Giulia D'Agostino

SISTEMA DI ROBOTICA DI TELEPRESENZA

Nuovi indirizzi di re-embodiment per la scuola primaria



Corso di Laurea Magistrale in Design Sistemico "Aurelio Peccei"

Anno Accademico 2022/2023 Sessione di Luglio

Tesi di Laurea Magistrale

SISTEMA DI ROBOTICA DI TELEPRESENZA

Nuovi indirizzi di re-embodiment per la scuola primaria

Candidato
Giulia D'Agostino

Relatore **Prof. Claudio Germak**

> Co-relatrice Lorenza Abbate



Abstract

Il progetto di tesi nasce dall'esigenza di ottimizzare le attuali soluzioni di robotica di telepresenza per la didattica a distanza all'interno delle scuole primarie. Essendo un ambito in cui confluiscono diverse discipline, è stato necessario indagare non solo la robotica di telepresenza ma anche la robotica educativa e la HRI, in un percorso multidisciplinare che ha visto il coinvolgimento delle scienze pedagogiche e sociologiche. I robot di telepresenza attualmente in commercio non sono progettati specificatamente per le esigenze dei bambini all'interno del contesto scolastico: pertanto, si è resa necessaria l'implementazione di un sistema pensato per il suo particolare contesto di utilizzo. Un approccio human-centered e una serie di attività di co-progettazione svolte con bambini della scuola primaria, hanno consentito di delineare il quadro di esigenze e di requisiti necessari alla progettazione di un artefatto che rispondesse ai bisogni specifici degli utenti di riferimento e del contesto di utilizzo.

La prima fase del progetto ha evidenziato tre bisogni principali dei bambini, emersi durante le attività di co-progettazione: la necessità di disporre di funzioni specifiche consentano loro di compiere azioni utili alle attività didattiche; la necessità di proiettare sé stessi sul robot per sentirsi rappresentati e socialmente presenti; e, infine, quella di poter esprimere le proprie emozioni in modo da rendere l'interazione con i compagni, mediata da robot, più immediata e naturale.

Il progetto è quindi incentrato sullo sviluppo di un supporto scalabile, nell'ambito del phygital, che consente la personalizzazione del robot tramite un sistema di proiezione e la progettazione di un'interfaccia di guida realizzata integrando le funzioni necessarie ai bambini nelle attività didattiche e nella vita scolastica, in risposta alle loro specifiche esigenze e caratteristiche.

Dopo la definizione del quadro concettuale all'interno del quale si inserisce il progetto, il terzo capitolo della tesi descrive il protocollo ideato per le attività di co-progettazione svolte con due classi quinte della scuola primaria "San Domenico Savio" di Torino. Il protocollo è scalabile e applicabile a contesti analoghi e ha fornito le linee guida per il progetto di tesi.

Il capitolo successivo descrive il processo progettuale fino alla fase di prototipazione e testing del prototipo in cui si sono validate le scelte progettuali in relazione all'interazione con gli utenti finali. Il processo progettuale è stato lineare e sempre focalizzato sull'utente finale e sull'obiettivo del progetto di implementare la robotica di telepresenza per la didattica a distanza nelle scuole primarie, ossia per l'interazione con bambini in fascia di età 6-11 anni.

Il progetto di tesi costituisce una prima occasione per validare argomenti di interesse per gli sviluppi futuri della robotica di telepresenza per la didattica a distanza.

Indice

Abstract

1.	Introduzione	10
	1.1 Campo di ricerca1.2 Ruolo del design nella robotica1.3 Robotica e contesto scolastico1.4 Metodologia	12 12 16 18
2.	Robotica sociale	20
	 2.1 Definizione 2.2 Campi applicativi 2.3 Robotica educativa 2.3.1 Definizione 2.3.2 Evoluzione e sviluppi 2.4 Robotica di telepresenza 2.4.1 Definizione 2.4.2 Evoluzione e sviluppi 2.4.3 Campi applicativi 2.4.4 Robotica di telepresenza a scuola 2.5 Interazione uomo-robot 2.5.2 Interazione bambino-robot 2.6 Casi studio 2.7 Direzioni del progetto di telepresenza 	22 23 25 26 26 29 30 31 34 38 42 47 51
3.	Processo di co-progettazione Are you me?	120
	 3.1 Obiettivi 3.2 Metodologia 3.3 Scuola primaria "San Domenico Savio" 3.4 Materiali utilizzati e strutturazione dei laboratori 3.5 Risultati 	122 123 124 125

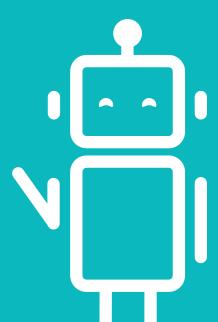
4. Sviluppo progettuale	144	
4.1 Scenario	146	
4.1.1 Obiettivi 4.1.2 Esigenze, requisiti e prestazioni	149 150	
4.2 Concept	154	
4.3 Sviluppo	157	
4.4 Prototipazione e test	166	
5. Conclusioni	170	
6. Bibliografia	172	
7. Sitografia	182	

Capitolo 01. INTRODUZIONE

Il primo capitolo va a definire il **campo di ricerca** all'interno del quale si colloca il progetto di tesi che parte dagli studi attualmente disponibili in merito all'applicazione della **robotica di telepresenza** alla **didattica a distanza** individuandone criticità e potenzialità che hanno costituito la base del progetto.

A seguito della pandemia da **Covid-19**, si è fatta evidente l'importanza di garantire a bambini e ragazzi un'educazione inclusiva che possa garantire un accesso continuativo all'istruzione, come esplica l'obiettivo n.4 dell'**Agenda 2030** delle Nazioni Unite. L'**inclusione virtuale** è un tema centrale per l'abbattimento di barriere che possono essere fisiche, geografiche o sociali che possono precludere a bambini e ragazzi il mantenimento di una normale e soddisfacente vita scolastica. In questo ambito, è fondamentale lo studio di discipline parallele – quali la robotica educativa e la child-robot interaction – che entrano in gioco nella progettazione di artefatti robotici finalizzati alla telepresenza all'interno dei contesti scolastici.

In questo capitolo, si descrive anche la **metodologia** che ha guidato la fase di ricerca nonché l'intero progetto di tesi.



1.1Campo di ricerca

Il progetto di tesi è stato realizzato nell'ambito della robotica di **telepresenza** applicata alla **didattica a distanza**.

La recente pandemia da Covid-19 ha posto l'attenzione sull'importanza della telepresenza come mezzo per garantire a bambini e ragazzi l'accesso continuativo all'istruzione e il mantenimento dei rapporti sociali con i compagni, al fine di evitare sensazioni di isolamento ed effetti negativi sia sulla salute mentale che sul rendimento scolastico. Tuttavia, le soluzioni di robotica di telepresenza attualmente disponibili sul mercato non sono progettate sulle particolari esigenze di bambini e ragazzi che, non essendo ancora nel pieno della propria maturità cognitiva e sviluppo pedagogico, necessitano di soluzioni specifiche che differiscono da quelle destinate ad un bacino di utenza più adulto.

L'interesse verso questo settore è stato spinto anche dagli obiettivi delineati dall'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'**Agenda 2030** per lo sviluppo sostenibile che nell'**obiettivo 4** pone un focus sull'importanza di garantire a tutti l'accesso ad un'**istruzione** di qualità che sia equa ed **insclusiva**.

Gli obiettivi preposti al progetto erano quelli di rispondere in particolare alle esigenze dei bambini della scuola primaria che si trovano in una fase di sviluppo pedagogico particolare in cui le interazioni sociali, l'autodeterminazione e la proiezione di sé giocano un ruolo cruciale nell'acquisizione di abilità cognitive e sociali fondamentali. Da qui l'ottimizzazione di un robot di telepresenza per l'inserimento all'interno della **scuola primaria** che risponda alle esigenze dei bambini in età 6-11 anni in termini di autodeterminazione e rappresentazione, e che ne garantisca l'inclusione sociale in momenti di interazione formali e informali.

Nel corso della fase di ricerca e analisi, gli ambiti indagati sono stati diversi, in relazione a tutti i fattori che entrano in gioco quando si progetta per i bambini. Il primo ambito indagato è stato quello, in generale, della robotica sociale relativamente alle modalità di interazione, ai campi di applicazione e ai benefici apportati dai robot nei contesti sociali. Si è poi indagato l'ambito della robotica educativa per comprendere le caratteristiche e i principi alla base della progettazione di artefatti robotici per l'educazione. Un altro campo centrale nel progetto di tesi è la robotica di telepresenza qui analizzata nel suo complesso in relazione ai diversi contesti applicativi, alle tecnologie utilizzate, all'attuale stato dell'arte e ai vantaggi nell'adozione di un robot di telepresenza in termini di supporto all'educazione, inclusione sociale, accessibilità, riduzione dei costi e dell'impronta ecologica. Infine, come elemento comune a tutti gli ambiti sopra citati, la ricerca ha toccato l'ambito della human-robot



Figura 1.1 Impiego del robot Double 3 all'interno di un istituto scolastico per consentire ad un bambino affetto dal virus Covid-19 di continuare a frequentare la scuola. Immagine tratta da www.science. org

interaction (HRI), definendone le caratteristiche, le principali modalità, le implicazioni e soprattutto le differenze nella progettazione di artefatti e interazioni destinate ad adulti e bambini.

L'analisi è stata possibile grazie ad una ricerca in letteratura su tutti gli ambiti pertinenti al progetto, sullo stato dell'arte e su studi precedentemente realizzati nell'ambito della robotica educativa e di telepresenza e dei risultati da essi scaturiti.

Lo studio di queste discipline è stato necessario per capire le sfide che un progetto di robotica di telepresenza applicata al contesto scolastico deve affrontare considerando le caratteristiche dei bambini come utenti finali in relazione alle già presenti soluzioni sul mercato, alle criticità rilevate e ai potenziali sviluppi futuri.

1.2 Ruolo del design nella robotica

La robotica e il design si incontrano, in particolare, nell'ambito dell'HRI, ossia nell'interazione che avviene tra l'uomo e l'artefatto robotico, nonché nell'accettazione della macchina, nell'efficacia delle soluzioni robotiche e, di conseguenza, nel suo impiego nella vita quotidiana. Il design risulta infatti fondamentale al fine di spostare il focus dalla tecnologia alla creazione di esperienze coinvolgenti e significative per gli utenti (Lupetti, 2016).

Lo studio delle modalità di interazione si è evoluto e consolidato con l'introduzione di nuove tecnologie e il progresso nell'ambito non solo della robotica ma anche dell'Al, rendendo necessario l'intervento dell'interaction designer nel corso delle diverse fasi progettuali che deve considerare fattori cruciali quali il grado di autonomia della macchina – ossia la misura in cui il robot sarà in grado di agire al posto dell'uomo – e l'**interazione** sociale – ovvero la capacità del robot di stabilire delle relazioni con gli utenti (Saffer, 2010). Risulta chiaro come, specie per ciò che riguarda la robotica applicata a contesti sociali, il design sia cruciale non solo in materia di HRI ma che sotto il punto di vista formale e funzionale (Forlizzi, 2013).

La morfologia del robot – che include la scelta dei materiali, le dimensioni, la forma e in generale l'estetica – può rendere il robot maggiormente attraente e accattivante, alzando il livello di engagement: questi aspetti influiscono molto sull'accettazione del robot e, in generale, sulla percezione che gli utenti avranno del robot. Inoltre, la cura della dimensione formale contribuisce a rendere la macchina adatta al contesto di utilizzo: ad esempio, un robot educativo, progettato quindi per interagire con i bambini, necessitano di specifiche caratteristiche per risultare interessante e attraente ai loro occhi.

Allo stesso modo progettare le funzio-

ni e le azioni che il robot sarà in grado di compiere dovrà essere strettamente connesso al contesto di utilizzo e alla tipologia di utenti con cui il robot sarà chiamato ad interagire, nonché agli obiettivi dell'interazione: rispondere alle esigenze degli utenti, garantire una comunicazione chiara ed efficace tra il robot e l'utente e progettare il flusso di interazione in modo che risulti intuitivo e piacevole renderà l'esperienza di utilizzo positiva.

L'interazione tra l'uomo e il robot è generalmente mediata da un'**interfaccia** che può essere digitale così come analogica: l'architettura dell'interfaccia è anch'essa determinante nell'esito dell'esperienza utente, in quanto fattori come l'accessibilità, l'intuitività, la facilità di utilizzo e la comprensibilità, in caso di assenza, possono costituire delle barriere in entrata nell'interazione con il robot.

Risulta chiaro come, in un'ottica di design responsabile, l'ergonomia e la sicurezza siano fattori imprescindibili in fase progettuale al fine di evitare comportamenti errati, prevenire incidenti e garantire la massima sicurezza. Emerge come la cooperazione tra diverse figure professionali e la collaborazione tra le aree disciplinari del design, dell'ingegneria e dell'informatica, nonché della psicologia, dell'ergonomia, dell'antropologia e delle scienze sociali giochi un ruolo fondamentale nella progettazione di artefatti robotici



Figura 1.2 Il design impiegato anche per progettare il robot in modo che risulti amichevole e piacevole agli occhi dell'utente il quale si interfaccia con riluttanza a robot dall'aspetto intimidatorio. Immagine tratta da www.bbc.com

e, quindi, nell'accettazione della macchina da parte dell'uomo (Germak, 2015). La **prospettiva multidisciplinare** si è fatta man mano essenziale nell'affrontare le nuove sfide che hanno coinvolto la **dimensione sociale** ed **emozionale** dell'interazione uomo-robot.

Gli esseri umani non percepiscono i robot come mere macchine ma, come approfondiremo più avanti, tendono ad attribuire ad essi **caratteristiche umane** non solo per quanto riguarda l'aspetto esteriore, ma anche in termini comportamentali ed emozionali, secondo il fenomeno dell'**antropomorfizzazione**. La morfologia del robot, nonché il suo comportamento, influisce sul grado di antropomorfizzazione e dunque sulla percezione che l'uomo sviluppa nei confronti della macchina.

Assumendo l'interazione uomo-robot come veicolo nella produzione di senso a partire dalla costruzione di conoscenza, il design assumerà un ruolo cruciale, ponendosi come determinante nel dialogo tra morfologia, funzionalità, contesto di utilizzo e comportamento del robot nella progettazione dell'esperienza (Cappelli & Giovannetti, 2003).

La sfida per i designer è quella di progettare robot in cui la dimensione morfologica, quella funzionale e quella comportamentale dialoghino tra loro al fine di creare esperienze con il robot a cui gli utenti possano attribuire dei significati profondi, proiettare sé stessi, sentirsi coinvolti e vivere l'interazione nel modo più naturale possibile, minimizzando la percezione che hanno del medium durante tutta l'esperienza.

1.3 Robotica e contesto scolastico

Negli ultimi decenni la robotica è stata progressivamente inserita all'interno dei contesti scolastici con modalità che differiscono a seconda delle finalità per cui il robot viene impiegato. I **robot** vengono utilizzati come **supporto** alle attività didattiche per materie curriculari o extracurriculari ma anche come strumento di telepresenza e mezzo per lo sviluppo di abilità cognitive e sociali.

All'interno delle scuole primarie, la robotica è stata sperimentata per favorire il potenziamento delle competenze di analisi, astrazione e pensiero creativo attraverso la programmazione e l'uso di robot educativi: questo approccio consente di sviluppare il pensiero complesso e la capacità di astrazione tramite la descrizione e la narrazione di modelli reali e immaginari al fine di raggiungere degli obiettivi e risolvere problemi (Ricci & Colombi, 2017). In tal senso, la robotica viene impiegata per favorire l'apprendimento delle discipline STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) con consequente sviluppo delle capacità di

problem solving, pensiero critico e computazionale. L'impiego della robotica in qualità di **approccio pedagogico** rende anche l'apprendimento delle materie curriculari più interattivo e stimolante per gli studenti: questo non vuol dire aggiungere nuove materie al piano didattico ma utilizzare quotidianamente i **robot** come **strumenti multidisciplinari** in grado di rendere più efficace e coinvolgente lo sviluppo di **competenze trasversali** e apportando effetti positivi sul rendimento scolastico (Grimaldi, 2014).

Oltre ai benefici diretti per la didattica, la robotica all'interno del percorso scolastico promuove anche competenze sociali importanti quali il lavoro di squadra, la comunicazione e la risoluzione dei conflitti: infatti, gli studenti sono spesso chiamati a lavorare insieme per risolvere sfide complesse, incoraggiando la cooperazione e lo scambio di idee. In questo, giocano un ruolo fondamentale anche le intera**zioni** che ali studenti hanno con il robot in momenti informali che costituiscono comunque occasione di apprendimento. In questo ambito è importante tenere a mente che l'apprendimento di competenze didattiche o trasversali, avviene in contesti o momenti diversi che possiamo definire come formali, informali e non formali: i contesti formali sono finalizzati all'istruzione e comprendono i momenti di lezione e le normali attività didattiche; i contenti informali comprendono le situazioni in cui vi è un rapporto paritario tra

studente e insegnante, svincolato dalle consuete dinamiche scolastiche; infine, i contesti non formali presuppongono l'acquisizione di competenze e abilità dalle relazioni sociali (Werquin, 2010).

