Blehar, Waters, & Wall, 1978) si sono chiesti se vi fossero delle differenze nelle manifestazioni dei bambini del legame di attaccamento e da cosa ne dipendesse la differenza manifestata. Questa curiosità li ha condotti a codificare una ormai classica procedura per valutare l'attaccamento⁵ che li ha portati ad una classificazione degli stili di attaccamento, quattro per completezza. Gli stili di attaccamento che vengono codificati nella *Strange Situation* (negli episodi di riunione) sono:

- Attaccamento di tipo B – Sicuro;
- Attaccamento di tipo A – Insicuro/Evitante
- Attaccamento di tipo C – Insicuro/Ambivalente o Ansioso-resistente
- Attaccamento di tipo D – Disorganizzato (aggiunto in seguito assieme al contributo di Mary Main), proprio dei bambini abusati o traumatizzati.

In sintesi i bambini reagiscono ai diversi stili di accudimento delle madri. Infatti, in base agli atteggiamenti e ai comportamenti dei caregiver nei confronti dei loro bambini, si valuta lo stile di attaccamento del bambino nel momento del ricongiungimento. ha portato alla teoria secondo cui gli esseri umani nascono con un sistema innato che ci permette di affrontare le situazioni di stress; un sistema che elicitava un comportamento diretto verso una figura di attaccamento. La teoria postula anche che nei primi anni di vita questo sistema venga "sintonizzato" e i suoi parametri modificati per formare i modi sistematici con cui ci leghiamo agli altri negli anni a venire.

La teoria dell'attaccamento psicologico di Bowlby e Ainsworth descrive le relazioni dei bambini neonati con la figura di caregiver.

Nella letteratura relativa alla psicologia sociale vi sono studi che espandono questa teoria e indagano l'attaccamento della persona verso animali domestici, simboli e divinità, ed oggetti (Rabb, Law, & Chita-Tegmark, 2022). L'attaccamento ad un robot può assomigliare a quello per un animale domestico? Oppure assomiglia maggiormente a quello per un oggetto tecnologico come lo smartphone? Forse essendo il robot né l'uno né l'altro ha bisogno di categorie apposite per descrivere l'attaccamento psicologico che si manifesta nella interazione con i robot. Questa è la tesi degli autori Rabb, Law, & Chita-Tegmark (2022) che hanno rivisto gli elementi della teoria dell'attaccamento di

⁵ La procedura sperimentale della *strange situation* o situazione sconosciuta, implica una sequenza programmata di separazioni e ricongiungimenti con una figura di attaccamento primario

Bowlby, hanno preso in considerazione le definizioni che in letteratura vengono utilizzati per descrivere l'attaccamento verso gli animali da compagnia, verso gli oggetti e infine verso i simboli. A questa revisione della letteratura hanno affiancato quella relativa alla Human Robotic Interaction che al momento non vede una unanimità e chiarezza in merito, giungendo dunque ad individuarne alcuni specifici termini e loro possibili applicazioni nella HRI. Essi giungono alla formulazione di due tipi di modalità di attaccamento verso i robot, uno attaccamento debole e l'altro attaccamento forte. Entrambi questi due tipi di attaccamento sono, secondo gli autori, manifestazioni di diversi gradi dei criteri psicologici sociali di attaccamento, come le funzioni di base sicura (sicurezza e sostegno per l'esplorazione e lo sviluppo personale) e di rifugio sicuro (conforto nei momenti di angoscia), nonché i comportamenti di ricerca di vicinanza e di disagio per la separazione.

Ciò che li distingue è l'intensità, per cui da una parte l'attaccamento forte ha la presenza di tutte e quattro le funzioni in misura elevata, mentre l'attaccamento debole può avere solo la presenza di alcune di esse o una presenza insignificante di tutte e quattro. Gli autori giungono a questa categorizzazione prendendo in esame gli studi che includono l'attaccamento verso un animale domestico e la letteratura che indaga l'attaccamento verso gli oggetti. Questi studi hanno applicato il concetto di «"attaccamento" per indicare un legame molto forte con una figura di attaccamento che, nella loro mente, fornisce così tanta sicurezza e protezione all'individuo da renderlo molto dipendente, al punto che la separazione da quella figura provocherebbe un grave disagio psicologico⁶» (Rabb, Law, & Chita-Tegmark, 2022, p. 540) la persona dunque potrebbe manifestare ansia o evitamento nei legami con l'oggetto o con l'animale domestico.

Nel caso dei robot dunque già Turkle (2006) aveva scritto che gli "artefatti relazionali" non capiscono nulla, ma premono i nostri "bottoni darwiniani" e inducono le persone a rispondere come se fossero in relazione. Dunque può rendersi necessario ripercorrere le caratteristiche dell'attaccamento così come è stato indagato prima in psicologia dello sviluppo e poi in psicologia sociale.

Una delle caratteristiche dell'attaccamento è la sua corrispondenza con il concetto di base sicura. Il concetto di sicurezza nella HRI per Rabb, Law, & Chita-Tegmark, (2022, p. 549) sembra sinonimo di non produrre vulnerabilità, ovvero siamo sicuri quando ci sentiamo liberi da un danno immediato o potenziale. Inoltre i robot possono soddisfare bisogni di sicurezza materiale e intellettuale. Per quanto riguarda quella materiale esistono per esempio i robot che aiutano nella gestione di ordigni o nella mobilità, o che operano un servizio di distribuzione. Rispetto ai bisogni intellettuali invece sono di esempio i robot sociali impiegati nella robotica educativa come assistenti o per stimolarne l'apprendimento. Anche bisogni di socializzazione e di affidabilità sono componenti che concorrono ad costruire il senso di sicurezza e che i robot possono avere. Tuttavia, gli autori analizzando i molti studi presenti nella letteratura affermano che i robot hanno il potenziale per fare da ponte e muoversi tra queste categorie per raggiungere aspetti di una funzione di base sicura, ma, come nel caso degli oggetti, sono ampiamente

⁶ "attachment" to denote a very strong bond someone has with an attachment figure who, in their mind, provides so much security and safety to the individual that they are very dependent on the attachment figure—to the point where separation from that figure would result in serious psychological distress

differenziati in base alla progettazione funzionale per cui sono creati. Questo tipo di analisi si applica anche alle altre componenti del processo di attaccamento come la funzione rifugio, il mantenimento della prossimità e l'ansia o l'evitamento da separazione. In conclusione, essi propongono, come dicevamo poco sopra, di nominare un attaccamento forte nella HRI laddove come quando i neonati si legano ai loro caregiver, la relazione di attaccamento che ne deriva è caratterizzata da marcatori delle funzioni di base sicura e di rifugio sicuro, nonché da esibizioni di comportamenti di mantenimento della vicinanza e di angoscia da separazione. Inoltre, questi quattro criteri sono presenti in misura elevata. Mentre viene considerato un attaccamento debole quando la descrizione di legami non soddisfano tutti i criteri dei legami di attaccamento, o li soddisfano in misura minore, soddisfacendo un numero minore di componenti di ciascuno di essi. Questi due esempi di attaccamento vanno intesi come polarità di una ipotetica linea continua, dove ad un estremo c'è l'attaccamento forte e dall'altra quello debole. Il lavoro di questi ricercatori è teorico e speculativo con l'intento di indirizzare i futuri studi sperimentali ad utilizzare questo framework di riferimento, lo scopo è quello di giungere ad un linguaggio e una concettualizzazione condivisa.

Neuroni specchio ed embodiment: conoscenza incarnata e intersoggettività

La comprensione delle azioni osservate o meglio il nostro modo di concepire i meccanismi alla base è stata modificata dalla scoperta dei neuroni specchio. Vediamo perché. L'osservazione di un'azione induce l'attivazione dello stesso circuito nervoso deputato a controllarne l'esecuzione, quindi l'automatica simulazione della stessa azione nel cervello dell'osservatore (Gallese, Eagle, & Migone, 2006). In altre parole, vi sono delle aree premotorie nel nostro cervello con le caratteristiche di attivazione sia durante l'esecuzione che durante l'osservazione, caratteristiche tipiche dei neuroni a specchio. Tali proprietà sono implicate anche nella comprensione del "perché" di una azione, ovvero della intenzionalità che è sottesa all'azione. Per le azioni semplici questo tipo di attivazione è automatica, ovvero non dipende dall'essere stati o meno istruiti sulla azione da compiere. Si parla di «attivazione obbligatoria di un meccanismo di simulazione incarnato» (Gallese, Eagle, & Migone, 2006, p. 552). Il concetto di simulazione di una azione di cui si vuole sottolineare la dimensione incarnata è, secondo gli autori, per rafforzarne il legame con il corpo e non tanto con una dimensione puramente cognitiva. Infatti, cosa vi è di più profondamente interno ad un corpo dei neuroni? Alla base della comprensione di una azione e dell'attribuzione di intenzione vi sono una catena di neuroni a specchio e dunque questo esprime l'idea di una dimensione incarnata (radicata nel corpo) almeno nella comprensione di intenzioni semplici. Questa stessa dimensione incarnata può essere così collegata allo sviluppo del linguaggio e ai primi elementi di mentalizzazione che sono ciò che è distintivo della specie umana. Infatti secondo l'approccio "incarnato", le stesse strutture nervose che reggono la gestione e l'esecuzione motoria delle azioni hanno un ruolo anche nella comprensione semantica della produzione linguistica che le descrivono (Gallese, Eagle, & Migone, 2006). L'ipotesi è che ascoltare frasi che descrivono azioni motorie determina la modulazione dei neuroni a specchio che influenzano l'eccitabilità della corteccia motoria primaria e quindi l'esecuzione dei movimenti ad esse correlati. La simulazione incarnata è implicata anche nel rispecchiamento delle emozioni e delle sensazioni altrui. Infatti «è stato dimostrato che sia provare soggettivamente disgusto che

essere testimoni della stessa emozione espressa dalla mimica facciale di un altro attivano lo stesso settore del lobo frontale: l'insula anteriore» (Gallese, Eagle, & Migone, 2006, p. 555).

La percezione delle sensazioni altrui vale per tutti i sensi, per esempio la frase “teniamoci in contatto” crea una “nuvoletta” nella nostra mente corrispondente all'idea della frase che genera una stimolazione motoria identica nelle persone. È quindi possibile simulare e rispecchiare le emozioni altrui e le sensazioni. Tuttavia non si tratta di un vero e proprio rispecchiamento anche se il sistema si basa su neuroni a specchio in quanto in ognuno di noi sono attivi meccanismi inibitori che impediscono di portare avanti l'azione osservata in modo pedissequo. Si tratta dell'incontro di due persone con riferimenti differenti per storie di formazione e autobiografie, tuttavia secondo la simulazione incarnata il rispecchiamento agisce in modo automatico e pre-riflessivo ed è sufficientemente precisa in modo da generare risposte congruenti o in sintonia con gli stati mentali dell'altro.

Cosa succede quando ci troviamo davanti ad un robot? La simulazione attraverso l'attivazione dei neuroni specchio si attiva ugualmente? Questo tipo di comprensione si attiva a seconda della forma del robot?

Sono domande che hanno orientato alcune ricerche in ambito di HRI sia dal punto di vista dello sviluppo della robotica che dal punto di vista delle caratteristiche della interazione, inoltre a volte le medesime domande si potrebbero utilizzare per far emergere dimensioni implicite in alcuni studi. Ci limitiamo qui ad affermare che già nei bambini di 6-8 mesi i movimenti di un robot sono degni di interesse e di rispecchiamento (Fitter, et al., 2019) che hanno creato una situazione sperimentale in cui il bambino interagisce con un robot NAO mentre i sensori etichettati (un eye-tracker e sensori inerziali) e altri sensori (telecamere RGB e un sensore RGB-D Kinect One, non mostrato nel campo visivo di questa immagine) catturano informazioni sull'interazione bambino-robot⁷.

La figura 3 illustra la situazione esperienziale:

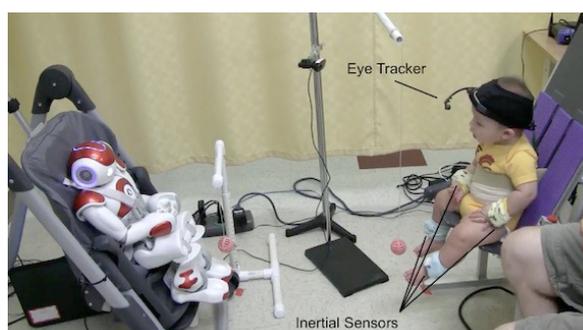


Figura 3: Il setup sperimentale di Fitter e colleghi.

Lo studio di Tanaka (2007) con bambini di età sotto i 3 anni invece rilevava che, in questo particolare gruppo di età, l'interazione tipica con il robot, collocato all'interno dell'asilo frequentato, è caratterizzata da tocco e abbraccio. Inoltre, questo studio ha evidenziato

⁷ The experimental setup of Fitter and colleagues.

The infant interacts with a NAO robot while the labeled sensors (an eye-tracker and inertial sensors) and additional sensors (RGB cameras and a Kinect One RGB-D sensor, not shown in the field of view of this image) capture information about the infant-robot interaction.

che una semplice risatina reattiva è altamente efficace nel coinvolgere i bambini piccoli nella interazione con il robot. Una simulazione incarnata sembra dunque estendersi anche verso i robot e in età infantile. Con il progredire dello sviluppo psichico e con l'avanzare dell'età dei bambini questa estensione simulativa incarnata è utilizzata per rendere il robot interessante e degno di nota là dove vi è la necessità che lo diventi, stiamo facendo riferimento per esempio all'ambito sanitario dove viene utilizzato per insegnare una routine di cura ai bambini. Si va dall'esempio della gestione del Diabete di tipo 1 con un aiuto nel calcolo della glicemia e dei carboidrati (Henkemans, 2012), a quella della creazione di un ambiente/scenario di danza per implementare il movimento fisico nei bambini al fine di contrastare l'obesità (Ros, 2011).

Teoria della Mente: interspecie, attribuzione stati mentali, agency, intenzionalità

La Teoria della Mente (Theory of Mind - ToM) indica la capacità di attribuire stati mentali (credenze, emozioni, desideri, intenzioni, pensieri) a se stessi e agli altri e di spiegare e prevedere il proprio comportamento e quello degli altri sulla base di tali inferenze (Premack & Woodruff, 1978). Questa è una abilità psicologica importante per la vita sociale in quanto permette di comprendere e prevedere l'altrui comportamento sulla base degli stati mentali compresi (Castelli & Marchetti, 2018). A quattro anni circa sembra che nei bambini si verifichi quello che viene definito come un cambiamento concettuale fondamentale per la comprensione della falsa credenza, ovvero essi si dimostrano in grado di ragionare in maniera decentrata su una rappresentazione della realtà e non sulla realtà stessa, utilizzando un procedimento ricorsivo del tipo "Io penso che tu pensi questo". Acquisire questa abilità psicologica significa mettere in atto una dimensione meta rappresentazionale degli stati mentali altrui. Dunque indica, la capacità di formulare ipotesi e agire di conseguenza rispetto ai contenuti soggettivi della mente umana. Questo tipo di pensiero è stato denominato ricorsivo (Castelli & Marchetti, 2018) proprio perché implica la rappresentazione di una rappresentazione mentale: io penso/credo che tu ti senta/che tu pensi. La ToM infatti è un pre-requisito della capacità di metacognizione e dunque della capacità di pensare la propria mente e il suo funzionamento.

Già nei primi due anni di vita abbiamo visto con Piaget e con Vygostkij che sono presenti nei bambini schemi e strutture cognitive che sono di fatto precursori della ToM. L'attenzione condivisa, la modulazione dell'orientamento visivo verso lo sguardo dell'adulto di riferimento, e la produzione e comprensione dei gesti indicatori verso gli oggetti sono tappe fondamentali dello sviluppo della comunicazione referenziale. Indicare e guardare sono le prime forme di comunicazione e di richiesta con il caregiver. Si passa da una fase, che comincia verso i 6 mesi, in cui la sequenza occhio-mano è prevalentemente diretta ad una richiesta (atto performativo richiestivo) ad una fase, intorno agli 11 mesi, in cui l'atto diventa comunicativo, piacere di condividere con un partner (atto performativo dichiarativo). L'abilità psicologica che muta dietro a questi atti è l'intenzionalità di influenzare lo stato mentale dell'altro (Castelli & Marchetti, 2018). L'adulto di riferimento diventa via via un Altro da sé interessante e con stati mentali propri con cui si può condividere intenzioni. Questi passaggi di sviluppo psicologico sono collegati alla capacità di comprendere la distinzione tra animato e inanimato, di pensare

agli atti come intenzionalità e volontà dei soggetti autonomi con propri stati mentali. La comprensione che ogni individuo si rapporta con gli stati mentali delle persone che lo circondano è detta: agency. Nel primo anno di vita è presente questo tipo di comprensione in una forma di rappresentazione e non riflessiva.

Un altro passaggio significato per lo sviluppo della capacità di pensare la mente degli altri è quello del gioco di finzione. Notoriamente entro i 2 anni osserviamo i bambini giocare a “come se” utilizzando oggetti in modo originale. Questo tipo di gioco può prendere diverse forme: sostituire gli oggetti, attribuire agli oggetti proprietà immaginarie e inventare oggetti inesistenti. Il gioco di finzione, il “come se”, rappresenta il ponte tra un mondo reale e uno immaginario/possibile. Per passare a questo piano simbolico rappresentazionale sono necessarie abilità psicologiche che sono molto simili a quelle che poi successivamente verranno messe in atto per comprendere gli stati mentali altrui. In sintesi, possiamo qui riepilogare tra i precursori della ToM fino alla comparsa del linguaggio: l’attenzione condivisa, i gesti deittici, l’agency e il gioco di finzione.

Abbiamo citato il linguaggio perché è un aggiuntivo passaggio di sviluppo psicologico, infatti permette di progredire ulteriormente verso l’acquisizione di questa competenza mentalistica che è la ToM, in quanto il linguaggio stesso è passaggio rappresentazionale successivo (simboli/significati).

Dunque in età prescolare il bambino sviluppa, intorno ai due anni, una formulazione precoce della comprensione mentalistica sulla base dei desideri, successivamente intorno ai tre anni le fondamenta di tale comprensione si basano sulle credenze ed infine, verso i quattro anni, approda alla comprensione della falsa credenza (ovvero del pensiero altrui) (Castelli & Marchetti, 2018). Già Bruner aveva sottolineato il concetto di comprensione come collegato alla capacità narrativa e interpretativa del pensiero nelle interazioni quotidiane. La mentalizzazione o funzione riflessiva sul sé (Fonagy, Steele, Moran, & Higgins, 1991) è dunque la capacità di comprensione di sé e degli altri nella intersoggettività affettiva e cognitiva.

Questa capacità di comprensione, nell’età dello sviluppo psichico, è strettamente collegata al ruolo dell’adulto di riferimento come scaffolding, fondamentale per aiutare il bambino nella attribuzione di significato nella costruzione della intersoggettività tra partner.

Cosa succede quando l’interazione è con robot umanoidi? Possono essere i robot sociali interlocutori a cui attribuire stati mentali? Possono essere i robot programmati per aver uno sviluppo simile a quello umano e dunque con una ToM?

I prossimi capitoli non daranno una risposta a questi quesiti ma tenteranno di darne alcune possibili interpretazioni, a partire anche da una ricerca sul campo con bambini dai 18 ai 36 mesi.

L'interazione bambino-robot

Baymax: I miei propulsori sono fuori uso.

Hiro: Forza, afferra la mano!

Baymax: C'è ancora un modo per portarvi entrambi in salvo.

Non posso disattivarmi finché non mi dici che sei soddisfatto del trattamento.

(cit. da BigHero6, 2014)

L'interazione sociale con i robot

Negli ultimi anni abbiamo assistito ad una sempre maggiore disponibilità commerciale di oggetti robotici sul mercato e questo ha favorito, spesso senza che ne fossimo consapevoli, un loro inserimento nelle nostre vite e nelle nostre case. “Robot” è per definizione una macchina che, se programmata, può svolgere alcune funzioni in modo automatico (Cangelosi & Schlesinger, 2015). E', dunque, un artefatto materiale, ovvero un oggetto creato dall'uomo, che, come per esempio alcuni elettrodomestici, compie certe azioni al posto di esso. In ogni caso, data la pervasività della presenza di oggetti robotici nella nostra quotidianità, possono interagire con un robot anche persone che non abbiano un'esperienza e una formazione tecnologica (van Straten, Peter, & Kühne, 2020).

La ricerca sull'interazione uomo-robot si articola in due grandi filoni: da una parte lo sviluppo robotico *Developmental Robotics* (Cangelosi & Schlesinger, 2015), concentrato sulla relazione fra l'oggetto nelle sue caratteristiche materiali- fisiche e l'aspetto incarnato dell'agente artificiale e robotico, dall'altra, lo studio *Developmental Cybernetics* di agenti virtuali con i quali è possibile interagire attraverso comandi vocali o tasti, ma che non sono rappresentati materialmente sul piano fisico-tattile (Itakura, 2008). La portata del binomio uomo-computer è rilevante anche per la ricerca robotica, in quanto può rivelare la potenzialità dell'esperienza umana (Riva & Marchetti, 2022).

Facendo riferimento ai due filoni appena sopra presentati il lavoro che qui presentiamo si colloca nell'ambito della ricerca sull'interazione tra robot, inteso come oggetto materiale, e il soggetto umano.

Ripercorriamo prima alcuni passi teorici fondamentali per la nostra ricerca. Tappa importante nello sviluppo dei concetti in questo campo di indagine è stato il lavoro svolto da Turkle e dai suoi colleghi (Turkle, Taggart, Kidd, & Dasté, 2006; Turkle, Breazeal, Dasté, & Scassellati, 2006). A partire dalle osservazioni sulle modalità di interazione tra robot e individui di diverse età – dai bambini agli anziani – e sulle modalità con cui tali

persone hanno successivamente descritto gli oggetti robotici, hanno definito questi ultimi come artefatti relazionali, ovvero capaci di suscitare un coinvolgimento cognitivo ed emotivo tale da “creare” dinamiche relazionali simili a quelle tra gli essere umani.

Ecco, dunque, che diventa interessante per i ricercatori chiedersi se l'interazione con il robot sia simile a quella con l'umano e se ci si possa relazionare indistintamente con un oggetto robotico come con un uomo.

Il lavoro di Kim e colleghi (2013) dimostra come l'inquadramento del ruolo del robot faccia una differenza significativa nel modo in cui gli utenti percepiscono e valutino gli oggetti robotici, comprese le diverse attribuzioni psicologiche. L'esperimento di Kim ha radunato un gruppo di persone, sono stati analizzati 60 studenti universitari (29 maschi, 31 femmine) di un'università privata di Seoul che si sono offerti volontari per l'esperimento. I partecipanti avevano un'età compresa tra 19 e 29 anni, con una media di 23,9 anni e a metà di esse sono stati assegnati dei robot come caregiver, mentre all'altra metà è stato chiesto, al contrario, di prendersi cura di alcuni robot. I membri del primo gruppo, nella posizione di ricevere atti di cura, hanno provato una maggiore fiducia nei confronti del robot, percependo allo stesso tempo una maggiore somiglianza umana, intelligenza e presenza sociale nell'oggetto robotico rispetto a quelli nella condizione di doversi prendere cura di esso. In sintesi, la qualità dell'interazione, dal punto di vista dei soggetti che hanno avuto un robot come caregiver, è sembrata rivelare un maggiore attaccamento e soddisfazione relazionale con l'oggetto robotico rispetto ai partecipanti all'esperimento cui era stato chiesto di occuparsi loro del robot (Kim, Park, & Sundar, 2013).

Il nostro lavoro di ricerca si colloca nella prospettiva di considerare l'agente robotico come un artefatto culturale e materiale che influenza lo sviluppo psicologico dell'individuo (Gaggioli, et al., 2022). Lo spunto deriva dalla teoria storico-culturale di Vygotskij (1978) che ben ha indicato come la cultura plasmi le linee di sviluppo della nostra intelligenza attraverso artefatti culturali e materiali. «I robot sociali non sono esenti da questo tipo di influenza, in quanto sono essi stessi artefatti culturali e materiali e, pertanto, possono contribuire a indirizzare lo sviluppo psicologico dell'individuo in modo originale e, per molti aspetti, innovativo.» (Gaggioli, et al., 2022, p. 7). Da questo punto di vista, quindi, in una relazione tra esseri umani e robot si può generare naturalmente un'intersoggettività. Secondo Stern (2004) l'intersoggettività è una condizione umana e una fondamentale esigenza degli individui di entrare in relazione, in risonanza e di condividere con altri soggetti.

Recuperando anche quanto detto a proposito di Vygotskij nella prima parte, è da sottolineare che la sua concezione di Zona di Sviluppo Prossimale (1978), che rappresenta un'esperienza di sviluppo in uno spazio intersoggettivo tra due o più soggetti in relazione tra loro, si inserisce nel dibattito sulla interazione bambino-robot in quanto la costruzione dell'intersoggettività si basa sul riconoscimento reciproco della natura soggettiva degli stati mentali e delle rappresentazioni anche in situazioni di interazioni con partner/compagno umanoide (Marchetti, Manzi, Itakura, & Massaro, 2018). L'intersoggettività che si può dunque generare nell'interazione con l'oggetto robotico può diventare una potente motivazione di co-adattamento, dove per “co-adattamento” si intendono in robotica le capacità e le abilità che l'utilizzatore umano può sviluppare nel tempo in accordo con quelle del robot (Nikolaidis, Hsu, & Srinivasa, 2017). In questa zona, la discrepanza

cognitiva di un soggetto può diventare una potente motivazione di co-adattamento. «Da questo punto di vista, una delle sfide più interessanti per le interazioni uomo-robot è la possibilità per i robot di fornire ai loro partner umani stimoli, input e interpretazioni che superano moderatamente le capacità attuali dell'interlocutore creando ponti verso forme più avanzate di comprensione e capacità condivise.» (Gaggioli, et al., 2022, p. 30)

Robot in interazione coi bambini (Child Robot Interaction)

Cosa succede se proviamo ad applicare i concetti della Human Robot Interaction a soggetti umani in via di sviluppo, ovvero bambini di diverse età?

Il lavoro di revisione della letteratura esistente rispetto alla Interazione robot-bambini (CRI) ad opera di van Straten et al. (van Straten, Peter, & Kühne, 2020) ci consegna un censimento iniziale di circa 1865 articoli su diverse piattaforme di indicizzazione, da questi i ricercatori poi ne prenderanno in considerazione solo 87, che corrispondo ad alcuni parametri utili per il loro lavoro di ricerca. Tuttavia, il numero qui riportato testimonia come tra il 2000 e il 2017 l'interesse scientifico nell'ambito della robotica sociale in età pediatrica abbia raggiunto livelli importanti. Tale interesse verso l'interazione dei bambini con i robot nasce proprio dal fatto che proprio i bambini siano le persone meno tecnologicamente formate per utilizzarli e dunque con poche o nulle pre-comprensioni nel processo euristico di conoscenza dell'oggetto robotico, ovviamente tale base di partenza dipende dall'età di sviluppo e dal contesto sociale e culturale di provenienza dei bambini stessi.

Il panorama della CRI è ampio ed individua una categoria con molte sfaccettature, fra le quali si può considerare, per esempio, l'interesse generale dei bambini verso i robot (Salter, Werry, & Michaud, 2008).

Quando i bambini giocano con il robot, lo percepiscono come un gioco ibrido e sovente attribuiscono ai giocattoli emozioni o personalità, muovendosi su una linea di confine tra realtà e finzione; e, se questo è qualcosa di già noto, l'interazione con robot socialmente interattivi modifica questa distinzione binaria e si situa in una zona di confine detta "un po' vivo" (Turkle S. , *Relational artifacts and life-practice sociabilities: What "counts" as alive-enough to matter?*, 2005), confine nel quale una bambola robotica potrebbe essere considerata un po' più viva delle altre bambole.

I risultati presenti in letteratura sono in linea con l'idea che i robot costituiscano una categoria ontologica ibrida, a metà strada tra l'animato e l'inanimato. Secondo Kahn et al. (Kahn, Jr, H.E., & Shen, 2013) è necessario, appunto, definire una nuova categoria ontologica che viene chiamata in causa «con la creazione di robot sociali e che continuerà ad emergere man mano che altri sistemi computazionali sociali incarnati (ad esempio, telefoni "intelligenti" personificati, automobili e case del futuro) diventeranno sempre più avanzati e pervasivi.» (ivi p.35). L'esempio che forniscono questi autori è che i bambini, proprio come percepiscono alcuni colori come un colore unico (ad esempio l'arancione non è per loro la somma di giallo e rosso, ma è, appunto, un elemento solo), allo stesso modo, crescendo con robot sociali percepiranno questi come una categoria a sé, come un'entità unificata e non come un semplice insieme combinatorio delle sue proprietà costitutive. Più in generale, i risultati delle indagini confermano l'idea che i robot siano entità sociali con le quali i bambini possano instaurare relazioni. Un altro tipo di studi ha evidenziato gli effetti benefici delle relazioni coi robot sociali sull'apprendimento dei

bambini (Tanaka & Matsuzoe, 2012). Qui lo scenario può essere di due tipi, come già nella HRI: esistono robot che si prendono cura e sono al servizio dei bambini, detti “educational robot for children” o “Childcare robots” (ivi p. 79) e studiati per sviluppare l’insegnamento e la cura dei minori, oppure, di contro, possono essere create delle situazioni in cui è il bambino a prendersi cura e a insegnare al robot, utilizzando il processo di apprendimento che si genera quando si spiega a qualcun altro un concetto. Lo studio di Tanaka e Matsuzoe del 2012 ha introdotto in una classe di bambini dai tre ai sei anni un care-receiving robot allo scopo di osservare come essi sarebbero stati indotti a prendersi cura dell’oggetto robotico, mostrando un beneficio in termini di apprendimento. Di fatto, in ambito educativo il robot può quindi essere utilizzato con diverse funzioni in contesti di apprendimento formale come quello scolastico (Belpaeme, Kennedy, Ramachandran, Scassellati, & Tanaka, 2018): può essere un tutor o un insegnante nel contesto della classe; un pari che impara insieme ai bambini; un novizio (un’entità) a cui i bambini stessi devono insegnare nuovi contenuti (Alnajjar, et al., 2021). Secondo Belpaeme e colleghi (2018) «i robot sociali hanno, nel senso più ampio, il potenziale per diventare parte dell’infrastruttura educativa, proprio come carta, lavagne e tablet. Accanto alla dimensione funzionale, i robot offrono anche dimensioni personali e sociali uniche. Un robot sociale ha il potenziale per offrire un’esperienza di apprendimento su misura per lo studente, supportando e stimolando gli studenti in modi non disponibili negli attuali ambienti educativi con risorse limitate. I robot possono liberare tempo prezioso per gli insegnanti umani, consentendo all’insegnante di concentrarsi su ciò che le persone sanno ancora fare meglio: fornire un’esperienza educativa completa, empatica e gratificante⁸.» (Belpaeme, Kennedy, Ramachandran, Scassellati, & Tanaka, 2018, p. 9).

Sempre in linea con la dimensione personale e sociale unica che si viene a creare tra bambini e oggetti robotici riportiamo qui brevemente gli studi (Catlin & Blamires, 2019; Iannaccone, 2020; Kim, Berkovits, & Bernier, 2013) sul comportamento sociale di bambini con uno sviluppo atipico in interazione sia con il robot che con una persona adulta. Tali studi mostrano una maggiore propensione di questi bambini verso il robot, comprovata da un maggiore ingaggio con parole, sguardo ed interesse nel toccare l’oggetto robotico.

Vi è poi un ramo della ricerca CRI in ambito sanitario (Beran, Ramirez-Serrano, Vanderkooi, & Kuhn, 2013; Nalin, 2014), dove si indaga se l’interazione tra bambini e robot possa essere utilizzata come strumento educativo (con due diverse finalità o) per distrarre dalle procedure dolorose o per apprendere una procedura di auto-cura (e quindi) in ambito di educazione del paziente pediatrico. Questi studi si inseriscono nella ampia categoria di promozione del benessere emotivo, in quanto permettono ai giovani pazienti di affrontare in modo diverso situazioni di convivenza con malattie croniche o di dolore.

⁸ «Social robots have, in the broadest sense, the potential to become part of the educational infrastructure, just as paper, white boards, and computer tablets have. Next to the functional dimension, robots also offer unique personal and social dimensions. A social robot has the potential to deliver a learning experience tailored to the learner, supporting and challenging students in ways unavailable in current resource-limited educational environments. Robots can free up precious time for human teachers, allowing the teacher to focus on what people still do best: providing a comprehensive, empathic, and rewarding educational experience.»

Un altro filone di interesse verso la CRI è quello dello studio del processo di attribuzione di stati mentali all'oggetto robotico, di creazione di intersoggettività e di fiducia che si può manifestare nello spazio-tempo della interazione bambino-robot (Di Dio C. , et al., 2020a). I ricercatori hanno osservato in bambini tra i tre e i nove anni l'attribuzione di stati mentali verso un robot e verso un umano prima e dopo aver interagito con loro e, contemporaneamente, hanno esplorato l'influenza delle competenze psicologiche dei minori sull'attribuire stati mentali a robot e umani. Gli studiosi hanno, dunque, preso in considerazione alcuni costrutti psicologici come la qualità delle relazioni di attaccamento e le competenze di Teoria della Mente dei bambini. (Di Dio C. , et al., 2020c)

La fiducia è già di per sé un mattoncino fondamentale nella possibilità di costruire o meno relazioni sociali tra uomo e uomo e, pertanto, con la presenza di robot sociali in certi ambienti, diventa molto interessante indagare se i meccanismi psicologici in gioco siano simili o meno quando i bambini devono stabilire una nuova relazione di fiducia con un partner umano e con uno robotico. I risultati mostrano come questi meccanismi varino in base all'età di sviluppo dei bambini, alla qualità delle loro relazioni di attaccamento e allo sviluppo della Teoria della Mente: tutti fattori che agiscono in modo diverso sulle dinamiche di fiducia in funzione dell'età dei bambini coinvolti (Di Dio C. , et al., 2020b).

Stili di interazione, Intersoggettività e attribuzione di stati mentali

Il modello di Analisi delle Interazioni fra persona e persona e fra persona e macchina (Jordan & Henderson, 1995) ha mostrato come possa essere un argomento da approfondire la misura in cui individui compresenti in un medesimo spazio condividono un orientamento al compito e un focus di attenzione comune. «La disponibilità e l'allineamento reciproci diventano visibili nei “quadri di partecipazione”⁹, strutture fluide di impegno e disimpegno reciproco caratterizzate dall'allineamento corporeo (di solito faccia a faccia), dal contatto visivo, dal tono di voce appropriato alla situazione e da altre fonti che la situazione può offrire. Hanno notato che il “lavoro” sociale svolto attraverso i contesti di partecipazione fornisce l'infrastruttura interazionale per il raggiungimento della coordinazione e della collaborazione tra individui compresenti. Le risorse per la produzione e il mantenimento di tali strutture sociali risiedono nella reciproca disponibilità visiva e uditiva dell'attività corporea dei partecipanti.» (Jordan & Henderson, 1995, p. 66). Applicando questa chiave di lettura nell'ambito dell'interazione uomo-robot siamo spinti a chiederci in che modo gli interagenti rendano visibile il loro impegno (o la sua mancanza) gli uni agli altri, quali strategie impieghino le persone per entrare nell'interazione ed in che modo gli artefatti e le tecnologie supportino o limitino particolari strutture di partecipazione. E proprio l'analisi delle strutture di partecipazione che si modificano nel corso delle attività di lavoro e di apprendimento è uno dei modi in cui l'Analisi dell'Interazione contribuisce allo studio delle “questioni C”: cooperazione, conflitto, convivialità, competizione, collaborazione, cautela, controllo, coercizione, coordinamento, cooptazione, ecc. (Jordan & Henderson, 1995, p. 67).

