

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', written over the text '(firma in originale del Coordinatore)'. The signature is cursive and somewhat stylized.

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

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 sensomotoria 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 neurale (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 sensomotoria, 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 functionalMRI technique, we investigated the neural correlates of vitality forms in three tasks: action observation, imagination, and ex-ecution. 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 activated 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 sul tipo 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 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 Professoresse 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, 539-550 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., Lernia, 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/feduc.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, ISSNe 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., & Rohlfling, 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 complicities 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 diamiche 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