In questo quadro concettuale, si fa evidente come l'inserimento della robotica all'interno del contesto scolastico sia veicolo non solo di diverse modalità di apprendimento ma anche di un ampio spettro di competenze e abilità, non solo nell'ambito didattico.

All'interno degli istituti scolastici, e in particolare negli ultimi anni, la robotica è stata introdotta anche in qualità di strumento per la telepresenza. La recente pandemia da Covid-19 ha reso le tecnologie legate alla robotica di telepresenza sempre più popolari: queste consentono, infatti, agli studenti che sono impossibilitati a frequentare fisicamente la scuola di partecipare attivamente alle lezioni e alla vita scolastica a distanza. Inoltre, numerosi istituti scolastici, in linea con l'obiettivo n.4 dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite che esprime la necessità di "Garantire un'istruzione di qualità inclusiva ed equa e promuovere opportunità di apprendimento continuo per tutti", hanno posto una maggiore enfasi sull'educazione inclusiva, aprendosi all'adozione di strumenti utili per garantirla. I robot di telepresenza possono aiutare gli studenti che sono affetti da malattie croniche o che non possono frequentare la scuola

per motivi di salute, per problemi economici o difficoltà legate alla distanza dagli istituti scolastici a mantenere una connessione con la scuola e con i compagni, garantendo un accesso continuativo all'istruzione e la salvaguardia dei rapporti sociali (Powell et al., 2021). Emerge come la robotica di telepresenza costituisca un utile supporto non solo didattico ma anche sociale, rispondendo ai bisogni socio-emotivi degli studenti in termini di inclusione sociale, autodeterminazione, e coinvolgimento: l'impiego del robot si è rivelato fondamentale per combattere il senso di isolamento e restituire a studenti costretti a casa per lunghi periodi, un senso di normalità (Page et al., 2021).

I robot di telepresenza costituiscono un'estensione dello studente collegato da remoto che, sfruttando il sistema composto da videocamere, microfoni, display e piattaforma mobile, consentono allo studente di **muoversi liberamente** e di **interagire** con l'ambiente e con le persone al suo interno. Questa libertà di movimento garantisce allo studente a distanza la possibilità di autodeterminarsi e di vivere il contesto scolastico come se fosse fisicamente presente sul luogo. La robotica di telepresenza viene sfruttata non solo dagli studenti all'interno dei contesti scolastici ma anche dagli insegnanti: i robot consentono infatti agli insegnanti di condurre lezioni da una posizione remota senza che vi sia la necessità di spostarsi fisicamente. Questa possibilità consente di **arricchire** notevolmente l'**offerta formativa** degli istituti scolastici che possono potenzialmente godere delle lezioni di esperti provenienti da ogni angolo del mondo: in questo modo, l'impatto della robotica di telepresenza si fa particolarmente positivo anche in ambito di **impatto ambientale** e risparmio economico, limitando viaggi e spostamenti (Puarungroj & Boonsirisumpun, 2020).

Pur essendo numerosi i potenziali benefici dell'utilizzo di robot di telepresenza all'interno dei contesti scolastici, gli studi fino ad oggi disponibili sono realizzati su piccola scala e le soluzioni disponibili sul mercato non sono progettate specificamente per gli studenti nelle diverse fasi del percorso scolastico: è quindi ancora necessario estendere il campo di ricerca e studiare soluzioni specifiche che tengano conto dei bisogni socio-emotivi e delle modalità di interazione di bambini e ragazzi.

1.4 Metodologia

La metodologia adottata per il progetto è

di tipo human-centered (HCD) e mette al centro le esigenze, i desideri e l'esperienza degli utenti nel corso di tutto il processo di progettazione. L'HCD si basa proprio sulla profonda comprensione dell'utente finale che viene coinvolto durante il percorso. Ciò significa che i progettisti cercano di entrare in empatia con gli utenti, di imparare da loro ascoltando le loro necessità, coinvolgendoli attivamente nella generazione di nuove idee e nella valutazione delle soluzioni proposte. L'approccio human-centered è un **processo iterativo** che comprende diverse fasi: la ricerca sugli utenti e il contesto, la definizione dei problemi, la definizione di possibili soluzioni, la prototipazione e il testing. Durante queste fasi, il focus rimane costantemente sugli utenti, con l'obiettivo di ottenere feedback e migliorare le soluzioni proposte.

Il progetto è partito da una fase **meta-progettuale** costituita dalla **ricerca** e dall'analisi dello **scenario** di riferimento all'interno del quale si colloca il progetto in riferimento al contesto di applicazione, alle caratteristiche del bacino di utenza, allo stato dell'arte e alle possibili implicazioni sui diversi ambiti disciplinari e applicativi. La ricerca è stata svolta a partire da una revisione della letteratura in tema di robotica sociale e in particolare di robotica educativa e di telepresenza, nonché dell'HRI.

I risultati della ricerca hanno consentito di



Figura 1.3 Fasi nella metodologia dello human-centered design

delineare con precisione il contesto di riferimento su cui si andrà ad operare con il progetto – ossia la **robotica di telepresenza applicata alla didattica a distanza** – e una serie di linee guida, nonché gli utenti di riferimento – gli studenti delle scuole primarie – e l'obiettivo del progetto. La fase successiva dello sviluppo progettuale ha coinvolto in maniera attiva e diretta i potenziali utenti finali del progetto tramite un **processo di co-progettazione** realizzato all'interno della scuola primaria "San Domenico Savio" di Torino che ha coinvolto due classi quinte.

Le attività di co-progettazione hanno consentito di delineare precisamente le esigenze degli utenti in relazione alle loro specifiche caratteristiche e al contesto di applicazione del robot di telepresenza, nonché le possibili funzioni del robot in risposta a tali esigenze. La definizione delle esigenze ha poi naturalmente portato alla definizione dei requisiti specifici in relazione al progetto così come le possibili prestazioni in risposta ad esigenze e requisiti. Le prestazioni individuate sono poi state valutate sulla base della meto-

dologia del **TRL** – Technology Readiness Level – utile alla definizione del percorso da intraprendere per il progetto e, dunque, delle soluzioni da adottare. Ottenuti tutti gli elementi necessari, si è realizzato il progetto dell'artefatto che si è passati poi a prototipare. Successivamente, nella fase di **testing** si è valutato il **prototipo** in termini di usabilità per validare le scelte progettuali in relazione all'interazione con l'utente.

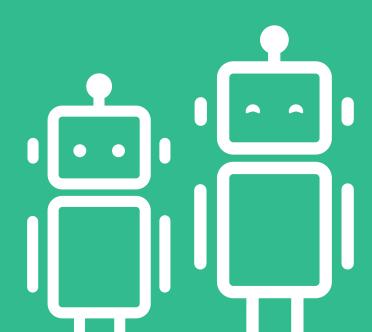
Il processo progettuale è stato lineare e sempre focalizzato sull'utente finale e sull'obiettivo del progetto di implementare la robotica di telepresenza per la didattica a distanza nelle scuole primarie, ossia per l'interazione con bambini in fascia di età 6-11 anni. Il progetto ha richiesto un approccio multidisciplinare che tenesse in considerazione tutte le variabili coinvolte – in termini di pedagogia, scienze sociali, educazione – nell'interazione bambino-robot (cHRI) all'interno del contesto scolastico.

Capitolo 02. ROBOTICA SOCIALE

All'interno di questo capitolo viene approfondito il tema della **robotica sociale**, scoprendone la definizione, le origini, le varie declinazioni e tutti i campi di applicazione che ricoprono ormai ogni aspetto della società.

È all'interno di questo ambito, infatti, che si collocano più specificatamente la **robotica di telepresenza**, che ancor più da vicino, toccano la ricerca ed il progetto di tesi e che vengono analizzate in termini di storia, evoluzione, applicazioni e scenari futuri. La ricerca prosegue verso le modalità di **interazione uomo-robot** e, più in particolare, sull'interazione **bambino-robot** che presenta analogie e differenze, conseguenti ad aspetti psicologici ed esperienziali, fondamentali da considerare nel percorso di analisi e progettazione.

La parte finale del capitolo, è dedicata alla raccolta e all'analisi di **casi studio** pertinenti agli ambiti di ricerca su citati e alla delineazione di scenari futuri per la telepresenza e, quindi, **direzioni progettuali**..



2.1 Definizione



Figura 2.1 Combinazione delle abilità che definiscono un social robot e che gli consentono di interagire con l'essere umano

Con robot sociali si intendono robot che interagiscono tra di loro e con gli esseri umani secondo comportamenti socialmente accettabili e legati al proprio ruolo specifico, esprimendo le proprie intenzioni in modo comprensibile all'uomo e che sono in grado di cooperare con altri agenti, siano essi umani o robot, al fine di raggiungere degli obiettivi comuni (Breazeal & Scassellati, 1999).

Essenzialmente, il principale obiettivo della robotica sociale è quello di sviluppare robot che possano **assistere le persone** in diverse attività e svolgere funzioni di supporto, migliorando così la qualità di vita degli individui e fornendo loro un concreto aiuto in situazioni difficili, faticose o pericolose. Si tratta di una disciplina relativamente recente, la cui storia non inizia prima della fine del XX secolo,

quando i primi robot iniziarono appunto ad essere utilizzati per scopi di carattere sociale, come ad esempio l'assistenza a categorie fragili, quali anziani e disabili, oppure bambini, come integrazione, quindi, all'azione umana (Feil-Seifer & Matari, 2010).

La robotica sociale è dunque nata in risposta a **sfide sociali** e demografiche, dalla necessità di sviluppare tecnologie in grado di **migliorare** la qualità della **vita delle persone**, specialmente di coloro che hanno bisogno di assistenza nelle attività quotidiane. Nel corso degli anni, la robotica sociale ha visto una rapida evoluzione grazie soprattutto ai progressi nella tecnologia dei sensori e dell'intelligenza artificiale, che ha portato ad una crescente capacità dei robot di riconoscere e rispondere ai comportamenti



Figura 2.2 Principali campi di applicazione dei social robots

umani, aumentando esponenzialmente le possibilità di applicazione.

2.2Campi applicativi

Grazie alla loro capacità di interagire con gli esseri umani in modo naturale e intuitivo, i robot sociali possono svolgere una vasta gamma di funzioni, come ad esempio fornire supporto emotivo, assistere le persone anziane o disabili nelle attività quotidiane, aiutare i bambini nello sviluppo delle capacità cognitive, oppure svolgere compiti di sorveglianza

e sicurezza. Questo li rende utili e adatti a numerosi contesti, come ad esempio in ospedali per assistenza e riabilitazione, case di riposo per assistenza, supporto emotivo e terapia, scuole per sviluppo cognitivo e scopi educativi, uffici per attività di accoglienza e marketing e anche abitazioni private, per intrattenimento, assistenza e sicurezza (Dautenhahn, 2002).

Uno dei primi esempi di robotica sociale è stato il robot **Paro**, sviluppato dall'azienda AIST, in Giappone, nel 2003. Paro è un robot-foca in grado di interagire con le persone, aiutarle a rilassarsi e a sentirsi meno sole. Il successo di Paro ha portato alla creazione di altri robot simili, come il robot **GiraffPlus**, sviluppato nell'ambito di un progetto europeo nel 2016, che permette di monitorare la salute degli anziani e di fornire un sup-



Figura 2.3 PARO è stato il primo social robot ad essere progettato a scopo terapeutico e di intrattenimento per gli anziani affetti da demenza. www.digitaltmuseum.no

porto virtuale tramite la telepresenza. Altri esempi di robotica sociale applicata ad ambiti differenti dall'assistenza agli anziani includono robot per la terapia occupazionale, come il Romo sviluppato da Romotive nel 2013, che aiuta i bambini con disturbi dello spettro autistico a sviluppare abilità sociali e di comunicazione, e Nao, un robot umanoide utilizzato per l'istruzione e la terapia comportamentale sviluppato da Aldebaran nel 2008, oppure il più famoso Pepper, robot sociale tuttofare sviluppato da Softbank Robotics nel 2014.

Ciò che appare chiaro, è principalmente che la robotica sociale rappresenti una grande opportunità per migliorare la qualità della vita degli individui e **promuovere l'inclusione sociale**, soprattutto in un'epoca in cui sempre più persone si confrontano con problemi di isolamento e solitudine, siano essi conseguenza di condizioni di salute o meno.

Tuttavia, è importante anche considera-re le possibili **implicazioni etiche e** sociali dell'utilizzo dei robot in contesti sociali, al fine di garantire che la tecnologia sia utilizzata in modo responsabile e nel pieno rispetto dei diritti umani. Ad esempio, è importante garantire che i robot siano progettati in modo da rispettare la privacy delle persone, evitando l'uso improprio di dati personali e la diffusione di informazioni sensibili. Inoltre, è fondamentale evitare di creare barriere comunicative, sociali e di utilizzo, il che significa progettare i robot sociali secondo un modello di human-centered design che parta dalle esigenze degli utenti di riferimento, tenendo quindi conto delle loro

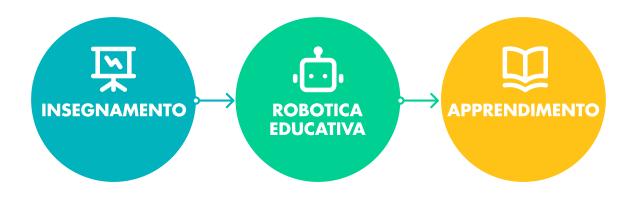


Figura 2.4 Ruolo della robotica come strumento per l'apprendimento

caratteristiche e reali necessità. Per essere efficaci, i robot sociali devono quindi essere progettati tenendo conto di diversi fattori, come ad esempio la sicurezza, l'usabilità, la comunicazione e l'interazione sociale. Inoltre, è importante che le tecnologie utilizzate siano accessibili e intuitive per gli utenti, in modo da facilitare l'interazione con il robot e rendere l'esperienza più positiva e gratificante.

2.3 Robotica educativa

ÙUno dei campi di particolare interesse

degli ultimi anni è la robotica sociale applicata al **contesto educativo**. I bambini presentano bisogni particolari e i robot sociali possono rappresentare uno strumento utile attraverso cui rispondere a **bisogni** che sono **cognitivi**, **relazionali**, talvolta fisici e ludici (Breazeal, 2011). All'interno di questo scenario, oltre ai robot progettati per attività di assistenza, si inserisce anche la robotica educativa che all'interno del capitolo che segue viene indagata, a partire dalle proprie radici storiche e teoriche sino ai futuri scenari di applicazione.

Nel processo di apprendimento, la robotica educativa può rappresentare il superamento delle tradizionali modalità di studio a favore di più attivi, stimolanti e trasversali modi di fare didattica con ricadute non solo sulla conoscenza

nozionistica ma anche, e soprattutto, sulle abilità cognitive nonché sulla creatività, le capacità di problem solving e il pensiero critico. Inoltre, l'impiego dei robot in classe stimola la collaborazione e il lavoro di squadra, incoraggiando la condivisione delle conoscenze e l'apprendimento cooperativo.

2.3.1 Definizione

La robotica educativa rappresenta un innovativo strumento di supporto all'attività didattica, sia nel processo di insegnamento che di apprendimento. Basata non solo sull'utilizzo di robot programmabili per l'apprendimento di discipline tecnologiche e scientifiche, la robotica educativa contribuisce al funzionamento cognitivo autonomo, nonché al ricco controllo del linguaggio, alla maturazione di abilità sociali e alla capacità di cooperare in gruppo per raggiungere un obiettivo comune (Siega, 2008).

Il processo di apprendimento attraverso la robotica educativa si basa, infatti, sulla **sperimentazione** ed è proprio grazie a questo approccio che si è rivelato uno strumento particolarmente efficace, specialmente nel rendere l'attività didattica più coinvolgente. È grazie all'esperienza diretta e all'interazione continua con il robot che gli studenti sperimentano una modalità di apprendimento attiva e partecipativa che li vede protagonisti dell'attività didattica. È proprio per questo scopo che il comportamento dei robot deve essere pensato e progettato, ovvero per interessare gli studenti, i quali apprendono dal tipo di feedback ottenuto dall'attività e dall'interazione con il robot (Agostini et al., 2014).

Tuttavia, l'utilizzo della robotica come supporto alla didattica non esclude o sminuisce il **ruolo dell'insegnante** che, al contrario, si rivela di fondamentale importanza. Numerosi studi hanno infatti evidenziato come, al fine di ottenere risultati incoraggianti, sia fondamentale che ad incoraggiare e motivare i bambini siano in primis gli insegnanti, mostrando un atteggiamento positivo e propositivo nell'adottare nuovi strumenti didattici (Agostini op. cit.).