In ambito di HRI è, dunque, necessario comprendere meglio la complessità delle diverse relazioni tra queste forme di interazione. Prendiamo, ad esempio, spunto dal lavoro di

⁹ Questo termine è stato originariamente coniato da Goffman (Goffman, 1981) nella sua discussione sul *footing* nella conversazione.

revisione della letteratura di van Stern e colleghi. (van Straten, Peter, & Kühne, 2020) per discutere la dimensione fondamentale degli stili di interazione nella CIR. Gli autori ipotizzano che almeno tre tipi di interazione (strategica, emotiva e basata sulla memoria) siano quelli che caratterizzano il processo di formazione delle relazioni tra bambini e robot (van Straten, Peter, & Kühne, 2020): in primo luogo, le relazioni traggono vantaggio dallo sviluppo dell'interazione ripetuta che in modo strategico mira a far progredire il rapporto (ad esempio, attraverso l'auto-rivelazione sempre più in profondità e in ampiezza); in secondo luogo, l'espressione delle emozioni e l'interazione emotiva sono essenziali per far emergere la vicinanza e la fiducia e favorire lo sviluppo della relazione; in terzo luogo, lo sviluppo delle interazioni richiede tempo e, di conseguenza, la relazione basata sulla memoria, che fa riferimento alla conoscenza condivisa e agli eventi del passato, svolge un ruolo importante nella formazione di questi rapporti e, secondo gli autori, merita un trattamento a sé stante. Inoltre, nello studio della CIR è bene distinguere gli stati esperienziali: i primi comprendono l'impegno, inteso come un "coinvolgimento attivo, impegno e attenzione concentrata, in contrasto con la partecipazione superficiale, l'apatia o la mancanza di interesse" (FM, GG, & SD, 1992, p. 11), il divertimento e il gradimento, i quali si riferiscono, invece, alle esperienze positive e piacevoli dei bambini durante l'interazione con un robot. Diversi studi si sono occupati in modo più specifico delle risposte emotive dei bambini in termini di valenza affettiva ed eccitazione ed hanno notato come il coinvolgimento sia strettamente legato anche al piacere, all'apprezzamento e agli affetti (Wirth, 2006). Tutte insieme, queste risposte costituiscono l'esperienza generale di una situazione e, pertanto, van Stern, Peter e Kühne hanno classificato l'impegno come uno «stato esperienziale piuttosto che cognitivo» (van Straten, Peter, & Kühne, 2020, p. 335).

In termini di stati esperienziali i risultati di alcune ricerche (Manzi, et al., 2020) suggeriscono che fin dalla prima infanzia gli esseri umani possono attivare le risorse cognitive per comprendere le relazioni dinamiche anche di un partner robotico non familiare. In questi lavori viene, infatti, evidenziato come un robot che simula comportamenti sociali salienti come lo sguardo possa innescare aspettative relazionali negli esseri umani a partire dai primi mesi di vita e questo genera di conseguenza uno spazio intersoggettivo in neonati che non hanno ancora sperimentato la complessità di queste aspettative. Questi studi sulla risposta dei minori attraverso lo sguardo sono, perciò, rilevanti in quanto ci dicono di un'attenzione che il bambino pone verso il robot (Meltzoff, Brooks, Shon, & Rao, 2010). Lo studio con eye-tracker condotto da Manzi e colleghi (Manzi, et al., 2020) su bambini di poco più di un anno ha rivelato che essi fin dai primi mesi di vita sono in grado di anticipare le azioni di un robot e di un partner umano, dimostrando la loro capacità di estendere l'agency ovvero la capacità di agire socialmente nel contesto anche ai robot. Inoltre, lo studio di Manzi e colleghi ha indicato che i bambini attivano più risorse cognitive per anticipare le azioni del robot, come dimostra la maggiore intenzione prestata ad essi, rispetto a quanto facciano per quelle umane (Meltzoff, 2010). Un'eccezione interessante per quanto riguarda i processi cognitivi è rappresentata da uno studio sperimentale in cui coppie di bambini tra i quattro e i cinque anni hanno giocato con un robot che fingeva di perdersi, disobbediva alle loro istruzioni o commetteva un errore e si corregge (Lemaignan, Fink, Mondada, & Dillenbourg, 2015); gli autori di questo studio non sono stati in grado di affermare se i bambini fossero in

grado o meno di percepire la differenza tra ciò che intendevano essere un malfunzionamento tecnico (cioè il robot che si perde) e un comportamento sociale intenzionale (cioè il robot che disobbedisce ai bambini o che commette un errore e si corregge).

Come abbiamo visto nel primo capitolo, con la Teoria della Mente (ToM) si indica la capacità di attribuire stati mentali (credenze, emozioni, desideri, intenzioni, pensieri) a se stessi e agli altri e di spiegare e prevedere il proprio comportamento e quello degli altri sulla base di tali inferenze (Premack & Woodruff, 1978). A quattro anni circa sembra che nei bambini si verifichi quello che viene definito come un cambiamento concettuale fondamentale per la comprensione della falsa credenza, ovvero essi si dimostrano in grado di ragionare in maniera decentrata su una rappresentazione della realtà e non sulla realtà stessa, utilizzando un procedimento ricorsivo del tipo “Io penso che tu pensi questo”.

Lo studio delle attribuzioni degli stati mentali in funzione dell'età dei bambini e del tipo di robot va proprio in questa direzione (Manzi, et al., 2021; Manzi, et al., 2020b).

Interazione bambini robot in contesto educativo

Immaginando di inserire un robot sociale in un ambiente educativo, ci viene facile intravedere la serie di variazioni nelle strategie didattiche, nelle relazioni tra pari o nelle abilità dei bambini che questa azione comporta. Anche per questo negli ultimi decenni è cresciuto l'interesse della ricerca sui vantaggi dell'interazione bambino-robot a fini educativi attraverso l'uso della robotica sociale. Qui di seguito citeremo alcune prospettive di analisi dell'inserimento dei robot nei contesti educativi.

Abbiamo già citato nel paragrafo precedente la prospettiva di Belpaeme e colleghi sull'inserimento dei robot nell'ambiente scolastico al pari di tablet e lavagne multimediali, esplorando, inoltre, la possibilità di utilizzare i robot sociali in una serie di ruoli educativi, quindi insegnante, tutor, pari e novizi (Belpaeme, Kennedy, Ramachandran, Scassellati, & Tanaka, 2018).

Il lavoro di Serholt et al. (Serholt & Barendregt, 2016) esplora, invece, l'interazione sociale fra dei bambini ed un tutor robotico partendo dall'analisi delle reazioni dei bambini ai comportamenti e alle relazioni socialmente significative avviate dal robot. Le domande specifiche affrontate in questo lavoro sono se i bambini esprimano o meno segni di impegno sociale come reazione a tali eventi e, in caso affermativo, in che modo, se queste reazioni differiscano a seconda dei diversi tipi di eventi sociali e, infine, se tali reazioni scompaiano o cambino nel tempo. Gli studiosi hanno risposto a queste domande affermando che i bambini mostrano effettivamente comportamenti che indicano un ingaggio sociale utilizzando una serie di canali comunicativi. A proposito di ciò, le espressioni verbali e i cenni sono particolarmente utilizzati per le domande, mentre lo sguardo verso il volto del robot è l'indicazione generalmente più comune per tutti i tipi di interazione sociale.

Si noti, comunque, che, nonostante diminuiscano leggermente nel tempo, le risposte sociali dei bambini sono ancora osservabili dopo tre sessioni con il robot.

Parallelamente a tutto questo ci si è chiesti quali siano le caratteristiche che deve avere l'interazione con il robot per essere funzionale. La questione è stata affrontata con il

finanziamento europeo del progetto EMOTE¹⁰ che ha sostenuto diverse ricerche volte ad indagare come l'empatia influisca sulla relazione con il robot nel ruolo di insegnante. Per fare ciò, uno dei lavori del gruppo di ricerca (Obaid, et al., 2019) ha messo a confronto l'interazione di studenti di una scuola primaria con tutor robotici con qualità empatiche e quella di studenti con tutor non empatici; se l'empatia viene intesa come un processo interattivo tra due agenti piuttosto che come una capacità che risiede solo nel robot (Belpaeme, et al., 2013), allora, è sufficiente che esso si comporti come se possedesse competenze a proposito, in quanto sarà poi il bambino a percepirlo come “realmente” dotato di queste (Obaid, et al., 2019). Applicazione di questi studi è stato lo sviluppo di un robot con qualità empatiche e in grado di assistere gli studenti della scuola primaria in compiti legati alla geografia e allo sviluppo sostenibile (Barendregt & Serholt) (2013). Nello specifico, la programmazione e il coding sono tra i processi di apprendimento logici e deduttivi che sono stati potenziati dalla presenza di tutor robotici (El-Hamamsy, et al., 2021).

La ricerca empirica sulla Robotica Educativa (ER) si concentra sull'adattamento del comportamento del robot di fronte a specifiche esigenze di apprendimento e sulla valutazione combinata di tali esigenze e della comprensione degli studenti (Augello, Gentile, Ifenthaler, & Pilato, 2020). È comune, per esempio, utilizzare i robot per promuovere i curricula STEM e STEAM (Brown & Howard, 2014) con risultati positivi (Peretti, et al., 2021).

Il progetto L2TOR¹¹, invece, ha indagato la funzionalità di un robot nell'assistenza ai bambini in età prescolare intenti ad apprendere una seconda lingua (L2) (Vogt, et al., 2019); in particolare, questo progetto aveva l'obiettivo di interrogarsi quanto i robot sociali potessero essere efficaci in un tutoraggio a lungo termine e se e perché il robot fosse più efficace di altri tutor digitali fruiti tramite schermo, basandosi sempre sulla nozione di cognizione incarnata. Una delle modalità fondamentali per mettere in atto il contenuto da apprendere espresso attraverso una corporeità è dotare l'interazione con caratteristiche di fisicità. Per far emergere questo aspetto, si può impostare l'interazione fra bambino e robot in modo multimodale, cioè comunicando sia verbalmente che non verbalmente. Secondo questa impostazione, i risultati dello studio L2TOR hanno mostrato che i bambini di età compresa fra i cinque e sei anni sono maggiormente coinvolti da un robot che utilizza gesti iconici durante la ripetizione degli esercizi per

¹⁰ Kappas, Arvid & Castellano, Ginevra & Paiva, Ana & Barendregt, Wolmet & Aylett, Ruth & Nabais, Fernando & Küster, Dennis. (2013). The EMOTE project. 10.13140/RG.2.1.2836.3285. There is little question that empathic processes play an important role for learning in interpersonal environments, such as school contexts. Instructors must be sensitive to the emotional implications of the interaction of the child with the learning content and the social context. This is manifested by the performance in formal and informal tasks, as well as verbal and nonverbal cues. In turn, empathy is an important aspect of the relation the child has with the tutor. The affective loop between child and teacher is important at the micro-level with regard to the immediate learning success, but also, in the long term with regard to motivational and relational processes. Very recently, there has been an increased interest in to what degree technology can play a role in providing tutoring support in a variety of contexts. But can technology address the emotional aspects of a student-tutor interaction? In this presentation we focus on how affective behavior can inform the behavior of the robot and in turn, how a robot with limited non-verbal capacities can emit relevant emotional displays to form an affective loop between itself and the child.

¹¹ <http://www.l2tor.eu>

l'apprendimento della L2 e che questo è un metodo istruttivo anche più funzionale della semplice interazione bambino-tablet.

Il progetto CoWriter, invece, ha assegnato al robot il ruolo dell'allievo con i bambini che dovevano individuare le strategie migliori per insegnargli la scrittura a mano in un'attività di gruppo e di cooperazione che, al contempo, ha sviluppato in loro delle abilità metacognitive (El Hamamsy, 2019). La metacognizione è implicata anche nel processo di apprendimento autoregolato Self Regulation Learning (SRL), indicante quelle abilità che consentono a uno studente di autovalutarsi e guidare in modo più efficace il proprio apprendimento. Jones & Castellano (2018) hanno dimostrato, a proposito, che un tutor robotico che chiede all'allievo di monitorare le sue capacità di sviluppo, di stabilire obiettivi e di utilizzare strumenti appropriati per realizzarli porta ad un aumento dell'apprendimento rispetto alle condizioni di controllo in cui il tutor robotico non presenta un'impalcatura SRL. La personalizzazione dell'intervento di tutoring robotico che fornisce un'impalcatura adattiva del comportamento SRL porta, infatti, ad osservare una maggiore indicazione di tale comportamento. Inoltre, gli autori di questo studio hanno rilevato che la pressione e la tensione nel corso dell'attività aumentano e che la percezione del robot è meno favorevole nelle condizioni in cui il tutor robotico fa capire all'allievo che ci sono dei problemi, ma non fornisce un aiuto specifico per affrontarli.

Anche se attualmente i robot sociali non vengono utilizzati regolarmente nel campo dell'istruzione (Selwyn, 2019), i ricercatori e gli sviluppatori continuano a progettare nuove applicazioni per le macchine che mirano a supportare l'istruzione in vari modi. Per esempio, progettando un tutor robotico che migliori l'esperienza educativa dei bambini con un gioco istruttivo di matematica stimolando poi l'elaborazione dei contenuti del gioco. Per far questo, attraverso il learning-by-teaching si stimolano due processi: uno di apprendimento e l'altro di co-progettazione, come evidenziato dallo studio di Pareto e colleghi (Pareto, Ekström, Barendregt, Serholt, & Kiesewetter, 2019). L'idea è quella di coinvolgere i futuri utenti nella progettazione del comportamento del robot, cercando di allineare il progetto con le aspettative che i bambini hanno nei confronti di un compagno di gioco sia in generale che quando questo compagno è un robot. Così gli autori sembrano suggerire che i bambini vedano il tutor robotico come “una versione migliore” di un amico simpatico, cioè sempre gentile e disponibile e disposto ad ascoltare ed a fornire loro supporto. Il prototipo di robot tutor è stato, quindi, percepito come piuttosto amichevole e di supporto, oltre che curioso, mentre altre aspettative riposte in esso non sono ancora state soddisfatte (pensiamo, per esempio, ad un maggiore dialogo sociale, una maggiore consapevolezza dell'ambiente fisico e un movimento appropriato) (Pareto, et. Al., 2019). In conclusione, le ricerche nell'ambito della Robotica Educativa hanno documentato un maggiore coinvolgimento degli studenti nelle attività di apprendimento (anche di materie linguistiche), un supporto al pensiero metacognitivo e alla risoluzione di problemi complessi, nonché una maggiore comprensione di concetti e procedure complesse anche nell'ambito informatico, soprattutto se i robot sono dotati di un aspetto e di abilità sociali simili a quelle umane.

Limiti ed errori nell'interazione bambino-robot in ambiente educativo

Nel paragrafo precedente abbiamo ripercorso i concetti e le esperienze che, a partire da lavori di ricerca, sostengono ed estendono il beneficio e l'utilità di sviluppare e migliorare

tecnologicamente i robot sociali impiegati nell'educazione. Tuttavia, in questo ambito non tutto può dirsi semplice e lineare: per esempio, è un fatto che le attuali soluzioni robotiche siano costose, abbiano funzionalità limitate e siano soggette a guasti di natura sia sociale che tecnica.

Prendiamo spunto dalla riflessione di Serholt e colleghi (Serholt, Pareto, Ekström, & Ljungblad, 2020), i quali, citando un lavoro di Ros et al. (Ros, 2011), recuperano ciò che durante i loro studi approfonditi sull'interazione bambino-robot (CRI) in un ambiente ospedaliero è insorto, ovvero alcune difficoltà relazionali fra il minore e l'oggetto robotico, causa di delusione e perdita di impegno nel bambino. Di conseguenza, hanno sostenuto la necessità di pianificare tali studi in modo appropriato, tenendo conto dell'imprevedibilità del comportamento dei bambini ed assicurandosi che il robot utilizzato fosse meccanicamente robusto.

Il rischio di esporre i bambini ad eventuali guasti dei robot con cui interagiscono ha portato Serholt e colleghi ad effettuare, a tre anni dalla prima somministrazione, uno studio di follow-up in cui i bambini hanno risposto ad un sondaggio e partecipato a gruppi di discussione sulle loro relazioni con il robot, sui loro ricordi dei guasti e su come essi abbiano influenzato le loro idee di regolare funzionamento dell'oggetto robotico e le loro opinioni su questo in relazione alla nozione di educazione inclusiva. Questo studio ha notato che, rispetto ai loro coetanei senza esperienza con i robot, gli studenti erano diventati più critici nei confronti dell'idea del riconoscimento delle emozioni nei robot e che, inoltre, tendono a ricordare tali situazioni di guasto anche dopo tre anni dall'interazione con l'oggetto robotico (Serholt S. , 2019).

Honig e Oron-Gilad (Honig & Oron-Gilad, 2018) affermano che «sebbene siano stati investiti notevoli sforzi per rendere i robot più affidabili, l'esperienza dimostra che i robot che operano in ambienti non strutturati sono spesso messi a dura prova da frequenti guasti¹²» (p. 2). Inoltre, i robot spesso non hanno ancora raggiunto un livello di progettazione tale da renderli utilizzabili per lungo tempo e da consentire una gestione efficace dei comportamenti difettosi o inattesi da parte di utenti non addestrati. L'ipotesi interessante da cui partono Honig e Oron-Gilad è che i ricercatori poco si siano concentrati sulle mancate interazioni con il robot e sui fallimenti non dovuti necessariamente a guasti tecnici. Per capire il perché di questa situazione, gli autori hanno condotto un'approfondita revisione della letteratura in materia per descrivere il modo in cui le persone percepiscono, elaborano e agiscono sui fallimenti nell'interazione uomo-robot. Il loro modello di analisi comprende tre parti principali: (1) comunicazione dei guasti, (2) percezione e comprensione dei guasti e (3) risoluzione dei guasti. Ognuna di queste parti contiene diverse fasi, tutte influenzate da considerazioni contestuali e strategie di mitigazione. A seguito di questa valutazione sono emerse diverse lacune nella letteratura specializzata e l'attenzione è stata, pertanto, rivolta più ai guasti tecnici che a quelli di interazione e che, quindi, pochi sono gli studi ad essersi concentrati sugli errori umani, sui fallimenti comunicativi o sui determinanti cognitivi, psicologici e sociali che influenzano la progettazione di strategie di mitigazione. Gli autori forniscono poi delle

¹² «While substantial effort has been invested in making robots more reliable, experience demonstrates that robots operating in unstructured environments are often challenged by frequent failures.»

ipotesi da cui partire per promuovere lo sviluppo di strategie di gestione dei guasti centrate sull'utente per le HRI.

Dunque, poco si sa sulla natura di questi problemi nell'interazione bambini-robot e su come i bambini lavorino per affrontarli o mitigarli nell'approccio relazionale. La mancanza di ricerche su questo argomento dà il falso presupposto che l'interazione bambini-robot sia più priva di attriti di quanto non lo sia in realtà, ma identificando e comprendendo le situazioni in cui i robot falliscono nella relazione sociale è possibile riflettere criticamente su come gestire tali situazioni da una prospettiva evolutiva (Serholt, Pareto, Ekström, & Ljungblad, 2020). Da questi spunti, possiamo, quindi, sottolineare che ci siano sicuramente molti aspetti evolutivi nell'introdurre un robot in un contesto educativo; tuttavia bisogna rendersi conto che non basta prendere un robot ed inserirlo in una classe, ma che, al contrario, il lavoro di mediazione con l'oggetto robotico da parte dell'insegnante o dell'adulto di riferimento è fondamentale per utilizzarlo al meglio.

Serholt (Serholt S. , 2018) analizza criticamente il caso di un tutor robotico implementato in una scuola elementare per tre mesi e mezzo circa in cui i bambini hanno ripetutamente interagito a turno con il robot sia individualmente che in coppia. L'obiettivo dello studio era quello di esplorare gli effetti delle ore passate dai bambini con il tutor robotico analizzando sul piano interattivo e tematico oltre quattordici ore di registrazioni video di questi incontri. I risultati raggiunti da Serholt comprendono quattro possibili motivi per cui perché le interazioni dei bambini con il tutor robotico si possano interrompere: (1) l'incapacità del robot di evocare l'impegno iniziale e di identificare le incomprensioni, (2) uno scaffolding confuso, (3) la mancanza di coerenza e di equità e, infine, (4) i problemi del controllore. Tuttavia, la medesima ricercatrice in uno studio del 2020 insieme ad altri colleghi (Serholt, Pareto, Ekström, & Ljungblad, 2020) considera proprio i fallimenti relazionali fra bambino e robot utili per esplorare le sfide particolari legate alla progettazione di oggetti robotici per bambini, per conoscere le aspettative che i bambini possono avere nei confronti delle interazioni con i robot e per comprendere le strategie di riparazione che i bambini utilizzano quando tali aspettative non si allineano con il copione sociale dell'oggetto robotico. (Serholt, Pareto, Ekström, & Ljungblad, 2020, p. 2). In sintesi, da questi contributi si intuisce che le implicazioni dei problemi nell'uso didattico dei robot vanno discusse e che le diverse sfide in merito devono essere affrontate in modo rigoroso affinché i tutor robotici possano essere utilizzati nell'istruzione in modo proficuo. Inoltre, come sostenevano Jordan & Henderson (1995), il verificarsi di alcuni "problemi" in una particolare sfera di attività è particolarmente interessante poiché «gli antropologi sanno da tempo di prestare particolare attenzione quando il normale flusso di attività viene in qualche modo interrotto. Un'attenta analisi della rottura può spesso rivelare le regole non dette con cui le persone organizzano la loro vita. In effetti, l'analisi delle violazioni visibili delle regole locali di interazione sociale è uno dei metodi migliori per capire come appare il mondo dal punto di vista di qualcun altro. L'analisi degli intoppi nell'interazione può anche rivelare alcuni dei vincoli del mondo materiale che causano abitualmente problemi» (Jordan & Henderson, 1995, p. 70).

Bambini-robot nella fascia di età 18-36 mesi

Un importante studio, un riferimento significativo per il nostro lavoro, è il Rubi project¹³ che ha studiato robot sociali che interagiscono con i bambini di età compresa tra i 18 e i 24 mesi nell'ambito delle loro attività quotidiane presso il Centro di Educazione della Prima Infanzia dell'Università della California, San Diego. Questo gruppo di ricerca (Tanaka F., 2007) ha inserito un robot sociale in una sezione di un asilo nido, quindi rivolto a bambini di età compresa tra i 10 e 36 mesi. Il robot umanoide di ultima generazione QRIO è stato a disposizione dei bambini per circa 5 mesi (Marzo -Giugno 2005) per 45 sessioni complessive. Le sessioni sono state organizzate in tre modi diversi: «During phase I, which lasted 27 sessions, the robot interacted with the children by using its full behavioral repertoire. During phase II, which lasted 15 sessions, the robot was programmed to produce interesting but highly predictable behaviors. During phase III, which lasted three sessions, the robot was reprogrammed to exhibit its full repertoire. All of the field sessions were recorded by using two video cameras» (Tanaka F., 2007)

I risultati mostrano che l'interesse dei bambini è aumentato per 27 sessioni e diminuito per 15 quando il robot è stato riprogrammato e poi è tornato interessante nelle ultime 5 sessioni quando il robot ha mostrato tutto il suo repertorio, e qui è stato trattato come *as a peer rather than as a toy*.

Per noi questo studio è un riferimento per diversi fattori: innanzitutto coinvolge bambini di età compresa tra i 18 e 36 mesi; per la qualità delle informazioni ricavate e l'incoraggiamento verso nuovi studi in questa direzione; per aver focalizzato il concetto di interazione con il robot attraverso il concetto di tocco.

In realtà, Tanaka e colleghi si sono rivolti a questa fascia di età con lo scopo di poter osservare l'interazione tra il robot umanoide e soggetti umani in età evolutiva e dunque con strutture cognitive iniziali e con una comunicazione centrata prevalentemente sulla esperienza sensomotoria perchè il linguaggio non è ancora del tutto formato.¹⁴

Vedremo nelle pagine successive che l'interesse verso questa fascia di età per noi è stato invece un interesse legato anche allo sviluppo dei precursori della ToM. Per quanto riguarda la qualità delle informazioni ricavate da Tanaka et al. (2007) questo processo si basa su una metodologia quantitativa che ha permesso di contare quante volte e come il robot venisse toccato dai bambini. Per far questo ci sono voluti due anni e 4 studenti disponibili a collaborare allo studio.

È interessante ripercorrere come è stata rilevata e utilizzata nella lettura e nell'analisi della interazione bambini-robot attraverso la categoria del tocco.

Tanaka e colleghi sono arrivati ad evidenziare il tocco come etichetta principale di analisi a partire dal metodo quantitativo individuato come più pertinente per l'estrapolazione dei dati dalle molte ore di videoregistrazione «we decided to focus on haptic behaviors. Contact episodes were identified and categorized based on the part of the robot being

¹³ J. R. Movellan, F. Tanaka, I. R. Fasel, C. Taylor, P. Ruvolo and M. Eckhardt, "The RUBI project: A progress report," *2007 2nd ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, 2007, pp. 333-339, doi: 10.1145/1228716.1228761.

¹⁴ «Children of this age were chosen because they have no preconceived notions of robots, and they helped us focus on primal forms of social interaction that are less dependent on speech.» (Tanaka F., 2007, p. 17954)

touched: arm/hand, leg/foot, trunk, head, and face» (Tanaka F., 2007, p. 17955). Questa scelta si basa sulla distinzione tra tocco occasionale e intenzionale.

I ricercatori però si sono accorti che durante le sessioni con un robot inanimato le categorie del tocco non erano più sufficienti. A seguito dell'interazione con un robot simile a QRIO che hanno chiamato per comodità robot "Robby" e che però al contrario di quello non era in grado di camminare, nemmeno di direzionare la testa e non aveva alcuna categorie comportamentale (ballare, sedersi, alzarsi, sdraiarsi, fare gesti con le mani e ridacchiare), in questo senso si dice, robot inanimato, sono state introdotte 4 nuove categorie: rudezza, abbraccio, tocco con oggetti e cura.

Questo è il più importante studio di interazione bambino-robot in questa fascia di età. Tutti gli altri lavori partono da almeno tre anni di età, come dimostra anche la tabella riassuntiva di van Straten e colleghi (van Straten, Peter, & Kühne, 2020)¹⁵ che su 150 articoli di ricerca uno solo è collocato nella fascia sotto i tre anni. Citiamo qui di seguito la tabella di Van Straten e colleghi per completezza di informazioni:

	Sample size	Age information		Robot morphology		
		Age range (years)	M; SD (years)	Anthropomorphic	Zoomorphic	Caricatured
Abe et al. [1]	31	5–6	5.75; 4.42	LiPRO		
Ahmad et al. [2]	12	10–12		Nao		
Ahmad et al. [3]	23	10–12		Nao		
Ahmad et al. [4]	23	10–12		Nao		
Alves-Oliveira et al. [5]	51		13.67; 0.71	Nao (torso)		
Asselborn et al. [6]	20	5		Nao		
Barco Albo-Canals and Garriga [7]	14	7				iPod-LEGO
Baxter et al. [9]	32	3 and 4	3.46; 0.40	Nao		
Baxter et al. [10]	15		8.45; 0.52	Nao		
Bethel et al. [17]	60	8–12		Nao		
Bethel et al. [18]	14 and 29	4–5	4.5; 0.5	Nao and Zeno		
Blanson Henkemans et al. [20]	27	7–12	11.04; 1.71	Nao		
Blanson Henkemans et al. [21]	5	8–12		Nao		
Breazeal et al. [23]	17	3–5	4.2; 0.79		Dragonbot	
Canamero and Lewis [28]	17	7–12		Nao		
Castellano et al. [29]	5	8			iCat	
Chandra et al. [30]	40	6–8		Nao (torso)		
Chandra et al. [31]	40	6–8		Nao (torso)		
De Haas et al. [35]	14	7–8	7.75; 0.65	Nao		
De Haas et al. [36]	18	3	3.6; 0.29	Nao		
Deshmukh et al. [37]	31	11–14	12.4; –	Nao (torso)		Emys
Guneysu and Arnrich [46]	59		8.4; 2.2	Nao		

¹⁵ *Figura Overview of sample sizes, age information, and robot morphology*

From: Child–Robot Relationship Formation: A Narrative Review of Empirical Research

	Sample size	Age information		Robot morphology		
	Age range (years)	<i>M</i> ; <i>SD</i> (years)	Anthropomorphic	Zoomorphic	Caricatured	
Han and Kim [47]	27	Grade 3		Tiro		
Henkel et al. [49]	30	8–12		Nao		
Hieida et al. [50]	37	5–6		LiPRO		
Hyun and Yoon [53]	43	3–4		iRobiQ		
Jeong et al. [54]	4	5–10			Huggable	
Jones et al. [55]	51	11–13		Nao (torso)		
Kahn et al. [57]	90	9, 12, and 15		Robovie		
Kanda et al. [58]	228	6–7 and 11–12		Robovie		
Kanda et al. [59]	37	10–11		Robovie		
Kanda et al. [60]	31	Grade 6		Robovie-R3		
Kennedy et al. [61]	26		7.9; 0.31	Nao		
Kessens et al. [62]	18	8–9	8.5; 0.5		iCat	
Kim et al. [65]	16	10				Mung
Komatsubara et al. [67]	92	Grade 1–6		Robovie		
Kory Westlund et al. [68]	45	4–7	5.2; 0.77			Tega
Kory Westlund et al. [69]	19	3–7	5.04; 1.23			Tega
Kose-Bagci et al. [70]	66	9–10		Kaspar		
Kozima and Nakagawa [71]	27		4.0; –			Keepon
Kruijff-Korbayova et al. [73]	20	11–14		Nao		
Lee et al. [78]	10	3–5		RQ-TITAN		
Leite et al. [81]	40	8–10			iCat	
Leite et al. [82]	16	8–9	8.5; –		iCat	
Leite and Lehman [83]	28	4–10	6.7; 1.82	Jimmy		
Leite et al. [85]	5	5–15			iCat	
Leite et al. [86]	67	4–10	7; 1.77	Piper		
Looije et al. [88]	17	6–10	8.24; 1.25	Nao		
Looije et al. [89]	10		11.1; –	Nao		
Lücking et al. [90]	12	4.3–5.4	4.8; 0.05	Nao		
Michalowski et al. [95]	116	–	–			Keepon
Michalowski et al. [96]	20	5				Keepon
Nalin et al. [98]	3	5–12		Nao		
Neerincx et al. [99]	55	10–14		Nao		
Nishio et al. [102]	2	4 and 10		Geminoid HI-1		
Oh and Kim [103]	33	11		Tiro		
Okita et al. [104]	36 and 9	4–10		Asimo		
Okita et al. [105]	30	5–7		Asimo		

	Sample size	Age information		Robot morphology		
	Age range (years)	<i>M</i> ; <i>SD</i> (years)	Anthropomorphic	Zoomorphic	Caricatured	
Park et al. [106]	20 and 54	4–8	6.25 and 5.92; 1.33 and 1.4			Tega
Ros et al. [111]	12	7–12	8; 1.91	Nao		
Ros et al. [112]	84	9–11		Nao		
Sadoughi et al. [114]	40	4–10	6.73; 1.72	Sammy		
Saint-Aimé et al. [115]	11	3–5	4.41; 0.6		Emi	
Sandygulova and O'Hare [117]	74	3–9		Nao		
Sandygulova et al. [118]	76	8, 9, 10, 11 and 12		Nao		
Serholt and Barendregt [119]	30	10–13	11.4; 0.86	Nao (torso)		
Serholt et al. [120]	25	11–15	13; 1.4	Nao (torso)		
Shahid et al. [121]	86	8 and 12			iCat	
Shahid et al. [122]	134	8 and 12			iCat	
Shahid et al. [123]	112 and 144	8 and 12			iCat	
Short et al. [127]	26	5–8			Dragonbot	
Silvera-Tawil et al. [128]	264	–	–	Diamandini		
Simmons and Knight [129]	44	5–9	6.8; 1.8			Keepon
Skantze [130]	–	3–15		Furhat		
Tamura et al. [132]	16	3–5	4.3; 0.86	Sota		
Tanaka et al. [133]	5	1.5–2		QRIO		
Tanaka and Ghosh [134]	12	3–5		Nao		
Tielman et al. [136]	17		8.89; 0.81	Nao		
Tozadore et al. [138]	22	7–11	9.36; 1.24	Nao		
Tozadore et al. [139]	30	11–14		Nao		
Tozadore et al. [140]	82	10–12	10.9; 0.53	Nao		
Turkle et al. [142]	1	10		My Real Baby		
Vázquez et al. [145]	74	4–5, 6–8, and 9–10				Chester and Blink
Wigdor et al. [147]	26	9–11	9.32; –	Nao		
Wood et al. [149]	21	7–9		Kaspar		
Yasumatsu et al. [150]	133	2–8	4.67; 1.24	Nao		

Tabella 1 Panoramica delle dimensioni del campione, delle informazioni sull'età e della morfologia del robot

In genere, gli studi che riguardano bambini sotto i tre anni riguardano lo studio di interazioni fisiologiche come il contatto visivo (Manzi, et al., 2020) e le reazioni dei bambini alle gestualità dei robot (Fitter, et al., 2019).

La questione etica della Child Robot Interaction (CRI)

La possibilità che i bambini interagiscano con robot può suscitare preoccupazioni e tensioni etiche che è bene tenere presente.

Una grande preoccupazione riguarda se in futuro accadrà che i bambini possano essere affidati alle cure di robot. (Sharkey & A, 2010). Dalle informazioni che abbiamo messo in evidenza nei paragrafi precedenti, sappiamo che la ricerca in campo di CRI ha dimostrato che i bambini possono instaurare relazioni con i robot e attribuire a questi stati mentali e socialità. Sappiamo che i robot possono svolgere una funzione di tutoring nei processi di apprendimento della seconda lingua, del riconoscimento dei volti e delle emozioni. «Ci rifacciamo alla letteratura psicologica sull'attaccamento e l'abbandono per esaminare i possibili danni emotivi che potrebbero derivare dal fatto che i bambini trascorrono troppo tempo esclusivamente in compagnia di assistenti meccanici» (Sharkey & A, 2010, p. 164). In questo senso anche il lavoro sull'empatia che il robot può dimostrare nei confronti dei bambini non è senza implicazioni di natura etica. ((Sharkey & A, 2010, . Così come il lavoro di Tanaka et al. (2007) che hanno collocato un robot sociale "all'avanguardia" (QRIO) in un asilo nido per 5 mesi e mostrato che anche i bambini possono instaurare relazioni con i robot umanoidi. La questione etica in questo studio è data dal fatto che i bambini, di età compresa tra i 10 e i 24 mesi, hanno legato con il robot in modo significativamente maggiore rispetto al legame con un orsacchiotto di peluche (Sharkey & A, 2010). Nello studio di Tanaka et al. (2007) si è visto che i bambini hanno iniziato a trattare il robot come un loro coetaneo. Lo accudivano, ci giocavano e lo abbracciavano. Hanno toccato il robot più di quanto abbiano abbracciato o toccato un robot giocattolo statico e inanimato o un orsacchiotto. Hanno affermato che "si è verificato un legame e una socializzazione a lungo termine tra i bambini e un robot sociale all'avanguardia" (Tanaka et al., 2007 p. 17957).

Le autrici individuano nella variabile del tempo un valore significativo per le questioni etiche e affermano che, nonostante ci siano diversi modi in cui i bambini interagiscono con i robot, ciò che è importante tenere presente è ciò che permettiamo al robot di fare (Sharkey & A, 2010) .

E dunque, «è improbabile che un paio d'ore al giorno affidate a un robot siano più dannose della visione di una televisione, se siamo attenti a ciò che permettiamo al robot di fare. Non sappiamo però se esiste un continuum tra i problemi che potrebbero sorgere con l'assistenza esclusiva e quelli che potrebbero sorgere con un'assistenza regolare di breve durata.» (Sharkey & A, 2010, p. 185).