2.3.2 Evoluzione e sviluppi

L'impiego della robotica in percorsi scola-

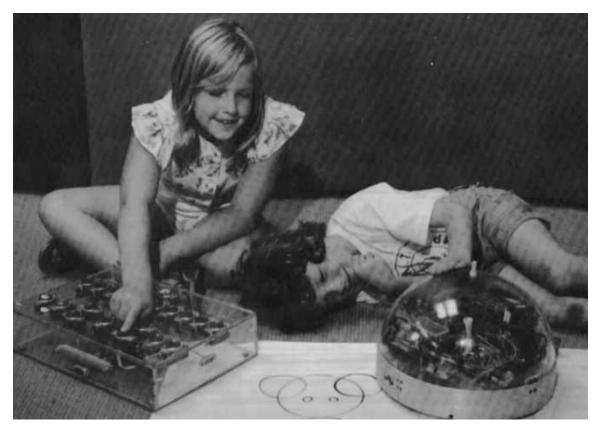


Figura 2.5 La LOGO Turtle di Seymour Papert in una delle sue prime applicazioni a scopo didattico per l'apprendimento del linguaggio di programmazione. Immagine tratta da: www.researchgate.net

stici si fonda su un impianto teorico che affonda le proprie radici nel principio del **costruttivismo**, definendosi attraverso i micromondi di Papert e concretizzandosi nell'impiego dei robot (Parisi, 2001; Lancia & Rubinacci, 2007).

Siamo negli anni '60, quando il professore **Seymour Papert** del Massachusetts Institute of Technology (MIT) intuì per primo il potenziale della robotica nel **processo di apprendimento** fornendo una personale rielaborazione del concetto di costruttivismo e delle teorie di **Piaget**, secondo cui il processo di costruzione della conoscenza è favorito dalla simultanea realizzazione di artefatti che contribuiscono alla costruzione di un **sapere** che è anche **pratico** e non solo teorico (Alessandri & Paciaroni, 2012). Quelli di cui parla Papert sono **artefatti informatici** che producono delle **rappresentazioni**

del mondo reale (micromondi, appunto) manipolabili che possono essere concepiti come degli ambienti di apprendimento, all'interno dei quali studiare problemi reali attraverso delle simulazioni. (Alessandri & Paciaroni op. cit.).

A partire da questi presupposti teorici, Papert, insieme ai suoi collaboratori, arriva a sviluppare **Logo**, un linguaggio di programmazione orientato all'infanzia, che consente ai bambini di creare sequenze di comandi per controllare un robot.

Il primo robot educativo commercializzato nel 1967 è stato il **Logo Turtle**, un robot a forma di tartaruga dotato di ruote e di pennarelli posti sulla parte inferiore che gli consentivano di disegnare su carta le figure geometriche che i bambini progettavano seguendo i comandi del software Logo, imparando così le basi della geo-

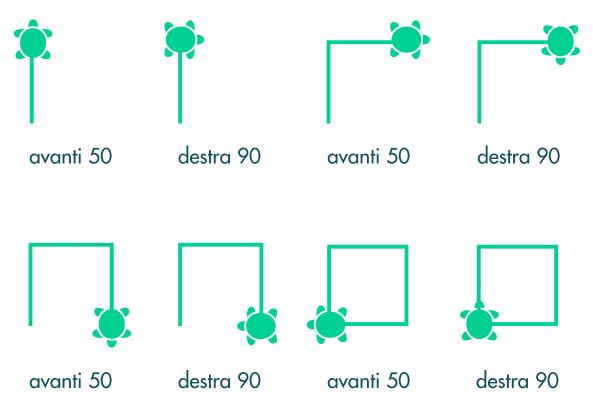


Figura 2.6 Dinamiche di base del linguaggio di programmazione LOGO

metria nonché della programmazione. La programmazione costituisce quindi uno strumento per apprendere nuovi modi di pensare e per acquisire conoscenza che non viene trasmessa ma costruita attivamente attraverso la manipolazione di artefatti concreti. Ciò che viene sviluppato in questo modo è il pensiero logico: gli studenti sono chiamati a ideare e realizzare il procedimento attraverso cui troveranno una delle possibili soluzioni di un dato problema, soluzioni che non rappresentano un insieme chiuso bensì una serie aperta di possibilità, non del tutto ipotizzabili a priori, individuate a seguito di processi di simulazione e narrazione.

Sulla scia di queste possibilità, negli anni '80, la LEGO Group lanciò il suo primo kit di costruzione robotica, il **LEGO Technic**, che consente ai bambini di costruire e programmare robot personaliz-

zati. Questo **kit** di costruzione è ancora oggi uno dei più popolari al mondo, e rappresenta una delle principali fonti di ispirazione per i giovani appassionati di robotica educativa. In questo modo, da strumento nato dalla fantasia, la robotica diventa "uno strumento per la fantasia quando, attraverso la narrazione, si costruiscono storie per lo sviluppo di esperienze e progetti robotici" (Alessandri & Paciaroni, op. cit.).

È poi a partire dagli anni '90 che, grazie all'avvento di **internet**, il mercato legato all'ambito della robotica educativa si è espanso, diffondendosi in tutto il mondo e iniziando a commercializzare prodotti utilizzabili all'interno del contesto scolastico così come del contesto privato abitativo. Numerose sono state le organizzazioni, anche senza scopo di lucro, e le aziende che hanno messo a punto programmi di

educazione robotica, proprio con l'obiettivo di promuovere collaborazione, creatività, pensiero critico e apprendimento delle competenze STEM.

All'interno del contesto scolastico, la robotica educativa può essere introdotta sia in qualità di strumento trasversale a più discipline sia all'interno del percorso di uno specifico insegnamento: ad esempio nell'apprendimento di materie tecnico-scientifiche, oppure di abilità testuali. All'interno della scuola primaria, la modalità più efficace attraverso cui introdurre la robotica all'interno del contesto didattico, risulta essere la narrazione, attraverso cui gli studenti (anche i più piccoli) possono consolidare le capacità legate all'ascolto, la scrittura, la lettura e la parola. Maggiormente efficace è l'inserimento della robotica per l'apprendimento di particolari insegnamenti nelle scuole secondarie di primo e secondo grado, sia in ambito scientifico che umanistico.

Pellerey (Pellerey, 2004) sottolinea quanto sia fondamentale il **contributo della pedagogia** nella progettazione del processo di apprendimento tramite la robotica e nel trasferimento delle conoscenze e come "lavorare per progetti induce la conoscenza di una metodologia di lavoro di grande rilievo sul piano dell'agire, la sensibilità verso essa e la capacità di utilizzarla in vari contesti" (Pellerey, op.cit.). Dunque, le esperienze progettuali risultano favorite nell'acquisizione delle compe-

tenze ed è per questo che il passaggio dalla robotica alla robotica educativa è segnato proprio dall'attività laboratoria-le attraverso cui avviene l'integrazione tra reale e artificiale all'interno della didattica, attraverso un approccio che risulta efficace non solo nell'apprendimento di contenuti ma anche di una nuova metodologia.

2.4 Robotica di telepresenza

Fa parte della grande famiglia della robotica sociale anche la **robotica di telepresenza** che si occupa della realizzazione di robot in grado di essere **controllati a distanza** da un operatore umano. Questi robot sono dotati di sensori e attuatori che permettono di **interagire con l'ambiente** circostante e di trasmettere informazioni sensoriali all'operatore umano, che può controllarli attraverso un'interfaccia dedicata.

L'obiettivo della robotica di telepresenza è quello di rendere possibile la **presenza remota** di una persona in un luogo fisico diverso da quello in cui si trova fisicamente. Questa tecnologia trova

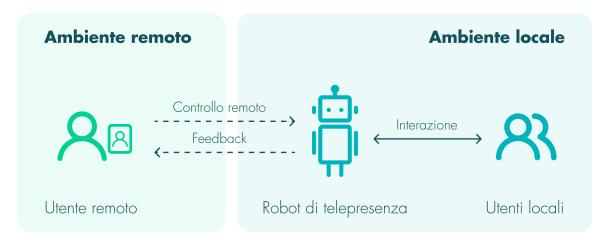


Figura 2.7 Ruolo del robot di telepresenza nella comunicazione tra utenti in ambiente remoto e utenti in ambiente locale

applicazione in diversi settori, come ad esempio la medicina, l'industria, la sicurezza e l'esplorazione spaziale nonché il contesto scolastico, aziendale e assistenziale. In pratica, la robotica di telepresenza prevede l'utilizzo di robot dotati di telecamere, microfoni e altoparlanti, che consentono alla persona remota di avere una visione a 360° dell'ambiente in cui si trova il robot e di comunicare con le persone presenti sul posto.

All'interno di questa sezione, viene definita la robotica di telepresenza, ripercorrendo i primi passi e gli sviluppi di questa tecnologia emergente che, in seguito alla recente crisi pandemica, ha acquisito sempre più rilevanza per la sua capacità di rispondere alle attuali esigenze della società. Successivamente, essendo oggetto del presente progetto di tesi, viene posto un focus sull'impiego della telepre-

senza all'interno del sistema scolastico, analizzando le attuali finalità di applicazione e come sono cambiati nel tempo.

2.4.1
Definizione

Il termine telepresenza è stato usato per la prima volta da **Minsky** nel 1980 e con cui intendeva il "senso di essere presente" (Minsky, 1980). Si riferiva alla sensazione di **essere presenti** in un luogo in cui **non ci si trova fisicamente**. Questo è possibile grazie alla **mediazione** di una tecnologia di teleoperazione che consente l'interazione tra l'operatore umano che

agisce da remoto e chi (o cosa) è fisicamente presente sul luogo in cui è posta la macchina.

La **presenza** viene naturalmente definita in termini di **tempo e spazio** in cui essere in presenza di qualcuno significa "riconoscerlo come esistente contemporaneamente a noi e notare che egli rientra nella gamma reale dei nostri sensi" (Bazin, 1967). In altri termini, il senso di presenza in un ambiente in cui non ci si trova fisicamente, è una **percezione soggettiva** ottenuta dall'interazione di molteplici fattori (esterni) con i nostri sensi.

Correlato al concetto di presenza, è quello di stare insieme ed **interagire** con gli altri all'interno di uno spazio fisico. Goffman ha definito la **co-presenza** come la sensazione dell'individuo di percepire gli altri, così come la consapevolezza che gli altri siano in grado di percepire l'individuo. "Le condizioni di co-presenza, tuttavia, si trovano all'interno di circostanze meno variabili: le persone devono sentire di essere vicine abbastanza da essere percepite in qualsiasi cosa stiano facendo, inclusa la loro esperienza degli altri" (Goffman, 1963). Questa definizione di co-presenza implica una continua consapevolezza reciproca che vede gli individui interagire solamente all'interno di spazi fisici e reali.

Nella società odierna questo concetto si è espanso includendo la mediazione di molteplici agenti all'interno di spazi che non sono solo fisici, ma che vedono il coinvolgimento di tecnologie di **AR** e **VR**. La co-presenza può, quindi, essere oggi definita come il senso di **stare insieme** all'interno di uno **spazio condiviso** allo stesso tempo, sia esso **fisico o virtuale**, come risultato della combinazione di presenza fisica -intesa come senso di essere fisicamente presenti nello spazio mediato-e presenza sociale -intesa come senso di interazione sociale e comunicazione con un interlocutore virtuale o remoto- (Lombard & Ditton, 1997).

Il senso più alto di presenza è l'illusione percettiva di non-mediazione, ovvero quando gli individui coinvolti all'interno di un'esperienza mediata riescono a non percepire, totalmente o almeno in parte, il ruolo che la tecnologia gioca durante l'esperienza.

2.4.2 Evoluzione e sviluppi

Come detto in precedenza, il termine **telepresenza** venne usato per la prima volta da Minsky – sotto suggerimento del suo amico futurista Patrick Gunkel – come naturale evoluzione del concetto di teleo-



Figura 2.8 Raymond C. Goertz e il suo teleoperatore elettrico e meccanico progettato al fine di manipolare materiali radioattivi negli anni '50. Immagine tratta da: www.trine-platform.com

perazione, usato per descrivere più primitive macchine a controllo remoto.

La telepresenza sottolinea l'importanza di **feedback** sensoriali di alto livello, necessari affinché non si notino differenze significative tra una **presenza fisica** o **mediata**. Con il suo articolo, Minsky incitava alla ricerca e allo sviluppo della telepresenza come tecnologia necessaria al raggiungimento di un'economia a controllo remoto in grado di portare alla risoluzione di problemi critici sarebbero risolti, l'eliminazione di mansioni pericolose e difficoltose, il superamento delle barriere geografiche oltre alla creazione di nuove opportunità.

Ad ogni modo, la storia della telepresenza va ricondotta ai primi anni del XX secolo, quando l'inventore **Nikola Tesla** propose l'idea di una macchina che avrebbe permesso di comunicare attraverso grandi distanze, senza la necessità di spostarsi fisicamente e inventò la prima barca telecomandata. Tuttavia, fu solo negli anni '50 che la telepresenza cominciò ad assumere una forma concreta, grazie ai primi esperimenti di teleconferenza, realizzati attraverso sistemi di trasmissione audio e video. Questi sistemi furono inoltre l'oggetto della produzione di quella che fu la prima società di telepresenza a carattere commerciale, **Teleport** (poi rinominata TeleSuite), fondata nel 1993 da David Allen e Harold Williams. La Teleport commercializzava sistemi di videoconferenza destinati agli uomini d'affari costretti a frequenti viaggi di lavoro.

In realtà, fu nel 1958 che **Raymond C. Goertz** realizzò quello che possiamo definire il **primo robot di telepresenza**.
Il robot era pensato per gestire materia-

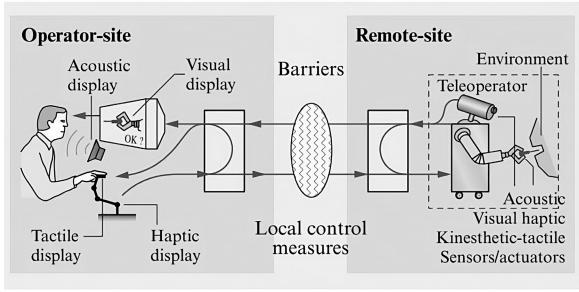


Figura 2.9 Visione generale del sistema per la teleoperazione progettato e realizzato da Raymond C. Goertz. Immagine tratta da: www.trine-platform.com

li radioattivi in sicurezza, ma si trattava ancora solo di sistemi elettrici controllati da interruttori on-off per i movimenti lungo gli assi. Si trattava di un sistema lento e di fatto inutilizzabile ma che ha gettato le basi per la progettazione degli ormai comuni manipolatori che consentono agli utenti di controllare i movimenti e i gesti a distanza. In questo modo, utilizzando manipolatori accoppiati elettricamente, Goertz pose le basi per la telerobotica (Niemeyer, Preusche, Stramigioli & Lee, 2016).

A partire dagli anni '60, lo sviluppo delle tecnologie di telepresenza ha subito un brusco rallentamento. Minsky attribuisce questo freno sia alla diminuzione di fondi per la ricerca che non ha consentito ai laboratori di proseguire le proprie attività, sia alle dinamiche industriali che volevano gli ingegneri impegnati nella risoluzio-

ne di problemi immediati per garantire l'efficienza produttiva e non in progetti e ricerche a lungo termine.

Compiendo un ulteriore passo verso la robotica di telepresenza così come la intendiamo oggi, dobbiamo citare Robot Nomad, il primo robot di telepresenza che uni audio, video e movimento. Sviluppato nel 1989 dalla ditta giapponese Zentek, il Robot Nomad era un robot mobile dotato di una telecamera, un microfono e un altoparlante integrati, che consentivano all'operatore umano di vedere, ascoltare e parlare con le persone presenti nell'ambiente circostante. Inoltre, Robot Nomad era dotato di un sistema di movimento a tre ruote, che consentiva all'operatore umano di controllare il movimento del robot da remoto attraverso un joystick. L'operatore umano poteva vedere le immagini trasmesse dalla telecame-

ra del robot sullo schermo di un monitor e poteva controllare il movimento del robot per esplorare l'ambiente circostante. Il Robot Nomad è stato uno dei primi esempi di robot di telepresenza mobili in grado di fornire una vera e propria esperienza di telepresenza, unendo audio, video e movimento in un unico sistema integrato. Bisogna però arrivare al 1992 per ottenere uno dei primi sistemi a creare un'illusione di presenza completamente immersiva in una posizione remota. Si tratta della piattaforma Virtual Fixtures sviluppata presso gli U.S. Air Force's Armstrong Labs dall'inventore Louis Rosenberg. Il sistema consentiva la visualizzazione di immagini stereoscopiche dell'ambiente remoto, la possibilità di manipolare bracci robotici e inoltre forniva un feedback tattile (Rosenberg, 1993).

2.4.3 Campi applicativi

Come anticipato, la robotica di telepresenza trova applicazione in numerosi campi; tuttavia, ciascuno di essi comporta sfide specifiche, risultato di contesti di utilizzo, esigenze ed utenti di riferimento differenti. Possono essere identificate cinque principali aree di dominio della robotica di telepresenza: ambienti di lavoro, ambienti sanitari, assistenza agli anziani, educazione e intrattenimento.

Smart working

Nella società odierna, in cui la distanza geografica tra i team che collaborano è in aumento, numerosi robot di telepresenza sono stati testati all'interno di ambienti di lavoro. Questi consentono ai colleghi remoti di partecipare ad incontri, siano essi formali o informali, senza aver bisogno di spostarsi dalla propria sede. Tra i vantaggi nell'adozione di questi sistemi, vi è la possibilità di ridurre il numero di viaggi per i dipendenti (con consequente abbattimento dei costi per le aziende) oltre a quello di aver subito a disposizione le figure di cui si ha bisogno, in qualsiasi momento. Tuttavia, è stato dimostrato come, affinché questi sistemi risultino davvero efficaci, si abbia necessità di impiegarli non solo in situazioni formali ma anche informali, al fine di instaurare relazioni tra gli utenti coinvolti. Per questo, è bene che tali robot di telepresenza prevedano canali di comunicazione ad alta interattività ed espressività (Lee & Takayama, 2011).

Diversi studi sono stati condotti utilizzando i robot **QB**, sviluppato da Anybots, e **VGo**, sviluppato da VGo Communications, all'interno degli uffici Google a Mountain View, in California: come risultato, questi hanno delineato una serie di



Figura 2.10 Campi di applicazione della robotica di telepresenza di maggiore diffusione

linee guida circa le caratteristiche necessarie per i robot di teleprenza all'interno degli ambienti di lavoro in materia di audio, video, interfaccia utente, caratteristiche fisiche, navigazione autonoma e interazioni sociali (Desai et al., 2011).

Ognuna di queste categorie rappresenta una sfida all'interno degli ambienti di lavoro, tuttavia, seppur ci siano numerosi aspetti ancora da migliorare, sono mogli gli studi che hanno provato gli effetti positivi dell'utilizzo di robot di telepresenza negli ambienti di lavoro e come, a distanza di tempo dal primo utilizzo, i robot siano capaci di far percepire i colleghi remoti come realmente presenti sul posto (Kristoffersson et al., 2013).

Assistenza sanitaria

La robotica di telepresenza applicata-

all'interno delle strutture sanitarie pubbliche e private prende comunemente il nome di **telemedicina** e comprende l'utilizzo di robot di telepresenza in fase diagnostica (per far sentire il paziente fisicamente presente) o in fase di degenza (per consentire ai pazienti di ricevere delle visite mediate dal robot), fino all'impiego di braccia robotiche per eseguire delle operazioni chirurgiche o nell'insegnamento di tecniche chirurgiche. Diversi studi dimostrano come i sistemi di telepresenza siano di aiuto non solo ai pazienti ma anche ai medici: l'impiego dei robot nelle visite di routine o nei controlli del post-operatorio consente di abbattere i tempi necessari e, di conseguenza, visitare un maggior numero di pazienti (Petelin et al., 2007).

Numerosi sono i benefici anche dell'impiego della telepresenza a scopo didatti-

co in sessioni di laboratorio di anatomia e pratiche chirurgiche: il chirurgo, collegato da remoto, ha la possibilità di supervisionare, dare dimostrazione e spiegare nuove pratiche chirurgiche, muovendosi liberamente tra i tavoli dei suoi studenti (Smith & Skandalakis, 2005). L'utilizzo della telepresenza durante le procedure chirurgiche consente inoltre di usufruire del consulto di chirurghi da remoto, possibilità che può rivelarsi fondamentale per salvare vite (Agarwal et al., 2007). A seguito della crisi pandemica Covid-19, l'impiego della telepresenza in ambienti sanitari si è rivelata di fondamentale importanza, consentendo, non solo a medici ed infermieri ma anche a parenti di visitatori, di entrare in ambienti a rischio infezione ed evitando pesanti ripercussioni, soprattutto di natura psicologica, dovute all'isolamento sociale.

Assistenza agli anziani

L'applicazione della robotica di telepresenza per l'assistenza agli anziani (in ambiente domestico o all'interno di RSA) rappresenta un'area particolarmente adatta specialmente per i paesi occidentali e per l'area del Giappone, dove l'età media della popolazione aumenta costantemente con gli anni. Similmente all'ambito sanitario, qui il robot di telepresenza può essere utilizzato a diversi scopi: dalla sorveglianza, all'intrattenimento, al supporto medico e alle visite. È inoltre possibile dotare un robot di telepresenza di dispositivi medici, fungere da collegamento per gli operatori sanitari, raccogliere contemporaneamente dati sugli anziani e, soprattutto, **promuovere l'interazione sociale** per un gruppo che è incline all'isolamento e alla solitudine. Per garantire la sicurezza, inoltre, alcuni sistemi (come il robot GiraffPlus finanziato dalla Comunità Europea) possono funzionare come sistema di allarme di emergenza e, ad esempio, se una persona fosse caduta collegarsi con altri dispositivi, all'interno di un ambiente intelligente (Coradeschi et al., 2013).

Va tenuto presente che gli utenti anziani sono generalmente quelli chiamati ad interfacciarsi con i robot di telepresenza con maggiore continuità e per periodi di tempo più lunghi: questo porta a dover avere degli accorgimenti particolari anche in fase progettuale. Gli anziani sono di solito poco avvezzi alla tecnologia, per questo ogni pulsante, comando ed azione che l'utente potrebbe dover compiere, deve essere di facile raggiungimento e comprensione. Diversi studi hanno inoltre provato come gli anziani vedono positivamente l'impiego di sistemi di telepresenza e come ne traggano benefici sia a livello cognitivo che psicologico: sono interessati al funzionamento della macchina ed entusiasti all'idea di poterla manovrare, preferendo questo genere di interazione anche al semplice ricevere visite tramite i robot (Beer & Takayama, 2011).

Intrattenimento

Quello dell'intrattenimento è un ambito molto ampio che racchiude al proprio interno contesti di utilizzo e finalità molto diversi tra loro ma che la flessibilità dei sistemi di telepresenza consente di riunire sotto un'unica voce.

I robot di telepresenza vengono ormai impiegati anche in ambito domestico al solo scopo di intrattenere bambini, anziani o anche adulti. Questi sistemi consentono ad esempio ad un genitore (lontano, ad esempio, per motivi lavorativi) di riunirsi ai propri figli per trascorrere del tempo con loro, sfruttando features, come braccia e mani prensili, per partecipare attivamente a dei giochi, come nel caso del robot Cushy-bot One. Ma l'ambiente domestico non è il solo in grado di beneficiare delle piattaforme robotiche. Diversi studi hanno infatti dimostrato come possano costituire una risorsa preziosa anche in ambito culturale consentendo di visitare musei e siti archeologici a distanza (Garner, 2019) e aprendo a nuove possibilità, consentendo di entrare, ad esempio, in luoghi e siti altrimenti inaccessibili (Germak et al., 2015). Inoltre, grazie alla loro forte presenza sociale, i robot risultano essere la scelta ottimale in pressoché tutte le occasioni informali di socializzazione riuscendo a rendere, meglio di qualsiasi altro messo (videochiamate, chat ecc) il senso di inclusione virtuale (Charteris et al., 2022).

Educazione

Quello dell'educazione è l'ambito di più recente sviluppo. I robot di telepresenza consentono a **studenti** che sono **temporaneamente impossibilitati**, principalmente per motivi di salute, a recarsi a scuola, di continuare a partecipare alle lezioni.

Specialmente nel caso di malattie più gravi che comportano al bambino o ragazzo degenze più lunghe, l'impiego dei robot si è rivelato di estremo aiuto per evitare condizioni di **isolamento sociale** e assenteismo scolastico (Fels et al., 2001). Queste condizioni sono state enfatizzate a seguito della pandemia da Covid-19, hanno reso ancor più chiaro quanto sia importante rendere l'istruzione accessibile a coloro che non possono accedervi a causa di circostanze diverse. Non sono solo gli studenti ad usufruire dei robot di telepresenza a scuola: questi possono essere sfruttati anche dagli insegnanti che possono così tenere lezioni in ogni parte del mondo, arricchendo così l'esperienza scolastica di numerosi studenti (Bridgeman & Bridgeman, 2008).

All'interno del capitolo che segue, l'impiego dei robot di telepresenza all'interno del sistema scolastico viene analizzato e trattato approfonditamente.

2.4.4

Telepresenza a scuola

I robot di telepresenza sono utilizzati all'interno delle scuole per consentire a persone che non possono fisicamente recarsi in aula, di continuare a frequentare le lezioni. Generalmente parliamo di studenti costretti a casa o in ospedale per periodi più o meno brevi a causa di una malattia, di un infortunio o di altri motivi. I robot sono il mezzo ideale ottimale non solo per consentire agli studenti di partecipare alle lezioni, ma anche per interagire con i compagni e gli insegnanti in situazioni formali e informali nonché impegnarsi in attività di apprendimento pratico (Johannessen et al., 2022).

L'allontanamento dal contesto scolastico genera numerose ripercussioni negative sugli studenti, traducendosi in battute d'arresto sia a livello sociale che educativo: rimanere indietro con le lezioni e sperimentare sensazioni di isolamento sociale che possono portare anche a stati depressivi (Newhart et al., 2016). Negli ultimi decenni sono stati condotti numerosi studi, la maggior parte dei quali negli Stati Uniti, con lo scopo di quantificare

gli studenti che ogni anno sono costretti a casa per periodi che variano da pochi giorni (nei casi di malanni stagionali, infortuni o sospensioni) a svariati mesi (nei casi di malattie croniche), arrivando alla conclusione che si tratta di decine di milioni (Furnon & Poyet, 2017; Rudolph et al., 2017). In particolare, per ciò che riguarda i bambini e i ragazzi affetti da malattie croniche e quindi costretti per lunghi periodi a non poter frequentare la scuola, gli studi hanno dimostrato che i robot di telepresenza possono avere un effetto positivo sul benessere percepito di tali pazienti pediatrici, facendoli sentire più felici e più coinvolti nel loro apprendimento e restituendo un senso normalità alle loro vite (Newhart et al., 2018).

Tuttavia, sono molti i report che spiegano come la principale motivazione dell'assenteismo scolastico risulti essere la povertà che costringe milioni di bambini a non potersi recare presso le strutture scolastiche, spesso anche a causa della lontananza da queste (Berliner, 2009).

Tutti questi fattori hanno portato ad un aumento dell'interesse per la questione anche da parte delle istituzioni che si sono impegnate per rendere l'istruzione più inclusiva, sostenendo ad esempio che "tutti i bambini hanno il diritto di essere educati insieme, indipendentemente dalle loro condizioni fisiche, intellettuali, emotive, sociali, linguistiche o di altro tipo" (UNESCO, 1999). Il lavoro di istituzio-

Ambiente remoto

Ambiente scolastico

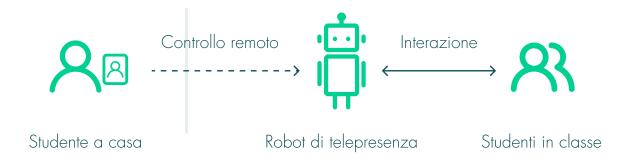


Figura 2.11 La robotica di telepresenza nell'interazione tra lo studente in remoto e i compagni presenti in aula

ni ed organizzazioni come l'UNESCO si è rivelato fondamentale specialmente durante la pandemia da Covid-19, quando solo nell'aprile 2020 la chiusura delle scuole ha interessato 1,5 miliardi di bambini, portando così il tema dell'inclusione al centro del dibattito pubblico e lanciando iniziative con lo scopo di sviluppare soluzioni per l'apprendimento a distanza. La maggior parte delle scuole ha svolto lezioni online su piattaforme quali Google Meet o Microsoft Teams, tuttavia, seppur facilitando l'insegnamento, questi strumenti non sono sufficienti durante attività laboratoriali, sperimentali e situazioni informali in cui la libertà di movimento all'interno degli spazi risulta fondamentale (Velinov, 2021). Sicuramente strumenti come questi hanno già facilitato la didattica a distanza; tuttavia, per aumentare il senso di presenza e personificazione, i robot di telepresenza offrono significativi vantaggi in termini di sviluppo sociale e **inclusione sociale** così come produttività e rendimento scolastico (Page et al., 2021).

I tradizionali strumenti di videoconferenza assicurano la presenza sociale che però non è sinonimo di **inclusione**. Per sentirsi inclusi, gli studenti devono avere la possibilità di **interagire liberamente** con insegnanti e compagni: aggiungendo il **movimento** all'equazione, i robot di telepresenza consentono di raggiungere la dimensione di "inclusione virtuale" che garantisce gradi di interazione superiori, come se lo studente fosse davvero fisicamente presente (Newhart et al., 2016).

La possibilità di pilotare un'entità fisica all'interno di un ambiente educativo è una componente fondamentale in termini di inclusione virtuale sia per lo studente costretto a casa che per i compagni in classe. La presenza fisica, infatti, combinata con il movimento, rafforza la **percezione dei legami sociali** e aumenta esponenzialmente il **coinvolgimento**: diversi studi hanno dimostrato come il robot di telepresenza sia trattato come un essere vivente dagli studenti in classe che, di conseguenza, mostrano maggior interesse e vicinanza anche nei confronti del compagno a casa (Nakanishi et al., 2009; Scheef et al., 2002).

In generale, potremmo riassumere i principali vantaggi nell'impiego dei robot di telepresenza all'interno del sistema scolastico in:

- Continuità educativa. I robot di telepresenza consentono agli studenti affetti da malattie croniche o altre limitazioni fisiche di continuare a partecipare alle lezioni e alle attività scolastiche a distanza, mantenendo un senso di normalità e di appartenenza alla comunità scolastica (Johannessen et al., 2022b).
- Interazione in tempo reale. Grazie alla comunicazione audio e video bidirezionale e alla possibilità di movimento, i robot consentono agli studenti costretti a casa di interagire con insegnanti e compagni e di muoversi negli ambienti come fossero davvero fisicamente presenti sul luogo.
- Flessibilità. Le caratteristiche dei robot di telepresenza li rendono adattabili a diverse situazioni, contesti e am-

- bienti nonché di adeguarsi a specifici scopi e utenti (Burbank et al., 2021).
- Accesso a risorse e competenze.
 Non solo studenti affetti da malattie
 croniche o altri impedimenti fisici, anche quelli che vivono in aree remote
 o rurali possono beneficiare dell'accesso a risorse e competenze che altrimenti potrebbero non essere disponibili nella loro comunità (Okundaye
 et al., 2020).
- Riduzione delle barriere. L'uso di robot di telepresenza può ridurre le barriere di tipo geografico, economico e logistico, consentendo a un pubblico più ampio, sia di studenti che di insegnanti, di partecipare e tenere lezioni (Burbank op. cit.).

La capacità del robot di inserirsi all'interno del contesto sociale come mediatore e facilitatore dell'interazione tra gli individui è però notevolmente influenzata dal grado di accettazione dello stesso robot.

Il lavoro di Tsui e colleghi (2001) mostra come sia fondamentale, prima di impiegare i robot di telepresenza in situazioni formali, dare tempo agli studenti di **interagire** con e tramite esso in **situazioni informali**: per gli studenti che hanno più occasioni di trascorrere del tempo informale con il robot, **l'accettazione** e l'antropomorfizzazione dello stesso avvengono più facilmente rispetto agli studenti che si interfacciano con il robot solo ed esclusivamente per il tempo limitato delle lezioni. L'attaccamento, sociale ai com-



Figura 2.12 Impiego del robot di telepresenza per consentire ad un ragazzo affetto da una malattia cronica di continuare a frequentare la scuola. Immagine tratta da: www.fastcompany.com

pagni di classe e il senso di normalità sembrano essere correlati anche al livello di **antropomorfismo** che i compagni di classe riconoscono nel robot.

Come già spiegato nelle sezioni precedenti, l'antropomorfismo fa riferimento all'attribuzione di caratteristiche simili a quelle **umane** ad agenti non umani (Guthrie, 1997) e sono diversi gli studi che dimostrano come la HRI sia fondamentalmente di natura sociale e come le persone tendano a trattare i robot come fossero esseri umani senza quasi rendersene conto (Nass, Steuer & Tauber, 1994; Takeuchi & Katagiri, 1999). Tuttavia, diversi studi hanno dimostrato anche il verificarsi del fenomeno contrario all'antropomorfismo, ossia la tendenza a distorcere la personalità di una persona quando con questa si interagisce per mezzo di un robot, attribuendo ad

essa, seppur inconsciamente, alcuni tratti tipici di una macchina (Kuwamura et al., 2021). Schouten et al. (2022), definiscono questo fenomeno "**robomorfismo**".