Altri studiosi hanno espresso la preoccupazione rispetto alla CRI inserita in contesti pre scolari (Tolksdorf, Siebert, Isabel Zorn, Horwath, & Rohlfing, 2021) evidenziando il ruolo del caregiver. Si concentrano su aspetti rilevanti come l'interazione uomo-robot, l'asilo come istituzione, i bambini come gruppo vulnerabile, il ruolo del caregiver e i concetti pedagogici all'interno dell'asilo, sottolineando i potenziali rischi e i "punti ciechi" nelle pratiche attuali della ricerca sulla CRI (Tolksdorf, Siebert, Isabel Zorn, Horwath, & Rohlfing, 2021). Per quanto riguarda il primo punto, ovvero l'asilo come istituzione, il problema etico riguarda il patto pedagogico di fiducia che si viene a creare con i genitori dei bambini che frequentano proprio quella scuola dell'infanzia. Inserire un robot sociale viene meno a questo patto iniziale? E anche l'inserimento di un robot potrebbe minare la fiducia dei bambini verso il proprio personale educativo di riferimento (Tolksdorf, Siebert,

Isabel Zorn, Horwath, & Rohlfing, 2021. Ulteriormente, l'inserimento di un robot sociale in asilo in quanto istituzione ha anche delle implicazioni legali quali la sicurezza, la responsabilità e la privacy. (Serholt, Barendregt, & Vasalou, 2017)

I bambini sono un gruppo vulnerabile di cui non è sempre facile raccogliere e far ad esprimere il proprio consenso alle attività. Di conseguenza, l'applicazione di un robot sociale in un asilo richiede una progettazione che renda accessibile a tutti i bambini e che tenga conto della diversità dei comportamenti, dei bisogni e degli interessi dei bambini (Serholt, Barendregt, & Vasalou, 2017). Oltre a ciò, se il robot viene presentato come compagno o tutor possono esserci delle implicazioni nel momento in cui il bambino si accorge degli eventuali limiti del robot. A questo punto si lega, a nostro avviso, la riflessione proposta da Newton (Newton & Newton, 2019) secondo cui queste questioni evidenziano la necessità di una riflessione preliminare sui ruoli dei robot e di un codice di condotta per gli insegnanti che lavorano con loro. L'introduzione dei tutor-robot avrà implicazioni significative per i ruoli degli insegnanti e la loro identità professionale, in quanto gli insegnanti umani passano dall'essere spesso fonti solitarie di apprendimento a diventare manager dell'insegnamento e dell'apprendimento che devono offrire opportunità di apprendimento in modo creativo (Newton & Newton, 2019).

Il ruolo dei caregiver diventa dunque fondamentale « Il fatto che un adulto possa fornire un accesso utile a una situazione e alla sua interpretazione è noto nella psicologia dello sviluppo. Il fenomeno di base del riferimento sociale esemplifica la natura critica del ruolo del caregiver, soprattutto per i bambini piccoli. Quando sperimentano situazioni nuove o poco familiari, i bambini si rivolgono a chi li accudisce e sono portati ad allinearsi con le emozioni che l'adulto manifesta¹⁶» (Tolksdorf, Siebert, Isabel Zorn, Horwath, & Rohlfing, 2021, p. 135).

Gli autori concludono le riflessioni etiche sulla CRI condotte in ambiente educativo formale, come può essere un asilo, sostenendo che è possibile inserire robot sociali nei progetti pedagogici degli asili. Tuttavia è necessario tenere presente le prospettive micro delle singole interazioni tra bambini e robot e quelle macro sugli obiettivi istituzionali, sulla fiducia nei valori e nei concetti pedagogici delle istituzioni per la prima infanzia, sui soggetti chiave coinvolti (ad esempio, genitori ed educatori) e sulle aspettative esistenti riguardo alle attività nel contesto istituzionale della scuola materna che tale scelta comporta. Inoltre è importante chiedersi se un'interazione bambino-robot può diventare un'attività in cui il ruolo del bambino (ad esempio, valutare l'interazione) è chiaramente definito. Dunque implica un esame critico e una riflessione sulla esperienza con un dispositivo tecnologico e i ruoli devono essere stabiliti prima per poterne beneficiare.

¹⁶ «The fact that an adult can provide a helpful access to a situation and its interpretation is known in developmental psychology. The basic phenomenon of social referencing exemplifies the critical nature of the role of a caregiver, especially for young children. When experiencing novel or unfamiliar situations, children turn to the caregiver and are inclined to align themselves with the emotions that the adult is displaying.»

L'antropomorfizzazione dei robot e le loro caratteristiche socio materiali

*E poiché mi sono ormai mi sono
lanciato in questo vasto mare e corro
a vele spiegate col vento in poppa: in
tutto il mondo non c'è cosa che duri.
Tutto scorre, e ogni fenomeno ha
forme errabonde
(P.Ovidio, Nasone, Le metamorfosi)*

Caratteristiche e definizione di antropomorfismo

L'antropomorfismo (dal greco *anthropos*, uomo, e *morphe*, forma/struttura), così come viene utilizzato nella letteratura della HRI (Duffy, 2003), è la tendenza degli individui ad attribuire caratteristiche umane a oggetti inanimati, animali e altri, allo scopo di razionalizzare le loro azioni. A partire dalla osservazione avviene un processo di attribuzione di stati cognitivi o emotivi a qualcosa, al fine di razionalizzare il comportamento di un'entità in un determinato ambiente sociale¹⁷ (Duffy, 2003, p. 180). Secondo Manzi e colleghi, che hanno osservato la variazione della interazione dei bambini al mutare delle caratteristiche dei robot (robot NAO, che presenta caratteristiche più simili a quelle umane rispetto al robot Robovie, le cui caratteristiche fisiche sembrano più meccaniche), il processo di antropomorfizzazione degli oggetti robotici è indetto sia verso oggetti robotici di forma robotica che non, ma sicuramente è maggiore verso quelli con forma antropomorfa. (Manzi, et al., 2022). Dunque quali caratteristiche deve avere un robot perché gli vengano attribuite caratteristiche antropomorfe? La risposta è che una combinazione di aspetto fisico e di comportamenti genera una attribuzione di antropomorfismo (Marchetti, Manzi, Itakura, & Massaro, 2018)

Da una parte c'è la percezione di personalità umana dedotta dai comportamenti «This differs from the broader psychological perspective of anthropomorphism, which also includes metaphorically *ascribing* human-like qualities to a system based on one's interpretation of its actions» (Duffy, 2003, p. 181). Quello che l'autore propone è una caratteristica di umanità/humanness in termini di sistema che dunque comprende i comportamenti, le competenze e il contesto sociale e anche la forma.

¹⁷ «It is the tendency to attribute human characteristics to inanimate objects, animals and others with a view to helping us rationalise their actions. It is attributing cognitive or emotional states to something based on observation in order to rationalise an entity's behaviour in a given social environment.»

Per quanto riguarda la forma, l'altro punto di vista con cui si parla di attribuzione di antropomorfismo, non è così lineare a cosa si attribuisca. La forma del robot più viene percepita dall'utilizzatore come simile a quella umana più si dice che il robot abbia gradi di antropomorfizzazione. Definire i robot sociali come "umanoidi" implica che queste macchine possono essere percepite in modo simile alle persone. (Fox & Gambino) Infatti sia i progettisti che i ricercatori dell'interazione uomo-robot (HRI) si basano spesso sulle interazioni uomo-uomo come modelli o standard per costruire e studiare i robot (Cangelosi & Schlesinger, 2015; Bickmore, 2005). Tuttavia anche robot troppo simili agli esseri umani possono provocare un effetto negativo nella HRI (M. Mori, 1982; Manzi, et al., 2022). Tuttavia, da un punto di vista della forma, del design del robot, non è così sistematico ciò che in letteratura si intende con caratteristiche antropomorfe. Per esempio Duffy (Duffy, 2003, p.182) ha classificato in una mappa raffigurante un triangolo le possibili forme delle teste di robot. I vertici del triangolo rappresentano gli estremi di una forma Umana, Iconica e Astratta. Dove con Umana si riferisce a un design il più vicino possibile alla testa di una persona. Con il termine Iconica si riferisce ad una forma che ha un insieme minimo di caratteristiche, come spesso si trovano nei fumetti, riuscendo comunque a essere espressiva.

Il vertice Astratta si riferisce a un design funzionale più meccanicistico del robot, con una estetica solo minimamente simile a quella umana.

In sintesi il concetto di antropomorfismo dovrebbe essere più una soluzione, un linguaggio per leggere le interazioni uomo-macchina¹⁸ (Duffy, 2003, p. 181)

Partendo da questi presupposti, diversi studi hanno dimostrato che la somiglianza dei robot con gli umani in termini di caratteristiche fisiche, come nei robot umanoidi, induce sia i bambini che gli adulti a bambini e gli adulti ad antropomorfizzarli (Gaggioli, et al., 2022). In uno studio recente, (Manzi, et al., 2020b) hanno esaminato in bambini di 5, 7 e 9 anni l'attribuzione di stati mentali a due robot umanoidi: NAO - più antropomorfo - e Robovie - più meccanico (Phillips, 2018).

I risultati hanno mostrato che i bambini più piccoli (5 anni) tendevano ad antropomorfizzare entrambi i robot, cioè ad attribuire loro qualità psicologiche umane simili. I bambini più grandi, invece, hanno attribuito caratteristiche mentali umane significativamente maggiori al robot antropomorfo rispetto a quello meccanico, dimostrando una maggiore sensibilità rispetto ai bambini più piccoli al livello di antropomorfizzazione del robot.

Il fenomeno della antropomorfizzazione degli agenti robotici dunque si evolve sempre di più come questi risultati sembrano mettere in evidenza. La sensibilità alla somiglianza umana del robot in funzione dello sviluppo modella anche l'attribuzione di qualità mentali da parte degli adulti. Un recente studio di Manzi et al. (2021b) ha analizzato l'attribuzione di stati mentali da parte di giovani adulti a due robot umanoidi, NAO e Pepper, che variavano nel loro livello di antropomorfizzazione fisica: Nao è alto 60 cm ha sensori di movimento e direziona lo sguardo, Pepper è alto 1,20 mt ha le gambe unite e uno schermo

¹⁸ Anthropomorphism should not be seen as the “solution” to all human–machine inter-action problems but rather it needs to be reexamined to provide the “language” of interaction between man and machine.

all'altezza del tronco Entrambi hanno un volto con occhi e mani che si muovono I risultati hanno mostrato che l'antropomorfismo di un robot influisce anche sulle attribuzioni di qualità psicologiche ai robot da parte degli adulti, come dimostra la maggiore attribuzione di stati mentali a Pepper (più simile a un adulto) rispetto a NAO. «Questi risultati hanno importanti implicazioni, non solo per la comprensione delle interazioni uomo-robot, ma anche per la progettazione dei robot, che dovrebbe tenere conto dell'età dell'utente target» (Gaggioli, et al., 2022, p. 27).

La questione dell'embodiment

Il filosofo Merleau Ponty ha affermato che il sapere passa attraverso il corpo e da questo anche il dare significato e senso alle cose che ci circondano (Merleau-Ponty, 1945). In termini fenomenologici è l'andare verso le cose con il proprio modo di essere. Il nostro corpo «è essenziale non considerarlo un mero apparato sensoriale che permette ai dati provenienti dai sensi di entrare nella coscienza. L'oggetto percepito non è mai neutro per il soggetto, non è mai vissuto come una semplice informazione. Al contrario, è sempre percepito in relazione alla soggettività e interpretato direttamente dal corpo. In questo senso, il corpo non è inanimato e senza vita. È piuttosto vivo e vissuto. Vissuto perché raccoglie, come la corteccia di un albero, le impronte che il flusso del tempo lascia su di esso. Vivo perché riceve continuamente stimoli sensoriali dall'ambiente esterno che lo colpiscono in un modo specifico - il suo specifico - La percezione è quindi la relazione corporea tra il soggetto e l'oggetto, la forma primaria dell'esperienza umana in cui il mondo esterno appare al soggetto come già interpretato, significativo, relativo al Sé.»¹⁹ (Mazzola, Incao, Rea, Sciutti, & Marassi, 2022). In questo senso, l'esperienza umana è ciò che ci permette di interpretare e dare significato al mondo da una prospettiva specifica e unica. Ogni oggetto o persona è percepito in riferimento a noi stessi e dunque in riferimento alle nostre idee, emozioni, memoria, aspettative, al nostro corpo. Come esseri umani possiamo comprendere ciò che appare davanti a noi, il mondo, solo attraverso noi stessi, solo attraverso il nostro Sé incarnato: comprendiamo gli altri partendo da noi stessi, una capacità che i neonati sviluppano nel corso degli anni (Riva & Marchetti, 2022). La questione della conoscenza incarnata è molto ampia e si situa in un dibattito scientifico che vede il superamento della mente come un software e di descrivere i processi cognitivi come manipolazioni di simboli astratti o «amodali» per spostarsi sulla visione della conoscenza e dei processi mentali come ancorati (*Grounded Cognition*) agli aspetti sensomotori. Il contesto e le caratteristiche fisiche, percettive e motorie del corpo umano sono implicate in modo causale e costitutivo, il sistema sensorimotorio e l'interazione con l'ambiente fisico

¹⁹ The cornerstone of every human experience is the body. The body is indeed the only means through which a subject is open to a relationship with the environment (Merleau-Ponty, 1945). However, it is essential not to consider it a mere sensory apparatus that allows data coming from the senses to enter the conscience. The perceived object is never neutral for the subject, it is never experienced as mere information. Instead, it is always perceived relative to subjectivity and directly interpreted by the body. In this sense, the body is not inanimate and lifeless. It is rather living and lived. Lived because it collects, like tree bark, the imprints that the flow of time leaves on it. Living because it continuously receives sensory stimuli from the external environment that strikes it in a specific – its own specific – way. Perception is thus the bodily relationship between the subject and the object, the primary form of human experience where the external world appears to the subject as already interpreted, meaningful, relative to the Self. Pag.56

e sociale ricoprono un ruolo fondante nello sviluppo dei processi cognitivi e del comportamento umano (Marucci & Betti, 2021; Ballerio, 2013).

La visione di una macchina simile a un essere umano può essere attivare associazioni create dall'esperienza con persone, con macchine e di stereotipi di personaggi di fantasia. Ad esempio, un robot realistico che racconta una barzelletta potrebbe attivare nell'*audience* esempi della categoria non sociale, le macchine, e della categoria sociale, le persone spiritose. La combinazione di questi esempi potrebbe portare all'esperienza di un concetto integrato, come quello di robot allegro (Kiesler S. , Powers, Fussell, & Torrey, 2008).

La letteratura ha dedicato grande attenzione alle influenze che hanno i diversi tipi di incarnazione dei robot e un lavoro di revisione di questa produzione scientifica (Li, 2015-05) ha evidenziato gli effetti dell'incarnazione e della presenza fisica, a partire dal confronto tra le diverse modalità di interazione delle persone con robot fisici e agenti virtuali. Una valutazione qualitativa della direzione degli effetti quantitativi ha dimostrato che i robot erano più persuasivi e percepiti in modo più positivo quando erano fisicamente presenti nell'ambiente dell'utente rispetto a quando erano visualizzati digitalmente su uno schermo, sia come un feed video dello stesso robot che come un personaggio virtuale analogico (Kiesler S. , Powers, Fussell, & Torrey, 2008); inoltre, i robot portavano a prestazioni migliori per l'utente quando erano collocati fisicamente nel contesto rispetto a quando venivano mostrati tramite video su uno schermo. Tuttavia, dalla analisi degli studi sembrerebbe che i partecipanti non abbiano risposto in modo diverso ai robot fisici e agli agenti virtuali quando entrambi erano visualizzati digitalmente su uno schermo, suggerendo che la presenza fisica, piuttosto che l'incarnazione fisica, sia la caratterizzazione delle risposte delle persone ai robot sociali.

Pertanto, aggiungiamo l'embodiment come caratteristica dei robot. L'embodiment può essere definito come "un termine usato per riferirsi al fatto che l'intelligenza non può esistere semplicemente sotto forma di algoritmo astratto, ma richiede un'istanziamento fisico, un corpo²⁰" (Pfeifer & Scheier, 2001). Gli agenti robotici dotati di un corpo sono detti "agenti completi" in quanto corrispondono allo sviluppo embodied della intelligenza artificiale. Essi sono anche deputati a concorrere come artefatti maggiormente funzionali per la modellizzazione dei processi naturali tra pensiero cognitivo e percezione emotiva (Dumouchel & Damiano, 2019), ovvero per l'esplorazione sintetica dei processi cognitivi in relazione all'ambiente abitato e il corpo agito.

La natura "like-me" dei robot sociali, in funzione del livello di sviluppo, delle caratteristiche fisiche e dei comportamenti dei robot sociali, (Marchetti et al., 2018; Di Dio et al., 2020a,b,c; Manzi et al., 2020a,b; Manzi et al., 2021a,b) è la base su cui si inserisce la preferenza e l'accettabilità dei robot in diversi contesti (Marchetti et al., 2020 a, b) lungo la durata della vita.

I bambini che interagiscono con un robot in un ambiente ne fanno esperienza e ne deducono una conoscenza incarnata a partire dalla esplorazione sensomotoria dell'oggetto stesso.

Da questo punto di vista, «la conoscenza intuitiva della capacità di manipolare direttamente un artefatto produce l'incorporazione percettiva dell'artefatto stesso:

²⁰ «a term used to refer to the fact that intelligence cannot merely exist in the form of an abstract algorithm but requires a physical instantiation, a body.» (Pfeifer & Scheier, 2001, p. 649).

l'artefatto prossimale diventa stabilmente presente in noi, un'estensione del nostro corpo» (Riva G. , 2014, p. 78). Anche l'imitazione produce un effetto simile, mentre osservo qualcun altro manipolare l'oggetto, la sua estensione diventa anche la mia.

Antropomorfismo e Child Robot Interaction

Si possono identificare diversi tipi di robot, da quelli meccanici a quelli zoomorfi fino a quelli antropomorfi che vanno ulteriormente a definire i robot in quanto “oggetti”, con un determinato design e con potenzialità relazionali.

Un campo di ricerca relativamente nuovo, la robotica dello sviluppo, è dedicato alla programmazione di questi robot affinché mostrino pensieri, sentimenti e comportamenti simili a quelli umani. Lo studio di Beran et al (Beran & al., 2011) ha esplorato la percezione dei bambini rispetto alle caratteristiche cognitive (l'oggetto ha la capacità di pensare), affettive (l'oggetto prova sentimenti) e comportamentali (l'oggetto può svolgere funzioni) dei robot. In altre parole ha associato lo schema della definizione di animismo alla interazione bambino-robot. Il risultato è che i bambini hanno assegnato al robot molte capacità animistiche, ma sono stati più propensi ad attribuire capacità affettive che quelle cognitive o comportamentali. Inoltre, i nomi che i bambini hanno dato al robot, le descrizioni che ne hanno fatto e i pronomi che hanno usato per riferirsi al robot nelle loro risposte hanno evidenziato ulteriori attribuzioni di qualità umane. Queste risposte animistiche, inoltre, sono state più evidenti nei bambini più piccoli che in quelli più grandi. (Beran & al., 2011)

A partire da questo ultimo dato, i robot antropomorfi umanoidi sono tra i più utilizzati con gli esseri umani in contesti in cui la loro efficacia in termini relazionali è l'obiettivo principale e centrale (Di Dio et al. 2020). Lo studio delle interazioni tra robot con forma umanoide e bambini con sviluppo atipico ha mostrato come fosse proprio la forma del robot ad essere determinante per l'instaurarsi di una relazione significativa (Robins, 2005). L'attenzione verso la forma dei robot diventa dunque rilevante per lo studio della interazione bambino-robot. Gli studi mostrano che i bambini, già nei primi mesi di vita, riescono a imitare i movimenti di un robot e a seguirne lo sguardo (Funke, et al., 2018). Fitter e colleghi (Fitter, et al., Using a socially assistive humanoid robot to encourage infant leg motion training, 2019) hanno analizzato il processo di imitazione che si attiva nei bambini tra i 6 e gli 8 mesi in corrispondenza della sollecitazione al movimento di un robot antropomorfo come robot NAO. Altri studi antecedenti (Woods, Dautenhahn, & Schulz, 2004), hanno impostato 8 gruppi contenenti 5 immagini di robot (N totale: 40 immagini di robot) che hanno mostrato a 159 bambini (maschi: N:82 (52%) e femmine: N: 77 (48%) di età compresa tra i 9 e i 11 anni (età media = 10,19 anni, SD: 0,5 anni) di quattro scuole di Hertfordshire, Regno Unito, rivelando che i bambini provano maggiore disagio nei confronti di robot troppo simili agli esseri umani, preferendo robot con caratteristiche miste umane-meccaniche. Successivamente uno studio di Tung (Tung, 2016), ha mostrato come i bambini preferiscano robot con caratteristiche non troppo simili a quelle umane rispetto a robot con molte caratteristiche umane. Le ricerche empiriche hanno dimostrato che il grado di antropomorfizzazione fisica di un robot influisce anche sul modo in cui il robot stesso viene valutato dal punto di vista delle sue caratteristiche mentali (Manzi, et al., 2022). Infatti, l'aspetto antropomorfo del robot non è sufficiente a garantire l'efficacia interazionale con l'essere umano; anche, e soprattutto,

il suo comportamento deve ricalcare il modello umano (Marchetti, Manzi, Itakura, & Massaro, 2018). L'importanza dell'antropomorfizzazione fisica e comportamentale dei robot è ancora più importante quando questi sono impiegati come mediatori della relazione educativa nei contesti di apprendimento che coinvolgono bambini di diverse età. Lo studio di Manzi et al (Manzi, et al., 2020b) ci porta proprio a considerare che concentrandosi sull'aspetto dei robot è possibile avere effetti diretti sulla percezione delle capacità mentali dei robot. Inoltre tale corrispondenza tra forma e attribuzione di stati mentali varia al variare dell'età dei bambini. In altri termini, per bambini più piccoli sarebbe possibile progettare robot di forma astratta e meccanica al contrario, in età più avanzata, la tendenza ad antropomorfizzare i robot è almeno in parte influenzata dal design del robot (Manzi, et al., A robot is not worth another: exploring children's mental state attribution to different humanoid robots. , 2020b, p. 173).

La materialità e socio-materialità dei robot

Gli oggetti e le caratteristiche fisiche del mondo causano credenze e altri stati non percettivi (Nes, Sundberg, & Watzl, 2021). Nelle scienze cognitive è stato introdotto il concetto di affordance o di opportunità (Gibson, 1979). Secondo Gibson una affordance è una risorsa che l'ambiente offre a un soggetto in grado di coglierla. Ogni ambiente e oggetto possiede dunque delle proprietà che supportano una serie di azioni. La percezione del processo di affordance di un oggetto permette alle persone la scelta delle azioni da compiere. Generalmente, queste azioni sono legate all'ambito motorio e ai comportamenti manuali come prendere. L'affordance sembra essere una specie di opportunità intuitiva da cogliere, senza "pensarci troppo" (Riva G. , 2014).

Tuttavia vi sono anche interpretazione delle affordance con un'applicazione molto più ampia di quella finora ipotizzata (Rietveld & Julian Kiverstein, 2014). Sostengono che le possibilità che un ambiente offre a un animale dipendono dalle abilità che l'animale possiede. In virtù delle nostre numerose capacità, il paesaggio di affordances che abitiamo come esseri umani è molto ricco di risorse.

Si possono dunque definire due tipi di affordance (Riva G. , 2014): una diretta, definita dalle proprietà fisiche di un oggetto o di un ambiente. Forma, peso, consistenza, colore, odore sono tutte caratteristiche che determinano la possibilità di azione con quell'oggetto. Si tratta di proprietà costanti e quindi di opportunità stabili. Poi vi è l'affordance mediata che è invece il risultato della interazione con il soggetto e della sua interpretazione. In questo senso l'opportunità è mediata, relativa di soggetto in soggetto, in relazione alle sue conoscenze.

In questo senso lo sviluppo di elementi tecnologici in generale ha ampliato la riflessione sul ruolo della affordance degli oggetti (Riva G. , 2014).

Per Riva la riflessione su affordance e strumenti tecnologici va nella direzione dello scarto tra intuizione e ragionamento. Egli sottolinea come esistano due sistemi differenti di pensiero, quello intuitivo che genera impressioni e quello di ragionamento che invece porta a giudizi. Saper fare e sapere sono distinti nel soggetto, posso per esempio saper guidare una macchina senza essere in grado di spiegarne il funzionamento e viceversa posso sapere perfettamente la teoria senza essere in grado di guidare. Secondo Riva i dispositivi tecnologici, riferendosi in modo particolare ai media digitali, offrono opportunità di pensiero intuitivo.

Pentzold e Bischof (Pentzold & Bischof, 2019) prendono invece in considerazione gli oggetti robotici e ne sottolineano proprio la molteplicità della prefigurazione socio-materiale delle loro affordance. Discutendo tre esempi empirici di comunicazione uomo-robot, mostrano che le possibilità delle tecnologie "intelligenti" non vengono messe in atto in un processo pianificato e regolare o attraverso la sola azione razionale. Piuttosto, le affordance sono realizzazioni collettive che emergono nell'interazione tra uomo e macchina. Uno degli esempi che citano è proprio lo studio di Tanaka in cui dei robot sono stati collocati in asilo nido. Qui si è verificato che il ricercatore ha ignorato il robot e così hanno fatto anche i bambini. Questa situazione di esclusione dall'interazione mediata dall'adulto di riferimento, supporta dunque la tesi che «The incident illustrates that the assumed agency of the robot was highly dependent on the routine established in the situation» (Pentzold & Bischof, 2019, p. 5) e dunque le affordance sono costituite nello spazio tra le attività intrecciate di interazione Human- Robot. «Affordances cannot be determined in advance, but are collectively achieved in interactions between human and technological agents.» (Pentzold & Bischof, 2019, p.5). Alcune interazioni sembrano ripetere le azioni precedenti e altre assumono forme nuove o inaspettate. È importante notare che queste associazioni non si basano esclusivamente sulla percezione visiva, anche se una tale concezione scopica delle affordance è stata prevalente nella maggior parte della letteratura fin dalla comparsa di tale concetto (Pentzold & Bischof, 2019).

Se dunque esiste una componente socio-materiale delle proprietà fisiche delle tecnologie allora bisogna riflettere su quali tipi di operatività /*agency* siano associati a questi tipi di agenti. «Yet, essentialist definitions of human agency versus technical agency fail to account for the association of people and robots in the collective accomplishment of affordances. In these instances, the seemingly intelligently behaving devices assume the role of agents and partake, together with human agents, in shared situated actions» (Pentzold & Bischof, 2019, p.7). In altri termini se trattiamo le *affordance* come risultati collettivi questo rappresenta un allontanamento dalla questione di ciò che le tecnologie permettono o vietano alle persone di fare. Di fronte a "sistemi socio-tecnici che agiscono con e a volte senza o nonostante noi", come scrivono Nagy e Neff (2015, p. 2), Pentzold e Bischof pongono piuttosto l'accento sulla co-creazione socio-materiale di molteplici prefigurazioni. I casi in letteratura suggeriscono che le possibilità della tecnologia digitale non sono abilitate in processi pianificati senza intoppi o attraverso la sola azione razionale (Pentzold & Bischof, 2019). Infatti le interazioni con la tecnologia comportano per le persone una notevole quantità di occasioni in cui sperimentare negoziazione, problematizzazione e capacità di prendere decisioni rispetto a compiti più o meno noti. A seguito del carattere contestuale delle *affordance* delle tecnologie diventa dunque necessario ragionare sui termini da utilizzare per spiegare le ricerche svolte nel campo della HRI. Se infatti usassimo solamente il termine tecnologia (*technology*) sarebbe riduttivo in quanto, come indica Leonardi (Leonardi, 2012), questo potrebbe creare l'illusione che vi sia un qualche oggetto, *device*, o artefatto la fuori che fa cose, ignorando la realtà empirica che questi stessi oggetti, *device* e artefatti prendono significato e hanno effetto quando sono inseriti in un contesto sociale.²¹ Il termine di senso comune tecnologia

²¹ “out there doing things and ignores the empirical reality that those objects, device, and artifacts only come to have meaning and effects when they are enrolled in social practice”

dunque non rende tutte le sfumature che nella ricerca e nello studio della interazione umana con gli oggetti tecnologici via via sono state delineate. Dunque, inizialmente nella letteratura sono stati utilizzati termini come *technology-in-use* o *socio-technological ensembles* portando in evidenza la base costruttivista delle parole utilizzate. Infatti, la semantica di questa lingua presta maggiore attenzione alla interpretazione che le persone potevano fare della tecnologia che di come le persone la avrebbero utilizzate (Leonardi, 2012, p. 27). È in questo modo che è entrato a far parte della ricerca il termine *Materiality*. Materialità si può accompagnare ad ogni oggetto, tuttavia se di un martello è semplice individuare quale siano le sue proprietà fisiche materiali, ma di un oggetto tecnologico questo diventa più complicato.

Leonardi ricostruendo la storia dei termini prova a delineare una sintesi con lo scopo di creare un linguaggio comune tra i ricercatori, e dunque propone:

- «Materiality: the arrangement of an artifact's physical and/or digital materials into particular forms that endure across differences in place and time and are important to users
- Sociomateriality: enactment of a particular set of activities that meld materiality with institutions, norms, discourses, and all other phenomena we typically define as "social"
- Sociomaterial practice: the space in which multiple human (social) agencies and material agencies are imbricated (also called "technical subsystem")
- Social Agency: coordinated human intentionality formed in partial response to perceptions of a technology's material agency
- Material agency: ways in which a technology's materiality acts. Material agency is active as human approach technology with particular intentions and decide which elements of its materiality to use at given time
- Socio-technical system: recognition of recursive (not simultaneous) shaping of abstract social constructs and technical infrastructure that includes technology's materiality and people's localized responses to it. » (Leonardi, 2012, p. 42)²²

Come si inserisce questo dibattito sui termini per descrivere la materialità e la sociomaterialità nello studio della interazione uomo/bambino e robot? I robot sono oggetti tecnologici e, come abbiamo visto precedentemente, sono artefatti tecnologici relazionali/sociali. Dunque per i ricercatori l'interazione uomo-robot è un banco di prova e un campo ricco di informazioni dove queste forme emergenti di azione e comprensione

²² Materialità: la disposizione dei materiali fisici e/o digitali di un artefatto in forme particolari che resistono alle differenze di luogo e di tempo e sono importanti per gli utenti.

Sociomaterialità: messa in atto di un particolare insieme di attività che fondono la materialità con le istituzioni, i nomi, i discorsi e tutti gli altri fenomeni che tipicamente definiamo "sociali".

Pratica sociomateriale: lo spazio in cui sono imbricate molteplici agenzie umane (sociali) e agenzie materiali (chiamato anche "sottosistema tecnico").

Operatività sociale: intenzionalità umana coordinata che si forma in risposta alla percezione dell'agenzia materiale di una tecnologia.

Operatività materiale: modi in cui una tecnologia agisce materialmente. L'agenzia materiale è attiva quando l'uomo si avvicina alla tecnologia con particolari intenzioni e decide quali elementi della sua materialità utilizzare in un determinato momento.

Sistema socio-tecnico: riconoscimento della formazione ricorsiva (non simultanea) di costrutti sociali astratti e infrastrutture tecniche che includono la materialità della tecnologia e le risposte localizzate delle persone ad essa. "(traduzione italiana nostra)

socio-tecnica congiunta possono essere utilmente studiate (Pentzold & Bischof, 2019). Esplorare l'*affordance* di un oggetto robotico, ovvero la sua qualità fisica che suggerisce a un essere umano le azioni appropriate per manipolarlo, è un aspetto che può dirci di questo processo in generale. Pentzold & Bischof hanno esaminato alcuni lavori presenti in letteratura e hanno dedotto che le *affordance* non possono essere tutte determinate a priori ma come abbiamo detto sino ad ora sono il risultato delle interazioni tra attori umani e tecnologici. «Engineering and calibrating a robot that works in “unstructured” settings, that is, in places which are not factories or laboratories, is a fallible process. [...] *affordances* were established, elided, and manipulated in a spatial and temporal sequence of interactional routines that were marked by improvisation and ad hoc interventions» (Pentzold & Bischof, 2019, p.5). Gli autori dunque propongono una definizione di *affordance* che varia in base al contesto come realizzazione collettiva e socio materiale. Questo punto è molto importante per tutte le ricerche in ambiente naturale come il nostro studio. Infatti come vedremo in seguito, la nostra ipotesi di partenza è stata quella di far giocare liberamente dei bambini in un asilo nido, loro ambiente naturale, con dei robot, e andando successivamente ad osservare quale tipo di interazione socio materiale si è generata in quello specifico contesto sociale.

È importante sottolineare come ricordano gli autori che sebbene le azioni che un oggetto robotico suggerisce all'uomo per utilizzarlo siano frutto di una realizzazione collettiva e socio materiale, tuttavia questo non comporta uguaglianza né in termini di operatività, *agency* degli utenti, né in termini del loro *empowerment* (Pentzold & Bischof, 2019). L'analisi delle interazioni HRI diventa interessante per comprendere come gli esseri umani e le macchine affrontano la contingenza e l'ambivalenza dell'attività.

L'esperienza al nido come stimolo allo sviluppo

Persone da zero a tre anni
Elinor Goldschmied

Per crescere un bambino ci
vuole un intero villaggio
Proverbio africano

Il contesto socio-materiale dell'asilo nido

In Italia il sistema di offerta educativa per la fascia 0-3 anni è regolamentato da leggi regionali. Per il nostro studio facciamo specificatamente riferimento a quella della regione Lombardia²³. La normativa stabilisce alcuni parametri per il corretto funzionamento di un servizio educativo rivolto a questa fascia d'età, come ad esempio: il rapporto tra personale e bambini, la grandezza della struttura, i titoli di studio del personale e altri ancora.

In generale, l'asilo nido rappresenta uno dei primi ambienti sociali alternativi alla famiglia ed è proprio in questo contesto che le modalità relazionali dei bambini si manifestano all'interno del gruppo dei pari, tra bambini e mondo fisico, tra bambini e adulti di riferimento (Gobbo, 2017). I bambini al "nido" sperimentano la separazione dalla figura genitoriale e creano un legame sicuro con una nuova figura adulta di riferimento, l'educatore (Borghini, 2012; Caravita, Milani, & Traficante, 2018). Questo legame permette di avviare un percorso verso l'autonomia personale e relazionale. L'asilo nido è uno spazio in cui si apprendono diverse routine quotidiane (per esempio, il ritmo sonno-veglia), in cui esplorare e conoscere nuovi oggetti e materiali, fare esperienza di legami significativi con altri adulti e con i propri pari.

Il ruolo del gioco, inoltre, è riconosciuto di fondamentale importanza nello sviluppo del bambino prescolare. Non solo il gioco costituisce una forma espressiva e viene considerato come importante occasione di osservazione e conoscenza del bambino, ma anche come forma di apprendimento per i bambini stessi. Le proposte di gioco strutturate e pensate attraverso il metodo Goldschmied (Goldschmied, 1996), ormai riconosciute a livello internazionale in molti asili nido, utilizzano giocattoli tradizionali, come una cucina finta, accanto a materiali naturali e destrutturati, come anelli di legno per le tende e catenelle di metallo, con i quali i bambini possono esplorare, conoscere e

²³https://anci.lombardia.it/documenti/9744-DGR_09_03_2020_2929_Revisione_requisiti_esercizio_asili_nido.pdf

trasformare la realtà proprio a partire dalla relazione con gli oggetti. Offrire un ambiente ricco e cognitivamente stimolante è importante per lo sviluppo (Caravita, Milani, & Traficante, 2018), diverse attività permettono al bambino di sperimentare attraverso il proprio corpo in modo più libero che all'interno della propria abitazione che per quanto in sicurezza non potrà mai essere così alla sua portata come lo spazio di un asilo nido. Gli allestimenti dello spazio educativo dell'asilo nido sono pensati per assolvere quella che Mortari (Mortari, 2006) chiama, riferendosi al ruolo di caregiver, una funzione responsiva nel processo di prendersi cura dei bisogni evolutivi dei bambini. In questa ottica si può traslare il concetto e pensare che l'intenzionalità dell'equipe educativa di un asilo nido possa anche attraverso la riflessione su quali materiali proporre ai bambini assolvere alla funzione responsiva. Ovvero i materiali da esplorare e gli arredi sono messi a disposizione per soddisfare le curiosità intellettive e le abilità prassiche che si sviluppano nei bambini. In questa dimensione interviene anche la socio materialità degli oggetti, così come l'abbiamo intesa nel capitolo precedente, e le loro affordance che vengono messe a disposizione dei bambini. Per esempio, nel contesto dell'asilo nido, le aule (o meglio le sale) vengono organizzate e suddivise in spazi con l'ausilio di mobili bassi in base al tipo di attività proposta ai bambini: per il gioco simbolico sono usate cucine, vestiti per il travestimento, trenini, automobiline, ecc.; per il gioco senso-motorio sono presenti contenitori per i travasi, sabbiere, palline per manipolazione, ecc.; l'angolo morbido della lettura; i mobiletti con i giochi a terra come gli animali e le costruzioni. Qui di seguito inseriamo le immagini relative agli ambienti in cui abbiamo svolto la nostra ricerca e che si rifanno alla letteratura sino a qui accennata (Fig.4)



Figura 4 Ambienti al nido. Da sinistra a destra e dall'alto in basso abbiamo: giochi a terra e tavoli per il pranzo; allestimento per il gioco simbolico; allestimento per il gioco di prendersi cura e per i travestimenti

L'azione educativa nel contesto nido prende dunque forma grazie all'interazione dinamica tra una molteplicità di elementi eterogenei, non solo umani: spazio, tempi, corpi, oggetti, artefatti, arredi, norme, strategie e rituali.