I robot di telepresenza a scuola devono ancora scontrarsi con varie problematiche che costituiscono delle vere e proprie barriere. Tra queste troviamo:

- Costi elevati. I robot di telepresenza sono generalmente delle macchine ancora molto costose e le scuole potrebbero non avere i fondi necessari a finanziare l'acquisto, data anche la necessità, affinché il loro utilizzo sia vantaggioso, di avere a disposizione più robot all'interno della scuola.
- Limitazioni tecniche. Spesso i robot non garantiscono un'elevata qualità audio o video e questo può influire negativamente sulla qualità dell'esperienza, sia per ciò che concerne l'ap-

- prendimento sia per l'interazione nei momenti informali e, di conseguenza, per il senso di inclusione sociale.
- Problemi di connessione. La connessione internet è spesso instabile, lenta o addirittura non disponibile in alcune aree. Spesso questo impedisce agli studenti di partecipare alle lezioni, inibisce il senso di normalità e porta i compagni di classe ad escludere ed isolare gli studenti costretti a casa, in quanto la comunicazione risulta difficoltosa e frustrante.
- Difficoltà di utilizzo. Fornire a studenti ed insegnanti robot di telepresenza senza un accurato servizio che li segua dalle prime fasi fino al completo raggiungimento dell'autonomia nell'utilizzo della macchina può risultare un ostacolo. Spesso molti insegnanti non sono particolarmente abili con la tecnologia e questo li porta ad assumere un atteggiamento negativo nei confronti dell'impiego dei robot di telepresenza che si riflette anche sugli esiti dell'esperienza degli studenti. Mettere tutte le parti coinvolte nella posizione di poter sfruttare al meglio le funzionalità e le possibilità dei robot è di fondamentale importanza affinché i vantaggi tratti dal loro impiego siano davvero significativi.
- Problemi di privacy e sicurezza.
 Quello della privacy è un tema ancora oggi al centro del dibattito dell'etica della robotica. Specialmente quando i robot sono dotati di microfo-

- ni e telecamere ed impiegati a stretto contatto con i bambini, una normativa chiara una comunicazione efficace nei confronti di genitori, presidi ed insegnanti sono fondamentali per porre alla base condizioni favorevoli ad un sereno utilizzo dei robot di telepresenza negli istituti scolastici.
- Design standardizzato. Ad oggi, i robot di telepresenza vengono progettati per essere impiegabili in un vasto numero di contesti. Come risultate si ha che nessuno di questi possieda caratteristiche specifiche che consentano di calarlo alla perfezione in un contesto di utilizzo, rispondendo a tutte le esigenze degli utenti finali.

Ognuna di queste problematiche rappresenta una sfida quando si pensa di progettare un robot di telepresenza che possa realmente diventare parte integrante e attiva all'interno degli istituti scolastici e durante tutto il percorso didattico.

2.5 Interazione uomo-robot

L'interazione uomo-robot (HRI) rappresenta un'area di ricerca **multidisciplinare** che coinvolge discipline come l'ingegne-

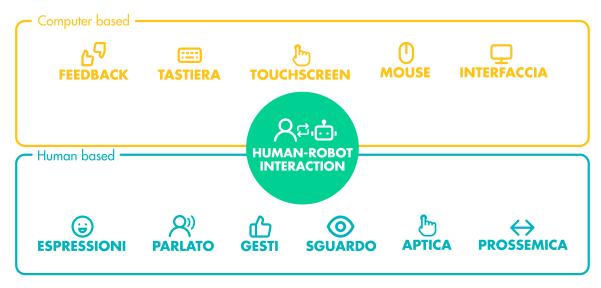


Figura 2.13 Diverse modalità con cui avviene l'interazione tra esseri umani e robot basate sull'interazione computer-uomo oppure sull'interazione uomo-uomo

ria, la psicologia, le scienze sociali e il design, la cui importanza ha visto una crescita esponenziale dovuta principalmente allo sviluppo tecnologico degli ultimi anni che ha portato la robotica ad uscire dal contesto industriale per entrare in quello domestico e sociale. Questi contesti richiedono il coinvolgimento di un maggior numero di operatori umani, di diversa età e background, che saranno quindi chiamati ad interfacciarsi con i robot. Per far ciò, sono necessarie modalità e meccanismi di interazione più avanzati, che rendano chiunque, anche le persone con scarsa esperienza, in grado di interagire facilmente con i robot (Cappelli & Giovannetti, 2004). Per questo motivo, la disciplina dell'HRI è stata definita, già nel 2001, di importanza strategica da due enti statunitensi quali il Department of Energy (DOE) e il National Science Foundation (NSF) (Murphy et al.,

2001).

Storicamente, possiamo definire l'approccio alle interazioni e alle interfacce robot-centered, ovvero incentrato sulla **sfida tecnologica** e sull'obiettivo di ottenere sistemi sempre più intelligenti e con un controllo e una mobilità ottimali. I recenti progressi scientifici e tecnologici, che come già detto hanno portato la robotica all'interno delle mura domestiche e non solo, hanno anche condotto ad un approccio human-centered. Questo è dovuto alla necessità di sviluppare robot in grado di comunicare, tra loro e con gli esseri umani, in un modo che sia più simile compatibile con le dinamiche umane e che porta proprio allo studio delle **persone** come **modelli** per i robot.

L'interazione tra uomo e robot può avvenire in modalità diverse: modalità più classiche, tipiche dell'HCI (Human-Computer Interaction) che comprendono dispositivi quali tastiera, mouse, touchscreen ecc., oppure modalità più human-friendly, ovvero tipiche dell'interazione uomo-uomo, in grado di coinvolgere l'intera gamma dei sensi umani e dunque canali di comunicazione quali il parlato, la gestualità, la visione ed infine il tatto. Questa seconda categoria di modalità di interazione è quella che maggiormente interessa la robotica sociale. In generale, possono essere distinte sei diverse modalità di interazione che potremmo definire naturali, anche se i confini tra l'una e l'altra sono spesso sfumati (Cappelli & Giovannetti, op.cit.):

- Parlato. Consiste nella possibilità di interagire con il robot per mezzo della voce, ovvero poter dare comandi o istruzioni e ricevere delle risposte tramite la parola. Parliamo di interfaccia vocali (speech interface) che si basano sull'Elaborazione (NLP, Natural Language Processing), la Comprensione (NLU, Natural Language Understanding) e la Generazione (NLG, Natural Language Generation) del linguaggio naturale, che permettono di instaurare una comunicazione bidirezionale.
- Gesti. Il riconoscimento dei gesti umani è un ambito di ricerca in continuo sviluppo, soprattutto nel campo dell'interazione uomo-computer e uomo-robot, e che è reso possibile grazie all'impiego di interfacce mul-

- timodali. Oltre al riconoscimento dei gesti compiuti dall'uomo, la ricerca si occupa anche della produzione di gesti da parte dei robot da integrare in fase di conversazione.
- Espressioni facciali. Riguarda la capacità di riconoscere e produrre sulla faccia robotica espressioni facciali in grado non solo di ampliare le possibilità comunicative del robot, ma anche di interpretare le emozioni espresse sul volto dell'interlocutore. Inoltre, la possibilità di produrre espressioni facciali consente al robot di trasporre e rafforzare i propri intenti comunicativi.
- Tracciamento dello sguardo. La direzione dello sguardo gioca un ruo-lo cruciale nell'interazione uomo-uomo, in quanto fornisce informazioni su quale sia l'oggetto dell'attenzione di una persona. Per seguire lo sguardo, ai robot sono necessari dei sistemi di tracciamento dell'occhio umano (eye trackers) che consentono al robot di capire se qualcuno si sta riferendo ad essi o ad un'altra persona e di interpretare a quale oggetto fa riferimento la persona che sta parlando.
- Prossemica e cinesica. Si tratta di modalità di comunicazione che vengono classificate "non verbali". La prossemica riguarda la distanza tra gli interlocutori, la cui variazione può fornire informazioni utili circa la disponibilità o l'indisponibilità di una persona ad intraprendere una conversazione. In base a queste variazioni

di distanza, i robot reagiscono con comportamenti specifici in risposta alle intenzioni umane. La cinesica concerne il movimento e l'assunzione di determinate posizioni. Si tratta della relazione tra la mimica facciale, la posizione delle mani e i movimenti delle varie parti del corpo che, combinati, veicolano dei messaggi precisi, in modo più o meno consapevole.

Aptica. Racchiude tutto ciò che riguarda il senso del tatto e può essere definito come lo studio dell'acquisizione di informazioni e della loro manipolazione attraverso il tatto. L'aptica robotica, non può prescindere dalle conoscenze di quella umana (Cappelli & Giovannetti, op.cit.).

Risulta chiaro come, nella progettazione delle interazioni tra robot e uomini, siano molteplici i fattori da tenere in considerazione, così come siano diversi i livelli su cui si debba agire. La progettazione della HRI parte con la progettazione del robot stesso che, in un approccio human-centered, inizia dall'analisi dei bisoani dell'utente. È fondamentale capire chi si interfaccerà con il robot, dove e come: sulla base delle caratteristiche degli utenti e sul contesto di utilizzo, si possono attribuire al robot specifiche caratteristiche, che riguardano la morfologia, il livello di autonomia e, di conseguenza, le modalità di interazione. Nell'HRI, forma e funzione sono strettamente interconnessi proprio perché le caratteristiche morfologiche del robot suggeriscono la propria capacità di compiere determinate azioni.

Uno degli ambiti di ricerca nell'ambito della human-robot interaction riguarda infatti i requisiti minimi necessari, morfologicamente parlando, per indurre l'utente ad interagire socialmente con il robot. Rientrano all'interno di questo discorso i cosiddetti "robjects", ovvero artefatti robotici interattivi la cui morfologia richiama oggetti più che creature viventi, che recentemente sono diventati oggetti di ricerca e sviluppo in ambito HRI (Lemaignan et al., 2014). A partire da queste premesse, i ricercatori hanno delineato una serie di principi, comuni in ambito HRI, da tenere in considerazione nella progettazione delle interazioni uomo-robot:

- Corrispondenza di forma e funzione. Le persone si aspettano che un robot umanoide faccia cose simili all'uomo, questo include pensare, parlare e agire come fosse umano. Se il robot ha gli occhi, ci si aspetta che sia in grado di vedere, così come se può parlare, ci si aspetta anche che possa ascoltare e così via. Inoltre, le caratteristiche del robot possono anche richiamare stereotipi culturali e norme sociali, agendo su comuni bias cognitivi.
- Sopravvalutazione. Se le alte aspettative degli utenti (alimentate dall'aspetto del robot o dal fatto che sia stato presentato come intelligente) non trovano riscontro nelle funzionali-

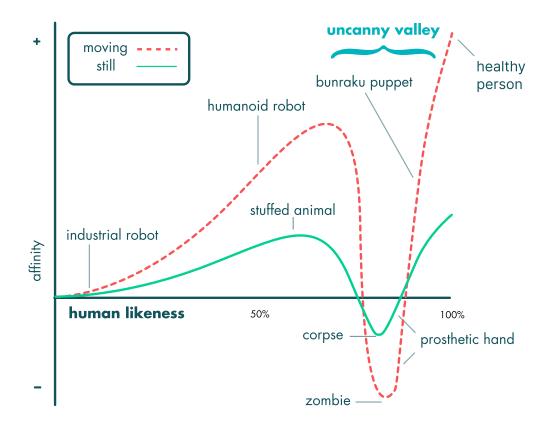


Figura 2.14 La teoria dell'Uncanny Valley elaborata dallo studioso di robotica Masahiro Mori nel 1970

tà del robot, gli utenti saranno delusi e questo incide negativamente sul loro giudizio del robot. Questo ha ripercussioni anche sull'interazione che risente delle valutazioni negative degli utenti. Per evitare questo genere di problemi, è bene abbassare le aspettative che le persone nutrono nei confronti del robot (Paepcke & Takayama, 2010).

Interazione che espande la funzione. Progettare il robot in un modo che potremmo definire oper-ended, consente alle persone di interpretarlo in modi diversi, attribuendo significati del tutto personali che dipendono da background, cultura, esperienze pregresse. Esempio perfetto per questo concetto è il robot dalle sembianze di un cucciolo di foca Paro, in grado di richiamare negli utenti ricordi relativi ai propri animali domestici, senza

- creare in loro aspettative relative, ad esempio, a cani e gatti, cui corrispondono relativi comportamenti.
- Mix di metafore. L'approccio alla progettazione deve essere olistico, in modo da assicurarsi che le funzionalità del robot, i comportamenti, la morfologia e le modalità di interazione siano in linea e coerenti. Se il robot, con sembianze umane, fosse coperto di pelle solo in alcuni punti del proprio corpo, oppure se assumesse comportamenti tipici di un cane, risulterebbe disturbante agli occhi dei suoi interlocutori. Questo è strettamente connesso al fenomeno dell'Uncanny Valley, in quanto anche il senso di confusione, generalmente porta le persone a maturare un'impressione negativa del robot (Bartneck et al., 2020).

I fenomeni di cui sopra, sono strettamente

legati al livello di antropomorfizzazione nei robot, che ricopre un rilevante ruolo in ambito HRI. Con antropomorfizza**zione** si intende la tendenza ad attribuire tratti, emozioni o intenzioni tipicamente umani ad entità non umane, in altre parole, fa riferimento alla **percezione** della forma umana in oggetti non umani. È un fenomeno che rappresenta una naturale implicazione nel processo di acquisizione di **significato** dell'interazione della cognizione sociale nella vita umana. Il livello di antropomorfismo nella progettazione di un robot è cruciale, in quanto influisce non solo sulla sua forma ma anche sulle funzionalità che dovrà includere.

Quella dell'**Uncanny Valley** è un'ipotesi maturata dall'ingegnere giapponese, studioso di robotica, **Masahiro Mori**, nel 1970. Nasce a seguito di una ricerca sperimentale in cui si è analizzato come il **senso di familiarità** e **piacevolezza** suscitato da robot antropomorfi aumenti al crescere della loro somiglianza con l'essere umano, fino ad un punto in cui un **realismo estremo** porta invece ad un repentino calo delle emozioni positive, causato da una realisticità non concreta che genera **sensazioni spiacevoli** e negative quali inquietudine, repulsione e fastidio (Mori, 1970).

La percezione dei robot antropomorfi è spesso influenzata da **fattori contestua- li**: l'età, la personalità e il background culturale di una persona condizionano

la sua predisposizione ad apprezzare, o meno, tratti antropomorfi, così come risultano determinanti anche nell'interpretazione delle **capacità sociali e interattive dei robot**

2.5.1 Interazione bambino-robot

Come già detto, negli ultimi decenni la robotica ha trovato sempre più ampi campi applicativi, includendo anche quello educativo, assistenziale e di intrattenimento. Questo ha portato l'HRI a porre attenzione ad un ramo di ricerca più specifico dedicato all'interazione bambino-robot

L'interazione tra un robot e un bambino, presenta analogie ma ben più differenze rispetto a quella con una persona adulta, in quanto i bambini presentano **necessità** e caratteristiche del tutto **specifiche**, dettate da un immaturo sviluppo cognitivo (Belpaeme et al., 2013). In effetti, anche i bambini di diverse fasce d'età sono diversi l'uno dall'altro ed esistono poche ricerche su come i bambini di diverse fasce d'età (e diversi background culturali) interpretano e interagiscono con i robot

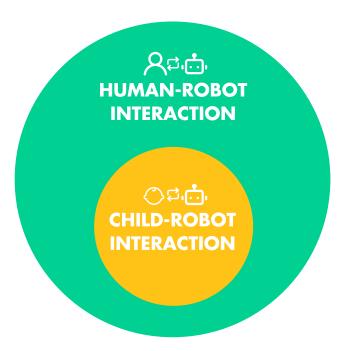


Figura 2.15 Inquadramento della child-robot interaction come disciplina all'interno dell'ambito della human-robot interaction

in contesti differenti. I bambini sono molto più predisposti al fenomeno dell'antropomorfizzazione: a differenza degli individui adulti, i bambini non riescono a vedere i robot come mere macchine ma tendono subito ad attribuire caratteristiche tipiche degli **esseri viventi**.

Piaget definiva la tendenza dei bambini a percepire degli oggetti inanimati come viventi e dotati di volontà "animismo" (Piaget, 1929), concetto da considerarsi alla base di qualsiasi considerazione sull'interazione che avviene tra robot e bambini. Ricerche più recenti hanno esteso il concetto di animismo, includendo la dimensione psicologica (comprensiva delle caratteristiche mentali, morali e sociali) come mezzo per la comprensione degli oggetti (Melson et al., 2009). Altro aspetto incisivo, è la tendenza dei bambini a vedere il robot come un gio-

co: il gioco presuppone specifiche modalità di interazione, dinamiche e finalità assenti nell'interazione con gli adulti che è necessario prendere in considerazione quando si progetta per i bambini. Infatti, è attraverso il gioco e l'interazione sociale che i bambini sviluppano la maggior parte delle loro funzioni cognitive.