Nella situazione educativa non è sufficiente porre attenzione all'individuo, bambino o educatore, ma occorre considerare anche la materialità e le sue relazioni con l'umano per meglio comprendere la complessità dell'esperienza educativa. Come ben enfatizzano Fenwick e colleghi (2011), l'individuo è tra la materia, ossia spazio e oggetti.

Diverse ricerche hanno studiato l'introduzione dei robot umanoidi nella scuola della infanzia (Alkhalifah, 2015; Fridin, 2014; Peretti, et al., 2020). Per esempio, Conti e colleghi (Conti, Cirasa, Di Nuovo, & Di Nuovo, 2020) hanno usato il robot umanoide NAO per raccontare alcune storie ai bambini e hanno visto che il robot può motivare e ingaggiare i bambini ad acquisire nuove conoscenze. Tuttavia, a oggi sono ancora pochissimi gli studi che hanno impiegato i robot in interazione libera nella fascia 0-36 mesi in un ambiente educativo come l'asilo nido. L'interesse nell'uso dei robot per questa fascia d'età riguarda sia la robotica educativa - maggiormente orientata agli aspetti applicativi - sia la ricerca di base, come ad esempio lo studio dei precursori della Teoria della Mente, quali l'imitazione, l'attenzione condivisa, lo sviluppo del linguaggio e il gioco di finzione (Marchetti, Manzi, Itakura, & Massaro, 2018; Truglio, Miglino, Ponticorvo, & Rubinacci, 2018)

La giornata tipo²⁴

Il Nido è una grande novità rispetto alla vita in famiglia e i bambini e le bambine hanno bisogno di sicurezze. Le "cose di tutti i giorni", pur diverse da come sono a casa, sono punti fermi. Si ritrovano gli oggetti, si rispettano le abitudini, si ascolta la voce dell'educatrice (magari che racconta la favola preferita): tutto questo ha l'obiettivo di consolidare queste sicurezze.

Nasce così un clima d'intimità che consente sia una buona relazione con l'adulto sia lo scambio di affetti con gli altri bambini. Questo risultato si ottiene con un impegno costante delle educatrici a seguire lo sviluppo di ogni singolo bambino.

La giornata al nido è caratterizzata da momenti che si ripetono quotidianamente consentendo ai bambini di scandire il tempo attraverso le esperienze vissute in un contesto educativo fatto di spazi organizzati, proposte educative e relazioni.

L'accoglienza

L'ingresso quotidiano del bambino e della bambina al nido, dalle 7.30 alle 9.00, costituisce un momento particolarmente delicato, nel quale è importante sentirsi accolti e riconosciuti. Lo spazio è pensato e allestito appositamente per facilitare il distacco e stabilire un rapporto personalizzato. È, inoltre, un'opportunità per lo scambio di notizie e informazioni tra adulti.

Lo spuntino di frutta

Intorno alle 9.30 bambini, bambine e adulti di riferimento si ritrovano insieme intorno al tavolo, davanti a uno spuntino a base di frutta da condividere prima di iniziare la giornata.

La cura e l'igiene

Il cambio è un momento importante di relazione intima tra educatrice e bambino/a dove la cura assume una forte valenza affettiva e comunicativa. Nel processo di crescita

²⁴ Dalla carta dei servizi degli asili partecipanti alla ricerca

del bambino e della bambina anche l'igiene diventa un'esperienza significativa di apprendimento e acquisizione di nuove abilità.

Le proposte educative

La scelta delle proposte educative, calibrata non solo sul gruppo, ma su ogni singolo individuo, è frutto di una regia educativa fondata sull'osservazione e sulla progettazione. Anche lo spazio, organizzato in funzione delle proposte educative e dell'età dei bambini e delle bambine, favorisce la crescita, incoraggiando la scoperta, la sperimentazione e il gioco nei diversi angoli predisposti. Gli ambienti di ogni servizio sono pensati, inoltre, per esprimere piacevolezza e familiarità, rassicurazione e contenimento facilitando il gioco spontaneo e la scelta autonoma delle attività, con proposte che sviluppano abilità e competenze diverse. In ogni sezione i bambini e le bambine hanno l'opportunità di svolgere attività di costruzione, manipolazione, pittura, gioco simbolico, esperienze ritmiche e musicali, lettura e narrazione, con possibilità di sperimentare e sviluppare abilità motorie, percettive, cognitive, linguistiche...

Il pranzo

Il pranzo al nido si svolge indicativamente intorno alle 11.45 e si caratterizza come momento educativo nel quale l'adulto, rispettando i tempi dei bambini e delle bambine, consente loro il raggiungimento di importanti conquiste. L'attenzione e la cura dei particolari, da parte delle operatrici, favoriscono, inoltre, il benessere e la piacevolezza di questo momento. I bambini e le bambine, divisi a piccoli gruppi, siedono al proprio tavolo accompagnati dall'adulto di riferimento e accrescono gradualmente la loro autonomia assaggiando, scoprendo nuovi sapori e gusti, acquisendo nuove abilità (usare il bicchiere e le posate, mangiare da soli, apparecchiare e sparecchiare, ecc.).

Il sonno

È un momento importante e delicato in cui i bambini e le bambine necessitano di una grande familiarità con l'ambiente e gli adulti per potersi addormentare serenamente. Ogni bambino e bambina, con un oggetto rassicurante (ciuccio, bambola, copertina...) raggiunge il proprio lettino accompagnato/a dall'educatrice.

La merenda

Dopo il riposo pomeridiano, i bambini e le bambine si ritrovano per la merenda. È un'occasione, dopo la breve separazione del sonno, di nuovo incontro, condivisione e convivialità con il gruppo dei compagni, prima di salutarsi e concludere la giornata.

Il ricongiungimento

Per il bambino e la bambina il ricongiungimento con i familiari è un momento ricco di emozioni che richiede cura e attenzione da parte degli adulti.

Lo sviluppo della persona dai 18 mesi ai 36 mesi

Questa fascia di età si caratterizza per un intenso progredire della persona su diverse aree, sono mesi di grandi cambiamenti nello sviluppo: area motoria; area della regolazione emotiva; area dello sviluppo cognitivo; area della Teoria della Mente (ToM); area del linguaggio (Caravita, Milani, & Traficante, 2018). Per quanto riguarda l'area Motoria si passa da un movimento lento a terra a progressivamente uno in posizione eretta e con una velocità di spostamento maggiore. Attraverso il corpo che si muove nella stanza anche per esempio spostando oggetti da un capo all'altro della stanza, come a "traslocare" sedie e cuscini i bambini occupano, esplorano e conoscono sempre più la dimensione spaziale.

Parallelamente i gesti si raffinano e si progredisce con lo sviluppo della manipolazione degli oggetti anche di piccole dimensioni. L'abilità di impugnare oggetti, pianificare la costruzione di strutture di complessità sempre maggiore (es. costruire torri con delle costruzioni) e utilizzare il proprio corpo per interagire in maniera più completa con l'ambiente socio-materiale (es. sfogliare le pagine di un libro con un dito) (Camaioni & Di Blasio, 2002)

Nel campo della regolazione emotiva si pensa alla diade caregiver – bambino come un sistema autorganizzato di mutua regolazione: se la regolazione materna viene meno, come nella situazione di still face, il bambino modifica immediatamente le sue modalità comunicative. Dopo l'anno di età si assiste anche a momenti di autoregolazione consolatoria, come la suzione del pollice per calmarsi o il distogliere lo sguardo da uno stimolo molto eccitante.

Tra i 2 e 3 anni, con il progredire di abilità di linguaggio, cognitive e di mentalizzazione, si osservano, pertanto, condotte di evitamento di situazioni indesiderate, di ricerca attiva di alcune persone, di richiesta di vicinanza e contatto fisico per ottenere conforto, sicurezza e consolazione. Grazie alle capacità di gioco simbolico e di finzione, i bambini cominciano a usare l'attività ludica per rielaborare e dare senso a esperienze emotive intense (Caravita, Milani, & Traficante, 2018).

Non è facile studiare le abilità percettive dei bambini, tuttavia attraverso l'analisi delle variazioni fisiologiche è stato possibile per i ricercatori indicare che, nel bambino di questa età, vi è una maggiore attivazione verso uno stimolo nuovo e questa stessa decresce quando uno stimolo è ripetuto. Tale tipo di dato è importante perché ci dice che gli infanti colgono la differenza tra diversi stimoli e che vi è la capacità di cogliere certe regolarità nel mondo esterno, per cui se si mostra al bambino una sequenza di stimoli sempre uguale e successivamente questa sequenza si modifica, già nella fase neonatale i bambini mostrano tempi di fissazione più lunghi in risposta alla sequenza nuova, come se i bambini fossero capaci sia di riconoscere certi oggetti sia le relazioni temporali tra i diversi oggetti (Caravita, Milani, & Traficante, 2018).

Le tappe evolutive della Teoria della Mente sono partite cercando di individuare l'età in cui i bambini sono in grado di ragionare sui comportamenti in modo metarappresentazionale. Le credenze e i desideri sono stati mentali alla base delle scelte dei nostri comportamenti quotidiani. Già nei primi due anni di vita i bambini mostrano di possedere strutture e schemi cognitivi che preparano la comparsa della ToM, veri e propri precursori quali: l'attenzione condivisa (joint-attention), il gesto di indicare con funzione dichiarativa (declarative pointing), la comprensione dell'agency, la comprensione della percezione visiva, il gioco di finzione (Caravita, Milani, & Traficante, 2018).

Il linguaggio verbale svolge funzioni sia interpersonali sia intrapsichiche: designazione della realtà (funzione referenziale); organizzazione del pensiero (funzione cognitiva); riferimento autoriflessivo al linguaggio stesso (funzione metalinguistica). Inoltre e non secondariamente, il linguaggio verbale fornisce un contributo insostituibile allo sviluppo della consapevolezza, dell'autoconsapevolezza e pertanto alla formazione dell'identità personale (funzione di individuazione).

Il gioco tra 18-36 mesi di età

Quando si parla di gioco un primo autore a cui si può fare riferimento è sicuramente Piaget²⁵ (Piaget, 1929). La sua analisi e strutturazione dei livelli evolutivi di intelligenza è stata utilizzata dall'autore anche per quanto riguarda il comportamento ludico-simbolico. Il modello piagetiano, in estrema sintesi, prevede una sequenza di stadi che seguono un andamento a U a partire da una fase di transizione dal gioco di esercizio (gioco pratico) al gioco pre-simbolico tra i 9-18 mesi e successivamente una fase di sviluppo dai 18 mesi ai 4 anni in cui vi è la realizzazione del gioco simbolico vero e proprio ovvero il "far finta di". Quest'ultimo, il gioco simbolico, è a sua volta suddiviso in tre livelli: 1) lo schema di gioco viene applicato anche su oggetti esterni come le cose e le persone e riguarda azioni che il bambino ha esperito su di sé (mangiare, pettinare, ecc..) o che ha visto fare da altri (spazzare, telefonare, ecc.); 2) il bambino diventa capace di accostare un oggetto ad un altro facendo un uso improprio e immaginario degli oggetti stessi (per esempio una conchiglia diventa una tazza) o anche prova attraverso il proprio corpo egli stesso ad assimilare ruoli diversi per esempio fingere di essere la mamma, ecc... 3) ciò che è stato assimilato nei precedenti livelli viene inserito in trame sempre più complesse con anche elementi immaginari e combinazioni simboliche (per esempio costruire una casa per formiche senza che vi siano realmente le formiche) (Braga, 2005) A questo livello, il gioco, secondo Piaget, può anche avere una funzione compensatrice di situazioni spiacevoli o conflittuali.

Piaget (Piaget, 1929) ha utilizzato le informazioni ottenute attraverso le osservazioni e le interviste con i bambini in diversi stadi dello sviluppo cognitivo. Come abbiamo visto precedentemente, nell'intervallo di tempo che corrisponde all'età di 2-11 anni, i bambini progrediscono attraverso due stadi denominati preoperativo e concreto-operativo. In questi stadi i bambini arrivano a comprendere e coordinare simboli e immagini mentali. Durante questa strutturazione delle capacità di pensiero, i bambini presentano un "errore" di pensiero che Piaget ha chiamato "animismo". In particolare, lo definisce come "la tendenza a considerare gli oggetti come viventi e dotati di volontà" (Beran, Ramirez-Serrano, Kuzyk, Fior, & Nugent, 2011, p. 170)²⁶. Di conseguenza, i bambini di questa fascia d'età tendono ad attribuire vita agli oggetti inanimati in movimento. Man mano che sviluppano concetti sugli attributi della vita che sperimentano, imparano ad attribuire la vita agli oggetti viventi (cioè piante e animali) solo nella fase operativa formale (a partire dai 12 anni).

Un'altra matrice di riferimento interessante nelle ricerche che hanno come oggetto di studio il gioco è quella socio-costruttivista (Fin, Garvey, Singer, Dunn) che inserisce la

²⁵ Piaget 1945

²⁶ he incorporated information gained through observations of and interviews with children into several stages of cognitive development. From the period of age 2–11 years, accordingly, children progress through two stages named preoperational and concrete-operational. Throughout these stages children come to understand and coordinate symbols and mental images. During this structuring of thinking abilities children exhibit an 'error' in thinking, which Piaget (1929) named "animism". Specifically, he defined it as "the tendency to regard objects as living and endowed with will" (p. 170). Accordingly, children in this age range tend to assign life to moving inanimate objects. As they develop concepts about the attributes of life they experience, they learn to ascribe life to living objects (i.e., plants and animals) only at the formal operational stage (age 12 years and older).

componente socio-affettiva-ambientale allo sviluppo della competenza ludico-simbolica. (Braga, 2005)

Il modello piagetiano si dice ad U in quanto ad un certo punto man mano che il gioco si fa più realistico vi è, secondo l'autore, un impoverimento del gioco un decalage evolutivo, mentre nella prospettiva socio-affettiva il gioco simbolico cambia e si trasforma, infatti la socializzazione dei simboli tra pari «non produce un impoverimento delle condotte ludiche, consente al contrario l'evoluzione del gioco simbolico verso la sua forma più matura che è quella del gioco sociodrammatico il quale si manifesta secondo la Garvey, già a partire dai tre anni» (Braga p.57) Secondo Vygotskij sono le cose, gli oggetti materiali, a suggerire il gioco che è condizionato dalle “pastoie situazionali” e poi si fa via via sempre più articolato di immagini e creatività. Dalle prime attività ludico-simboliche che necessitano di un ancoraggio a oggetti realistici si sviluppa successivamente un gioco di finzione che sembra essere facilitato da oggetti senza appiglio concreto, come a dire che vi è sempre meno necessità di un oggetto che abbia una somiglianza fisica o funzionale con l'oggetto referente delineando un cambiamento evolutivo nella rappresentazione mentale degli oggetti.

Questo ultimo tassello è in linea con gli studi sullo sviluppo della teoria della mente, ToM, la quale si riferisce alla «capacità di capire e prevedere il comportamento sulla base degli stati mentali (intenzioni, emozioni, desideri, credenze) propri e altrui» (Caravita, 2018, p.127). Il gioco di finzione richiede competenze metarappresentazionali proprie dello sviluppo della ToM, infatti la condotta ludico-simbolica è strettamente collegata alla rappresentazione metaforica e il gioco simbolico diventa dunque il precursore per operare trasposizioni di credenze in modo analogico, un bastoncino che diventa un telefono, bere il caffè per finta e sentirne il profumo in tutta la stanza riferendosi a ipotetici contenitori diventati splendide tazzine di caffè. Il gioco simbolico allena dunque una certa flessibilità cognitiva in quanto lo scambio dei propri segnali di gioco, comporta lo scambio dei simboli e delle proprie metarappresentazioni (Braga, 2005)

I riferimenti alla letteratura sono stati qui riportati allo scopo di sottolineare come esistano diverse acquisizioni teoriche e di ricerca sui significati e sulle possibilità evolutive del gioco simbolico alle quali si fa riferimento nella progettazione di spazi e attività educative, come asili nido e scuole dell'infanzia. Gli studi e le ricerche sulla influenza che gli oggetti in sé come opportunità di azione fornite dall'ambiente, ovvero l'*affordance* (Bruineberg & van den Herik, 2021; Dennett, 2017; Gibson, 1979) indicano che «intendendo la mente come incarnata, possiamo mostrare come le forme umane complesse di cognizione si siano gradualmente evolute a partire da interazioni sensomotorie più elementari con l'ambiente circostante.²⁷» (Bruineberg & van den Herik, 2021) Gli autori infatti sottolineano che non esiste una separazione tra mente e corpo e solo considerando la mente come incarnata è possibile cogliere la conoscenza che ne deriva dalla interazione con il mondo. Dunque gli

²⁷ By understanding the mind as embodied, we can show how complex human forms of cognition have gradually evolved out of more basic sensorimotor interactions with the environment

Questi stessi sono utilizzati nella progettazione dei robot per realizzare l'intenzionalità del tocco umano Natsuki Yamanobe, Weiwei Wan, Ixchel G. Ramirez-Alpizar, Damien Petit, Tokuo Tsuji, Shuichi Akizuki, Manabu Hashimoto, Kazuyuki Nagata & Kensuke Harada (2017) A brief review of affordance in robotic manipulation research, *Advanced Robotics*, 31:19-20, 1086-1101, DOI: [10.1080/01691864.2017.1394912](https://doi.org/10.1080/01691864.2017.1394912)

atti mentali dipendono dall'interazione sensomotoria con un ambiente che offre. Tuttavia anche se è ancora una questione aperta e tutta da dimostrare se una prospettiva incarnata sulla mente che si basa sulla nozione di *affordance* possa essere in grado di rendere conto di tutte le forme umane di cognizione, questo aspetto è alla base dell'allestimento degli spazi in asilo nido.

Infatti i materiali e i giocattoli a disposizione esercitano la qualità del gioco infantile, e sulla influenza dei fattori sociali, come il ruolo dei coetanei e degli adulti, nella produzione ludico-simbolica dei bambini. In questa cornice si inserisce la nostra ricerca di osservare in chiave qualitativa la modalità di gioco che si sviluppa con l'inserimento di due oggetti "nuovi" nel contesto dell'asilo nido in un gruppo di pari di 8 bambini con la propria educatrice di riferimento.

Il progetto di ricerca

“Non può esserci un lavoro che
riesca bene e di soddisfazione
senza gioco; non ci può essere
pensiero valido e sano senza
gioco”

Charles Dickens

Premessa

Nei capitoli precedenti abbiamo cercato di presentare i riferimenti della letteratura e le intuizioni che hanno guidato la nostra ricerca. In particolare, oltre alla attualità e contemporaneità culturale dello studio della interazione bambino-robot è nella sperimentazione in un contesto naturalistico di tale interazione che questo lavoro si inserisce e trova la sua peculiarità. Alla base vi è una visione «incarnata» della cognizione e la necessità di attraversare sperimentalmente ambientazioni “in the wild” (naturalistiche). Questo studio ci ha offerto la possibilità di osservare in un contesto ecologico, strutturato e condiviso tra pari e alla presenza di caregiver, l’interazione di bambini tra i 18 e i 36 mesi con robot (con diversi “gradi” di antropomorfismo) in una quotidianità di gioco libero e dunque permettendo di studiare la relazione nell’ambiente tramite azioni spontanee. Altro elemento di interesse riguarda l’analisi dei dati attraverso una metodologia qualitativa, ovvero partendo da una osservazione etnografica in un contesto educativo precoce.

Le premesse del lavoro di ricerca sono in rapporto con i capisaldi e riferimenti della psicologia dello sviluppo. Da una parte, Vygotskij con il suo accento sull’oggetto come artefatto culturale, in quanto artefatto materiale e connotato dalle interazioni sociali e culturali dell’ambiente in cui il bambino è immerso. Dall’altra parte, Piaget con lo sviluppo della conoscenza attraverso la fase del periodo senso motorio del bambino e quindi attraverso il proprio corpo, ma anche con il concetto di animismo ovvero la tendenza dei bambini a considerare gli oggetti viventi e dotati di volontà e il suo concetto di artificialismo secondo il quale i bambini attribuiscono agli oggetti origine umana. Dunque inserire un oggetto robotico, un artefatto culturale e sociale, in un asilo nido richiama inevitabilmente tali riferimenti di psicologia dello sviluppo.

A questi importanti autori abbiamo affiancato le ricerche in ambito di interazione uomo-robot e nello specifico bambini-robot. Ci siamo accorti che la letteratura in ambito di robotica educativa si concentra molto nella fascia 3-10 anni. Inoltre, la letteratura è ricca

nell'ambito di apprendimenti specifici, come imparare una seconda lingua, un argomento come la matematica o il coding.

La novità del nostro lavoro è quella di indagare una fascia di età precoce e in via di sviluppo individuata nell'intervallo tra 18-36 mesi e soprattutto in una situazione naturalistica e di gioco libero all'interno di un asilo nido. I robot, essendo degli artefatti materiali relazionali (Turkle, Breazeal, Das e, & Scassellati, 2006), quando inseriti in un contesto come quello dell'asilo nido, promuovono un cambiamento nelle modalità di interazione dei bambini con il mondo fisico e relazionale.

Questa ricerca esplorativa si propone di osservare come i bambini usano i robot nelle loro attività di gioco in un asilo nido. Proprio a partire dallo studio di Tanaka (2007) in cui un robot umanoide è stato collocato in asilo nido, ci è sorta la domanda di indagare le *affordance* degli oggetti e quindi la loro caratteristica socio-materiale, ovvero le realizzazioni collettive che emergono nell'interazione tra uomo e macchina. A questo proposito, abbiamo dunque pensato di confrontare due robot di forma diversa, una più antropomorfa e l'altra meno.

Obiettivi

In che modo i bambini tra i 18 e 36 mesi interagiscono con un oggetto robotico che varia rispetto al grado di antropomorfizzazione fisica e che tipo di relazione instaurano i bambini tra loro e con il robot a seguito dell'introduzione di questo nell'ambiente e nella situazione di gioco libero. Lo scopo dello studio è stato quello di osservare come due diversi tipi di robot, che variano per il loro grado di somiglianza con l'essere umano fisico, modificano le attività di gioco individuali e di gruppo di bambini di età compresa tra i 18 e i 36 mesi.

Partecipanti

Bambini

Per il presente studio sono stati coinvolti 25 bambini di età compresa tra i 18 e i 36 mesi, provenienti da due asili nido della provincia di Milano, due sezioni per asilo sono state coinvolte. I genitori hanno ricevuto una spiegazione dettagliata della procedura e compiti sperimentali, dei materiali utilizzati durante l'esperimento e hanno dato il loro consenso scritto. Lo studio è stato approvato dal Comitato Etico Locale (Università Cattolica del Sacro Cuore, Milano).

	YOUNGER			OLDER		
TOTALE	MAS.	FEMM.	MESI	MAS.	FEMM.	MESI
25	3	3	19-24	11	8	25-37

Tabella 2 Campione Partecipanti Bambini

Quattro sono i gruppi, formati in media da 6 bambini e da una educatrice di riferimento, che hanno giocato in modo libero con due tipi di robot diversi per forma e caratteristiche materiali.

Genitori

Ai genitori dei bambini partecipanti allo studio è stato chiesto di compilare un questionario socio demografico e un test sulle modalità di gioco in famiglia, oltre che il

consenso alla partecipazione del proprio figlio alla sperimentazione in asilo: hanno risposto 25 genitori.

Hanno risposto prevalentemente le madri 22 e 3 padri, con statistica descrittiva che indica una maggioranza di persone di età compresa tra 25-34 anni. L'età anagrafica è rappresentata da 11 persone e quindi circa il 40.74% che appartiene alla fascia 25-34 e 9 persone ovvero il 33.33% alla fascia 35-44. Seguono 5 persone nella fascia 55-64 e 2 tra i 65 e 74 anni.

Metodi e strumenti

Per il presente studio abbiamo predisposto un protocollo che ha preso in considerazione l'osservazione etnografica rapida (Scott Reeves, 2013); pertanto, esso consta di una osservazione densa della durata di pochi mesi secondo il paradigma prima-durante-dopo (ovvero tre fasi di osservazione legate all'introduzione della variabile, che nel nostro caso coincide con l'inserimento di robot tra i giochi) con l'obiettivo di analizzare qualitativamente il gioco libero di un gruppo di bambini con il robot.

L'osservazione si svolge sul campo e i dati sono raccolti da varie fonti, comprese le videoregistrazioni delle naturali interazioni tra chi è presente nella sezione dell'asilo nido. Ai bambini partecipanti lo studio abbiamo proposto in fase iniziale il test di Harris sulla competenza di gioco simbolico, prima di presentare loro il robot.

Inoltre, abbiamo utilizzato il questionario Parent Play Questionnaire (PPQ) rivolto ai genitori, dei bambini partecipanti allo studio, per esplorare la frequenza del gioco genitore-neonato, gli atteggiamenti dei genitori nei confronti del gioco con il bambino e dell'uso dei media digitali da parte del bambino nel gioco.

Il Metodo di ricerca qualitativo utilizzato

Nella prima infanzia, il metodo di ricerca qualitativo, permette di rilevare il processo di cambiamento che avviene negli individui, tenendo conto delle differenze individuali di ciascuno (Siegel, 1991). Il metodo etnografico si è evoluto con il tempo, diventando una metodologia più ampia che racchiude sotto di sé diversi tipi di ricerca con «modalità di raccolta dei dati e gestione dei tempi di permanenza sul campo anche molto diversi» (Bruni, 2017, p. 124), pur mantenendo intatta la sua peculiarità ovvero la possibilità di restituire una "descrizione densa" di una data situazione sociale e culturale. Quello che infatti rimane immutato è lo sguardo che anima le ricerche etnografiche, una predilezione per svelare l'impalcatura che sorregge l'intricata trama di routine, credenze, pensieri, strategie condivise dai partecipanti alla comunità (Bruni, 2017).

Tuttavia, l'etnografia dell'educazione è una scelta piuttosto originale nei contesti educativi di fascia 0-3, specie in Italia, (Pescaramona, 2018) ma può essere una risorsa determinante per comprendere come si posizionano le variabili educative in risposta a un contesto multiculturale complesso.

La raccolta dei dati è, per la maggior parte, relativamente "non strutturata" (Reeves & Kuper, 2008) In primo luogo, non implica il seguito di un progetto di ricerca fisso e dettagliato specificato all'inizio. In secondo luogo, le categorie utilizzate per interpretare ciò che le persone dicono o fanno non sono integrate nel processo di raccolta dei dati attraverso l'uso di programmi di osservazione o questionari. Invece, vengono generati dal processo di analisi dei dati. L'attenzione si concentra solitamente su pochi casi,

generalmente su scala piuttosto ridotta, forse un singolo contesto o gruppo di persone. Questo per facilitare uno studio approfondito. In sintesi, l'analisi qualitativa implica che le categorie di comportamento non siano definite a priori, ma siano fenomenologicamente astratte dalla lettura delle trascrizioni video.

Il nostro studio ha inoltre come riferimento le ricerche Human-Robot Interactions “in the Wild” (HRI) che nel complesso hanno «ricavato importanti informazioni su come i robot si inseriscono e modificano le strutture sociali al lavoro, a casa e in ambienti pubblici, e su come le persone si comportano quando i robot si intrecciano con la loro vita quotidiana²⁸» (Jung, Malte & Hinds, Pamela, 2018) inserendoli e osservando in contesti di vita quotidiana. Questo tipo di studi ci è sembrato coerente con i principi metodologici della osservazione etnografica rapida e con la analisi qualitativa dei dati che svolgeremo.

Il test per la comprensione del gioco di finzione

Per comprendere l'attitudine al gioco di finzione Harris e colleghi (Harris, Kavanaugh, Wellman, & Hickling, 1993, p. 16) hanno supposto che uno dei modi più semplici possa essere osservare un giocatore che si riferisca a un'entità immaginaria associata a un oggetto in scena e disponibile. In alternativa, un giocatore potrebbe anche riferirsi a un oggetto sostitutivo in termini di far-finta preferito ad un oggetto letterale. Entrambi questi due tipi di iniziativa di finzione possono essere accompagnati da azioni appropriate all'entità di finzione. Ad esempio, un bambino potrebbe chiedere un tè finto e allo stesso tempo porgere una tazza da tè vuota o fare riferimento a un oggetto sostitutivo.

Un partner che osserva e comprende tali iniziative dei bambini è in grado di fare diverse cose: selezionare tra gli oggetti in scena in termini di gioco di finzione; proporre una sostituzione di finzione a un oggetto simile nelle immediate vicinanze; dirigere le azioni verso un oggetto disponibile in termini di far-finta; cogliere le successive trasformazioni dell'entità di finzione; parlare di un oggetto sostitutivo o di un oggetto immaginario in termini di far-finta e dei possibili effetti; e così via.

Con queste premesse è stato pensato l'esperimento 2, che è quello da noi scelto e somministrato ai bambini prima di tutto il protocollo di interazione con e senza il robot.

ESPERIMENTO 2 (Harris, Kavanaugh, Wellman, & Hickling, 1993, p. 22)

In questo caso, l'esperimento è stato pensato per esaminare la capacità del bambino di estrapolare l'identità letterale degli oggetti, che fornisce una base per scoprire preferendo a inventare verità fittizie. (Walton, 1990). I bambini di età compresa tra i 18 e i 30 mesi hanno osservato mentre un adulto tendeva a dare da mangiare agli animali giocattolo con un oggetto che rappresentava un particolare cibo finto. La questione critica è se potessero estendere in modo appropriato questo gioco di finzione a oggetti di scena inutilizzati nelle immediate vicinanze.

Harris et. al hanno proposto questo esperimento a 15 bambini categoria younger 2 years old con una età compresa tra 24 e 33 mesi e 15 bambini categoria older 2 years old di età

²⁸ «Overall, from studies of robots conducted in situ, we have gleaned important insights about how robots fit into and change the social structures at work, at home, and in public settings, and how people behave when robots are intertwined with their daily lives.»

compresa tra 31-36 mesi. Noi lo abbiamo somministrato a 25 bambini di età compresa tra 21 e 37 mesi. Si veda la tabella 2 per i dettagli del nostro campione.

La procedura dell'esperimento prevede due fasi, uno di riscaldamento e una di effettiva registrazione dei risultati.

La fase di riscaldamento prevede che i bambini siano fatti sedere davanti a due pile separate di sei mattoni gialli e sei rossi; entrambe le pile erano a portata di mano. I mattoni sono stati selezionati per colore e forma, in modo da avere una minima somiglianza con una idea immaginaria di fantasia, riconducibili rispettivamente alla banana e alla torta, oggetti che poi realmente nell'esperimento avrebbero rappresentato. Così, i mattoni gialli erano curvi (a forma di arco) e i mattoni rossi erano cubi. Lo sperimentatore inizia introducendo una scimmia giocattolo di plastica, dicendo: "La scimmia vuole una banana. Diamogli un po' di banana". Poi, lo sperimentatore mette un piatto davanti alla scimmia, mette il mattone giallo sul piatto, lo portato verso la testa della scimmia e fa in modo che la scimmia "mangi" il mattone. La scimmia "mangia" la finta banana. Al bambino è stato poi dato un altro mattone giallo e gli è stato detto: "La scimmia vuole un'altra banana. Dai alla scimmia un'altra banana", e il bambino è stato incoraggiato a mettere il mattone giallo sul piatto e a far "mangiare" la scimmia. Lo sperimentatore dice: "Esatto. La scimmia sta mangiando la sua banana", mentre il bambino esegue l'azione appropriata. La scimmia e i due mattoncini gialli sono stati poi posizionati da un lato, ma sempre a portata del bambino. Lo sperimentatore poi posiziona un cavallo giocattolo al centro, di fronte al piatto e ha dice: "Il cavallo vuole un po' di torta. Diamogli un po' di torta". Tranne che per il riferimento alla "torta" e per l'utilizzo di uno dei mattoncini rossi, il procedimento è uguale al precedente mattoncino giallo/banana.

Dopo questa fase di riscaldamento si passa alla registrazione vera e propria.

Nella fase di test, lo sperimentatore introduce quattro animali, uno alla volta, nel seguente ordine fisso: mucca, maiale, anatra, gatto. Per ogni animale, lo sperimentatore dice: "Ecco il Il..... - vuole qualcosa da mangiare". L'animale è stato posizionato al centro, di fronte al piatto (e al bambino). "Ilvuole un po' di banana/torta. Dai al.....un po' di banana/torta". Per ciascun bambino, la preferenza alimentare associata a ciascuno dei quattro animali è stata determinata da una mescolanza casuale di quattro carte, due con raffigurato una foto reale di "torta" e due di "banana".

I bambini potevano selezionare un mattone giallo o rosso dalle pile rimanenti o un mattone già assegnato alla scimmia o al cavallo. Sono stati incoraggiati a mettere un mattone sul piatto dallo sperimentatore, che ha detto: "Metti un po' di banana/torta sul piatto", ma non è stato dato alcun feedback finché non è stato posizionato un mattone. Se veniva fatta una scelta errata, lo sperimentatore diceva: "No, quella è una torta alla banana", riportava il mattoncino nella sua posizione precedente, metteva un mattoncino corretto sul piatto, dicendo: "Ilvuole un po' di torta alla banana". L'animale e il mattoncino corretto sono stati poi rimossi da un lato e l'animale successivo è stato introdotto.

Tabella 3 Statistiche descrittive test di Harris et al.

Numero di risposte corrette						
N.P.	0	1	2	3	4	MEDIA

YOUNGER	1	3	0	0	0	2	1,33333
OLDER	3	1	1	2	2	10	2,68421

Il Parental Play Questionnaire (PPQ)

Il Parent Play Questionnaire (PPQ) viene presentato come uno strumento di valutazione a distanza infatti il PPQ è la prima misura standardizzata per valutare a distanza il gioco genitore-neonato, affrontando un'importante lacuna nel campo della ricerca sul gioco e dello sviluppo infantile precoce (Ahmadzadeh, Lester, Oliver, & McAdams, 2020). Con questo è possibile studiare la frequenza del gioco genitore-neonato, degli atteggiamenti dei genitori nei confronti del gioco con il bambino e dell'uso dei media digitali da parte del bambino. Come abbiamo visto nel primo capitolo il contesto in cui sono inseriti i bambini è un elemento fondamentale nella loro crescita. Dunque, il coinvolgimento dei genitori nel gioco può avere un ruolo importante nello sviluppo del bambino. Gli atteggiamenti e i comportamenti dei genitori nei confronti del gioco sono eterogenei nelle varie culture e società, con differenze di gruppo nella misura in cui i genitori coltivano, accettano o limitano il gioco (Ahmadzadeh, Lester, Oliver, & McAdams, 2020). I ricercatori presentano il primo questionario standardizzato, riferito ai genitori, per valutare il gioco genitore-bambino. È stato somministrato a tre campioni diversi di genitori del Regno Unito per un totale di 414 soggetti partecipanti.

Si concentrano sul gioco durante l'infanzia, il periodo dello sviluppo infantile che comprende i primi due anni di vita. Come abbiamo visto nei primi capitoli il gioco esplorativo e sensomotorio si sviluppa durante l'infanzia, seguito dall'emergere del gioco simbolico e dei giochi sociali reciproci, che diventano più complessi con lo sviluppo del linguaggio e delle capacità cognitive superiori. Gli autori hanno sviluppato tale questionario per indagare gli atteggiamenti dei genitori nei confronti del gioco genitore-bambino durante l'infanzia, la frequenza del loro gioco insieme e la frequenza dell'uso dei media digitali nel bambino. Ritenendo che misurare l'uso dei media digitali nei bambini sia importante per comprendere i potenziali impatti sul gioco genitori-figli e sullo sviluppo infantile in senso più ampio. (Ahmadzadeh, Lester, Oliver, & McAdams, 2020, p. 2). Il questionario è così costruito:

- A) scala *Frequenza del gioco genitore-bambino*, ideata per valutare la frequenza con cui i genitori hanno giocato con il loro bambino nelle ultime due settimane. Sono stati sviluppati otto item per coprire tutti i tipi di gioco genitori-bambino adatti ai neonati, sulla base di una revisione completa della letteratura sul gioco. I genitori hanno risposto utilizzando una scala di frequenza a sei punti;
- B) scala *Frequenza dell'uso dei media digitali*, progettata per valutare l'esposizione dei bambini a televisione, computer, tablet, smartphone e console di gioco nelle ultime due settimane.
- C) Infine è stata ideata la scala *Atteggiamenti dei genitori verso il gioco*, per misurare le percezioni e i comportamenti dei genitori durante il gioco con il loro bambino nelle ultime due settimane. Gli autori hanno ideato quattro item per valutare il coinvolgimento dei genitori nel gioco con il bambino; sette item relativi al piacere dei genitori nel gioco

con il bambino e quattro item per valutare il grado di strutturazione del gioco con il bambino da parte dei genitori, per verificare se i genitori dirigono e organizzano attivamente il gioco.

Per la nostra somministrazione che abbiamo svolto on-line attraverso il software Qualtrics abbiamo provveduto alla traduzione in lingua italiana con il supporto di una madrelingua inglese.

A) Frequenza delle occasioni di gioco tra genitori e bambini
Ripensando alle ultime due settimane indica la frequenza delle occasioni di gioco con tuo figlio nei seguenti modi:

- mai
- meno di una volta alla settimana
- uno o due volte alla settimana
- più volte alla settimana
- uno o due volte al giorno
- più volte al giorno

1. Giochi con interazione fisica (motricità generale), per esempio: sollevarlo in aria, farlo volare come se fosse un aeroplano, fare cavalluccio
2. Giochi con interazione fisica moderata (motricità fine), per esempio fare il solletico, muovere le gambine, fare dei giochi con le mani o le dita
3. Giocare utilizzando giocattoli, per esempio: costruzioni, incastri di forme e puzzle di legno
4. Gioco simbolico, per esempio: faccio finta...far finta di parlare al telefono, trasformare una blocco di una costruzione in macchina o far abbaiare un pupazzo di cane
5. Giochi di interazione senza giocattoli, per esempio gioco del cucù, “vedo vedo...”, filastrocche che indicano le parti del viso o delle mani
6. Giocare con i libri, per esempio far vedere una immagine in un libro, o leggere insieme una storia
7. Giochi sonori, per esempio usare strumenti musicali per bambini, usare le pentole come una batteria
8. Cantare, per esempio canzoni/filastrocche della tradizione,

A) Frequenza di utilizzo di supporti digitali
Alcuni bambini trascorrono del tempo guardando programmi televisivi o video. Vorremmo sapere la frequenza con cui i vostri figli svolgono queste attività, ripensando alle ultime due settimane....:

- mai
- meno di una volta alla settimana
- uno o due volte alla settimana
- più volte alla settimana
- uno o due volte al giorno
- più volte al giorno

1. hanno guardato programmi o video in televisione/computer/ tablet/ smartphone con te
2. hanno guardato programmi o video in televisione/computer/ tablet/ smartphone con qualcun altro?
3. hanno guardato programmi o video in televisione/computer/ tablet/ smartphone da soli

C) Atteggiamento/approccio verso il gioco (grado di coinvolgimento, di soddisfazione o di pianificazione)²⁹
Di seguito presentiamo delle affermazioni su come alcuni genitori giocano con i figli indica ogni quanto ti sei comportato in questo modo nelle ultime due settimane..

- mai
- qualche volta

²⁹ Qui vengono presentate le domande suddivise per categoria per una più facile comprensione ma nella somministrazione sono state randomizzate

• <i>spesso</i>
• <i>sempre</i>
1. <i>sono troppo preso/a per giocare con mio figlio/a quando lui/lei vuole giocare con me (coinvolgimento)</i>
2. <i>quando mio figlio/a vuole giocare con me lo/a incoraggio a giocare con i giocattoli così posso continuare con il mio lavoro (coinvolgimento)</i>
3. <i>ci sono alcuni giorni che trascorrono senza aver avuto il tempo di giocare con mio figlio/a (coinvolgimento)</i>
4. <i>se mio figlio/a vuole giocare con me smetto immediatamente per giocare con lui/lei (coinvolgimento)</i>
5. <i>evito di giocare con mio figlio/a quando ho avuto una lunga giornata (soddisfazione)</i>
6. <i>giocare con mio figlio/a può essere una incombenza (soddisfazione)</i>
7. <i>è molto più conveniente quando mio figlio/a si diverte a giocare da solo/a senza la necessità che io sia coinvolto/a (soddisfazione)</i>
8. <i>evito di giocare con mio figlio/a quando ho altri lavori da fare (soddisfazione)</i>
9. <i>non perdo occasione di giocare con mio figlio/a (soddisfazione)</i>
10. <i>non vedo l'ora di giocare con mio figlio/a (soddisfazione)</i>
11. <i>quando mio figlio/a perde interesse nel gioco che stiamo facendo cerco di coinvolgerlo/a in un altro gioco (soddisfazione)</i>
12. <i>decido io a che gioco giochiamo e come giochiamo (struttura)</i>
13. <i>scelgo giocattoli che stimolino lo sviluppo delle competenze/abilità (struttura)</i>
14. <i>tutti i giorni ritaglio un po' di tempo per giocare con mio figlio/a (struttura)</i>
15. <i>lascio scegliere a mio figlio/a a cosa/come giochiamo (struttura)</i>

Tabella 4: Traduzione in italiano del PPQ test, in appendice la versione originale

Materiali

Robot

Per lo studio sono stati utilizzati Pixy e Idol, due robot sociali adatti per bambini della fascia 18-36 mesi che si differenziano per il loro grado di antropomorfizzazione fisica (si veda Figura 5). Il robot Pixy è un robot meccanico che assomiglia a una macchina: ha delle ruote cingolate che gli permettono di muoversi all'interno dell'ambiente e uno schermo che richiama una faccia con due cerchi blu che raffigurano gli occhi; quindi, nonostante la sua forma alquanto meccanica, presenta alcune caratteristiche antropomorfe. Inoltre, sulla parte superiore si possono inserire dei cubetti di plastica che permettono l'attivazione di pattern comportamentali (per esempio, aggirare degli ostacoli). Il robot Idol ha una forma più antropomorfa di Pixy e assomiglia ad un astronauta con casco e corpo bianco: la struttura del volto è più simile a quella umana e ha uno schermo su cui, quando acceso, sono riprodotti due occhi che possono modificare la loro forma per esprimere le emozioni. Inoltre, si può interagire con Idol attraverso la comunicazione verbale (il robot presenta un software per il riconoscimento e la riproduzione vocale) e alcuni sensori presenti sulla testa e sulle braccia.

I due robot sono stati da noi utilizzati per la prima volta. Si è deciso in questo primo lavoro di ricerca di limitare la comparazione tra due diversi tipi di robot e di consegnare al gruppo di bambini un robot alla volta.

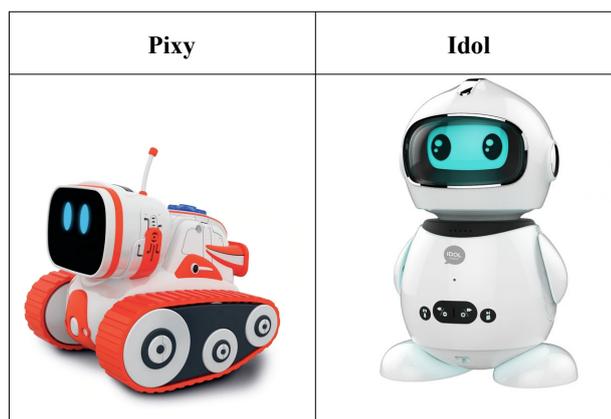


Figura 5 Immagine dei due robot utilizzati per lo studio

Procedura

Per quanto riguarda i genitori a questi ultimi è stato somministrato il questionario Parent Play Questionnaire (PPQ) (Ahmadzadeh, Lester, Oliver, & McAdams, 2020) compilato on line attraverso un link generato da Qualtrics, il questionario era preceduto da alcune domande volte a rilevare il dato socio-demografico del campione.

Invece, per quanto riguarda i bambini questi sono stati osservati durante le sessioni di gioco libero svolte all'interno dello spazio consueto dell'asilo nido. Lo studio ha comportato la raccolta di dati a partire dalla ricezione di approvazione della commissione etica.

Il reclutamento dei potenziali partecipanti allo studio è stato di convenienza. I partecipanti genitori sono stati contattati con una mail introduttiva inviata dalla coordinatrice dell'asilo. La mail di richiesta conteneva l'invito a partecipare allo studio dal titolo "Le interazioni tra bambini e robot nell'asilo nido: uno studio esplorativo sull'effetto dell'antropomorfismo dei robot".

È stato consegnato il modulo di consenso informato ed è stato esplicitato che, in caso di problemi o necessità o curiosità relative allo studio, i partecipanti potevano rivolgersi ai ricercatori in qualsiasi momento.

	Attività								
	Randomizzazione presentazione robot						Randomizzazione presentazione robot		
	Robot Idol			Robot Pixy			Robot Idol		Robot Pixy
	assessment gioco finzione	Gioco libero senza robot	Fuzionamento Robot	Gioco libero con il robot	Fuzionamento Robot	Gioco libero con il robot	Gioco libero senza robot	Follow-up gioco con robot	Follow-up gioco con robot
N° Osservazioni	1 volta	2 volte	2 volte	2 volte	2 volte	2 volte	2 volte	1 volta	1 volta
Quando	Momento 1	Momento 1	Momento2	Momento 1	Momento2	Momento 1	Momento 1	Momento 1	Momento 1
Tempi	1 settimana		1 settimana	1 settimana	1 settimana	1 settimana	1 settimana	1 settimana	

Tabella 5 Organizzazione del coinvolgimento dei bambini

1. *Assesment* gioco di finzione: somministrazione del test di Harris con l'esperimento 2. Il primo contatto da parte della ricercatrice coi bambini è avvenuto per la fase di somministrazione, a 4 gruppi di circa 6 bambini ciascuno, del protocollo di Harris per l'osservazione del gioco di finzione. La ricercatrice dopo una periodo di ambientamento coi bambini ha proposto loro la sequenza di gioco con mattoncini di forma a semicerchio e quadrata in funzione della forma di banane e di torte. A

seguire poi insieme hanno dato da mangiare in modo finto ai quattro animali giocattolo previsti dal protocollo (scimmia, cavallo, oca, gatto).

Successivamente la ricercatrice ha effettuato l'osservazione delle routine di gioco dei bambini in asilo nido di 4 gruppi composti da 6 bambini ciascuno secondo la sequenza anticipata nella tabella 4 e descritta qui di seguito. Questa fase di osservazione è cominciata il 7 maggio 2021 ed è terminata il 9 luglio 2021, le fasi di osservazione dei bambini dal punto 3 al punto 6 sono state svolte in due giorni nella medesima settimana, martedì e giovedì, per 30' minuti per volta. Le fasi descritte nel punto 2-7-8, invece, una volta alla settimana sempre per 30' minuti.

2. Gioco libero senza robot. Osservazione naturale dei bambini e delle loro attività di gioco senza robot durante la permanenza al nido. I bambini hanno terminato il loro periodo di ambientamento e il gruppo classe si stava formando è stato quindi possibile iniziare ad osservare le modalità di gioco libero nel momento in cui gli equilibri tra bambini e la fiducia nella educatrice si è stabilizzata. Questo momento è stato interessante per vedere: il tempo e la collocazione nello spazio che i bambini impiegano durante il gioco con i giocattoli a loro disposizione, i giochi che ciascun bambino fa con i propri compagni (giochi di interazione fisica, gioco di finzione, gioco simbolico), le modalità comunicative (verbalizzazioni). (1 osservazione per ogni gruppo per 30 minuti dopo la merenda del mattino quindi in un periodo di tempo tra le 10,00 e le 11,00)
3. Funzionamento Robot 1. La ricercatrice ha mostrato ai bambini come funziona uno dei due robot e ha proposto una di interazione con esso con la sua supervisione e sempre alla presenza della educatrice di riferimento. Nella giornata educativa del nido c'è un momento in cui avviene la proposta strutturata da parte dell'educatrice. Tutti gli allestimenti di base vengono tolti e viene offerta un'esperienza educativa con un solo materiale, nel nostro caso è stato il robot, questo per stimolare la scoperta e l'esplorazione del robot senza altre distrazioni. Tale momento si colloca tra le 10.00 e le 11.00 della mattina. (2 giorni in una medesima settimana per gruppo)
4. Gioco libero con un robot 1. Il robot 1 è stato collocato in un luogo del nido, tra gli allestimenti base sempre a portata di mano dei bambini e delle bambine, in uno spazio il meno possibile connotato da indicazioni di significato come l'angolo "del simbolico" "l'angolo della lettura" ecc.... nell'ambiente erano presenti la ricercatrice e l'educatrice di riferimento. È stato osservato il tipo di gioco messo in pratica con un singolo robot: gioco simbolico vs giochi di interazione fisica; uso convenzionale vs non convenzionale del robot (es. il bambino usa il robot come un partner di gioco oppure ci si siede sopra); gioco di gruppo vs gioco solitario con il robot; linguaggio in prima vs terza persona Tale momento si colloca tra le 10.00 e le 11.00 della mattina. (2 giorni in una medesima settimana per gruppo)

5. Funzionamento Robot 2. La ricercatrice ha mostrato ai bambini come funziona uno dei due robot e ha proposto una di interazione con esso con la sua supervisione e sempre alla presenza della educatrice di riferimento. Nella giornata educativa del nido c'è un momento in cui avviene la proposta strutturata da parte dell'educatrice. Tutti gli allestimenti di base vengono tolti e viene offerta un'esperienza educativa con un solo materiale, nel nostro caso è stato il robot, questo per stimolare la scoperta e l'esplorazione del robot senza altre distrazioni. Tale momento si colloca tra le 10.00 e le 11.00 della mattina. (2 giorni in una medesima settimana per gruppo)
6. Gioco libero con un robot 2. Il robot 2 è stato collocato in un luogo del nido, tra gli allestimenti base sempre a portata di mano dei bambini e delle bambine, in uno spazio il meno possibile connotato da indicazioni di significato come l'angolo "del simbolico" "l'angolo della lettura" ecc.... nell'ambiente erano presenti la ricercatrice e l'educatrice di riferimento. È stato osservato il tipo di gioco messo in pratica con un singolo robot: gioco simbolico vs giochi di interazione fisica; uso convenzionale vs non convenzionale del robot (es. il bambino usa il robot come un partner di gioco oppure ci si siede sopra); gioco di gruppo vs gioco solitario con il robot; linguaggio in prima vs terza persona. Tale momento si colloca tra le 10.00 e le 11.00 della mattina. (2 giorni in una medesima settimana per gruppo)
7. Osservazione naturale senza robot. Osservazione delle interazioni dei bambini durante la permanenza al nido. I bambini hanno interagito con il robot terminato è quindi possibile osservare le modalità di gioco dopo il gioco libero con i robot. (1 giorno di una settimana)
8. Follow-Up. Osservazione con robot in uno spazio neutro del nido: i robot saranno nuovamente presenti nei luoghi del nido, tra gli allestimenti base sempre a portata di mano dei bambini, in uno spazio il meno possibile connotato da indicazioni di significato come l'angolo "del simbolico" "l'angolo della lettura" ecc...Nuovamente abbiamo osservato il tipo di gioco messo in pratica con un singolo robot. (1 giorno di una settimana).

La scelta di proporre prima un robot e poi l'altro è stata randomizzata ma in modo che si avessero alla fine due gruppi che iniziassero con un robot e due gruppi che iniziassero con l'altro. In sintesi, ogni gruppo ha avuto quattro momenti di presentazione del funzionamento del robot e quattro di gioco libero, 2 per ogni tipo di robot.

Svolgimento della fase di osservazione dei bambini

Durante le normali attività del nido la sperimentatrice (da qui in poi Exp) è stata inserita all'interno della classe. Exp è stata introdotta ai bambini dall'educatrice di sezione. Dopo un primo incontro della durata di 30' di familiarizzazione con i bambini, Exp ha mostrato per quattro incontri della durata di 30' ciascuno (due incontri per ogni robot) il funzionamento dei due robot, Pixy e Idol. Nello specifico, ha mostrato ai bambini che Pixy, attraverso i cubetti da incastrare nell'apposito scomparto, poteva animarsi e

muoversi all'interno dell'ambiente e che Idol poteva parlare, esprimere emozioni e reagire se venivano toccate alcune parti (i sensori). I bambini, inizialmente seduti in cerchio con la propria educatrice, assistevano alla dimostrazione del funzionamento dei due robot con la possibilità a turno di manipolare e fare esperienza del funzionamento dei robot.

Attraverso la fase iniziale di sperimentazione del funzionamento dei due robot i bambini hanno potuto osservare l'agency dei due robot – i.e. la capacità di agire socialmente nell'ambiente (Jackson & Williams, 2021). Ogni robot è stato presentato da Exp al gruppo di 6 bambini per due sessioni, con la presenza costante della educatrice di riferimento e mostrando loro il funzionamento, in questa prima fase i bambini potevano a turno, seduti in cerchio per terra, guardare e toccare e fare delle prove con il robot. Successivamente i bambini hanno trovato l'oggetto disponibile tra i giochi dell'asilo senza essere avvisati.

L'inserimento dei robot all'interno dell'allestimento della classe dei bambini in altre quattro sessioni di gioco libero della durata di 30' ciascuna (due incontri per ogni robot) è l'oggetto delle analisi qui descritte. In particolare, il robot è stato inserito tra i giochi dei bambini e questi sono stati liberi di prenderli e integrarli nelle loro attività di gioco. Durante tutte le sessioni di gioco libero dei bambini, l'educatrice ed Exp sono state all'interno della classe. Tutte le sessioni sono state videoregistrate con due telecamere fisse. Queste sono state posizionate in modo da poter riprendere tutte le attività dei bambini.

Le telecamere sono sempre un oggetto curioso per i bambini e allo stesso tempo ci si abitua facilmente perché vengono utilizzate anche per la documentazione quotidiana delle attività dell'asilo nido. Le registrazioni video sono state effettuate con quattro gruppi formati in media da 6 bambini, per un totale di 26 bambini partecipanti. Il primo gruppo di bambini che ha giocato in modo libero (quindi successivamente agli incontri di presentazione del funzionamento dei robot) con entrambi i tipi di robot in modo randomizzato ha iniziato il 7 maggio 2021 e l'ultimo gruppo ha terminato il 9 luglio 2021. È stata mantenuta la cadenza di due volte la settimana per ogni gruppo.

Per una sintesi delle diverse interazioni bambini-robot si veda la Tabella 6 e 7 qui di seguito.

	ID	robot pixy	robot pixy	robot idol	robot idol	TOTALE interazioni per bambino
Sez. E	CDZ1119	B	B	A	A	4
	CDZ101	B	B	A	A	4
	CDZ91	B	B	A	A	4
	CDZ719	B	B	paura	Paura	2
	CDZ37	0	0	0	0	0
	CDZ813	0	0	A	A	2
	CDZ1322	0	0	A	A	2
	CDZ522	0	0	A	0	1

Sez. D	CDZ184	A	A	B	B	4
	CDZ64	A	A	B	B	4
	CDZ164	A	A	B	0	3
	CDZ191	A	A	B	B	4

	CDZ151	A	A	0	0	2
	CDZ2013	A	A	0	0	2
Sez. R	ODG161	B	B	A	A	4
	ODG117	B	B	A	A	4
	ODG197	B	B	A	A	4
	ODG1719	B	B	A	A	4
	ODG101	B	B	A	A	4
Sez. F	ODG135	A	A	B	B	4
	ODG151	0	0	B	B	2
	ODG414	A	A	B	B	4
	ODG162	A	A	B	B	4
	ODG1223	A	0	0	0	1
	ODG1811	A	A	B	B	4
	Totale interazioni per robot	20	19	20	18	

Tabella 6 Schema riepilogativo delle interazioni bambino-robot in asilo.
 Legenda: Con la lettera A viene indicato il primo robot incontrato e con la lettera B il secondo. Con 0 il fatto che il bambino non fosse presente nell'asilo nella giornata dedicata alla interazione con il robot.

DISTRIBUZIONE INTERAZIONI BAMBINO-ROBOT	
Su un totale di 26 bambini , il n. di bambini	Che ha avuto n. di interazioni
15	4
1	3
6	2
2	1
1	0

Tabella 7. Numero di bambini che hanno svolto un numero di interazioni

Le interazioni totali per ogni robot nonostante le possibili assenze dei bambini dall'asilo sono alla fine risultate equamente distribuite: 39 per robot Pixy e 38 per robot Idol. Abbiamo deciso di analizzare tutti i video di tutti i gruppi e di prendere in considerazione tutti i partecipanti.

Risultati

Un bambino ha piccole mani, piccoli piedi e piccole orecchie, ma non per questo ha piccole idee.

Le idee dei bambini a volte sono grandissime, divertono i grandi, fanno loro spalancare la bocca e dire: "Ah!"

La ricerca si configura come qualitativa dunque le risposte alla domanda di indagine verranno illustrate in forma descrittiva. In questo capitolo verranno presentati sia i risultati del campione di genitori che ha partecipato alla ricerca e che ha risposto alle domande di un questionario sociodemografico e del PPQ test che del campione *bambini* a cui è stato proposto il test di Harris con l'esperimento 2 (una attività di gioco per valutare il gioco simbolico) e a cui è stato proposto di giocare liberamente con due tipi di robot diversi per grado di antropomorfismo.

Risultati del Parental Play Questionnaire (PPQ test): partecipanti genitori

Alla somministrazione del PPQ test era associato in prima battuta una raccolta di dati socio demografici del campione e a seguire le domande del test. In totale hanno risposto 25 genitori. Come abbiamo già riportato nella sezione partecipanti hanno risposto al questionario 22 madri e 3 padri. La media dell'età è compresa tra 25-34 anni.

La percezione di appartenenza etnica è prevalentemente caucasica con una minor rappresentanza di africana e ispanica, a seguire l'etnia araba. I genitori che hanno risposto hanno un titolo medio alto, infatti solo 3 persone hanno la licenza media (11.11%) e 6 il diploma di scuola superiore (22.22%) il resto del campione ha almeno un corso di specializzazione post-diploma, o una laurea, triennale (11.11%) o magistrale (25.93%) e 2 hanno il dottorato.

Il nucleo familiare risulta per il 77.78% sposato o convivente, il resto del campione è rappresentato dalla famiglia mono-genitoriale.

Rispetto alla condizione lavorativa la tabella 8 qui di seguito inquadra le diverse caratteristiche:

Risposta	%
Impiegato a tempo pieno (38 o più ore settimanali)	44.44%

Impiegato a tempo parziale (fino a 36 ore settimanali)	3.70%
Disoccupato e attualmente in cerca di lavoro	3.70%
Reddito di cittadinanza	0.00%
Studente/ssa	3.70%
Casalinga	14.81%
Lavoratore autonomo	22.22%
Inabile al lavoro	0.00%
Cassa integrazione per emergenza sanitaria	7.41%
Totale	100%

Tabella 8 condizione lavorativa del campione genitore

Con una equa distribuzione tra lavoro agile da casa (37.04%) e lavoro in presenza (40.74%), vi è poi una minoranza che si alterna tra i due sistemi di gestione del lavoro. Il tipo di abitazione in cui vivono le famiglie che hanno risposto al questionario è prevalentemente un appartamento in condominio, a seguire una casa indipendente come illustrato dalla tabella 9.

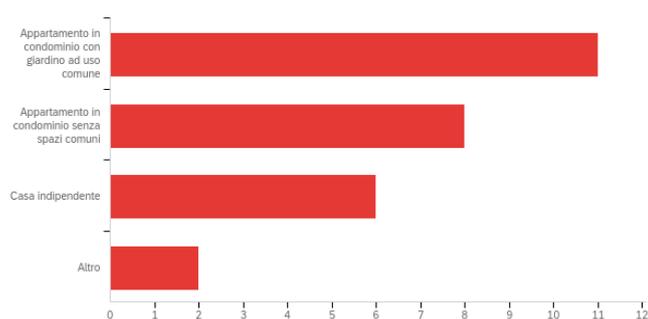


Tabella 9 tipo di abitazione del campione genitore

Il nucleo familiare oltre ai genitori è composto in ugual numero da 1 o 2 figli, nettamente inferiore invece le famiglie con più di 2 figli, la tabella 10 mostra la distribuzione:

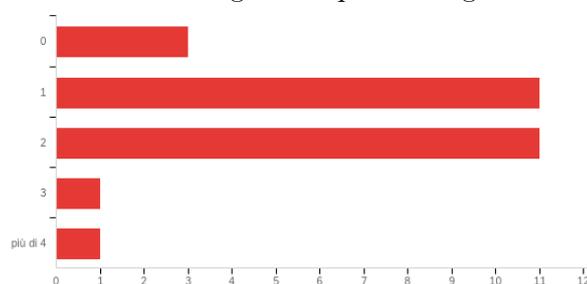


Tabella 10: numero di figli per nucleo familiare

Il questionario proseguiva con alcune domande volte ad indagare la presenza di strumenti tecnologici presso le abitazioni del campione intervistato. Seguono dunque una serie di domande rispetto al possesso di strumenti tecnologici come smartphone, tablet e televisori ed l'analisi delle risposte mostra che sono mediamente presenti in un numero

1:1. Per quanto riguarda i Personal Computer solo il 3.70% , ovvero 1 persona dichiara di non averne nessuno, seguono 7 persone (25.93%) con almeno un pc in famiglia. La somma delle risposte successive ovvero tra 2 e più di 4 pc per famiglia è ben oltre il 50%, da cui possiamo dedurre una presenza significativa di questi supporti informatici nelle abitazioni.

Non è così per i tablet, infatti già il 51.85% non ne possiede nessuno. Tuttavia la restante metà del campione si distribuisce tra possederne almeno 2 fino a più di 4.

La distribuzione degli smartphone è molto simile a quella dei PC. Quindi vi è il 69% che ne ha almeno 2 fino ad arrivare a 4.

Se sommate queste informazioni ci dicono che abbiamo almeno un device tecnologico per componente della famiglia.

Inoltre se prendiamo in esame il risultato alla domanda sul possesso di televisori vediamo che 4 famiglie non lo possiedono e che la maggior parte delle abitazioni ne vede almeno 2 collocati nei propri appartamenti, seguono in misura minore 3 e infine 4 televisori per nucleo.

Entriamo ora nel dettaglio dell'analisi dei dati rispetto al Parental Play Questionnaire (PPQ), che ricordiamo è suddiviso in tre sezioni A-B-C.

La sezione A chiede al genitore di indicare la frequenza di gioco e il tipo di gioco che ha svolto nelle ultime due settimane, vengono proposti otto tipi di modalità di gioco diversi che vanno dal gioco fisico alla lettura di fiabe e racconti e il genitore per ciascuna opzione doveva indicare un valore tra 0 che corrisponde a mai e 5 che corrisponde a più volte al giorno. Come è possibile scorgere nella tabella 11 che segue, il campione ha rivelato di giocare con i propri figli una o più volte al giorno, con una preferenza per i:

1. Giochi con interazione fisica (motricità generale), per esempio: sollevarlo in aria, farlo volare come se fosse un aeroplano, fare cavalluccio (media 4,8)

2. Giochi con interazione fisica moderata (motricità fine), per esempio fare il solletico, muovere le gambine, fare dei giochi con le mani o le dita (media 4,9).

Al contrario i momenti di gioco sembrano essere meno caratterizzati e centrati sui giochi sonori o suonare strumenti:

7. Giochi sonori, per esempio usare strumenti musicali per bambini, usare le pentole come una batteria (media 3,3)

8. Cantare, per esempio canzoni/filastrocche della tradizione (media 4,3)

Invece, cantare e il gioco simbolico si attestano in ugual misura attorno ad una media di 4,3 che può essere direttamente collegato all'età dei bambini, età in cui il linguaggio è in fase di costruzione e sviluppo.

Tabella 11 PPQ test - parte A- Tipi di gioco tra genitore e figlio

Item	Mai	Meno di una volta alla settimana	Uno o due volte alla settimana	Più volte alla settimana	Uno o due volte al giorno	Più volte al giorno	media
1. Giochi con interazione fisica (motricità generale), per esempio: sollevarlo in aria, farlo volare come se fosse un	4,0%	0%	4,0%	24,0%	20%	32,0%	4,8

areoplano, fare cavalluccio							
2. Giochi con interazione fisica moderata (motricità fine), per esempio fare il solletico, muovere le gambine, fare dei giochi con le mani o le dita	0,00%	4,00%	4,00%	20,00%	28,00%	28,00%	4,9
3. Giocare utilizzando giocattoli, per esempio: costruzioni, incastri di forme e puzzle di legno	0,00	8,00%	12,00%,	24,00%	20,00%	20,00%	4,4
4. Gioco simbolico, per esempio: faccio finta...far finta di parlare al telefono, trasformare una blocco di una costruzione in macchina o far abbaiare un pupazzo di cane	4,00%	12,00%	4,00%	16,00%	32,00%	16,00%	4,3
5. Giochi di interazione senza giocattoli, per esempio gioco del cucù, “vedo vedo...”, filastrocche che indicano le parti del viso o delle mani	0,00%	20,00%	12,00%	16,00%	16,00%	20,00%	4,0
6. Giocare con i libri, per esempio far vedere una immagine in un libro, o leggere insieme una storia	0,00%	4,00%	8,00%	36,00%	12,00%	24,00%	4,5
7. Giochi sonori, per esempio usare strumenti musicali per bambini, usare le pentole come una batteria	0,00%	12,00%	52,00%	8,00%	8,00%	4,00%	3,3
8. Cantare, per esempio canzoni/filastrocche della tradizione,	0,00%	16,00%	12,00%	20,00%	0,00%	36,00%	4,3

La sezione B del test chiede sempre al genitore quanto nell due settimane precedenti al somministrazione del test i bambini hanno fruito di i supporti tecnologici. Un dato sicuramente significativo è che le risposte si assestano su “più volte al giorno” nel rispondere a quanto i bambini hanno guardato la tv/pc/tablet/smartphone nelle ultime due settimane, dato che va rapportato alla loro età che in quanto frequentanti l’asilo nido hanno circa tra i 18 e 36 mesi ed al massimo un fratello o una sorella più grande ma non superiore alla scuola primaria. Tuttavia nella maggioranza dei casi non sono stati lasciati soli nella fruizione dei programmi come si veda nella tabella 12:

Item	Mai	Meno di una volta alla sett.	Uno o due volte alla settimana	Più volte alla settimana	Uno o due volte al giorno	Più volte al giorno	Media
Hanno guardato programmi o video in televisione/computer/tablet/ smartphone con te	9	2	4	2	2	2	2,6
	36,00%	8,00%	16,00%	8,00%	8,00%	8,00%	
Hanno guardato programmi o video in televisione/computer/tablet/ smartphone con qualcun altro?	1	1	6	5	5	3	4,0
	4,00%	4,00%	24,00%	20,00%	20,00%	12,00%	
Hanno guardato programmi o video in televisione/computer/tablet/ smartphone da soli	0	0	1	7	10	3	4,7
	0,00%	0,00%	4,00%	28,00%	40,00%	12,00%	

Tabella 12 Sezione B del test PPQ

Rispetto a questa sezione del test lo studio inglese, da cui abbiamo tratto ispirazione, riporta in totale che, in tutti i campioni, il 73% dei genitori ha dichiarato di guardare i media digitali con il proprio figlio almeno una volta alla settimana e il 36% almeno una volta al giorno. Circa il 30% dei genitori ha riferito che il figlio guardava i media digitali da solo almeno una volta. Il nostro campione sembra in linea con quanto emerso a livello internazionale. Con la sezione C infine il PPQ test chiede al genitore di esprimersi in merito al proprio atteggiamento verso il gioco con 15 Item che nella somministrazione sono stati randomizzati (tabella 13):

#	Domanda	mai	qualche volta	spesso	sempre	media				
1	Sono troppo preso/a per giocare con mio figlio/a quando lui/lei vuole giocare con me	32,00%	8	44,00%	11	8,00%	2	0,00%	0	1,7
2	Quando mio figlio/a vuole giocare con me lo/a incoraggio a giocare con i giocattoli così posso continuare con il mio lavoro	4,00%	1	76,00%	19	4,00%	1	0,00%	0	2,0
3	Ci sono alcuni giorni che trascorrono senza aver avuto il tempo di giocare con mio figlio/a	40,00%	10	40,00%	10	4,00%	1	0,00%	0	1,6
4	Se mio figlio/a vuole giocare con me smetto immediatamente per giocare con lui/lei	0,00%	0	40,00%	10	36,00%	9	8,00%	2	2,6

5	Evito di giocare con mio figlio/a quando ho avuto una lunga giornata	40,00%	10	40,00%	10	4,00%	1	4,00%	0	1,57
6	Giocare con mio figlio/a può essere una incombenza	52,00%	13	28,00%	7	4,00%	1	0,00%	0	1,43
7	E' molto più conveniente quando mio figlio/a si diverte a giocare da solo/a senza la necessità che io sia coinvolto/a	8,00%	2	56,00%	14	20,00%	5	0,00%	0	2,14
8	Evito di giocare con mio figlio/a quando ho altri lavori da fare	8,00%	2	68,00%	17	8,00%	2	0,00%	0	2,00
9	Non perdo occasione di giocare con mio figlio/a	4,00%	1	20,00%	5	40,00%	10	20,00%	5	2,9
10	Non vedo l'ora di giocare con mio figlio/a	0,00%	0	8,00%	2	52,00%	13	24,00%	6	3,19
11	Quando mio figlio/a perde interesse nel gioco che stiamo facendo cerco di coinvolgerlo/a in un altro gioco	0,00%	0	20,00%	5	48,00%	12	16,00%	4	2,95
12	Decido io a che gioco giochiamo e come giochiamo	24,00%	6	56,00%	14	4,00%	1	0,00%	0	1,76
13	Scelgo giocattoli che stimolino lo sviluppo delle competenze/abilità	0,00%	0	20,00%	5	44,00%	11	20,00%	5	3,00
14	Tutti i giorni ritaglio un po' di tempo per giocare con mio figlio/a	0,00%	0	12,00%	3	32,00%	8	40,00%	10	3,33
15	Lascio scegliere a mio figlio/a a cosa/come giochiamo	0,00%	0	12,00%	3	48,00%	12	24,00%	6	3,14

Tabella 13 Sezione C del PPQ test

Ricordiamo che il PPQ test nella sezione C è organizzato per indagare il gioco tra genitore e figlio secondo tre assi: coinvolgimento, soddisfazione e struttura del gioco. Gli autori (Ahmadzadeh, Lester, Oliver, & McAdams, 2020) hanno ideato quattro item (da 1-4) per valutare il coinvolgimento dei genitori nel gioco con il bambino; sette item (5-11) relativi al piacere dei genitori nel gioco con il bambino e quattro item (12-15) per valutare il grado di strutturazione del gioco con il bambino da parte dei genitori. Gli item relativi alla struttura si differenziano dagli altri della scala degli atteggiamenti perché non indicizzano un'attitudine strettamente positiva o negativa nei confronti del gioco tra genitore e figlio, ma sono stati concepiti per valutare se i genitori dirigono e organizzano attivamente i momenti di gioco (Ahmadzadeh, Lester, Oliver, & McAdams, 2020). Per gli autori l'idea di inserire una sezione Atteggiamenti dei genitori verso il gioco successivamente alla scala Frequenza del gioco genitore- bambino riflette il presupposto che gli atteggiamenti e i comportamenti dei genitori sono costrutti correlati ma distinti, che indicizzano ciò che i genitori sentono rispetto a ciò che fanno.

Ciò che è emerso nel nostro campione è che, rispetto al coinvolgimento nel gioco, l'atteggiamento è poco al di sotto della media della scala, i genitori sembrano dunque parzialmente coinvolti nel gioco coi figli (media degli item 1-4, coinvolgimento, pari a

1,98). Il dato si alza invece quando si parla di soddisfazione nel gioco (media degli item 5-11, soddisfazione, pari a 2,31) e di partecipazione attiva nel gioco con il figlio (media item, struttura, 2,81).

Complessivamente, i partecipanti del nostro studio hanno riportato atteggiamenti positivi nei confronti del gioco, giudicando i momenti di gioco piacevoli e meritevoli di tempo, come nello studio inglese (Ahmadzadeh, Lester, Oliver, & McAdams, 2020).