Affinché l'interazione tra bambino e robot risulti efficace, bisogna che questa tenga alta la **motivazione** e il **coinvolgimento** del bambino: interazioni ripetitive e noiose lo portano a perdere velocemente interesse, così come un aspetto poco accattivante o attività non sufficientemente stimolanti, inibendo l'utilizzo dei robot sociali nel lungo periodo (Coninx et al., 2016). Un'importante strategia da sfruttare risulta quindi essere quella di assicurarsi il coinvolgimento del bambino attraverso continui obiettivi di apprendimento,



Figura 2.16 Momento di interazione di una bambina con il robot NAO. Immagine tratta da: www. youtube.com

siano essi nel breve o nel lungo periodo, e attraverso modalità di interazione adattive e **personalizzate**. Inoltre, va tenuto presente che i bambini apprendono attraverso il tipo di **feedback** che ottengono, e questo include anche luci, suoni e colori come mezzi di interazione.

Un altro concetto chiave è rappresentato dalla teoria dell'autodeterminazione supportata da numerose ricerche che hanno dimostrato come i bambini presentino tre categorie principali di bisogni: sentirsi competenti (capaci di affrontare una situazione), sentirsi socialmente coinvolti (senso di appartenenza e relazioni sociali) e sentirsi autonomi nel controllare le proprie vite (sentirsi liberi di autodeterminarsi) (Deci & Ryan, 1985). Implicitamente, questo porta i robot, in quanto entità fisiche e dotate di possibilità di movimento, ad essere avvantaggiati

dell'HRI rispetto, ad esempio, ad agenti virtuali. Numerosi studi hanno dimostrato come i robot fisici siano maggiormente attraenti (Wainer, Feil-Seifer, Shell, & Mataric, 2007; Komatsu & Abe, 2008) ed infondono un maggior senso di presenza sociale (Lee, Jung, Kim, & Kim, 2006).

Ad incoraggiare l'interazione, oltre alla fisicità del robot, vi sono anche altre caratteristiche legate al suo movimento e alla sua animazione che coinvolgono attivamente le abilità cognitive del bambino: in questo modo, la semplice e più basilare interazione che avviene tra bambini e giocattoli si espande. È stato inoltre dimostrato come il coinvolgimento affettivo ed emozionale sia in grado di rendere l'interazione tra robot e bambini più ricca e profonda: sfruttare l'espressione emotiva come feedback e canale di comunicazione, aumenta le

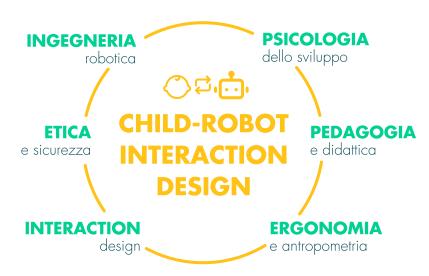


Figura 2.17 Approccio interdisciplinare necessario alla progettazione delle interazioni tra bambini e robot e discipline coinvolte

prestazioni dei robot in entrambi gli scenari di insegnamento ed intrattenimento, inoltre aumenta l'empatia nei bambini e li fa tendere ad allineare il proprio comportamento a quello dell'agente robotico (Saerbeck, Schut, Bartneck, & Janse, 2010). Risulta chiaro come, a giocare a favore dell'interazione bambino-robot, siano una serie di caratteristiche, fisiche e comportamentali, tipiche del comportamento umano e sfruttate, in ambito cHRI, per rendere le interazioni più spontanee e naturali.

Nella progettazione dei robot destinati ai bambini, sono anche altri i fattori da tenere in considerazione: in primo luogo le piattaforme robotiche devono essere **flessibili**, in modo da potersi adattare alle mutevoli condizioni del contesto, alle caratteristiche dei bambini, alle diverse fasce di età ecc., così da consen-

tire un'interazione nel lungo periodo; in secondo luogo, i robot devono essere sufficientemente robusti, considerando la tendenza dei bambini a concepirli come giochi, eventuali comportamenti sbagliati e bruschi (Dautenhahn, op.cit.).In definitiva, possiamo individuare tre macroaree attraverso cui progettare un'efficace interazione bambino-robot:

• Fisicità del robot. La fisicità del robot dovrà essere in grado di veicolare efficacemente la dimensione emozionale, oltre che rispecchiare i comportamenti dei bambini e attivare componenti metacognitive. Mentre nell'interazione con il computer la modalità di input/output legata a tastiera e schermo e alla posizione dell'utente quasi sempre seduta, limitano le possibilità di interazione, la fisicità dei robot funziona da catalizzatore dell'interazione e induce quel

particolare fenomeno di antropomorfizzazione anche in quei casi in cui il loro aspetto fisico sia molto distante da quello di un essere umano.

- Mobilità dei robot. Implica la possibilità di movimento e capacità di percepire le caratteristiche fisiche dell'ambiente circostante. La presenza di un robot che si muove, evita ostacoli e reagisce in risposta a diverse sollecitazioni concentra l'interesse su comportamenti dinamici che si modificano in relazione a diverse condizioni ambientali favorendo l'acquisizione della relazione causa-effetto.
- Somiglianza comportamentale. Riguarda la similarità del comportamento sociale dei robot con quello dei bambini, sia nelle loro caratteristiche fisiche che comportamentali, cognitive ed emotive. Questo porta al rischio di creare alte aspettative nei bambini che deve essere mitigato rendendo chiari e ben visibili i limiti del robot (Traverso & Pennazio, 2013).

2.6 Casi studio

Nella sezione che segue vengono presentati e analizzati una serie di casi studio utili a comprendere il contesto applicativo delle conoscenze apprese nelle sezioni precedenti.

I casi studio comprendono una prima parte dedicata all'analisi di robot divisi per categoria (robot sociali, robot educativi e robot di telepresenza) in base alla loro principale applicazione, con specificati i casi in cui i campi di applicazione sono multipli, una seconda parte dedicata nello specifico alle interfacce di guida dei robot di telepresenza e, infine, una terza parte di esplorazione di articoli scientifici relative a sperimentazioni svolte all'interno del contesto scolastico con robot di telepresenza.

Al fine di facilitare la lettura, la catalogazione e la comparazione dei diversi casi studio, questi sono accompagnati da una scheda che sintetizza le informazioni di principale interesse in base alle conoscenze acquisite nelle sezioni precedenti. Nella prima parte della scheda si trovano le informazioni utili per collocare il caso in termini di data, luogo e campo di applicazione; successivamente, nel caso dei robot vi è una descrizione delle principali caratteristiche, funzionalità e modalità di interazione, mentre nel caso degli articoli accademici vi è una descrizione dello studio con i risultati raggiunti; infine, in entrambi i casi vi è una descrizione delle limitazioni o delle eventuali criticità legate al caso studio.



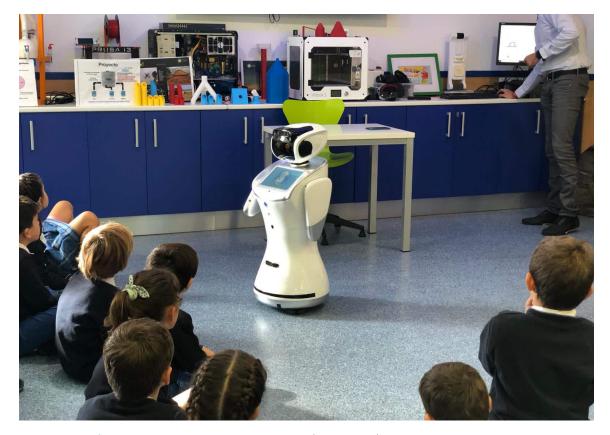


Figura 2.18 SanBot. Immagine tratta da: www.educaciontrespuntocero.com

Sanbot è un social robot sviluppato in Italia con lo scopo di diventare il perfetto assistente in diversi contesti. È stato utilizzato in diversi studi e applicazioni, come il riconoscimento facciale, l'apprendimento della lingua dei segni e il monitoraggio remoto tramite tecnologie web-based e il framework ROS (Robot Operating System). Sanbot può essere controllato tramite applicazioni per smartphone, tablet e desktop che consentono di controllare il robot ed interfacciarsi con gli utenti. Questo lo rende adatto a svolgere numerose funzioni, quali: aiutare gli anziani in casa, prendere ordini in un caffè, gestire il pagamento in un negozio, fornire informazioni in aeroporto, raccogliere questionari in un centro commerciale, far giocare i bambini, intrattenere, attirare visitatori in un concessionario e svolgere funzioni in uffici pubblici.



- Educazione
- Accoglienza
- Assistenza agli anziani e ai disabili
- Intrattenimento

Morfologia



• Umanoide a guscio rigido

Modalità di interazione



- Riconoscimento facciale e vocale
- Controllo remoto dei movimenti
- Sensori tattili, touchscreen, di distanza e ostacoli
- Movimento autonomo e interazione con l'ambiente
- Sintesi vocale

Criticità

① L'altezza del robot è fissa e non consente di adattarla alle posizioni dei diversi utenti, inoltre il movimento e le possibilità delle braccia sono limitati e poco funzionali.

ROBOVIE R3 ROBOTICA SOCIALE ATR e VStone, 2010

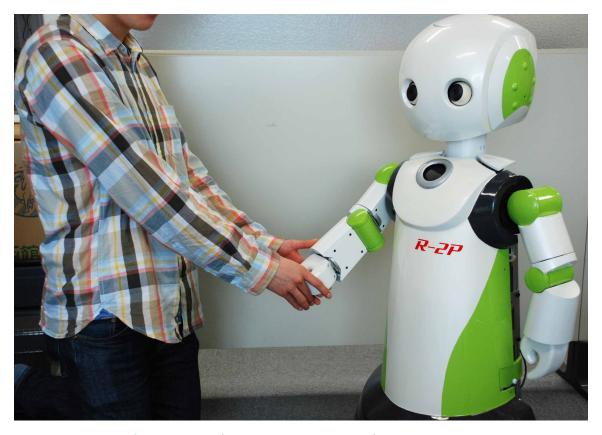


Figura 2.19 Robovie R3. Immagine tratta da: www.cnet.com

Il robot Robovie R3 è un robot umanoide progettato per l'interazione sociale, l'assistenza agli anziani e ai disabili nella vita quotidiana e l'educazione. Può guidare le persone ipovedenti nel fare la spesa e muoversi lungo strade e luoghi pubblici ed è una preziosa assistenza anche per persone sorde, avendo la capacità di riconoscere la lingua dei segni. A tal proposito, Robovie è stato utilizzato in un progetto chiamato "Robot Sign Language Tutor", per insegnare la lingua dei segni ai bambini con problemi di comunicazione attraverso un gioco interattivo. In questa occasione il robot è stato modificato con LED sul viso per comunicare grazie alle espressioni facciali, articolazioni aggiuntive nel polso e cinque dita indipendenti nelle mani per generare in modo preciso la lingua dei segni. Il robot è così in grado di comunicare con i propri interlocutori riconoscendo segni e cartoncini colorati tramite un sistema basato su telecamera RGB-D e generando un sottoinsieme di segni, inclusi espressioni facciali in risposta (Akalin et al., 2014).



- Assistenza agli anziani e ai disabili
- Educazione
- Ricerca

Morfologia



• Umanoide a guscio rigido

Modalità di interazione



- Riconoscimento facciale e vocale
- Riconoscimento di segni e gesture
- Sensori tattili, di distanza e ostacoli
- 17° di libertà di movimento
- Sintesi vocale

Criticità

(!) L'altezza del robot è fissa e non consente di adattarla alle posizioni dei diversi utenti, inoltre il volto limita le possibilità espressive.





Figura 2.20 Pepper: Immagine tratta da: https://ilgiornaledellebuonenotizie.it

Pepper è un robot umanoide progettato per interagire con le persone attraverso la comunicazione verbale e non verbale, sfruttando la sua capacità di riconoscere le emozioni umane e di rispondere di conseguenza. Dotato di una serie di sofisticati sensori, microfoni e telecamere che gli consentono di percepire con l'ambiente circostante e interagire in modo estremamente naturale analizzando non solo le espressioni facciali e corporee ma anche il tono di voce. Pepper è un robot programmabile che è stato impiegato in numerosi contesti: vendita al dettaglio, assistenza ai clienti, assistenza sanitaria, educazione e ricerca.



- Educazione
- Accoglienza
- Assistenza
- Telepresenza
- Ricerca
- Informazione

Morfologia



- Umanoide a guscio rigido

Modalità di interazione



- Riconoscimento facciale e vocale
- Controllo remoto dei movimenti
- Sensori tattili, touchscreen, di distanza e ostacoli
- Movimento autonomo e interazione con l'ambiente
- Sintesi vocale

Criticità

① La programmazione del robot per adattarlo alle specifiche necessità degli utenti è possibile ma complessa, inoltre Pepper è in grado di interagire con successo all'interno di dinamiche semplici ma fornisce scarse risposte in situazioni più complesse.



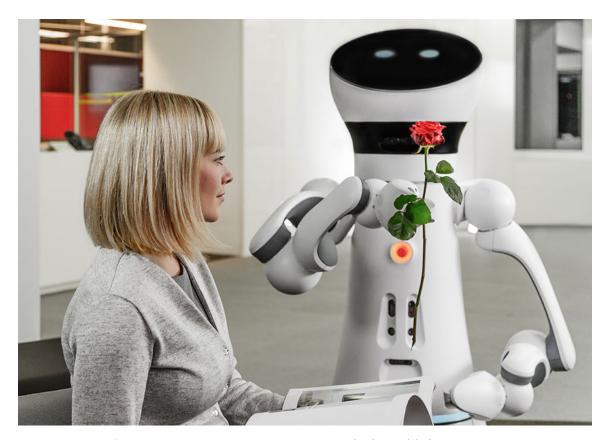


Figura 2.21 Care-O-Bot. Immagine tratta da: https://robots.ieee.org

Care-O-Bot è un robot sociale progettato per essere di servizio in diversi contesti, domestici e professionali. Il design modulare ed estremamente flessibile gli consente di essere adatto a diversi ambienti ed applicazioni come ad esempio l'assistenza agli anziani, la logistica e l'ospitalità nonché il trasporto di oggetti, la pulizia degli ambienti e l'assistenza quotidiana. Care-O-Bot è dotato di numerosi sensori e telecamere che gli consentono di navigare e interagire con l'ambiente circostante in modo preciso e sicuro e di comunicare con gli utenti sfruttando anche il linguaggio del corpo che riconosce ed è in grado di riprodurre. Robot programmabile e controllabile da remoto tramite l'utilizzo di tecnologie web-based e applicazioni desktop, smartphone e tablet.



- Assistenza domestica
- Assistenza agli anziani
- Accoglienza
- Informazione

Morfologia



• Umanoide a guscio rigido

Modalità di interazione



- Riconoscimento facciale e vocale
- Controllo remoto dei movimenti
- Sensori tattili, touchscreen, di distanza e ostacoli
- Movimento autonomo e interazione con l'ambiente
- Sintesi vocale
- Trasporto degli oggetti

Criticità

(!) L'assistenza fornita da Care-O-Bot è di tipo prettamente strumentale e di intrattenimento ma risulta incapace di rispondere ad esigenze più complesse e ad eventuali imprevisti.





Figura 2.22 R. Immagine tratta da: www.hwupgrade.it

R1 è un robot umanoide sviluppato da Istituto Italiano di Tecnologia (IIT). Progettato per essere un robot di servizio accessibile e versatile, in grado di interagire con gli esseri umani e di svolgere una vasta gamma di compiti in ambienti domestici e professionali. Il robot è dotato di avambracci e mani rivestiti di una pelle artificiale con numerosi sensori tattili che hanno lo scopo di renderlo abile ad afferrare, trasportare e manipolare oggetti in modo preciso e sicuro percependone non solo la forma ma anche la temperatura e le caratteristiche dei materiali con cui entra a contatto. Tuttavia, il robot non è ancora commercializzato ma impiegato per scopi di ricerca.



- Assistenza domestica
- Logistica
- Ricerca

Morfologia



 Umanoide a guscio rigido con avambracci e mani rivestiti di pelle artificiale

Modalità di interazione



- Riconoscimento vocale
- Controllo remoto dei movimenti
- Sensori tattili, touchscreen, di distanza e ostacoli

Criticità

(!) Essendo ancora un progetto di ricerca, R1 presenta diverse limitazioni tecnologiche oltre ad una sensibilità e fragilità delle parti rivestite di pelle artificiali. Inoltre, le sue capacità di interazione risultano ancora poco naturali.





Figura 2.23 Robelf. Immagine tratta da: www.facebook.com

Robelf è un robot sociale progettato per l'assistenza domestica, la sicurezza all'interno di attività commerciali e museali, assistenza agli anziani e educazione. In grado di percepire la direzione della voce del proprio interlocutore, Robelf è in grado di dirigersi autonomamente verso la persona che gli sta parlando, iniziando così ad interagire. Può essere controllato da remoto tramite tecnologie web-based e applicazioni per smarphone, desktop e tablet che consentono di accedere alle telecamere e sorvegliare l'ambiente che circonda il robot.



- Assistenza domestica
- Sicurezza
- Educazione
- Intrattenimento

Morfologia



• Umanoide a guscio rigido

Modalità di interazione



- Riconoscimento facciale e vocale
- Controllo remoto dei movimenti
- Sensori tattili, touchscreen, di distanza e ostacoli
- Movimento autonomo e interazione con l'ambiente
- Sintesi vocale
- Braccia mobili

Criticità

① Le dimensioni estremamente ridotte del robot rendono difficoltosa e innaturale l'interazione. Inoltre, il movimento delle braccia è limitato.