Risultati del test di Harris: partecipanti bambini- valutazione gioco simbolico

Il test di Harris prevede una metodologia di analisi del risultato standardizzata. L'attribuzione di valore è stata data con 1 per ogni accoppiamento corretto (esempio l'animale deve mangiare la banana e il bambino sceglie il mattoncino giallo) e 0 per quello non corretto (esempio l'animale deve mangiare la banana e il bambino sceglie il mattoncino rosso). Con la sigla N.P. indichiamo i bambini che per diversi motivi non se la sono sentita di svolgere il test. Secondo la letteratura ci aspettavamo che il gruppo di *Older*, ovvero dai 25 mesi in poi, dimostrasse la capacità di trasferire il concetto di far-finta nella maggior parte delle prove. Qui di seguito riportiamo i risultati del test:

Tabella 14 risultati del test di Harris et al.

		Numero di risposte corrette					
	N.P.	0	1	2	3	4	MEDIA
YOUNGER	1	3	0	0	0	2	1,33333
OLDER	3	1	1	2	2	10	2,68421

In linea con le aspettative i bambini del gruppo *Older* hanno mostrato una capacità di attribuzione in modo finzionale la connotazione di cibo ad un oggetto che per forma e colore lo potesse ricordare, nel nostro caso forma e colore di banana o di una torta. Inoltre hanno mostrato di riuscire a comprendere la cornice narrativa finzionale di attribuire agli animali il desiderio di mangiare e della conseguente soddisfazione che ne segue.

L'analisi qualitativa delle osservazioni dei bambini in interazione coi robot

L'osservazione delle interazioni dei bambini con i robot nel gioco libero ha prodotto 16 video-trascrizioni, corrispondenti ai 4 momenti di 30' ciascuno di gioco libero (2 per ogni tipo di robot) per i quattro gruppi di bambini, per un totale di 480' di video registrazioni. Sono state trascritte tutte le interazioni fisiche (gesti e azioni) e verbali dei bambini con i robot, tra i bambini stessi, tra i bambini e i due adulti presenti (Educatrice e Exp).

Per l'analisi tematica e delle interazioni la prima fase ha comportato ciò che diversi autori (Braun & Clarke, 2006) (Giuliani, 2015) definiscono familiarizzazione con i dati, ossia la ricerca di aree di studio interessanti nel materiale senza un protocollo esplicito. Successivamente i video sono stati trascritti in modo da riportare le interazioni tra pari, con i robot e con gli adulti di riferimenti presenti nelle videoregistrazioni, i gesti, le parole e le dinamiche di gruppo, gli eventi accorsi nei 30 minuti di durata del video. Per le

trascrizioni dei video abbiamo così proceduto: un video è stato trascritto da due persone diverse appartenenti al gruppo di ricerca e ne abbiamo confrontato le trascrizioni trovando un accordo del 90%. Successivamente una di queste due persone si è occupata della trascrizione di tutti i video con l'aiuto di studenti e tirocinanti della laurea triennale, il loro lavoro è stato poi revisionato punto per punto dalla ricercatrice.

A seguire i testi delle trascrizioni video sono stati letti ed etichettati dalla ricercatrice che ha anche partecipato direttamente negli asili nido coi bambini, questo primo step di classificazione è stato condiviso su 4 video con il gruppo di ricerca. In questa fase sono state fatte correzioni, altre etichettature e soprattutto si è proceduto alla categorizzazione macro delle etichette individuando le unità di analisi.

L'individuazione delle unità di analisi è stata condotta seguendo due modelli di riferimento: in primis il metodo fenomenologico Interpretative Phenomenological Analysis (IPA) (Smith, Flowers, Larkin, 2009) che appunto parte dalle trascrizioni integrali e a seguire, in modo evocativo, dalla lettura dei testi ricava prima le etichette e poi le macro categorie. Tuttavia, trattandosi di bambini piccoli con poca produzione verbale ci è sembrato utile integrare la ricerca con una altra metodologia qualitativa bottom-up come il metodo delle Analisi delle Interazioni (Jordan & Henderson, 1995) che è un metodo interdisciplinare per l'indagine empirica dell'interazione degli esseri umani tra loro e con gli oggetti del loro ambiente. Questo è stato utilizzato per rileggere alcuni fenomeni osservati e per meglio dettagliare le categorie rilevate da una prima analisi fenomenologica. Infatti, l'Analisi delle Interazioni è una metodologia utile per indagare le attività umane, come il parlare, l'interazione non verbale e l'uso di artefatti e tecnologie, identificando le pratiche e i problemi di routine e le risorse per risolverli. Le sue radici affondano nell'etnografia (in particolare nell'osservazione partecipante), nella sociolinguistica, nell'etnometodologia, nell'analisi della conversazione, nella cinesica, nella prossemica e nell'etologia. Un assunto di base dell'Analisi dell'Interazione è che la conoscenza e l'azione sono fondamentalmente sociali nell'origine, nell'organizzazione e nell'uso, e sono situate in particolari ecologie sociali e materiali. Così, la conoscenza e la pratica esperta sono viste non tanto come situate nella testa degli individui, ma come situate nelle interazioni tra i membri di una particolare comunità impegnata con il mondo materiale. La tecnologia video è fondamentale per la creazione dell'Analisi dell'Interazione, che dipende dalla tecnologia della registrazione audiovisiva per le sue registrazioni primarie e dalla capacità di riproduzione per la loro analisi. Solo la registrazione elettronica produce il tipo di corpus di dati che consente l'interrogazione ravvicinata richiesta dall'Analisi dell'Interazione. In particolare, fornisce la capacità cruciale di riprodurre ripetutamente una sequenza di interazioni per più spettatori e in più occasioni.

Dato il nostro approccio induttivo, l'elenco dei codici si è evoluto ed è stato continuamente discusso, confrontato e unificato durante il processo, producendo uno schema di codifica sempre aggiornato. Lo schema di codifica finale è composto da sei famiglie di codici (primari) e 14 codici (secondari). La fase finale della nostra analisi ha comportato lo sviluppo di temi per descrivere la natura delle interazioni con i robot. Questa fase è stata svolta da uno dei ricercatori del gruppo, che ha sviluppato i temi sulla base dello schema di codifica e delle trascrizioni delle interazioni. I temi sono stati discussi e riformulati attraverso diverse iterazioni con gli altri ricercatori. Nel lavoro di codifica è stato utilizzato

il software Nvivo 20.7 che permette di archiviare in modo agevole il lavoro manuale di individuazione e sottolineatura sui testi riferimenti significativi e permette successivamente di poterli confrontare con maggiore agilità. Nella successiva figura 6 si può notare parte di questo lavoro di catalogazione su un testo ricavato dalla trascrizione di una videoregistrazione.

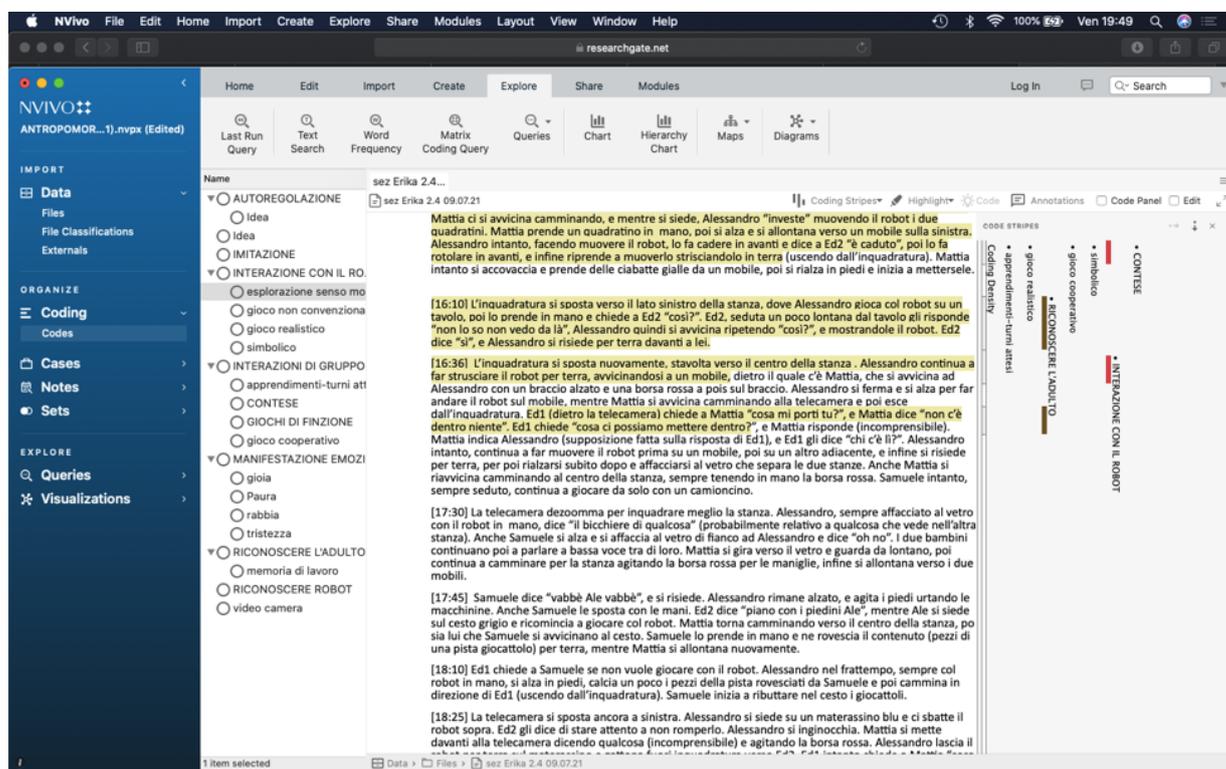


Figura 6 Foto della schermata di lavoro con Nvivo 20.7

Presentiamo qui di seguito l'analisi qualitativa delle osservazioni condotte al punto 4 e 6 dello schema della nostra procedura di ricerca³⁰. Si tratta del momento definito Gioco libero con un robot durante il quale, in modo alternato, uno dei due robot è stato collocato in un luogo del nido, tra gli allestimenti base sempre a portata di mano dei bambini e delle bambine, in uno spazio il meno possibile connotato da indicazioni di significato come l'angolo "del simbolico" "l'angolo della lettura" ecc.... nell'ambiente erano presenti la ricercatrice e l'educatrice di riferimento. È stato osservato il tipo di gioco messo in pratica con un singolo robot: gioco simbolico vs giochi di interazione fisica; uso convenzionale vs non convenzionale del robot (es. il bambino usa il robot come un partner di gioco oppure ci si siede sopra); gioco di gruppo vs gioco solitario con il robot; linguaggio in prima vs terza persona. Tale momento si colloca tra le 10.00 e le 11.00 della mattina. (2 giorni in una medesima settimana per gruppo). Abbiamo scelto di concentrarci nella analisi qualitativa di questo momento di interazione in quanto più denso, si tratta infatti di 8 ore di materiale videoregistrato, la metà di tutta la procedura di ricerca. L'analisi è proceduta prima con l'individuazione di categorie/etichette secondarie (si veda tab.7) e successivamente queste sono state raggruppate in macro categorie. Le macro

³⁰ Si veda a pagina 65 del presente lavoro.

categorie sono state create per associazione di idee e di contenuti riconducibili ad aspetti della letteratura presa in esame nei primi capitoli di questo lavoro di scrittura. La tabella 7 invece mostra tutte le etichette trovate nel primo step di analisi qualitativa.

Nome	Descrizione	Files	References
AUTOREGOLAZIONE	gesti e movimenti che i bambini adottano per far fronte alla emozione che sentono autoregolandosi (dito in bocca, mani conserte, spostamento di interesse, consolazione con l'adulto di riferimento)	5	39
IMITAZIONE	Imitazione tra pari e anche del robot	10	19
INTERAZIONE CON IL ROBOT	gesti, movimenti, strategie di interazione singola con il robot	8	110
esplorazione senso motorio	tipo di interazione che prevede l'esplorazione del materiale, della forma, dei suoni, ecc	14	54
gioco non convenzionale	tipo di interazione che prevede l'utilizzo del robot in una modalità non direttamente collegata alla sua funzionalità	13	37
gioco realistico	interazione centrata e coerente con l'oggetto robotico. Qui vengono inseriti anche i gesti che fanno funzionare il robot	14	107
Simbolico	Interazione simbolica con l'oggetto robotico	12	58
INTERAZIONI DI GRUPPO	gesti, movimenti, spostamenti all'interno dello spazio, vocalizzi che testimoniano una interrelazione tra i partecipanti	11	65
apprendimenti-turni attesi	modificazione e acquisizione di strategie comportamentali funzionali all'equilibrio proprio e del gruppo	12	64
Contese	situazioni sociali di contese dell'oggetto robot	12	52
gioco cooperativo	Situazione di collaborazione tra pari	10	23
MANIFESTAZIONE EMOZIONI	espressione di emozioni	1	1
Gioia		10	25
Paura		2	2
Rabbia		6	19
Tristezza		3	4
RICONOSCERE L'ADULTO	I bambini individuano e utilizzano l'adulto di riferimento,	15	104
RICONOSCERE ROBOT	Momenti iniziali in cui il robot viene riconosciuto	11	20

Tabella 7 Elenco dei codici secondari individuati nella prima analisi delle trascrizioni delle videoregistrazioni

Da queste prime etichette sono state individuate le sei macro categorie che abbiamo chiamato unità di analisi e che andiamo a dettagliare nei prossimi paragrafi e il cui sviluppo potrà tentare di descrivere la natura delle interazioni con i robot:

Unità di Analisi
Esplorazione senso-motoria
Dinamiche di gruppo
Interazione bambino-robot – Ruolo delle caratteristiche sociomateriali dei robot
Metarappresentazioni di Piaget: imitazione e gioco simbolico
Imitazione dei robot e dei pari
Gioco simbolico
Ruolo e funzione degli adulti (educatrice ed Exp)
Ruolo dell'educatore

Tabella 8 Unità di analisi individuate come macro-categorie delle primarie etichette e discusse nei risultati

Esplorazione senso-motoria

Con il termine esplorazione sensomotoria ci riferiamo alla modalità di conoscenza degli oggetti che avviene principalmente a partire dalla percezione diretta dei medesimi (Piaget, 1929). Ci riferiamo alle indicazioni di Piaget quando utilizza questo termine per indicare un periodo di sviluppo che è proprio dell'età dei nostri bambini. Infatti, l'attività dei bambini con i due robot è stata caratterizzata sicuramente da un'esplorazione sensomotoria dell'oggetto robotico. La novità dei due oggetti robotici attiva nei bambini una forma di esplorazione fisica delle componenti costitutive dei robot. Questo tipo di attività è indipendente dal grado di antropomorfizzazione fisica del robot come si può leggere negli esempi 1-7 riportati nelle righe successive. In altre parole, i bambini vedono prima di tutto i due robot come degli oggetti di cui devono comprenderne i limiti e le potenzialità per poi poterli integrare nelle loro attività di gioco. Di seguito alcuni esempi dell'esplorazione sensomotoria, si veda anche in figura 7:

1. N. lo rigira guardando i vari lati del robot Pixy, [sez F, 07.05.21]
2. E. riprende in mano robot Idol e continua a rigirarlo. [sez F, 28.05.21]
3. Il bambino continua a girarsi tra le mani il robot e osserva il movimento delle levette sotto i piedi di Idol che entrano ed escono (1:17') [sez. D, 09.07.21]
4. H va avanti a girare il robot tra le mani. H tocca le levette sotto i piedi del robot Idol. H solleva il robot per i piedi e lo porta in aria. H prende la testa del robot tra le mani e la fissa. H gira il robot, guarda i piedi e osserva le levette. H gira il robot di nuovo tra le mani più volte, toccando anche la levetta posteriore.[sez. E, 24.06.21]
5. N. è seduta con le gambe distese e a il robot Pixy in mano, lo rigira e cerca di togliere un rivestimento [sez F, 11.05.21]
6. (23:30) A. lo gira, tocca i piedi, i tasti, le mani va verso Exp come a chiedere qualcosa [sez. R, 25.05.21]
7. Al. è seduta con le gambe aperte, il robot Idol in mezzo in modo dada guardare il volto del robot. lo prende lo mette in piedi e aspetta che sia muova, poi lo prende in braccio, lo sdraia sulle gambe unite, guarda i piedi

muoversi, schiaccia i tasti sulla pancia, apre le gambe lo rimette in piedi (16:23) [sez. R, 25.05.21]

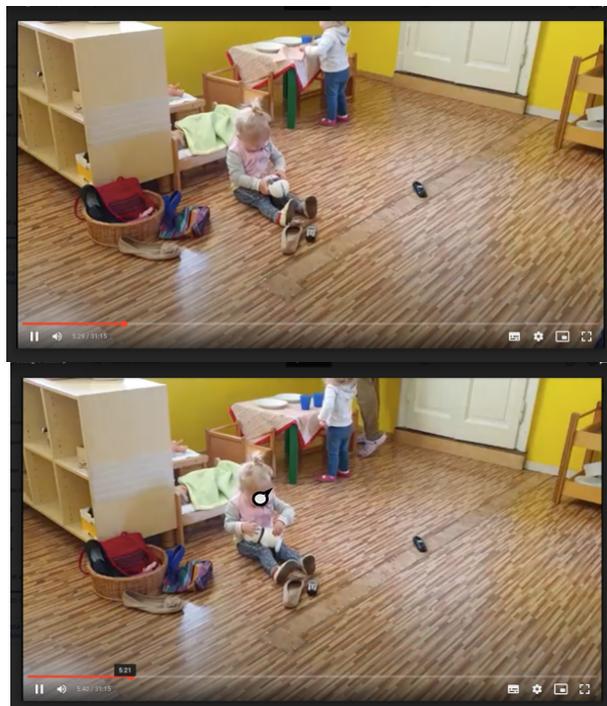


Figura 7 esempi di esplorazione sensoria del robot

Questo tipo di conoscenza è abbastanza trasversale tra tutti i gruppi di bambini, è maggiormente presente nella interazione con il robot antropomorfo, che incuriosisce proprio rispetto alla sua forma e al suo funzionamento. Il robot di forma più meccanica invece viene quasi associato a qualcosa di già noto e quindi viene “subito” utilizzato. Il gesto più esplorativo che viene compiuto in genere con Pixy è sul cingolato che spesso viene tolto per osservare l’effetto che fa:

23:44 S. ha tolto il cingolato , la maestra chiede se vuole un aiuto a rimmetterlo, risponde di no S. e allora la maestra verbalizza lo vuoi rimettere tu' complimenti davvero, G., aiutato dall'altra maestra, rimette il cingolo al robot (26:28'), però lo stacca di nuovo e gli serve nuovamente aiuto per rimmetterlo apposto. [sez. R.28.05.21]

Dinamiche di gruppo

L’introduzione di due nuovi oggetti – i robot – tra gli allestimenti di base del nido è stata fonte di interesse e curiosità per i bambini e, allo stesso tempo, ha generato situazioni di contesa tra i pari per poterli usare prima e per più tempo:

1. K. e N. tirano contemporaneamente verso di sé il robot Pixy con entrambe le loro mani, tendendolo insieme perdono l’equilibrio e vanno verso terra, appoggiano il robot a terra, K. lascia il robot e si gira a destra verso O. e le prende il cubetto [sez F 07.05.21]

2. N. e L. portano Idol nella cucina di legno e lo appoggiano sui fornelli. N. vorrebbe averlo tutto per sé e si mostra ostile nei confronti di L., tanto da spingere G. ad intervenire per mettere pace. [sez F 25.05.21]
3. Z. mette tutti i pentolini sopra il robot Pixy mentre è nel lavello tenuto da una mano di L., che lo fa andare sempre su e giù. Z. raccoglie un pentolino da terra e lo mette nel lavello, con un gesto di forza, poi guarda L. e il robot, si stacca corre a sinistra e fa il giro della cucina, ora è davanti a L. e gli fa IIII e un po' agita i pentolini nel lavello. L. si ferma alza il robot, guarda Z., Z. si allontana, L. continua con la sua interazione e i vocalizzi OOO [sez F 07.05.21]
4. si mette dunque a giocare col robot sul materasso blu (appoggia il robot e i 3 cubetti che aveva in mano e cerca di metterli nel robot) ma non appena vede arrivare Dy. si sposta nuovamente mettendosi seduto in un angolo vicino al mobile degli animali (7:45') [sez. D, 22.06.21]
5. A. e Dy. circondano M. reclamando il robot, che anche Exp. invita a cedere, ma M. fugge dall'altra parte della stanza, si intravede la sua litigata con De. ma poi arriva ED2 a separarli, [sez. D, 22.06.21]
6. G intercetta F e cerca di strappargli il robot dalle mani. Ed1 si avvicina dicendo "aspetta, aspetta", W si avvicina. G molla il robot e F glielo passa. [sez. E, 06.07.21]
7. Gi. poi si sistema sul pavimento per iniziare a usare il robot che però gli viene strappato dalle mani da G. [sez. R, 25.05.21]
8. [04:20]Al si mette in ginocchio e si allunga verso il robot, poi lo strappa di mano a M dicendo "io, io". M geme e allunga a sua volta le mani verso il robot. Exp si siede vicino ai bambini, e dice a Al di ridare il robot a M. Al dice "lo volevo usare ancora io". [sez. E , 9.07.21]

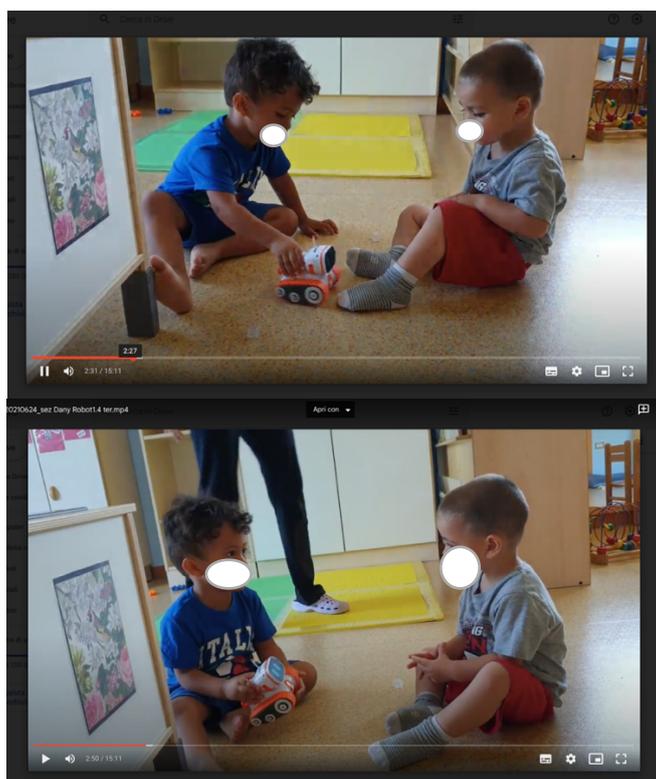


Figura 8 esempio di diamiche di gruppo tra bambini

Sono stati diversi gli episodi di contese e aggressività, a volte risolti con l'intervento dell'adulto a volte con una strategia di rinuncia da parte di uno dei due protagonisti. Non sono mai state contese che abbiano coinvolto più di due bambini per volta, come è tipico di questa fascia di età. Un dato interessante che si evince dal progressivo rivedere i filmati è che le contese sono andate diminuendo con il passare degli incontri, questo a favore di una fiducia nel setting di interazione con delle regole che erano garantite al bisogno dall'adulto presente (Edu e Exp). Una altra ipotesi può essere una maggiore confidenza con l'oggetto robotico e quindi una diminuzione progressiva dell'effetto di *uncanny valley* descritto da Mori (2012). Nell'esempio che segue possiamo notare come si sia creata una certa familiarità con l'oggetto robotico:

00:54 I bambini si radunano aspettando che appaia il robot. Exp chiede loro "cosa volete voi da me?" Idol rispondono, ma Exp risponde io non ce l'ho io oggi non l'ho portato. Lorenzo dice Pixi, allora gisella ripete pixi, K. toccandosi l'orecchio dice IIIcchi; e O. Pixi, allora Exp chiede se si aspettino Robot Pixie o Robot Idol e i bambini rispondono Idol, sono tutti seduti a cerchio attorno a lei, non si muovono, gisella dice possiamo fare un altro gioco L. dice pixi. al che dice (scherzando) di averlo lasciato a casa.

01:37 I bambini decidono di cercare Robot Idol. L. si alza si gira e va a prenderlo sui ripiani mentre O. abbraccia Exp.

01:56 L. porta Robot Idol nella cerchia e viene accolto da grida di stupore dei suoi compagni.[sez F. 26.05.21]

Infatti quello che è successo è che i bambini via via si sono abituati alla possibilità che ci fossero dei turni per interagire con il robot di cui il garante era la educatrice di riferimento. Questo aspetto è in linea con quanto evidenziato in letteratura per cui si è visto che i robot possono mediare comportamenti sociali e spesso questo risultato è un effetto a catena non previsto a priori (Jung & Hinds, 2018).

In effetti, quello che si è osservato è che vi è stato un progressivo apprendimento della turnazione nella interazione con il robot. Nei primi incontri questo è stato mediato dalle educatrici di riferimento, ciascuna con la propria strategia: chi evocando il giro della lancetta sull'orologio, chi proponendo la collaborazione e stabilendo l'ordine e la priorità in base all'interesse mostrato dal bambino e delle bambine, chi suggerendo un rito di saluto come un bacio.

1. Exp poi ricorda a M. che anche Dy voleva giocare, causando una reazione improvvisa del bambino, che trae improvvisamente a sé il robot e si guarda indietro (5:04'), come per paura che arrivi qualcuno a sottrargli il giocattolo, Exp lo nota e gli ripete il dovere di passarlo tra poco, [sez.D , 24.06.21]
2. B si siede a giocare con il robot e C si siede alla sua dx. C dice può giocare, Exp conferma si potete giocare un pò per uno F arriva con una ciotola e un cucchiaino in mano e poi si allontana. F è seduto lì che osserva, Exp si siede al suo fianco. Edl dice a C di dare un bacio al robot e poi di passarlo a un altro compagno.
3. G seduto che tiene in mano il robot e lo alza, di fronte a lui W, al suo fianco N. G ribalta il robot a testa in giù e gli dà un bacio. Per poi passarlo a W.

- [.....]W dà un bacio al robot sugli occhi. W passa il robot a H [sez. E , 22.06.21]
4. 20:26 Edu senza spostarsi interviene e suggerisce a S di dire ad Al che vuole il robot. S allora dice iaia iaia (che è il modo con cui chiama la sorella) 20:30 la Edu chiede a Al se è pronta a lasciare il robot e questa risponde di no, per rispondere Al si è stacca dal robot e la sorella lo prende, Al si accorge del furto e si arrabbia piangendo e sbattendo i piedi.20:39 20:46 arriva Edu per consolare Al e S si alza con il robot e si sposta nel mezzo della stanza [sez. R , 25.05.21]
 5. (29:16) An non si mostra entusiasta all'idea di andare a giada a chiedere Pixy, quindi prende per mano Exp e insieme vanno verso Gi. (29:52) Exp dice ad An che adesso è pronta per giocare con il robot allora An va da sola davanti a Gi, questa aiutata anche dalla maestra che dice "ora annetta è pronta per giocare Gi" (29:50) Gi lascia il robot ad An e riceve i complimenti dalla Edu che le dice "complimenti Gi" [sez. R , 8.06.21]

Certamente il lavoro educativo degli adulti è fondamentale per permettere a tutti i bambini e bambine di poter interagire con il robot. Le educatrici non erano preparate a quanto sarebbe potuto accadere perché non avevano ricevuto istruzioni particolari solo quella di gestire il gruppo come lo avrebbero svolto quotidianamente.

1. Gi. si gira verso Al. le cede il robot idol e Al. sorridente va a giocare con quello, (15:57) [sez. R, 25.05.21]
2. Dp è seduta con in grembo Pixy rivolto verso di lei lo osserva e lo ascolta quando Pixy emette il suo di risata Dp sorride e guarda in alto verso Exp, A. è seduto davanti a lei in attesa, Dp lascia il robot ad A., che la ringrazia e glielo restituisce, [sez.D , 22.06.21]
3. Lo raggiunge Edu (19:15'), che gli dice sottovoce di dare il robot a Da, che non ci ha ancora giocato, Edu torna da An. tenendo per mano Da, che si siede e inizia a giocare col robot come prestabilito, [sez.D , 22.06.21]
4. Essendo il robot rimasto incustodito, viene ripreso da An (24:08'). [sez.D , 22.06.21]

Nella sequenza che segue possiamo vedere il lungo lavoro di mediazione che a volte è stato necessario da parte dell'educatrice di riferimento:

1. 3:08 Dy ascolta le parole della educatrice sul fatto che il robot interessi anche ad An. An. allunga le mani e prende i due cubotti che giacevano lì sul pavimento in mezzo ai due bambini e se li mette sulle dita 3:19 Dy sembra contrariato all'idea di passare il robot al compagno e allunga la mano per prendergli i cubetti dalle mani 3:25 Dy prende un cubotto dice grazie, da quello che aveva in mano all'educatrice che lo passa ad An. e dice a Dy "facciamo così provi questo e poi questo lo diamo ad An" 3:31 Dy mette il nuovo cubotto 4:00 gli altri bambini stanno combinando qualcosa qualcuno piange, l'Edu e deve lasciare i due bambini che stanno interagendo con il robot. 4:10 l'Exp invita Dy a passare il robot ad An. che è sempre seduto lì davanti con gli altri due cubetti tra le dita 4:18 l'Exp "Dy ti aiuto? Ti aiuto a passare il robot?" 4:30 l'Exp lascia la video camera e si siede accanto al bambino per aiutarlo a lasciare lì oggetto. Gli chiede come si era sentito lui

quando lo aveva ricevuto che era contento e così magari si sentirà An. 5:00 Dy. continua a tenere lo sguardo basso e a mettere e togliere i cubetti. Arriva M di corsa, si siede velocemente tra i due 5:10 con uno sguardo chiede alla Exp se può usare lui il robot ma gli viene spiegato che è il turno di An. 5:20 5:40 torna l'educatrice e ora è più direttiva chiede a Dy di salutare pixy e di andare da An. che ti sta aspettando da tanto. Dy pur continuando a mettere e togliere il cubetto e ripiegato su se stesso e ha il robot sulle gambe. L'educatrice lo abbraccia da dietro e continua a parlargli 5:55 Dy. passa il robot alla Edu che però gli dice è ad An. che dobbiamo darlo e insieme allungano le mani verso An. con il robot. [sez.D , 24.06.21]

Sequenze di questo tipo ci sono state in ogni gruppo indipendentemente dalla educatrice di riferimento e dal suo stile e scelta strategica educativa.

2. l'educatrice si alza verso L. che è fermo immobile nel mezzo della stanza, gli dice lo ha tenuto per molto tempo che è ora di darlo a K. che si è mostrato interessato 15:46 l'educatrice è in piedi ha attorno L., K., N., Z., poco distante osserva. L. cerca di allontanarsi, l'educatrice si abbassa a livello di L., lo ferma con le mani, cerca il suo sguardo, K. segue l'educatrice e osserva la scena. L'educatrice ripete che è ora di passare il robot a K., lo abbraccia, K. arriva e prende il robot dalle mani di L. L. si butta a terra tra le braccia della educatrice e protesta l'educatrice lo prende in braccio e consolandolo lo porta verso la finestra per pulire il nasino [sez.F , 11.05.21]

Tra le dinamiche di gruppo sono da segnalare anche situazioni di cooperazione tra i bambini e le bambine:

1. 11:30 S. prende in mano Pixy e Re. si arrabbia, strilla e prende il pezzettino sollevandolo in alto. Il bambino fa camminare Pixy inserendo il pezzettino, l'operazione ha successo e Re. è contenta.
13:15 S. e Re osservano Pixy muoversi avanti e indietro e poi sulla gamba di lui, il quale comincia a posizionarlo in diversi punti del pavimento per farlo muovere. Re. disapprova questa operazione e riprende il pezzettino facendo fermare il robot. [Sez E, 06.07.21]
2. (3:42") Dal robot parte una canzoncina e Dp. si mette a ballare, D. inizialmente rimane inginocchiato col robot in mano ma poi (4:28") si alza e inizia a ballare anche lui, prima saltellando e agitando le braccia e poi girando intorno alla stanza insieme a Dp, (5:25") la musica si stoppa i bambini smettono di ballare e battono le mani e Dp. corre va a riaccendere il robot che dice "ciao diventiamo amici?" arriva anche D. lo guardano incuriositi, [Sez D, 06.07.21]

Non sono molte le situazione di cooperazione tra i bambini durante l'esplorazione dei robot. Attorno al robot Idol che ha una voce molto simile a quella umana e ha la possibilità di riprodurre canzoni e fiabe si sono create situazione di gruppo di ascolto, come descritto nell'esempio 3. Abbiamo osservato le videoregistrazioni dei bambini prima che venisse loro mostrato alcun robot e abbiamo ritrovato le medesime dinamiche di gruppo. In generale possiamo affermare che le dinamiche di gruppo già formate

all'interno di ogni singola sezione sono state mantenute. Le alleanze tra due bambini o la riservatezza di altri sono stati stili di interazione nel gruppo dei pari che abbiamo ritrovato praticamente identiche. Quello che abbiamo notato è che bambini più ai margini del gruppo e solitari con la presenza del robot non si sono tirati indietro e anzi sono stati quelli che per primi hanno individuato il robot tra gli allestimenti o a cui hanno dedicato maggior tempo di interazione. Per questi bambini sarebbe interessante svolgere una ulteriore analisi e andare ad esplorare l'attaccamento verso l'oggetto robotico così delineato da Rabb e colleghi (Rabb, Law, & Chita-Tegmark, 2022) in quanto hanno trovato confortante poter interagire a lungo con l'oggetto e hanno manifestato particolare dispiacere nel separarsi da esso. Inoltre, le dinamiche di gruppo, specie quelle che vedono coinvolti i bambini con una significativa presenza nel gruppo, hanno influenzato la possibilità di interazione con il robot infatti lo sguardo dei bambini molto spesso andava dal robot ai compagni di gruppo. Questo ultimo aspetto ci riporta al concetto di affordance dell'oggetto e soprattutto all'aspetto sociale delle caratteristiche degli oggetti, secondo il quale compiere il gesto di afferrare una tazza, che sappiamo fare perché anche la forma di questa ci induce un certo movimento prensile, non è come farlo in una situazione solitaria (Borghi, Gianelli, & Lugli, 2011). La situazione di gruppo può dunque diventare eccessivamente coinvolgente e richiedere un impegno ulteriore, nell'integrazione degli stimoli dati dalla presenza degli altri, per un bambino che si sta concentrando su un nuovo oggetto da esplorare.

Interazione bambino-robot – Ruolo delle caratteristiche sociomateriali dei robot

Le interazioni dei bambini con i robot sono caratterizzate oltre che dall'esplorazione sensomotoria dei due oggetti robotici anche da attività mirate a far funzionare i robot così come mostrato dall'Exp durante gli incontri dedicati a illustrare il funzionamento dei robot (si veda pagina 65 in cui viene illustrata la sequenza procedurale della ricerca). Le caratteristiche sociomateriali dei due robot hanno sollecitato nei bambini diverse modalità di interazioni. Ricordiamo che per Sociomaterialità intendiamo la messa in atto di un particolare insieme di attività che fondono la materialità con le istituzioni, i nomi, i discorsi e tutti gli altri fenomeni che tipicamente definiamo "sociali" (Leonardi, 2012).

Ad esempio, i bambini avendo visto che per interagire con il robot Pixy era necessario inserire i cubetti nell'apposito incavo hanno utilizzato in questo senso il robot:

1. K. sempre sdraiato su un fianco con il Pixy davanti toglie il quadratino e poi lo rimette, lo gira per prendere la mira e poi usa solo il pollice per schiacciare fino in fondo il cubo che si illumina di verde [sez F 11.05.21].
2. N. ha ottenuto Pixy prova a finire lei di mettere il cubetto ci riesce spingendo con un solo dito alla fine (come faceva K) ma non suona subito. allora si siede per terra toglie il cubetto gira il robot trova la levetta di accensione la sposta e il robot fa il rumore di saluto di accensione, prende il cubetto lo rigira tra le dita fino a quando ha una buona presa lo inserisce nel robot, schiaccia con forza con un solo dito e il cubetto si accende. lo sguardo è a controllare tutto attorno me e i

compagni. soddisfatta continua a schiacciare il cubetto perchè il robot Pixy non parte subito, quando lo lascia andare il robot fa per muoversi ma subito lo riprende in mano e lo mostra orgogliosa alla educatrice; poi prova ancora a schiacciare il cubetto [sez F 11.05.21].

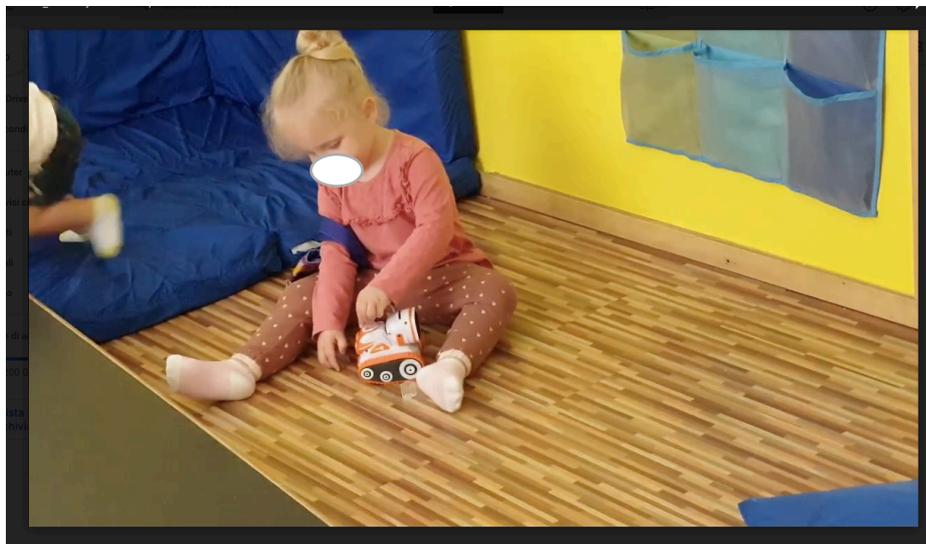


Figura 9 esempio di interazione con il robot Pixy a partire dalle sue caratteristiche socio-materiali

Le specifiche caratteristiche sociomateriali del robot Idol, tra cui il volto e la voce, hanno sollecitato nei bambini interazioni basate sulla comunicazione face-to-face e verbale:

3. Quando Idol dice “Diventiamo amici?” L. gli fa eco dicendo “Amici”. [ref. 3 sez F. 25.05.21].
4. K. tiene Idol vicino alla sua faccia e vi interagisce guardandolo nel visore e ascoltando le sue parole. [sez F. 28.05.21].
5. E. guarda robot Idol davanti e dietro e gli tocca la testa con la destra per poi mettersi in piedi davanti al robot. [sez F. 28.05.21].

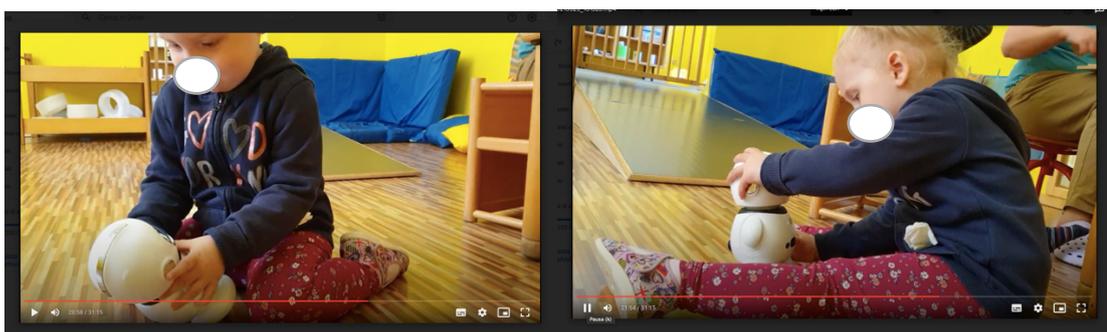


Figura 10 esempio di interazione con il robot Idol a partire dalle sue caratteristiche socio-materiali

Poi vi sono tutta una serie di interazioni non convenzionali che i bambini hanno messo in atto con i robot, interazioni che si pongono a metà tra il rappresentativo e la risposta alla funzionalità prevista dai progettisti dei robot (Pentzold & Bischof, 2019). Sono azioni che probabilmente nascono mentre i bambini muovono, esplorano e osservano l'oggetto robotico e mentre si svolge nella loro mente un pensiero filo conduttore:

1. Aa. rimane dunque da solo a giocare con il robot Pixy, cercando di riattaccargli un pezzo che si è staccato dalla testa, senza mai riuscirci, si mette dunque a giocare col pezzo (17:55') infilandoselo nelle dita per circa un minuto, per poi tornare ai tentativi di riattaccarlo al robot, alternando le due attività. [Sez D, 22.06.21]
2. Dy. gira per tutta la stanza scuotendo il robot Idol, poi lo lascia sul mobile della cucina (6:28') qui il robot dondola su se stesso una volta e anche Dy rifà il movimento e poi inizia a correre via scuotendo le braccia e finendo addosso alla pila di materassi nell'angolo. (6:43') Dy. torna al mobile della cucina e si riprende il robot, facendolo parlare e mettendosi a girare per la stanza, fermandosi al centro sempre girandolo sotto sopra, ogni tanto messo sottobraccio e accarezzando la testa ma poi ancora sotto sopra fino al minuto 8.20, [Sez D, 9.07.21]
3. A. si siede a terra prima passa il robot pixy sulla pista delle macchine, poi lo prova sul cesto grigio che ha capovolto e ricomincia a muoverci sopra robot. [Sez E, 9.07.21]
4. Al. si siede davanti al robot idol, lo sdraia e osserva i piedi. (9:11) ”. [sez R. 25.05.21].
5. G. tiene pixy come una macchinina, con la mano sinistra sopra lo guida anche se è acceso e potrebbe muoversi in autonomia il robot pixy, 9:51 G. prende il robot ed inizia a farlo andare avanti e indietro e poi verso Gi.. Gi. si gira verso Exp e sorride, G. muove avanti (sempre tutti attorno alla Ed e a G) [sez R. 8.06.21].
6. G. sta facendo fare al robot il ritorno sul piano del mobile, in questo modo può vedere il resto del gruppo e distratto dalle loro azioni non si accorge che il ripiano finisce e dunque il robot cade a terra ma subito si china per raccoglierlo. 6:46 [sez R. 11.06.21].
7. L., però, non molla Idol e lo posiziona su un ripiano dei fuochi della cucina, rimangono a guardarsi negli occhi per un pò; poi lo sdraia e si gira verso le macchinine e ne va a prenderne una e facendola passare anche sopra Idol, dopo che la macchinina è passata sull'apancia del robot e ha fatto balzi fino al lavandino. L. li lascia e torna dal robot e lo rimette in posizione in piedi. lo pende sulle mani e sentire dire dal robot mi fai solletico. L. rimette il robot idol nel posto iniziale dove lo aveva trovato ad inizio di giornata, mentre lo porta sul ripiano dice GRAZIE e poi lo posiziona, lo lascia li si allontana ogni tanto guardandolo e con le braccia lungo i fianchi come di soddisfazione. Mentre va via, L. si gira a guardarlo per poi tornare dalla Edu.

I bambini in questi esempi mostrano come siano in grado di notare e riconoscere la parte “meccanica” dell’oggetto, ma questa non viene utilizzata in modo simbolico e nemmeno funzionale, ovvero secondo il funzionamento standard del robot. Si tratta di azioni svolte appunto in modo non convenzionale, in qualche modo è possibile richiamare qui entrambi i concetti di *affordance*. Quella diretta per cui con il robot pixy più meccanico i bambini sono andati ad utilizzarlo come una macchinina, mentre con il robot più

antropomorfo in ogni caso ne hanno cercato maggiormente il contatto visivo. L'*affordance* condivisa invece si è data come opportunità degli oggetti non pensate a priori dai progettisti ma venutasi a creare a partire dalle interazioni di questi gruppi con questi robot. In questa sequenza di azioni inoltre è possibile intravedere il concetto di sviluppo della zona prossimale di Vygotskij, secondo il quale è proprio a partire dall'ambiente e dal contesto che si genera lo sviluppo di funzioni psichiche, l'imitazione dei pari nell'utilizzare in un determinato modo non convenzionale l'oggetto, oppure l'utilizzo della memoria di dichiarativa (sapere che) o procedurale (sapere come).

Categorie meta-rappresentazionali di Piaget

Nella prima parte di questo testo abbiamo preso in esame la teoria di Piaget proprio nei suoi elementi di sviluppo del rapporto tra significanti e significati. Nelle nostre analisi abbiamo individuato due categorie che sono riconducibili alla imitazione differita e al gioco simbolico come descritte da Piaget. I bambini hanno messo in atto una esplorazione sensomotoria soprattutto durante gli incontri di familiarizzazione con il robot e con l'Exp che ha presentato loro l'oggetto. Nella situazione in cui i bambini si sono trovati a disposizione il robot tra gli allestimenti dell'asilo hanno messo in atto diverse forme di imitazione e di rappresentazione nella interazione con l'oggetto robotico.

Imitazione dei robot e dei pari

L'imitazione sensomotoria abbiamo detto essere un prerequisito di quella rappresentazionale. Qui è stata osservata sia per quanto riguarda gesti e movimenti, ma anche e soprattutto nella ripetizione verbale. Infatti, i bambini imitavano i suoni prodotti dai robot, con una preferenza per il robot Pixy perché caratterizzato da un suono semplice e ripetitivo rispetto all'Idol che non emette suoni ma parole ben articolate:

1. Quando Pixie dice "Bye Bye", K. e O. gli fanno eco. [ref. 6 sez F 11.05.21]
2. Quando Idol dice "Diventiamo amici?" L. gli fa eco dicendo "Amici". [sez. F, 25.05.21].
3. Dp. imita i versi del robot Pixy, [sez. D, 24.06.21, (0:28'),]
4. il robot Pixy fa un suono "oo-oo" e Dy. lo ripete sorridendo e alzando lo sguardo verso la EXp [sez. D, 24.06.21, 0:24]

Inoltre, i bambini hanno imitato anche le attività dei propri compagni con i robot, diventando così dei soggetti per l'imitazione reciproca e differita nel tempo e nello spazio:

1. S prende Pixy e lo fa andare sul pavimento tenendolo come lo aveva tenuto in precedenza G [sez. R, 8.06.21, (20:47)]
2. Contemporaneamente K., sempre più assorto nell'utilizzo di robot Idol, tiene il giocattolo a testa in giù esattamente come aveva fatto N., concentrandosi, quindi, sulle estremità del robot che si muovono dentro fuori. [sez. F, 25.05.21]
3. Quando E. vede K. saltellare, inizia ad imitarlo e i due percorrono la stanza saltando a piedi uniti [robot idol] [sez. F, 28.05.21]

4. O. si avvicina a G.: nelle sue mani ha un asinello giocattolo e lei fa il verso “Ih-oh” e corre via continuando a fare tale verso. L. tiene la testa di Idol con le sue mani e, facendo anche lui “Ih-Oh”, porge il robot a G. [sez. F, 28.05.21]
5. AP. e S. imitano il verso di Pixie e ridono. [sez. E, 6.7.21 (2:41)]
6. A. si alza e porta con sè robot Idol come se fosse una bambola, si siede come D. e lo imita mettendosi tutta l'altra mano in bocca e un po' ride, proprio a sottolineare che sta imitando D. [sez. D, 6.7.21]

Nelle esperienze con i due robot, i bambini hanno imitato in maniera differita con più o meno successo diverse azioni eseguite dall'Exp nelle fasi di dimostrazione del funzionamento del robot (avvenute la settimana precedente):

1. N. prova a farlo salire [Robot Pixy]sulla mano [gesto mostrato negli incontri di presentazione del robot dalla ricerca quindi due settimane prima] e quando questo molto lentamente sale sulla sua mano N. esclama con sorriso MANO. [sez F, 11.05.21]
2. O. è a terra con il robot Pixy. il robot si accende e anche lei prova a farlo salire sulla mano. [sez F 11.05.21]
3. G. chiede a Exp come azionare la canzoncina del robot Idol [sez. R, 25.05.21]

A distanza di una settimana alcuni bambini hanno provato ad imitare un gesto visto fare alla ricercatrice, in alcuni casi ci hanno provato da soli in altri hanno chiesto aiuto proprio all'adulto.

Gioco simbolico

Un aspetto particolarmente interessante che emerge dall'analisi delle interazioni dei bambini con i due robot è che questi integrano entrambi i robot nelle loro attività di gioco simbolico. Tuttavia, le attività di gioco simbolico sono mediate dal grado di antropomorfizzazione fisica del robot, quindi, dalle sue caratteristiche sociomateriali. Il robot Pixy per la sua forma meccanica viene assimilato dai bambini a una macchinina o a un'astronave/aereo. Le attività dei bambini con il robot Pixy sono caratterizzate da una maggiore attenzione per i suoi aspetti interattivo-meccanici:

1. L. a prendere altri pentolini e fa saltare Pixy dallo scolapasta ai pentolini e poi dentro il lavello che vuoto, K. e Z. continuano la loro interazione con le posate. L. prova il Pixy sul bordo del lavello commentando sempre con ooo. [sez. F 07.05.21]
2. L. va verso il lavello della cucina con l'asse di legno e lo [Pixy] appoggia mezzo dentro e mezzo fuori dal lavello. Torna a prendere Pixy e lo posiziona sullo scivolo fatto con l'asse di legno dentro il lavello. L. muove il Pixy con una mano e accompagna con OOO OO OOO i suoi movimenti tipo salti da una base all'altra. Quando va in alto OOO è più acuto e quando atterra è più basso. [12:20] L. continua l'interazione con il Pixy e i vocalizzi.
3. Z. mette tutti i pentolini sopra il Pixy mentre è nel lavello tenuto da una mano di L., che lo fa andare sempre su e giù. [sez. F 07.05.21]

4. L. è da solo al gioco della cucina con il Pixy e lo fa passare su diversi ripiani e commenta sempre con OOO [sez. F 07.05.21]

In linea con la forma maggiormente antropomorfa del robot Idol i bambini includono il robot nelle proprie attività come se fosse un personaggio “umano”. Quindi, il robot induce delle attività di simbolizzazione caratterizzate da comportamenti più simil-umani:

1. K. resta solo al centro della stanza assieme ad Idol (il bambino cerca di farlo camminare) [sez. F 25.05.21]
2. L. prende confidenza con Idol si siede e se lo mette in grembo con lo sguardo rivolto verso di lui e sorride, [sez. F 25.05.21]
3. L. riprende in mano Idol e gli tocca il pancino e i piedini. L. riprende Idol e lo stringe al petto e poi sotto il braccio sinistro; dopo averlo portato un po' in giro, lo rimette sulla sedia del tavolo e gioca a spostarlo costantemente dalla sedia al tavolo. [sez. F 25.05.21]
4. L. riprende in mano Idol e lo porta sul tavolo da pranzo mettendolo a sedere su una seggiola blu e posizionando davanti a lui un bicchiere. [sez. F 28.05.21]
5. G. prende il cibo cucinato da A. e G. e serve sia Exp che il robot Idol. [sez. R, 25.05.21]
6. G. è alle prese con il robot Idol lo sdraia sul lettino con una coperta, [sez. R, 28.05.21]
7. C. appoggia il robot sul tavolo e cerca di dargli da mangiare tramite una pentola appoggiata sopra dicendo “gnam gnam gnam gnam”. C prende poi un cucchiaino da una ciotola e cerca di imboccarlo ritendo più volte la parola “gnam”. C prende un mestolo e cerca di imboccare il robot con quello. C prende di nuovo la ciotola con il cucchiaino e imbecca il robot con quello adesso. [sez. E, 24.06.21]



Figura 11 esempio di interazione con il robot e di gioco simbolico

Ruolo e funzione degli adulti (educatrice ed Exp)

Una importante unità di analisi è rappresentata dal ruolo degli adulti, educatrice ed Exp, all'interno dell'esperienza dei bambini con i due robot. In generale, le analisi mostrano che queste hanno un ruolo e una funzione relazionale fondamentale nell'interazione dei bambini con i robot. Sappiamo dalla letteratura che il ruolo dell'adulto è decisivo nel tipo di esperienza che il bambino può compiere all'interno di un ambiente educativo formale. Infatti sia la risposta fisiologica del bambino può essere diversa in base all'atteggiamento

dell'insegnante (Lisonbee, Mize, Payne, & Granger, 2008) che le funzioni esecutive e i processi cognitivi (Vandenbroucke, 2018). Altri riferimenti significativi sono quelli relativi al processo di attaccamento tra bambino e adulto di riferimento che indagano gli stili di attaccamento genitoriali e quelli con l'insegnante. (Howes, Matheson, & Hamilton, 1994) (Howes C. H., 1992)

Nella nostra ricerca, il ruolo e la funzione dell'educatrice, che i bambini conoscono da diversi mesi in quanto la ricerca è stata condotta nella seconda parte dell'anno scolastico, si è mostrato nelle azioni di supporto nella regolazione delle emozioni durante le interazioni tra i bambini, di gestione delle turnazioni di gioco e di riferimento rispetto al funzionamento dei robot (anche successivamente ai due incontri dedicati alla dimostrazione e familiarizzazione). Di seguito alcuni esempi del ruolo dell'educatrice nelle interazioni di gioco dei bambini:

1. L'educatrice sempre da seduta nello stesso punto dice "ora è il tempo di Z.", "vieni Z. ora è il tuo turno" Z. lascia il suo gioco, va verso l'educatrice che nel mentre gli dice che è il suo turno di giocare con Pixy e di andare a prenderlo. O. si alza dal tavolino quando arriva Z.; O. tiene Pixy con due mani staccato dal tavolo, Z. lo prende e O. non fa resistenza [sez F 07.05.21].
2. K. è stato richiamato dalla educatrice di non salire sul seggiolone dei piccoli, L. rimette il robot Pixy sul tavolo dei piccoli mentre K. si ferma al comando della educatrice e, dunque, non si avvicina a L. e al robot Pixy [sez F 11.05.21].
3. L. ha portato all'educatrice il robot Pixy per farlo accendere. L'educatrice gli mostra come fare, L. si è seduto con le gambe distese in avanti davanti alla educatrice [sez F 07.05.21].
4. L'inquadratura si sposta verso il lato sinistro della stanza, dove Al. manovra il robot su un tavolo, poi lo prende in mano e chiede a Ed2 "così?" e mette e toglie il cubetto che aziona il robot. Ed2, seduta un poco lontana dal tavolo gli risponde "non lo so non vedo da là", Al. quindi si avvicina ripetendo "così?" mettendo e togliendo il cubetto, e mostrandole il robot. Ed2 dice "sì", e Al. si risiede per terra davanti a lei. [sez E, 09.07.21].

L'altro adulto, l'Exp, che ha avuto il compito di introdurre il robot nello spazio quotidiano del nido, viene identificato come esperto dell'oggetto robotico e quindi interpellato sul suo funzionamento e/o sul suo utilizzo. I bambini attribuiscono questo ruolo all'Exp con entrambi i robot:

1. N. chiede aiuto a Exp. per accendere il robot Pixy (N. dice triste "Non va"), Exp., quindi, lo aggiusta. [sez F 11.05.21].
2. I bambini si radunano aspettando che appaia il robot Idol. Exp. chiede loro "cosa volete voi da me?" rispondono "Idol", ma Exp. risponde io non ce l'ho io oggi non l'ho portato. [sez F 25.05.21].
3. N. corre verso Exp. a salutare; vanno tutti verso Exp.; N. va verso Exp. e chiede se ha portato robot Pixy [sez F 07.05.21].
4. K. cerca Exp. e le porta Pixy per farlo funzionare; Exp. glielo restituisce e K. tiene Pixy con la destra e con la sinistra prova a spostare la levetta.

Si gira nuovamente verso Exp., con versi interlocutori, risponde “fammi vedere”, si abbassa per entrare in contatto con il suo sguardo e sposta la levetta; Pixy fa i suoni di accensione; G. restituisce il robot a K. [sez F 07.05.21]

5. L. si avvicina al robot Idol incustodito ed esclamando “Oh, Wow” lo porge verso l’alto in direzione di Exp. Lei gli chiede dove debba metterlo e L. le fa capire che deve tenerlo lei [sez F 28.05.21]
6. E. consegna robot Idol a Exp. e poi corre via, [sez F 28.05.21]
7. Al. gira sotto sopra il robot idol, guarda come funzionano i piedi, sta col robot vicino a Exp, lo prende in braccio schiaccia bottone ,lo mette in piedi, lo gira dietro, lo rigira davanti a sè, fa questimovimenti per 1 minuto e mezzo e ogni tanto controlla il gruppo di altri bambini. [sez R 25.05.21]

Il ruolo più “tecnico” dell’Exp si modifica nel corso del tempo diventando un adulto di riferimento. Infatti, si presentano anche delle interazioni caratterizzate dall’affettività:

1. L. corre dietro Exp.; L. fa una piccola deviazione e va verso Exp. a farsi abbracciare; L. ricambia l’abbraccio e poi corre via e va verso i compagni [sez F 11.05.21]
2. I bambini iniziano ad avvicinarsi a Exp. (O. la abbraccia e si siede in braccio) [sez F 25.05.21]
3. Gi interagisce con Exp cucinandole la pappa e la ciccia e rispondendo alle varie richieste come se fosse una cuoca. [sez R, 28.05.21]
4. Expa seduta con in braccio G e i bambini ballano la musica diffusa dal robot. (3:26') An sorride guarda Exp. An torna in braccio a Exp, che tiene insieme lei Gi e G, (12:48) (13:38) Stella si allontana, G e Gi chiedono a EXp ancora ancora [sez R, 11.06.21]

In sintesi il ruolo degli adulti di riferimento durante l’interazione con i robot è determinante proprio come sosteneva Vygotskij in quanto i processi dello sviluppo delle funzioni psichiche superiori hanno un carattere puramente sociale (Vegetti, 1998). Un esempio è la sequenza che proponiamo:

N. e L. portano Idol nella cucina di legno e lo appoggiano sui fornelli. N. vorrebbe averlo tutto per sé e si mostra ostile nei confronti di L., tanto da spingere Exp ad intervenire per mettere pace. Ottenuto il robot, L. lo fa cascare un attimo per terra, probabilmente stupendosi del fatto che esso sia ancora intero. Raccolto Idol, L. continua ad appoggiarlo sulla cucina e poi lo mette nel lavandino e poi sul bordo del lavandino e cade ed esclama OOO L. lo raccoglie lo tiene per il collo e lo guarda in faccia poi si alza in piedi e lo rimette sulla cucina e va poi sui fuochi ed infine sul frigo, lo lacia e osserva il movimento a dondolio che fa il robot. [sez F.26.05.21]

Discussione

Quello che conta
Quello che conta
Sono
Tutte le cose collegate,
su un filo,
una tela,
ti ricordano
te stesso
ti riportano
a te.
(Veronica, 10 anni, in
Ma dove sono le parole, di C.L. Candiani)

Il presente lavoro di ricerca ha esplorato come i bambini tra i 18 e i 36 mesi integrano nelle proprie attività di gioco libero e nel contesto dell'asilo nido due robot che variano per il loro grado di antropomorfizzazione fisica. Per questo motivo nello studio sono stati usati due robot, uno più meccanico, Pixy, e uno più antropomorfo, Idol.

Come abbiamo illustrato nei primi capitoli la forma antropomorfa del robot incide sul tipo di interazioni che si instaurano tra uomo e robot. Questo aspetto è ancora poco indagato nella diade bambini piccoli/robot. E ancor meno in una situazione di gruppo e in contesto naturalistico. Con queste premesse abbiamo scelto di dare ai bambini la possibilità di interagire con due soli robot alternativi tra loro per la forma e li abbiamo osservati giocare.

Il metodo utilizzato per osservare le attività di gioco dei bambini è stato quello qualitativo. Nello specifico, sono state analizzate le attività tra i bambini, tra i bambini e i robot e tra i bambini e gli adulti. Il metodo di analisi qualitativo ha permesso di identificare alcune unità di analisi: esplorazione senso-motoria, interazione bambino-robot, gioco simbolico, imitazione dei robot e le interazioni tra pari come le contese e le collaborazioni di gruppo ruolo e infine funzione degli adulti (educatrice ed Exp).

In generale, i risultati mostrano che le caratteristiche sociomateriali dei robot influenzano le attività dei bambini: il modo in cui i bambini esplorano l'artefatto robotico è legato alle sue caratteristiche materiali. Per esempio, quando esplorano il robot Pixy, i bambini cercano il pulsante di accensione, mentre con il robot Idol provano a capire se possa interagire con loro. Tali caratteristiche influenzano anche il tipo di interazione tra bambino e robot: cercano di interagire con Pixy inserendo i cubetti nell'apposito vano, mentre parlano e toccano Idol per farlo attivare. Tali osservazioni sul ruolo del design del robot sono particolarmente interessanti in quanto mostrano come bambini già a 18 mesi sono sensibili e contribuiscono a creare le caratteristiche sociomateriali dell'oggetto robotico. Questo primo riscontro è in linea con diversi studi che hanno analizzato l'effetto dell'antropomorfizzazione fisica dei robot sull'attribuzione di caratteristiche mentali da parte di bambini e adulti. I risultati di questi studi suggeriscono che la distinzione uomo/robot in termini di stati mentali inizia già a 3 anni (Di Dio et al., 2020;

Manzi et al., 2020) per consolidarsi negli adulti (Manzi et al., 2021). Queste evidenze sono corroborate dal gioco simbolico messo in atto dai bambini del nostro studio. Infatti, il gioco simbolico - fondamentale a quest'età - è fortemente influenzato dalle fattezze del robot. Nello specifico, i bambini integrano il robot Pixy nei loro giochi utilizzandolo come una macchinina, rispecchiando pertanto le sue fattezze meccaniche. Diversamente accade con il robot Idol che i bambini integrano all'interno del gioco simbolico come, ad esempio, mettendolo su una sedia e portandogli un bicchiere alla bocca.

Inoltre, l'osservazione che i bambini già a 18 mesi sono sensibili alle caratteristiche sociomateriali degli oggetti robotici ci conduce verso una lettura di questi dati in chiave vygotskijana, cioè dove il contesto culturale, quindi le dimensioni di spazio, tempo e materialità educativa incidono sul tipo di esperienza educativa che i bambini possono vivere e quindi sulla proposta di apprendimento formale nell'asilo nido (Belsky 2009). Le proposte dei bambini rispettano una corrispondenza con la forma del robot ma anche il contesto si modifica con la presenza del robot stesso, infatti gli scambi di interazione nel gruppo di bambini vengono influenzati dalla presenza di un oggetto interessante come quello robotico e ciascun robot attiva in modo diverso, per esempio la collaborazione che si avvia con il robot Pixy è legata ai gesti esplorativi di coordinazione occhio-mano dei bambini mentre quella con il robot Idol è collegata al suono della voce che si espande nella stanza. Infatti, come viene esplicitato da Borghi e colleghe (Borghi, Gianelli, & Lugli, 2011) gli aspetti sociali e culturali influenzano più a lungo termine le *affordance* e la semplice presenza di un altro può influenzare il modo in cui si risponde alle *affordance* (Gianelli et al. 2011). La nostra funzionalità cinematica dipende dal contesto e dalle persone che ci circondano, infatti il nostro modo di afferrare una tazza per bere quando si è soli può essere molto diverso nel farlo davanti a qualcuno. Le autrici sottolineano che dati recenti di cinematica indicano che siamo molto veloci nel raggiungere e afferrare un oggetto quando c'è un altro di fronte a noi e l'oggetto è alla nostra portata; la velocità è più ridotta quando l'altro è considerato amico da lungo tempo.

Dalle ricerche sappiamo anche che la *affordance* di un oggetto e la vitalità³¹ osservata sono legati ad una risposta sensomotiva che ci permette in modo precoce di comprendere il perché, ovvero l'intenzione di una data azione e anche come avviene una azione e dunque la comprensione emotiva (Di Cesare, 2014).

Anche l'interazione con un oggetto robotico è soggetta a questo tipo di risposta neuronale (Di Dio C. , et al., 2020b).

La nostra ricerca dunque si situa nello studio delle interazioni con l'oggetto robotico proprio andando ad osservare il tipo di modalità, dunque anche di risposta sensomotiva, messa in atto nella attività di gioco all'interno di un contesto popolato da pari età e da adulti di riferimento.

³¹ Vitality form is a term that describes the manner with which actions are performed. Despite their crucial importance in in-terpersonal communication, vitality forms have been almost completely neglected in neuroscience. Here, using a functional MRI technique, we investigated the neural correlates of vitality forms in three tasks: action observation, imagination, and execution. We found that, in all three tasks, there is a common specific activation of the dorsocentral sector of the insula in addition to the parietofrontal network that is typically active during arm movements production and observation. Thus, the dorsocentral part of the insula seems to represent a fundamental and previously unsuspected node that modulates the cortical motor circuits, allowing individuals to express their vitality forms and understand those of others. (Di Cesare G. D., (2015))

Un altro aspetto particolarmente rilevante per lo sviluppo e l'implementazione dei robot per bambini della fascia d'età compresa tra i 18 e 36 mesi è legato alle caratteristiche della antropomorfizzazione del robot e al tipo di interazione bambini/robot. Quando i bambini giocano si muovono su una linea di confine tra realtà e finzione, sovente attribuiscono ai giocattoli emozioni o personalità e questo è qualcosa di già noto, tuttavia l'interazione con robot socialmente interattivi modifica questa distinzione binaria e si situa in una zona di confine detta "un po' vivo" (Turkle 2005), confine nel quale una bambola robotica potrebbe essere considerata un po' più viva delle altre bambole. In questo contesto di ricerca abbiamo usato robot che non presentavano grandi capacità interattive in termini di programmazione e i bambini hanno messo in atto interazioni reciproche stimolando alcuni comportamenti sociali salienti come, solo per citarne alcuni, l'imitazione e l'attenzione condivisa e il gioco simbolico. Inoltre, se il robot avesse delle abilità conversazionali più sviluppate potrebbe diventare un partner comunicativo con il quale il bambino potrebbe sperimentare le proprie capacità comunicative in via di sviluppo.

Il robot stimolerebbe anche processi e meccanismi psicologici come ad esempio l'imitazione da parte dei bambini delle azioni dei pari, degli adulti e dei robot. L'artefatto robotico diventerebbe un vero e proprio mediatore del processo imitativo nell'interazione e nel gioco tra pari e con gli adulti. Il ruolo di mediazione degli oggetti è stato rilevato anche con artefatti non tecnologici e in condizioni di patologia, come ad esempio l'autismo (Manzi et al., 2020; Innaccone et al., 2018). Gli oggetti, attraverso la loro materialità e design, possono sollecitare diverse modalità di interazione diventano un mediatore tra i bambini, tra i bambini e gli adulti e, più in generale, con i partner sociali presenti nel contesto (Manzi et al., 2018, 2020; Innaccone et al., 2018). Questo ruolo identificato negli oggetti è ancor più evidente negli artefatti relazionali robotici che, per il loro design sociale, possono diventare dei mediatori delle relazioni e elicitare diversi processi psicologici particolarmente rilevanti per lo sviluppo dei bambini anche in un'età precoce.

In questa fascia di età tuttavia riveste un ruolo importante l'educatore che diventa un mediatore della esperienza e come diceva Vygotskij è colui che con il suo operare crea condizioni per lo sviluppo. Inoltre sempre dal punto di vista del contributo di Vygotskij i bambini che frequentano una medesima comunità educativa formeranno un sapere condiviso. Questo aspetto ci interroga rispetto alla tecnologia e nel nostro specifico ai robot. Perché se è vero come abbiamo detto in fase di apertura che sono artefatti del nostro tempo ed epoca storica è anche vero che essere fondamentalmente sociali significa che la tecnologia dovrebbe essere progettata specificamente per mediare e incoraggiare atti di creazione di significato intersoggettivi. «Essere informati circa le possibilità e i limiti di una tecnologia significa che la progettazione cerca di sfruttare le opportunità uniche fornite dalla tecnologia piuttosto che replicare il supporto all'apprendimento che potrebbe essere fatto con altri mezzi, o (peggio) cercare di forzare la tecnologia a essere qualcosa per cui non è adatta»³² (Suthers, 2006).

³² To be fundamentally social means that the technology should be designed specifically to mediate and encourage acts of intersubjective meaning making. To be informed by the affordances and limitations of a technology means that the design attempts to leverage the unique opportunities provided by the

Conclusioni, Limiti e Prospettive Future

In linea con le prospettive di ricerca sulle interazioni umane "in natura" (HRI), il presente studio ci ha permesso di esplorare, per la prima volta in un contesto di asilo e in una situazione di gioco libero, l'effetto che il grado di antropomorfizzazione del robot può avere sulle attività dei bambini. L'analisi qualitativa delle attività dei bambini ha mostrato che i diversi tipi di robot attivano modi diversi in cui i bambini interagiscono con il robot e con il gruppo di coppie nel suo complesso. In successione con altri studi in cui si è osservato che anche i robot non intenzionalmente progettati per svolgere un ruolo di moderazione possono plasmare le interazioni interpersonali, ad esempio dando forma alle norme di condotta sociale attraverso il loro comportamento (Jung & Hinds, 2018). Il nostro studio ha dimostrato che il robot anche in gruppi di bambini piccoli modella le interazioni e soprattutto che queste dipendono dalla forma più o meno antropomorfizzata del robot.

Queste osservazioni preliminari evidenziano l'importanza di condurre altri studi che usino i robot all'interno di un paradigma maggiormente naturalistico in modo da meglio comprendere i processi psicologici e relazionali che si attivano nei bambini già a partire nella prima infanzia. Infatti al di là del periodo storico culturale che offre questo tipo di oggetti robotici reperibili molto facilmente sul mercato, quale necessità può esserci nell'inserire un robot in ambito educativo? Quale può essere il valore aggiunto? A quale bisogno evolutivo del bambino risponde?

Secondo la nostra esperienza i bambini all'interno del loro asilo nido mettono in atto alcuni comportamenti di conoscenza, esplorativa e/o rappresentativa a seconda della loro età, e questa medesima viene estesa anche ai robot. Per esempio il fatto che i bambini raramente hanno lasciato il robot libero di muoversi (quello meccanico) e hanno scelto quasi sempre di controllarne la direzione sembra che confermi la concezione egoriferita del pensiero e dell'azione in questa fascia di età (animismo e artificialismo). Così come il robot di forma antropomorfa con la sua calda voce sfida il bambino alla comprensione di parole note ma dette da una fonte non nota. L'introduzione di oggetti robotici non è dunque indifferente al piccolo gruppo come abbiamo visto nelle nostre somministrazioni.

Secondo questo particolare studio qualitativo i processi psicologici di imitazione, linguaggio e attenzione condivisa e le competenze sociali di ToM (Teoria della Mente), empatia, pro-socialità possono essere sollecitati dalla interazione con il robot e dalla condivisione dell'oggetto robotico con il gruppo dei pari età. Maggiormente questa opportunità è consapevole e intenzionale da parte degli adulti di riferimento e meno è lasciata al caso e alla spontaneismo, senza riflessione sui tipi di apprendimento formale proposto.

L'interesse scientifico si sposta da una lettura universale dell'interazione bambino/robot in termini piagetiani a un esame delle relazioni interpersonali e del ruolo del contesto, in linea con l'orientamento generale di Vygotskij.

technology rather than replicating support for learning that could be done through other means, or (worse) trying to force the technology to be something for which it is not well suited.

Gli aspetti socio-materiali dell'interazione bambino-robot diventano così il fulcro dell'analisi e dello studio dei processi psicologici coinvolti e delle implicazioni per l'educazione.

La profondità dello studio qualitativo offre da una parte la ricca densità di dati ricavati dalla osservazione, dall'altra parte presenta dei limiti di tempo e spazio, che sia il contesto in cui si svolge la ricerca naturalistica impone e che anche la successiva analisi poi impone.

Le prospettive future sono di continuare le ricerche con paradigmi sperimentali naturalistici che permettono di studiare la relazione con l'ambiente tramite azioni spontanee anche combinando con l'utilizzo di nuovi robot con nuove funzionalità come le architetture neurali «embodied».

Ringraziamenti

La mia esperienza nel mondo della formazione di dottorato è iniziata in un periodo molto difficile per tutti: la pandemia, nella sua prima e più aggressiva ondata. Una situazione che ci ha resi più distanti, più chiusi. Ma proprio per questo ritengo una fortuna ancora maggiore l'aver trovato un gruppo di lavoro che mi abbia accolta e che mi abbia insegnato molto, ho coltivato dubbi e curiosità.