Figura 2.24 Buddy. Immagine tratta da: https://grupoadd.es

Buddy è un robot emozionale progettato per assistere la vita quotidiana di tutti i membri della famiglia. Il suo design contenuto, morbido e tondeggiante e le sue innumerevoli espressioni facciali cartoon stimolano empatia e tenerezza nei bambini così come negli adulti. Queste caratteristiche lo rendono particolarmente amato e accettato, garantendo un'interazione di successo. Le sue principali attività di applicazione sono la compagnia, l'assistenza anche agli anziani, l'informazione, la sicurezza e la telepresenza. Può essere impiegato anche nell'educazione dei più piccoli: è infatti dotato di un kit che consente ai bambini stessi di "programmare" le espressioni facciali e i movimenti del robot, impartendo così piccole lezioni di coding.



- Assistenza domestica
- Assistenza agli anziani e ai disabili
- Intrattenimento
- Telepresenza
- Accoglienza
- Educazione
- Sicurezza

Morfologia



Antropomorfo in stile cartoon a guscio rigido

Modalità di interazione



- Riconoscimento facciale e vocale
- Controllo remoto dei movimenti
- Sensori tattili, touchscreen, di distanza e ostacoli
- Movimento autonomo e interazione con l'ambiente
- Sintesi vocale
- Touch screen
- Telecamera termica

Criticità

① Buddy è un robot dalle dimensioni molto ridotte che rendono l'interazione difficoltosa, inoltre le possibilità di movimento risultano limitate.





Figura 2.25 PaPeRo. Immagine tratta da: www.businessinsider.com

PaPeRo è un robot sociale e personale progettato per fungere da assistente domestico. Il suo principale scopo è quello di intrattenere e sorvegliare gli anziani, i bambini e la casa, agendo anche da sistema di sicurezza. Di dimensioni compatte e contenute, PaPeRo presenta un design minimale, dalle linee tondeggianti, colorato e dall'aspetto amichevole, con lo scopo di risultare attraente sia per bambini che adulti. Il periodo di pandemia da Covid-19 ha reso necessaria la presenza di un'agente che mitighi gli effetti negativi dell'isolamento, specialmente per gli anziani: la funzione di sintesi vocale consente così di allenarsi con la conversazione e rimanere attivi grazie alla sua compagnia. Inoltre, i numerosi sensori consentono al robot di rilevare cambiamenti nei modelli di attività e nel comportamento del proprio interlocutore, monitorando in questo modo anche la salute. Dotato di numerosi sensori tattili sparsi su tutto il corpo, PaPeRo riconosce di essere accarezzato così come di essere picchiato e reagisce di conseguenza.



- Assistenza domestica
- Assistenza agli anziani
- Intrattenimento
- Sicurezza

Morfologia



• Zoomorfo minimalista a guscio rigido

Modalità di interazione



- Riconoscimento facciale e vocale
- Sensori tattili e ultrasuono
- Sintesi vocale
- Cerca volti per iniziare una conversazione

Criticità

① PaPeRo presenta delle limitazioni nelle interazioni, compresa l'impossibilità di movimento fatta eccezione per una leggera rotazione della testa. Queste caratteristiche lo rendono un robot poco performante in ambito di sorveglianza domestica, una delle applicazioni per cui si presenta.





Figura 2.26 Kuri. Immagine tratta da: www.businesswire.com

Kuri è un robot sociale progettato per assistere l'intera famiglia nelle attività di vita quotidiana. Nonostante il design minimale, il volto di Kuri risulta essere particolarmente espressivo, affidando agli occhi meccanici e alla rotazione della testa tutta la propria comunicazione non verbale. Kuri è in grado di apprendere velocemente, comportandosi di conseguenza alle abitudini dei membri della famiglia e alla planimetria della casa. Inoltre, è dotato di forti altoparlanti per ascoltare musica in ogni angolo della casa e può scattare fotografie per catturare momenti di vita famigliare. Sfortunatamente, poco prima di essere commercializzato il progetto è stato cancellato e l'azienda è stata chiusa.







- Assistenza domestica
- Intrattenimento
- Sorveglianza

Morfologia



Antropomorfo minimale a guscio rigi-

Modalità di interazione











- Riconoscimento facciale, vocale e degli animali domestici
- Sensori tattili, touchscreen, di distanza e ostacoli
- Movimento autonomo e interazione con l'ambiente
- Sintesi vocale

Criticità

🕛 Kuri è un robot domestico in grado di svolgere solamente attività di assistenza quotidiana semplici e basilari. Altri robot domestici sul mercato offrono maggiori possibilità e performance migliori.





Figura 2.27 Paro. Immagine tratta da: https://fortune.com

Paro è un robot terapeutico a forma di cucciolo di foca progettato per interagire con gli anziani e persone con disabilità. Paro utilizza sensori tattili posti anche sui suoi baffi e microfoni per rilevare la presenza delle persone ed interagire con esse. È stato progettato per fornire comfort e compagnia alle persone che vivono in case di cura o che hanno delle difficoltà ad interagire con gli altri ed è stato impiegato in numerosi studi clinici che dimostrano come aiuti a ridurre significativamente i livelli di stress e come porti a dei miglioramenti sia a livello psicologico che fisiologico nei pazienti specialmente affetti da demenza (Kruszewski, 2020). Inoltre, Paro stimola l'interazione tra pazienti e operatori sanitari incoraggiando anche la socializzazione tra i pazienti stessi. Questi positivi risultati sono raggiunti anche grazie al contributo dell'aspetto di Paro che, essendo un cucciolo di foca, genera molta empatia senza che gli utenti sviluppino delle aspettative in merito alle funzionalità e possibilità del robot.



- Terapia
- Intrattenimento

Morfologia



• Zoomorfo a guscio morbido di pelo

Modalità di interazione



- Riconoscimento vocale
- Movimento di arti, coda e baffi in risposta agli stimoli
- Sensori tattili
- Segnali acustici

Criticità

① Caratteristica di questo genere di robot-peluche è la limitata capacità di interazione che può risultare monotona e ripetitiva, oltre che le scarse possibilità di movimento.



Tiger Electronics e Hasbro, 1998



Figura 2.28 Furby. Immagine tratta da: https://howchoo.com

Furby è un giocattolo robot lanciato negli anni '90. Dotato di sensori tattili, è in grado di percepire le carezze e di reagire di conseguenza, chiedendo anche attenzioni. È il robot che ha il merito di aver riportato attenzione e interesse al tatto come modalità di interazione con i robot. Nelle nuove generazioni di Furby sono state introdotte nuove funzionalità e modalità di interazione come, ad esempio, il riconoscimento e la sintesi vocale oltre alla possibilità di controllarlo da remoto tramite app per smartphone e tablet.



Intrattenimento

Morfologia



• Zoomorfo a guscio morbido di pelo

Modalità di interazione



- Riconoscimento vocale
- Sensori tattili
- Sintesi vocale
- Occhi meccanici

Criticità

① Caratteristica di questo genere di robot-peluche è la limitata capacità di interazione che può risultare monotona e ripetitiva, oltre che le scarse possibilità di movimento.

ROBOHON ROBOTICA SOCIALE Sharp Corporation 2016



Figura 2.29 Robohon. Immagine tratta da: www.coolthings.com

RoBoHon è un piccolo robot-smartphone capace di interagire con gli utenti e di assisterli nelle attività quotidiane. Grazie al sintetizzatore vocale può rispondere alle richieste delle persone e segnare gli eventi nel calendario. Sebbene la forma ricordi un piccolo robot, RoBoHon è in tutto e per tutto uno smartphone: può collegarsi alla rete Internet e, portandolo all'orecchio, sarà possibile effettuare le chiamate. Inoltre, nella parte posteriore è presente un piccolo schermo. Con la fotocamera è possibile anche scattare immagini da proiettare su una superficie piana attraverso il piccolo proiettore integrato che consente anche di guardare video.



- Assistenza domestica
- Telefonia
- Intrattenimento

Morfologia



• Umanoide a guscio rigido

Modalità di interazione



- Riconoscimento vocale
- Sintesi vocale
- Proiettore

Criticità

① Le dimensioni estremamente ridotte del robot RoBoHon limitano le sue possibilità di assistenza domestica; allo stesso tempo, la sua morfologia lo rende scomodo per assolvere la funzione di smartphone per cui è stato progettato.





Figura 2.30 Alpha 2. Immagine tratta da: www.cnet.com

Alpha 2 è un robot domestico progettato per essere accessibile ad un prezzo ridotto. Con lo scopo di assistere l'intera famiglia nelle attività quotidiane, Alpha 2 è un robot di piccole dimensioni in grado di fungere da assistente vocale, sistema di sicurezza, agente per il controllo domotico degli apparecchi elettronici e intrattenitore. Grazie alla sua agilità e alla sua libertà di movimento, Alpha 2 può assumere il ruolo di insegnante di yoga assumendo ed insegnando pose. Inoltre, il robot può scattare foto e video, gestire stampanti e fax e cercare informazioni sul web.



- Assistenza domestica
- Intrattenimento
- Sicurezza

Morfologia



• Umanoide a guscio rigido

Modalità di interazione



- Riconoscimento vocale
- Sensori tattili e kinect
- 20° di libertà di movimento
- Sintesi vocale

Criticità

① Pur essendo dotato di notevoli possibilità di movimento, Alpha2 è un robot con delle evidenti limitazioni fisiche e tecniche che ne limitano le possibilità di assistenza all'interno dell'ambiente domestico

Furhat Robotics, 2017



Figura 2.31 Furhat Robot. Immagine tratta da: www.techspot.com

Furhat è un robot sociale progettato per interagire con le persone in modo intuitivo e naturale, utilizzando una combinazione di Al, riconoscimento facciale, sintesi vocale e comunicazione non verbale. Furhat è dotato di un display a forma di testa umana su che, grazie ad un sistema di retroproiezione, può essere personalizzato per rappresentare diverse età, etnie e generi. Il robot è in grado di riconoscere e mostrare emozione nonché di apprendere e basare le proprie risposte sul proprio interlocutore. Furhat può essere programmato ed integrato con diverse piattaforme e applicazioni, in modo da adattarsi ai più disparati contesti di utilizzo quali assistenza sanitaria, le attività commerciali, l'ospitalità, l'istruzione e la ricerca.



- Ricerca
- Educazione
- Intrattenimento
- Assistenza

Morfologia



• Umanoide a guscio rigido

Modalità di interazione



- Riconoscimento facciale e vocale
- Sintesi vocale
- Espressioni facciali
- Retroproiezioe

Criticità

① Furhat è un robot che persegue l'obiettivo di rendere l'interazione con il social robot il più naturale possibile: tuttavia, l'impossibilità di movimento ne limita molto l'impossibilità di interazione. Inoltre, il costo del robot è particolarmente elevato rispetto alle sue possibilità e applicazioni.





Figura 2.32 Bee-Bots. Immagine tratta da: www.robotstore.it

Bee-bot è un robot semplice ed ergonomico progettato per la scuola d'infanzia e per quella primaria. È molto resistente agli urti e presenta un'interfaccia di programmazione a pulsanti molto semplice e accattivante per i bambini. Stimola la memoria e l'attenzione dell'alunno, in quanto non vi è alcuna possibilità di visualizzare i comandi appena inseriti e insegna a muoversi nello spazio. La sua funzione è quella di rinforzare e motivare i bambini nell'apprendimento, sviluppare pensiero critico e capacità di problem solving anche attraverso attività di drammatizzazione, di disegno e soprattutto di psicomotricità. La programmazione consente al Bee-bot di muoversi avanti, indietro, a destra e a sinistra.



- Educazione
- Intrattenimento

Morfologia



• Zoomorfo cartoon a guscio rigido

Modalità di interazione



- Segnali acustici e luminosi
- Movimenti programmati
- Tastierino sul dorso

Criticità

(!) Bee-bot presenta delle possibilità di movimento e programmazione molto limitate che lo rendono adatto ad una fascia di età molto ristretta. L'impossibilità di aumentare il grado di difficoltà lo rende sfruttabile per un periodo di tempo molto breve nel percorso scolastico dei bambini.





Figura 2.33 Doc Clementoni. Immagine tratta da: /www.botnroll.com

DOC Robot è un piccolo robot educativo che permette ai bambini a partire dai 4 anni, di pianificare azioni, percorsi e raggiungere degli obiettivi, imparando a programmare divertendosi. È composto da un tabellone puzzle a doppia facciata, da una parte più semplice per i più piccoli e dall'altra un po' più complicato per i bambini più grandi, ha tre livelli di gioco, in modo che anche i più piccoli possano avvicinarsi alla programmazione giocando. Aiuta i bambini ad allenare le loro capacità logiche, insegna loro a contare, li aiuta ad imparare dai propri errori e ad orientarsi nello spazio.



- Educazione
- Intrattenimento

Morfologia



• Umanoide cartoon a scocca rigica

Modalità di interazione



- Segnali acustici e luminosi
- Movimenti programmati
- Tastierino sulla testa del robot

Criticità

(!) Il design del robot risulta poco amichevole e quasi intimidatorio, rendendolo poco appetibile specialmente agli occhi dei più piccoli.





Figura 2.34 NAO. Immagine tratta da: www.facebook.com

Nao è un robot umanoide progettato per scopi educativi, di ricerca e di assistenza. Dotato di una serie di sensori, motori e microfoni, è in grado di interagire con l'ambiente circostante e di comunicare con gli esseri umani: Nao è infatti in grado di afferrare oggetti, camminare, ballare, mappare gli ambienti, riconoscere ed esprimere emozioni. Inoltre, Nao immagazzina tutto ciò che le persone intorno a lui dicono, impara i dialoghi in modo da conoscere sempre più a fondo il proprio interlocutore e di interagire con esso in modo sempre più naturale. È un robot programmabile che viene utilizzato anche per impartire lezioni basi di programmazione e pensiero computazionale ad adulti e bambini. Nao viene impiegato anche per interagire con bambini con particolari necessità, come ad esempio quelli affetti da autismo in qualità di terapia occupazionale.



- Educazione
- Intrattenimento
- Ricerca
- Informazione

Morfologia



• Umanoide a guscio rigido

Modalità di interazione



- Riconoscimento facciale e vocale
- Controllo remoto dei movimenti
- Sensori tattili, infrarossi, di distanza e ostacoli
- Movimento autonomo e interazione con l'ambiente
- Sintesi vocale

Criticità

(!) Nao consente di essere programmato per rispondere alle specifiche esigenze degli utenti; tuttavia, la programmazione risulta molto complessa e inaccessibile agli utenti inesperti. Inoltre, necessita di essere programmato anche per muoversi in autonomia all'interno dei singoli spazi in cui viene collocato.



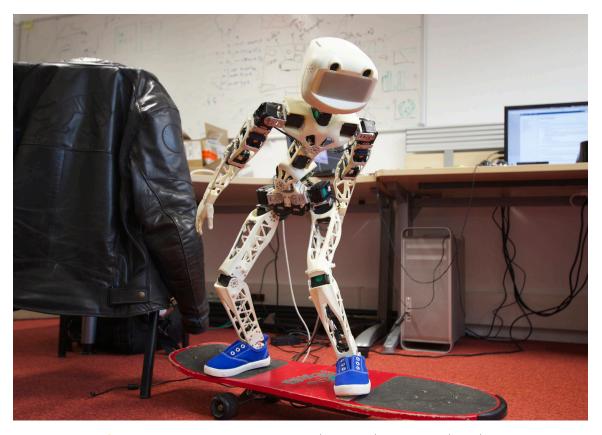


Figura 2.35 Poppy. Immagine tratta da: www.ilprogettistaindustriale.it

Poppy è un kit robotico open source basato sulla stampa 3D, utilizzato principalmente come strumento per l'insegnamento. L'obiettivo del progetto è sviluppare kit pedagogici all-inclusive, open-source e low cost, per l'insegnamento dell'informatica e della robotica. Prevede un kit elettronico ed uno di componenti stampati in 3D che possono essere realizzati da chiunque sia in possesso di una stampante.



- Educazione
- Intrattenimento
- Ricerca

Morfologia



Umanoide con struttura scheletrica a vista

Modalità di interazione



- Movimenti programmati
- Segnali acustici e luminosi

Criticità

(!) Poppy non è un robot adatto a chiunque, in quanto sono necessarie delle conoscenze pregresse per poterlo utilizzare e sfruttare al meglio. Inoltre, la complessità e la pericolosità dei componenti e dell'assemblaggio va tenuta in considerazione.