Grazie alla Professoressa Antonella Marchetti, che sa coordinare un gruppo di ricerca eterogeneo e stimolante.

Un sentito ringraziamento va a Professore Davide Massaro che ha avuto l'ardire di essere il mio tutor e a cui sarò debitrice per aver creduto in me molto più di quanto abbia saputo fare io stessa in questi anni.

Grazie al Ricercatore Federico Manzi che mi ha preso sotto braccio e mi ha condotta nella pratica del progetto di ricerca, senza la sua supervisione sarebbe stato impossibile. Grazie alla Professoressa.ssa Cinzia Di Dio il cui sguardo esterno e revisore è stato fondamentale per l'attuazione della ricerca.

Alle dott.sse Giulia Peretti e Laura Miraglia perché sono state compagne di questi originali tre anni dottorato: meravigliosamente disponibili a spiegarmi e a confrontarsi con me e anche a riderci su quando necessario.

Sono grata alle Professoressa Elisabetta Lombardi, Annalisa Valle e Gabriella Gilli per il supporto, soprattutto a Padova, e per esservi fatte conoscere anche se per brevi ma intensi scambi.

Un altro doveroso ringraziamento va agli asili nido La casa di Zoe e Le Ore del gioco, della cooperativa Lotta Contro L'Emarginazione di Sesto San Giovanni. Luoghi preziosi di cura e formazione di bambini e bambine. Ho trovato educatrici disponibili e curiose che si sono lanciate in questa avventura. Alla dott.ssa Sonia Bella Responsabile dell'Area Infanzia e Famiglia della cooperativa va un grazie infinito per aver appoggiato questo progetto.

Poi c'è il mondo della vita che è occupato dalla mia famiglia. Scrivere una tesi di dottorato con un figlio all'università e un'altra a fine liceo è quasi distopico, ma questo è stato il mio tempo, il mio cammino. Un compagno che mi ha sostenuta, dei genitori che ringrazio per essermi accanto, un fratello che mi ha aiutato con la lingua francese quando è stato necessario e una sorella che quasi contemporaneamente in questi anni ha lavorato ad uno spettacolo teatrale sulla interazione uomo-robot, sono il mio porto sicuro.

Le amiche e gli amici che sono la miglior tifoseria che una dottoranda possa avere: Valentina, Lorenza, Alice, Silvia, Cristina, Simona, Giuly, Angelo, Paolo, Sara e infine Micol che da quel di Edimburgo, oltre a farmi le traduzioni necessarie, mi chiama "la mia amica matta". Grazie a Daniela e a Lucia per la settimana di studio e formazione a Barcellona e per l'amicizia che ne è seguita.

A Clara che sa fare domande e mi "ha prestato la macchina fotografica" (cit.); ad Enrico e ai "fast lifers" un grazie particolare loro sanno perché.

TABLE 2 PPQ item list with question text and response scales

(A) Frequency of parent-child play

"thinking back over the past two weeks please indicate how often you have played with your child in the following ways..."

Never (1), Less than once a week (2), Once or twice a week (3), Several times a week (4), Once or twice a day (5), Several times a day (6)

1. Active physical play—for example, lifting or swinging your child, rough and tumble
2. Gentle physical play—for example, tickling, moving child's limbs, playing finger games such as 'this little piggy'
3. Play with toys—for example, grasping/holding/shaking toys, putting rings on a stack, building blocks
4. Pretend games—for example, make a toy dog bark, talk on toy telephone, move a wooden block as if it is a car
5. Turn-taking play without toys/other objects—for example, peek-a-boo, pat-a-cake, 'where's baby's eyes?', 'I spy'
6. Play with books—for example, pointing to pictures in books and magazines, reading to your child
7. Noisy play—for example, banging saucepans, child instruments
8. Singing—for example, singing nursery rhymes

(B) Frequency of digital media use

"Some children spend time watching programmes or videos. We are interested in how common this is for young children. Thinking back over the past two weeks, please indicate how often your child has..."

Never (1), Less than once a week (2), Once or twice a week (3), Several times a week (4), Once or twice a day (5), Several times a day (6)

1. Watched programmes or videos on a TV/computer/tablet/smart phone with you?
2. Watched programmes or videos on a TV/computer/tablet/smart phone with someone else?
3. Watched programmes or videos on a TV/computer/tablet/smart phone on their own?

(C) Attitudes towards play (indexing parent involvement, enjoyment, and structure)[†]

"Below are a number of statements about how some parents play with their child. Please indicate how often you have behaved in the same way in the past two weeks..."

Never (1), Sometimes (2), Often (3), Always (4)

1. I am too busy to play with my child when he/she wants to play with me (*involvement*)
2. When my child wants to play with me, I encourage him/her to play with toys alone so that I can get on with other jobs (*involvement*)
3. Some days go by without me having had any time to play with my child (*involvement*)
4. If my child wants to play with me, I stop what I'm doing right away and play with him/her (*involvement*)
5. I avoid playing with my child when I've had a long day (*enjoyment*)
6. Playing with my child can be a chore (*enjoyment*)
7. It is much more convenient when my child enjoys playing on his/her own, without needing me to join in (*enjoyment*)
8. I avoid playing with my child when I have other jobs that need doing (*enjoyment*)
9. I take any opportunity to play with my child (*enjoyment*)
10. I look forward to playing with my child (*enjoyment*)
11. When my child loses interest in a game we are playing, I try to engage him/her in a new game (*enjoyment*)
12. I decide what we play with/how we play (*structure*)
13. I provide toys that challenge my child to develop skills (*structure*)
14. I schedule time to play with my child each day (*structure*)
15. I let my child decide what we play with/how we play (*structure*)

[†]Items are listed in order of subgroup for clarity but were presented in a mixed order in the questionnaire.

Bibliografia

- Ahmadzadeh, Y., Lester, K. J., Oliver, B. R., & McAdams, T. A. (2020), The Parent Play Questionnaire: Development of a parent questionnaire to assess parent-child play and digital media use, *Social Development*, 29:945-963.
wileyonlinelibrary.com/journal/sode .
- Ainsworth, M. D., Blehar, M. C., Waters, E., & Wall, S. (1978), Strange situation procedure, *Clinical Child Psychology and Psychiatry*.
- Alkhalifah, A. A.-K.-O. (2015, July), Using NAO humanoid robot in kindergarten: a proposed system, *In 2015 IEEE 15th International Conference on Advanced Learning Technology*.
- Alnajjar, F., Bartneck, C., Baxter, P., Belpaeme, T., Cappuccio, M., Di Dio, C., Reich-Stiebert, N. (2021), Robots in Education: An Introduction to High-Tech Social Agents, Intelligent Tutors, and Curricular Tools, *Routledge*, New York
- Augello, A. D., Gentile, M., Ifenthaler, D., & Pilato, G. (2020), Robot-assisted learning and education, *Frontiers in Robotics and AI*, 7, 591319.
- Ballerio, S. (2013), *Mettere in gioco l'esperienza*, Milano, Ledizioni.
- Barendregt, W., & Serholt, S. (s.d.), Evaluation of an Empathic Robotic Tutor for Geography and Sustainability Learning, Department of Applied IT, University of Gothenburg, Gothenburg, Sweden,
- Belpaeme, T., Baxter, P., De Gree, J., Kennedy, J., Read, R., Looije, R., Coti Zelati, M. (2013), Child-robot interaction: Perspectives and challenges, *In The International Conference on Social Robotics* (p. 452-459). Springer, Cham.
- Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., & Tanaka, F. (2018), Social robots for education: A review, *Science robotics*, 3(21).
- Beran, T. N., Ramirez-Serrano, A., Kuzyk, R., Fior, M., & Nugent, S. (2011), Understanding how children understand robots: Perceived animism in child-robot interaction, *International Journal of Human-Computer Studies*, 69(7-8), 539-550.
- Beran, T. N., Ramirez-Serrano, A., Vanderkooi, O. G., & Kuhn, S. (2013), Reducing children's pain and distress towards flu vaccinations: a novel and effective application of humanoid robotics, *Vaccine*, 31(25), 2772-2777.
- Beran, T., & al., e. (2011), Understanding how children understand robots: Perceived animism in child-robot interaction, *Int. J. Human-Computer Studies*, 69, 539-550540 pag.540.
- Bickmore, T. W. (2005), Establishing and maintaining long-term human-computer relationships, *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 12(2), 293-327.
- Borghi, A. M., Gianelli, C., & Lugli, L. (2011), La dimensione sociale delle affordance: affordance tra io e gli altri, *Sustemi intelligenti*, fascicolo 2.
- Borghi, B. Q. (2012), Figura di riferimento e relazioni multiple del bambino nel nido d'infanzia, *RELAdeI. Revista Latinoamericana de Educación Infantil*, 1(1), 55-71.
- Bowlby, J. (1979), The bowlby-ainsworth attachment theory, *Behavioral and Brain Sciences*, 2(4), 637-638.
- Braga, P. (2005), *Gioco cultura e formazione*. Edizioni Junior, Bergamo.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006), Using thematic analysis in psychology, *Qual. Res. Psychol.*, 3, 77-101. doi: 10.1191/1478088706qp063oa.

- Brown, L. N., & Howard, A. M. (2014), The positive effects of verbal encouragement in mathematics education using a social robot, *IEEE Integrated STEM Education Conference* (p. 1-5), Princeton, NJ: IEEE.
- Bruineberg, J., & van den Herik, J. (2021), Embodying mental affordances, *Inquiry*, DOI: 10.1080/0020174X.2021.1987316.
- Bruni, A. (2017), Il metodo etnografico, In L. Mortari, & L. Zannini, *La ricerca qualitativa in ambito sanitario*, Roma (Vol. p.123-154). Roma: Carocci Editore.
- Camaioni, L., & Di Blasio, P. (2002), *Psicologia dello sviluppo*, Bologna: Il Mulino.
- Cangelosi, A., & Schlesinger, M. (2015), Developmental robotics: From babies to robots, *MIT Press*.
- Caravita, Milani, & Traficante, (2018), *Psicologia dello sviluppo e dell'educazione*. Bologna: Il Mulino.
- Castelli, I., & Marchetti, A. (2018), Capirsi: la Teoria della Mente. In S. Caravita, L. Milani, & D. Traficante, *Psicologia dello sviluppo e dell'educazione* (p. 127-144). Bologna: Il Mulino.
- Catlin, D., & Blamires, M. (2019), Designing robots for special needs education, *Technol. Knowl. Learn.*, 24, 291-313. doi: 10.1007/s10758-018-9378-8.
- Conti, D., Cirasa, C., Di Nuovo, S., & Di Nuovo, A. (2020), Robot, tell me a tale!: A Social Robot as tool for Teachers in Kindergarden, *Interaction Studies* , 21(2), 221-243.
- Dennett, D. C. (2017), What Scientific Term or Concept Ought to be More Widely Known?: Affordances, *Edge*, <https://www.edge.org/response-detail/27002>.
- Di Cesare, G. D. (2015), Expressing our internal states and understanding those of others, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(33), 10331-10335.
- Di Cesare, G. D.-S. (2014), The neural correlates of 'vitality form' recognition: an fMRI study: This work is dedicated to Daniel Stern, whose immeasurable contrib, *Social cognitive and affective neuroscience*, 9(7), 951-960.
- Di Dio, C., Manzi, F., I., S., K. T., Ishiguro, H., Massaro, D., & M. A. (2020a), It does not matter who you are: Fairness in pre-schoolers interacting with human and robotic partners, *International Journal of Social Robotics*, 12(5), 1045.
- Di Dio, C., Manzi, F., Peretti, G., Cangelosi, A., Harris, P. L., Massaro, D., & Marchetti, A. (2020b), Shall I trust you? From child-robot interaction to trusting relationships, *Frontiers in psychology*, 11, 469.
- Di Dio, C., Manzi, F., Peretti, G., Cangelosi, A., Harris, P. L., Massaro, D., & Marchetti, A. (2020c), Come i bambini pensano alla mente del robot: il ruolo dell'attaccamento e della Teoria della Mente nell'attribuzione di stati mentali ad un agente robotico [How children think about the robot's mind. The role of attachment and Theory of Mind in the attrib], *Sistemi Intelligenti*, 1(20), 41-56.
- Duffy, B. R. (2003), Anthropomorphism and the social robot, *Robotics and Autonomous Systems*, Volume 42, Issues 3-4, Pages 177-190 [https://doi.org/10.1016/S0921-8890\(02\)00374-3](https://doi.org/10.1016/S0921-8890(02)00374-3).
- Dumouchel, P., & Damiano, L. (2019), *Vivere con i robot*, Milano: Raffaello Cortina.
- El Hamamsy, L. J. (2019), Learning by collaborative teaching: an engaging multi-party cowriter activity, In 2019 28th IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication.
- El-Hamamsy, L., Bruno, B., Chessel-Lazarotto, F., Chevalier, M., Roy, D., & Mondada, F. (2021), The symbiotic relationship between educational robotics and computer science in formal education, *Education and Information Technologies*, 26(5), 5077-5107.

- Fitter, N. T., Funke, R., Pulido, C., Eisenman, L. E., Deng, W., Rosales, M. R., & Mataric, M. J. (2019), Using a socially assistive humanoid robot to encourage infant leg motion training, *IEEE Robotics and Automation Magazine*.
- Fitter, N. T., Funke, R., Pulido, C., Eisenman, L. E., Deng, W., Rosales, M. R., & Mataric, M. J. (2019), Using a socially assistive humanoid robot to encourage infant leg motion training, *IEEE Robotics and Automation Magazine*.
- FM, N., GG, W., & SD, L. (1992), The significance and sources of student engagement. In: Newman FM (ed) Student engagement and achievement in American secondary schools, *Teachers College Press, New York*, pp 1-39.
- Fonagy, P., Steele, M., Moran, G., & Higgins, A. (1991). The capacity for understanding mental states: the reflective self in parent and child and significance for security of attachment. *Infant mental health Journal*, 12, 201-218.
- Fox, J., & Gambino, A. (2022), Relationship development interaction with Human Social-Robot. In Riva, & Marchetti, *Human Robotics* (p. 21-35). Vita Pensiero.
- Freud, S. (1919), Il Perturbante, *OSF*, vol. 9. Torino: Bollati Boringhieri.
- Fridin, M. (2014), Storytelling by a kindergarten social assistive robot: A tool for constructive learning in preschool education, *Computers & education*, 70, 53-64.
- Funke, R., Fitter, N. T., de Armendi, J. T., Bradley, N. S., Sargent, B., Mataric, M. J., & Smith, B. A. (2018). A data collection of infants' visual, physical, and behavioral reactions to a small humanoid robot. *In 2018 IEEE Workshop on Advanc*.
- Gaggioli, A., Chirico, A., Lermia, D. D., Maggioni, M., Malighetti, C., Manzi, F., A., S. (2022), Towards Human-Robot Shared Experience The Role of Social and Interpersonal Dimensions in Shaping Human-Robot Collaboration. In Riva, & Marchetti, *Human Robotics* (p. 3-21), Milano: Vita e Pensiero.
- Gallese, V., Eagle, M. N., & Migone, P. (2006), La simulazione incarnata: i neuroni specchio, le basi neurofisiologiche dell'intersoggettività e alcune implicazioni per la psicoanalisi, *Psicoterapia e Scienze Umane*, XL, 3: 543-580 .
- Gibson, J. J. (1979), *The Ecological Approach to Visual Perception*, Boston: Hillsdale, N.J. Erlbaum.
- Giuliani, M. M. (2015), Systematic analysis of video data from different human-robot interaction studies: a categorization of social signals during error situations, *Front. Psychol.* 6, 6:931. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00931.
- Gobbo, F. (2017), Bringing Up the Babies: Men Educators in the Municipal Nursery Schools of an Italian Town, *In G. N. W.T. Pink, Second International Handbook of Urban Education*, (p. Vol. DOI 10.1007/978-3-319-4). Springer International Handbooks of Education.
- Goffman, E. (1981), *Forms and Talk*, University of Pennsylvania Press.
- Goldschmied, E. (1996), *Persone da zero a tre anni. Crescere e lavorare nell'ambiente del nido*, Bergamo: Junior.
- Groppo, M. (1998), Prefazione. In O. Liverta Sempio, *Vygotskij, Piaget, Bruner* (p. XIV). Milano: Raffaello Cortina Editore.
- Harris, P., Kavanaugh, R., Wellman, H., & Hickling, A. (1993), *Young Children's Understanding of Pretense*, Wiley on behalf of the Society for Research in Child Development.
- Henkemans, O. et Al. (2012), I just have diabetes: children's need for diabetes self-management support and how a social robot can accommodate their needs, *Patient Intelligence* , Volume 2012:4. pp 51-61.
- Honig, S., & Oron-Gilad, T. (2018), Understanding and resolving failures in human-robot interaction: literature review and model development, *Front. Psych.*, 9:861, doi: 10.3389/fpsyg.2018.00861.

- Howes, C. H. (1992), Children's Relationships with child care teachers: stability and concordance with parental attachments, *Child Development*, 63, 867-878.
- Howes, C., Matheson, C. C., & Hamilton, C. (1994), Maternal, Teacher, and Child Care History Correlates of children's relationships with peers, *Child development*, 65, 264-273.
- Iannaccone, A. M. (2020), Sociomateriality in Children With Typical and/or Atypical Development, *Frontiers in Psychology*, 3541.
- Itakura, S. I. (2008), How to build an intentional android: Infants' imitation of a robot's goal-directed actions, *Infancy*, 13(5), 519-532.
- Jones, A., & Castellano, G. (2018), Adaptive robotic tutors that support self-regulated learning: A longer-term investigation with primary school children, *International Journal of Social Robotics*, 10(3), 357-370.
- Jordan, B., & Henderson, A. (1995), Interaction analysis: foundations and practice, *Journal Learn. Sci.*, 4, 39-103. doi: 10.1207/s15327809jls0401_2.
- Jordan, B., & Henderson, A. (1995), Interaction Analysis: Foundations and Practice, *The Journal of the Learning Sciences*, 4, 39-103. 10.1207/s15327809jls0401_2.
- Jung, M., & Hinds, P. (2018), Robots in the wild: A time for more robust theories of human-robot interaction, *ACM Transactions on Human-Robot Interaction (THRI)*, 7(1), 1-5.
- Kahn, P., Jr, G., H.E., & Shen, S. (2013), Children's Social Relationships With Current and Near-Future Robots, *Child Development Perspect.*, 7: 32-37. <https://doi.org/10.1111/cdep.12011>.
- Kiesler, S., Powers, A., Fussell, S. R., & Torrey, C. (2008), Anthropomorphic interactions with a robot and robot-like agent, *Social Cognition*, Vol. 26, No. 2, pp. 169-181.
- Kim, E., Berkovits, L., & Bernier, E. (2013), Social Robots as Embedded Reinforcers of Social Behavior in Children with Autism, *Journal Autism Dev Disord.* 43, 1038-1049 <https://doi.org/10.1007/s10803-012-1645-2>.
- Kim, K., Park, E., & Sundar, S. (2013), Caregiving role in human-robot interaction: a study of the mediating effects of perceived benefit and social presence, *Comput Hum Behav*, 29(4):1799-1806. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.02.009>.
- Korn, O. (2019), *Social robots: technological, societal and ethical aspects of human-robot interaction*. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer.
- Lemaignan, S., Fink, J., Mondada, F., & Dillenbourg, P. (2015). You're doing it wrong! studying unexpected behaviors in child-robot interaction. *International conference on social robotics*, pp. 390-400.
- Leonardi, P. M. (2012), Materiality, sociomateriality, and socio-technical systems: What do these terms mean? How are they different? Do we need them. Materiality and organizing: Social interaction in a technological world, In (a cura di)Leonardi, B. Nardi, & J. Kallinikos, *Materiality and Organizing: Social Interaction in a Technological World* (p. 25(10), 1093), Oxford University Press.
- Li, J. (2015-05), The benefit of being physically present: A survey of experimental works comparing copresent robots, telepresent robots and virtual agents Crossref, *International Journal of Human-Computer Studies Volume 77, May 2015*, Pages 23-37 <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2015.01.001>.
- Lisonbee, J. A., Mize, J., Payne, A. L., & Granger, D. A. (2008), Children's cortisol and the quality of teacher-child relationships in child care, *Child development*, 79(6), 1818-1832.
- M. Mori. (1982), *The Buddha in the Robot*, Charles E. Tuttle Co.
- Manzi, F., Di Dio, C., Di Lernia, D., Rossignoli, D., Maggioni, M. A., Massaro, D., & Riva, G. (2021), Can you activate me? from robots to human brain, *Frontiers in Robotics and AI*, 8, 633514.

- Manzi, F., Di Dio, C., Shoji, I., Takayuki, K., Hiroshi, I., Massaro, D., & Marchetti, A. (2020), Moral evaluation of Human and Robot interactions in Japanese preschoolers, *In Workshop on Adapted intEraction with Social Robots*, Vol. 2724, pp. 20-27. CEUR.
- Manzi, F., Ishikawa, M., Di Dio, C., Itakura, S., Kanda, T., Ishiguro, H., & Marchetti, A. (2020a). The understanding of congruent and incongruent referential gaze in 17-month-old infants: an eye-tracking study comparing human and robot. *Scientific Rep*, 10(1), 1-10.
- Manzi, F., Peretti, G., Di Dio, C., Cangelosi, A., Itakura, S., Kanda, T., & Marchetti, A. (2020b). A robot is not worth another: exploring children's mental state attribution to different humanoid robots. . *Frontiers in Psychology*, 2011.
- Manzi, F., Peretti, G., Di Dio, C., Cangelosi, A., Itakura, S., Kanda, T., Marchetti, A. (2022), A Robot Is Not Worth Another Exploring Children's Mental State Attribution to Different Humanoid Robots. In A. Marchetti, & G. Riva, *Human Robotics* (p. 141-157). Milano: Vita e pensiero.
- Marchetti, A., Manzi, F., Itakura, S., & Massaro, D. (2018), Theory of mind and humanoid robots from a lifespan perspective, *Zeitschrift für Psychologie*, 226(2), 98-109.
- Marucci, M., & Betti, V. (2021), Grounded Cognition: nuove prospettive, *Reti, saperi, linguaggi (ISSN 2279-7777)*, 365-376.
- Mazzola, C., Incao, S., Rea, F., Sciutti, A., & Marassi, M. (2022), Human Experience and Robot Experience. In A. Marchetti, & G. Riva, *Human Robots* (p. 35-51). Milano: Vita e Pensiero.
- Meltzoff, A. N., Brooks, R., Shon, A. P., & Rao, R. P. (2010), "Social" robots are psychological agents for infants: A test of gaze following, *Neural networks*, 23(8-9), 966-972.
- Merleau-Ponty, M. (1945), *Phénoménologie de la perception*, (Vol. trad. Andrea Bonomi, Fenomenologia della percezione, Milano: Il Saggiatore, 1965; Milano: Bompiani, 2003;). Paris: Gallimard.
- Mori, M. (1970), The uncanny valley: the original essay by Masahiro Mori, *IEEE Spectrum*.
- Mori, M. M. (2012), The uncanny valley, *IEEE Robotics & automation magazine* , 19(2), 98-100.
- Mortari, L. (2006), *La pratica dell'aver cura*, Pearson Italia Spa.
- Nalin. (2014), La robotica cognitiva entra in pediatria, *Mondo Digitale*, 2.
- Nalin, I. B. (2014), La robotica cognitiva entra in pediatria, *Mondo Digitale*, 2.
- Nes, A., Sundberg, K., & Watzl, S. (2021), The perception/cognition distinction, *Inquiry*, DOI: 10.1080/0020174X.2021.1926317.
- Newton, D., & Newton, L. (2019), Humanoid Robots as Teachers and a Proposed Code of Practice, *Frontiers in Education, Section Teacher Education*, <https://doi.org/10.3389/educ.2019.00125>.
- Nikolaidis, S., Hsu, D., & Srinivasa, S. (2017), Human-robot mutual adaptation in collaborative tasks: Models and experiments, *The International Journal of Robotics Research*, 36(5-7), 618-634.
- Obaid, M., Aylett, R., Barendregt, W., Basedow, C., Corrigan, L., Hall, L., Papadopoulou, F. (2019), Endowing a Robotic Tutor with Empathic Qualities: Design and Pilot Evaluation, *J. Hum. Robot.*, 15:18500251. doi: 10.1142/S0219843618500251.
- Pareto, L., Ekström, S., Barendregt, W., Serholt, S., & Kiesewetter, S. (2019). Augmenting Game-Based Learning With a Robot Tutee, *Proceedings of the European Conference on Games Based Learning*, p560-568. DOI:10.34190/GBL.19.138).

- Pentzold, C., & Bischof, A. (2019), Making Affordances Real: Socio-Material Prefiguration, Performed Agency, and Coordinated Activities in Human-Robot Communication, *Social Media + Society*, 1-11 - DOI:10.1177/2056305119865472.
- Peretti, G., Villani, D., Marangi, M., Pelizzari, F., Di Bruno, S., Guida, I., & Marchetti, A. R. (2020), Coding with me: exploring the effect of coding intervention on preschoolers' cognitive skills, *Annual Review Of Cybertherapy And Telemedicine*, 153.
- Peretti, G., Villani, D., Marangi, M., Pelizzari, F., Di Bruno, S., Igor, G., & Massaro, D. (2021). Il viaggio di Cubetto. *PEDAGOGIKA.IT*, 25 (4): 57-62 <http://hdl.handle.net/10807/200879>.
- Pescaramona, I. (2018). Rispondere alle diversità nell'educazione per la prima infanzia. Sfide e scelte professionali |. *Pedagogia Oggi / Rivista SIPED / anno XVI - n. 2* -, 245-260.
- Pfeifer, R., & Scheier, C. (2001), *Understanding Intelligence*, MIT Press.
- Phillips, E. Z. (2018), What is human-like?: Decomposing robots' human-like appearance using the anthropomorphic robot (abot) database, *In 2018 13th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, pp. 105-113, IEEE.
- Piaget, J. (1929), *The Child's Conception of the World*, Routledge, New York
- Premack, D., & Woodruff, G. (1978), Does the chimpanzee have a theory of mind?., *Behavioral and brain sciences*, 1(4), 515-526.
- Rabb, N., Law, T., & Chita-Tegmark, M. e. (2022), An Attachment Framework for Human-Robot Interaction, *Int Journal of Soc Robotics*, 14, 539-559. <https://doi.org/10.1007/s12369-021-00802-9>.
- Reeves, S., & Kuper, A. B. (2008), Qualitative research methodologies: ethnography, *BMJ*, 337 doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.a1020>.
- Rietveld, E., & Julian Kiverstein, J. (2014), A Rich Landscape of Affordances, *Ecological Psychology*, 26:4, 325-352, DOI: 10.1080/10407413.2014.958035.
- Riva, G. (2014), *Nativi Digitali - Crescere e apprendere nel mondo dei nuovi media digitali*, Bologna: Il Mulino.
- Riva, G., & Marchetti, A. (2022), *Humane robotics. A multidisciplinary approach towards the development of humane-centered technologies*. Largo Gemelli 1 - 20123 Milano: Vita e Pensiero -.
- Robins, B. D. (2005), Robotic assistants in therapy and education of children with autism: can a small humanoid robot help encourage social interaction skills?., *Univ Access Inf Soc*, 4, 105-120 <https://doi.org/10.1007/s10209-005-0116-3> .
- Ros, R. N. (2011), Child-robot interaction in the wild: advice to the aspiring experimenter, *in Proceedings of the 13th International Conference on Multimodal Interfaces* , (p. 335). Alicante: ACM.
- Rossi, C. (2021), Il perturbante, *Interazioni*, nterazioni/Interactions (ISSN 1721-0143, ISSN e 2239-4389), 1-2021 DOI: 10.3280/INT2021-001012.
- Salter, T., Werry, I., & Michaud, F. (2008), Going into the wild in child-robot interaction studies: issues in social robotic development, *Intel Serv Robotics*, 1, 93-108 <https://doi.org/10.1007/s11370-007-0009-9>.
- Scott Reeves, J. P. (2013), Ethnography in qualitative educational research, *AMEE Guide No. 80.* , DOI: 10.3109/0142159X.2013.804977, e1365-e1379, .
- Selwyn, N. (2019), *Should robots replace teachers? AI and the future of education.*, John Wiley & Sons.
- Serholt, S. (2018), Breakdowns in children's interactions with a robotic tutor: A longitudinal study, *Computers in Human Behavior*, 81, 250-264.
- Serholt, S. (2019), Interactions with an Empathic Robot Tutor in Education: Students' Perceptions Three Years Later, In J. Knox, Y. Wang, & M. Gallagher, *Intelligence*

- and Inclusive Education. Perspectives on Rethinking and Reforming Education.* (p. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8161-4_5). Singapore: Springer, .
- Serholt, S., & Barendregt, W. (2013), The EMOTE project: Teaching geography through embodied-perceptive tutors for empathic-based learning in a game environment, *In European Conference on Games Based Learning*, 9-10.
- Serholt, S., & Barendregt, W. (2016), Robots tutoring children: Longitudinal evaluation of social engagement in child-robot interaction, *In Proceedings of the 9th nordic conference on human-computer interaction*, 1-10.
- Serholt, S., Barendregt, W., Vasalou, A., Alves-Oliveira, P., Jones, A., Petisca, S., & al., e. (2017). The case of classroom robots: teachers' deliberations on the ethical tensions. *AI Soc.*, 32, 613-631. doi: 10.1007/s00146-016-0667-2.
- Serholt, S., Pareto, L., Ekström, S., & Ljungblad, S. (2020), Trouble and Repair in Child-Robot Interaction: A Study of Complex Interactions With a Robot Tutee in a Primary School Classroom, *Front. Robot. AI, Sec. Human-Robot Interaction* <https://doi.org/10.3389/frobt.2020.00046>.
- Sharkey, N., & A, S. (2010), The crying shame of robot nannies - An ethical appraisal. *Interaction Studies*, Volume 11, Issue 2, p. 161 - 190 DOI: <https://doi.org/10.1075/is.11.2.01sha>.
- Siegel, R. C. (1991), The Microgenetic Method - A direct Means for studying cognitive development, *American Psychologist*, 46(6), 606-620.
- Stern, D. (2004), *The Present Moment in Psychotherapy and Everyday Life*, W. & W. Norton & Company.
- Suthers, D. (2006), Technology affordances for intersubjective meaning making: A research agenda for CSCL, *Computer Supported Learning*, 1, 315-337 - <https://doi.org/10.1007/s11412-006-9660-y>.
- Tanaka F., C. A. (2007, November 13), Socialization between toddlers and robots at an earlychildhood education center, *PNAS*(no. 46), 17954-17958.
- Tanaka, F., & Matsuzoe, S. (2012), Children teach a care-receiving robot to promote their learning: field experiments in a classroom for vocabulary learning, *J Hum Robot Interact*, 1(1):78-95. <https://doi.org/10.5898/JHRI.1.1>.
- Tolksdorf, N., Siebert, S., Isabel Zorn, I., Horwath, I., & Rohlfing, K. (2021), Ethical Considerations of Applying Robots in Kindergarten Settings: Towards an Approach from a Macroperspective, *International Journal of Social Robotics*, 13:129-140 <https://doi.org/10.1007/s12369-020-00622-3>.
- Truglio, F. M., Miglino, O., Ponticorvo, M., & Rubinacci, F. (2018), Educational robotics to support social relations at school, *In International Conference on Robotics and Education RiE 2017*, p.168-174, Springer.
- Truitt, E. R. (2015), *Medieval robots: mechanism, magic, nature, and art*, University of Pennsylvania Press.
- Tung, F. (2016), Child perception of humanoid robot appearance and behavior, *International Journal of Human-Computer Interaction*, 32(6), 493-502.
- Turkle, S. (2005), Relational artifacts and life-practice sociabilities: What "counts" as alive-enough to matter?
- Turkle, S. (2006), A nascent robotics culture: New complications for companionship. *American association for artificial intelligence technical report series AAAI*.
- Turkle, S., Breazeal, C., Dasté, O., & Scassellati, B. (2006), Encounters with Kismet and Cog: Children respond to relational artifacts. In P. M. (Eds.), *Digital media: Transformations in human communication*, p.1-20. Peter Lang P.
- Turkle, S., Taggart, W., Kidd, C. D., & Dasté, O. (2006), Relational artifacts with children and elders: the complexities of cyber companionship, *Connection Science*, 18(4), 347-361.

- Valentini, P. (1998), Jean Piaget: le opere, i metodi, il modello teorico. In O. Liverta Sempio, *Vygotskij, Piaget, Bruner* (p. 127-158). Milano: Raffaello Cortina.
- Valentini, P., & Tallandini, M. A. (1998), Gli stadi dello sviluppo. In O. Liverta Sempio, *Vygotskij, Piaget, Bruner*, p. 159-221, Milano: Raffaello Cortina.
- van Straten, C. L., Peter, J., & Kühne, R. (2020), Child-robot relationship formation: A narrative review of empirical research, *International Journal of Social Robotics*, 12(2), 325-344.
- van Straten, C., Peter, J., & Kühne, R. (2020), Child-Robot Relationship Formation: A Narrative Review of Empirical Research, *International Journal of Social Robotics*, 12, pages 325-344.
- Vandenbroucke, L. S. (2018), The Classroom as a Developmental Context for Cognitive Development: A Meta-Analysis on the Importance of Teacher-Student Interactions for Children's Executive Functions, *Review of Educational Research*, 88(1), 125-164. <https://doi.org/10.3102/0034654317743200>.
- Vegetti, M. (1998), La psicologia dell'uomo. In O. Liverta Sempio, *Vygotskij, Piaget, Bruner* (p. 43-66). Milano: Raffaello Corina.
- Vogt, P., van den Berghe, R., de Haas, M., Hoffman, L., Kanero, J., Mamus, E., & Pandey, A. K. (2019), Second Language Tutoring using Social Robots: A Large-Scale Study, *In 2019 14th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, 1-9.
- Wirth, W. (2006), Involvement. In B. J. & V. P. (eds), *Psychology of entertainment* (p. pp 199-213), Mahwah: Erlbaum,.
- Woods, S., Dautenhahn, K., & Schulz, J. (2004), The design space of robots: Investigating children's views, *In roman 2004. 13th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication (IEEE Catalog No. 04TH8759) IEEE Septem*, pp. 47-52.

Indice delle figure

Figura 1: Moving mechanical monk from sixteenth century at the German Museum in Munich XVI sec.	12
Figura 2: Il turco Meccanico- giocatore di scacchi	13
Figura 3: Il setup sperimentale di Fitter e colleghi.	22
Figura 4: Ambienti al nido. Da sinistra a destra e dall'alto in basso abbiamo: giochi a terra e tavoli per il pranzo; allestimento per il gioco simbolico; allestimento per il gioco di prendersi cura e per i travestimenti.....	52
Figura 5: Immagine dei due robot utilizzati per lo studio	67
Figura 6: Foto della schermata di lavoro con Nvivo 20.7	80
Figura 7: esempi di esplorazione sensoria del robot.....	83
Figura 8: esempio di dianniche di gruppo tra bambini.....	84
Figura 9 esempio di interazione con il robot Pixy a partire dalle sue caratteristiche socio-materiali.....	89
Figura 10: esempio di interazione con il robot Idol a partire dalle sue caratteristiche socio-materiali.....	89
Figura 11: esempio di interazione con il robot e di gioco simbolico.....	93

Indice delle Tabelle

Tabella 1: Panoramica delle dimensioni del campione, delle informazioni sull'età e della morfologia del robot.....	39
Tabella 2: Campione Partecipanti Bambini	60
Tabella 3: Statistiche descrittive test di Harris et al.	63
Tabella 4: Traduzione in italiano del PPQ test, in appendice la versione originale.....	66
Tabella 5: Organizzazione del coinvolgimento dei bambini.....	67
Tabella 6: Schema riepilogativo delle interazioni bambino-robot in asilo.	71
Tabella 7: Numero di bambini che hanno svolto un numero di interazioni	71
Tabella 8: condizione lavorativa del campione genitore	73
Tabella 9: tipo di abitazione del campione genitore	73
Tabella 10: numero di figli per nucleo familiare	73
Tabella 11: PPQ test - parte A- Tipi di gioco tra genitore e figlio	74
Tabella 12: Sezione B del test PPQ.....	76
Tabella 13: Sezione C del PPQ test.....	77
Tabella 14: Risultati del test di Harris et al.....	78