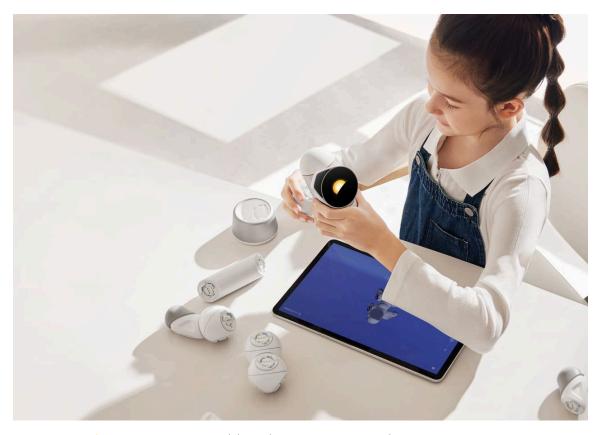


Figura 2.36 Mijia Modular Robot. Immagine tratta da: www.gearrice.com

Mijia è un robot modulare progettato da Xiaomi e destinato ai più piccoli. Il robot, come suggerisce il nome, è modulare, il che consente al bambino di configurarlo a proprio piacimento al fine di ottenere forme disparate e frutto della fantasia dei bambini. Inoltre, i diversi moduli integrano al robot diverse specifiche funzioni e quindi ne determinano le possibilità e le caratteristiche. Inoltre, anche l'interfaccia di controllo del robot è configurabile dagli stessi bambini: questo stimola i processi creativi, la fantasia, le capacità di problem solving e il pensiero critico.



- Educazione
- Intrattenimento

Morfologia



• Astratto minimale a guscio rigido

Modalità di interazione



- Riconoscimento facciale e vocale
- Riconoscimento di gesture
- Sensori tattili
- Segnali acustici e luminosi

Criticità

(!) Mijia è un robot che, seppur consenta numerose possibilità di configurazione, non consente alcun tipo di programmazione, portando a interazioni limitate e ripetitive nel tempo.





Figura 2.37 Giraffplus. Immagine tratta da: https://telepresencerobots.com

GiraffPlus è un robot di telepresenza progettato per monitorare e assistere le persone anziane o con disabilità consentendo loro di continuare a vivere in modo indipendente nelle proprie case. Il sistema utilizza una combinazione di sensori ambientali e un robot mobile per raccogliere informazioni sullo stato di salute e sulle attività quotidiane dell'utente, come pressione sanguigna, temperatura, presenza di fumo o gas, posizione e movimento. Le informazioni vengono quindi trasmesse a un centro di controllo remoto, dove possono essere analizzate e utilizzate per fornire assistenza personalizzata agli utenti. Il robot è dotato di una telecamera e di un microfono che consentono all'utente di comunicare con il centro di controllo e con i propri familiari o amici. GiraffPlus è stato sviluppato nell'ambito di un progetto di ricerca europeo e ha l'obiettivo di migliorare la qualità della vita delle persone anziane o con disabilità, consentendo loro di rimanere a casa il più a lungo possibile e di ridurre il bisogno di assistenza esterna.



- Telepresenza
- Assistenza agli anziani e ai disabili

Morfologia



Live video based

Modalità di interazione



- Riconoscimento vocale
- Controllo remoto dei movimenti
- Sensori di distanza, ostacoli e touchscreen
- Movimento autonomo e interazione con l'ambiente
- Videochat
- Segnali acustici

Criticità

① Il robot risulta spesso complesso e poco intuitivo per gli utenti anziani che necessitano di essere guidati nell'interazione.





Figura 2.38 Cushy Bot One. Immagine tratta da: www.tomshardware.com

Cushybot One è un robot di telepresenza progettato per consentire ai genitori costretti fuori casa a trascorrere del tempo con i propri bambini, interagendo e giocando con loro. Il robot è dotato di braccia mobili e mani prensili che hanno lo scopo di simulare l'abbraccio amorevole di un genitore ed aiutare il bambino a percepirlo vicino e presente nella stessa stanza invece che in un'altra città o addirittura un altro paese. È progettato specificatamente per i bambini più piccoli che non sono ancora in grado di interagire tramite chat o videochiamate, offrendo a loro e ai genitori un modo migliore per comunicare e trascorrere insieme del tempo di qualità. Inoltre, il robot può essere impiegato anche con la funzione di monitoraggio remoto e sorveglianza. Da remoto, CushyBot One è telecomandato con dei manipolatori che l'operatore impugna in ciascuna delle mani e con cui controlla le braccia e le mani del robot.



- Telepresenza
- Intrattenimento

Morfologia



 Live video based umanoide a guscio rigido

Modalità di interazione



- Controllo remoto dei movimenti
- Braccia mobili e mani prensili
- Videochat
- Segnali acustici e luminosi

Criticità

(!) Le dimensioni estremamente ridotte del robot lo rendono adatto ai bambini più piccoli ma non a quelli più grandi che perdono man mano interesse a causa dell'interazione difficoltosa. Inoltre, le possibilità di movimento del robot sono molto limitate.

AV1 ROBOTICA DI TELEPRESENZA No Isolation, 2016



Figura 2.39 AV 1. Immagine tratta da: www.focus.pl

AV1 è un robot di telepresenza progettato per aiutare bambini e ragazzi con malattie a lungo termine a riconnettersi con la scuola e la propria vita sociale. Agisce come i loro occhi, orecchie e voce, rappresentandoli ovunque non possano essere fisicamente, in ospedale o a casa. AV1 viene posizionato su un banco in classe, mentre il bambino è a casa e lo utilizza tramite applicazioni per smartphone, tablet o desktop. Ciò consente loro di partecipare come se fossero fisicamente presenti e può essere trasportato anche tra le classi e fuori, in modo da non perdere nessuna parte della vita scolastica. Tuttavia, presenta numerosi ostacoli ad una soddisfacente presenza sociale che consenta allo studente da remoto di sentirsi parte integrante della vita sociale e scolastica.



- Telepresenza
- Educazione
- Intrattenimento

Morfologia



Busto umanoide a guscio rigido

Modalità di interazione



Segnali acustici e luminosi

Criticità

① Lo studente collegato da remoto non ha la possibilità di mostrare il proprio volto in nessuna occasione, il che rende spesso le interazioni con compagni e insegnanti difficoltose. Inoltre, non vi è alcuna possibilità di movimento e i feedback forniti a compagni e insegnanti in classe sono insufficienti.

23 DOUBLE 3 ROBOTICA DI TELEPRESENZA Double Robotics, 2019



Figura 2.40 Double 3. Immagine tratta da: https://konicaminolta.ca

Double 3 è un robot di telepresenza progettato per consentire agli utenti di comunicare a distanza essendo virtualmente presenti in un ambiente remoto. Il robot è composto da una piattaforma mobile con accelerometro e giroscopio per controllare accelerazione e angolazione del movimento, un sistema di sensori e telecamere e uno schermo per visualizzare il volto dell'utente connesso da remoto. Double 3 consente agli utenti di muoversi liberamente e in autonomia nello spazio favorendo le interazioni sociali; inoltre permette all'utente di regolare l'altezza dell'asta centrale, rendendolo perfetto per le interazioni in piedi o seduti. Da remoto, il robot è controllabile tramite una web app usufruibile su desktop, smartphone e tablet. Double 3 è impiegato in contesti aziendali, educativi e sanitari.



Telepresenza

Morfologia



Live video based

Modalità di interazione



- Controllo remoto dei movimenti
- Sensori di distanza, ostacoli e touchscreen
- Regolazione dell'altezza dello schermo
- Videochat
- Segnali acustici e luminosi

Criticità

① L'interfaccia di guida risulta incompleta e poco intuitiva. Inoltre, il robot non è programmabile e non consente di compiere azioni specifiche in base al contesto di utilizzo e non vi è possibilità di ruotare o inclinare lo schermo.

PADBOT P2 ROBOTICA DI TELEPRESENZA Guangzhou Inbot Technology Ltd., 2019



Figura 2.41 PadBot P2. Immagine tratta da: https://it.aliexpress.com

Padbot P2 è un robot di telepresenza progettato per essere impiegato all'interno di aziende, contesti domestici, educativi e ospedalieri. L'asta del robot è pieghevole per facilitarne il trasporto e ridurne l'ingombro. Inoltre, Padbot P2 è dotato di un sistema di riconoscimento facciale e sensori di movimento che gli consentono di accendersi automaticamente quando una persona si avvicina a lui, così da facilitare le operazioni nel caso in cui un'azienda voglia utilizzarlo per accoglienza o assistenza ai clienti.



Telepresenza

Morfologia



Live video based

Modalità di interazione



- Riconoscimento facciale
- Controllo remoto dei movimenti
- Sensori di distanza e ostacoli
- Inclinazione dello schermo
- Videochat
- Segnali acustici e luminosi

Criticità

① Padbot P2 è un robot dai movimenti innaturali e poco fluidi, anche a causa della pesantezza della propria struttura. Inoltre, la piattaforma mobile è molto ingombrante e non vi è possibilità di regolare l'altezza del robot o di ruotare e inclinare lo schermo.





Figura 2.42 Ohmni Robot. Immagine tratta da: https://consent.yahoo.com

Ohmni è un robot di telepresenza progettato per essere utilizzato prevalentemente in ambiente domestico al fine di consentire ai membri di ogni famiglia di rimanere in contatto con i propri cari, siano essi genitori in viaggio o nonni in case di cura. Il supporto dello schermo permette di inclinarlo verso l'altro e verso il basso, consentendo alla persona collegata da remoto di annuire: questo genere di interazione e comunicazione non verbale risulta di grande aiuto nell'interazione mediata tramite robot al fine di rendere la macchina più umana e naturale. Ohmni è anche in grado di navigare nello spazio autonomamente, indicando da remoto un punto dello spazio da raggiungere.



Telepresenza

Morfologia



Live video based

Modalità di interazione



- Controllo remoto dei movimenti
- Sensori di distanza e ostacoli
- Movimento autonomo
- Inclinazione dello schermo
- Videochat
- Segnali acustici e luminosi

Criticità

(!) Il robot non consente di regolare l'altezza del busto per adattarsi alle diverse posizioni degli utenti. Inoltre, la piattaforma mobile risulta ingombrante e lo schermo piuttosto piccolo.





Figura 2.43 AVA 500 Robot. Immagine tratta da: www.itnewsonline.com

AVA 500 è un robot di telepresenza progettato principalmente per essere inserito all'interno delle aziende, per consentire l'accesso diretto a magazzini, impianti di produzione o per partecipare a conferenze, eventi e corsi di formazione. Il robot è in grado di mappare qualsiasi ambiente e di muoversi in autonomia per raggiungere qualsiasi punto l'operatore remoto indichi sulla mappa, collegandolo al sistema una volta arrivato a destinazione. Il robot consente anche di regolare l'altezza dello schermo per adattarlo alle condizioni del proprio interlocutore, ovvero se è in piedi oppure seduto.



• Telepresenza

Morfologia



Live video based

Modalità di interazione



- Controllo remoto dei movimenti
- Sensori di distanza e ostacoli
- Movimento autonomo
- Inclinazione dello schermo e regolazione dell'altezza dello schermo
- Videochat
- Segnali acustici e luminosi

Criticità

① La struttura del robot è eccessivamente pesante e ingombrante. Le possibilità di movimento sono molto limitate e poco fluide.





Figura 2.44 VGo. Immagine tratta da: https://telepresencerobots.com/

VGo è uno dei robot di telepresenza maggiormente impiegati al giorno d'oggi per numerose applicazioni come ad esempio la didattica a distanza, l'assistenza agli anziani, la visita all'interno delle strutture sanitarie, l'accoglienza del cliente all'interno di attività commerciali e durante fiere ed eventi pubblici. VGo è anche uno dei robot più usati per sperimentazioni a carattere scientifico incentrate sull'applicazione della robotica di telepresenza in diversi contesti. Proprio per le sue molteplici aree di utilizzo, nel corso del tempo sono stati progettati diversi accessori con cui il robot può essere meglio adattato ai diversi contesti come ad esempio strutture aggiuntive per aumentarne l'altezza, piani d'appoggio, luci per illuminare il percorso durante la notte o diversi metodi di guida a seconda delle esigenze degli utenti.



Telepresenza

Morfologia



Live video based

Modalità di interazione



- Controllo remoto dei movimenti
- Sensori di distanza e ostacoli
- Movimento autonomo
- Videochat
- Segnali acustici e luminosi

Criticità

① Seppur prevedendo numerosi accessori, questi non fanno che conferire al robot un aspetto macchinoso e ingombrante che influisce negativamente sulla percezione dell'utente che non riesce ad interagire in modo naturale con il robot. linoltre, anche i movimenti risultano poco fluidi e, di conseguenza, naturali.

28 DOUBLE 3 WEB APP ROBOTICA DI TELEPRESENZA - INTERFACCIA DI GUIDA Double Robotics, 2019

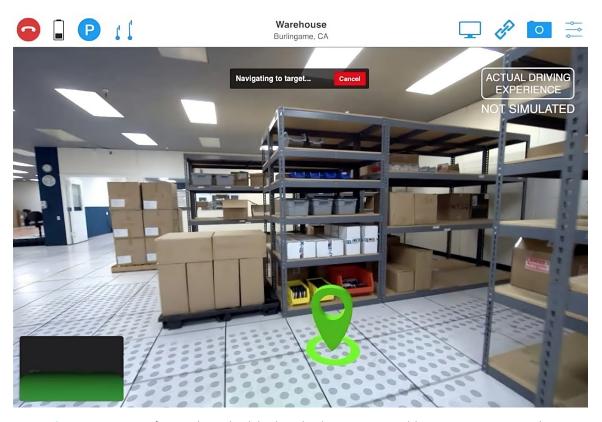


Figura 2.45 Interfaccia di guida del robot di telepresenza Double 3. Immagine tratta da:

L'interfaccia di guida sviluppata dalla Double Robotics per i robot Double rientra nella categoria di interfacce di guida video based dove l'utente non ha a disposizione una mappa dell'ambiente come riferimento bensì il live video dell'ambiente in cui si trova con evidenziate le aree raggiungibili. L'interfaccia risulta molto essenziale, con funzioni e informazioni base che ne consentono il pieno utilizzo, pur non rendendolo particolarmente intuitivo e coinvolgente. Nel corso della sperimentazione con i bambini, sono stati individuati diversi limiti in questa interfaccia.

Criticità

① Non risultano presenti strumenti specifici per le attività da svolgere, inoltre i feedback non sono molto chiari e non sono segnalate le diverse modalità di guida del robot.



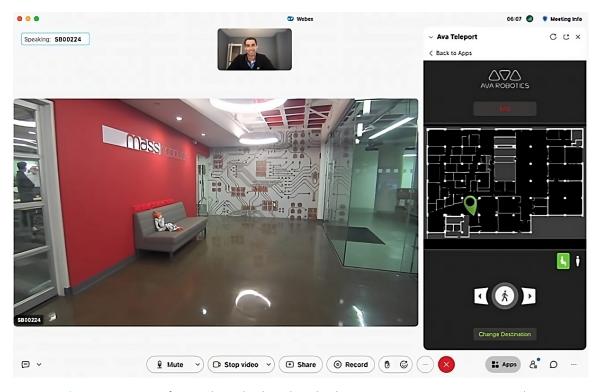


Figura 2.46 Interfaccia di guida dei robot di telepresenza AVA. Immagine tratta da:

L'interfaccia di guida sviluppata da AVA Robotics per i robot di telepresenza AVA rientra nella categoria delle interfacce map based e quindi consente all'utente di selezionare su una mappa dell'ambiente il cui il robot si trova, un punto da raggiungere. Rispetto all'interfaccia di Double 3, sono presenti maggiori funzioni inerenti alla videochiamata e i feedback risultano segnalati in modo migliore. In questo caso, l'utente ha anche un rimando della propria immagine trasmessa sullo schermo del robot e vari strumenti che consentono diverse interazioni con gli utenti in loco.

Criticità

① L'interfaccia risulta sconnessa e confusionaria e non risultano chiare le diverse modalità con cui l'utente può muoversi all'interno dello spazio oltre la mappa.

LA ROBOTICA EDUCATIVA: UN ESPERIMENTO CONDOTTO NELLE SCUOLE PRIMARIE ROBOTICA EDUCATIVA - JOURNAL ARTICLE

ROBOTICA EDUCATIVA

BEE-BOTS

RUOLO DEGLI INSEGNANTI

Autori: Alessandra Agostini, Daniela Micucci, Alice Rolandi

Anno: 2014

Luogo: Università degli studi Milano-Bicocca, Milano (Italia)

Descrizione:

L'introduzione della robotica educativa all'interno del percorso scolastico può rivelarsi estremamente utile non solo per l'apprendimento STEM ma anche per stimolare gli alunni nello studio del programma standard. Inoltre, i robot educativi stimolano la cooperazione tra gli studenti e, di conseguenza, la socializzazione. Lo studio esamina gli effetti dell'utilizzo di robot educativi all'interno di quattro classi in due diverse scuole primarie di Milano. Dato che le classi coinvolte erano prime e seconde robot educativo utilizzato è stato Bee-bot, robot programmabile per compiere dei percorsi su un cartellone. Questo robot aiuta i bambini a sviluppare capacità legate alla laterizzazione, al pensiero critico e al problem solving.

Risultati:

Lo studio ha prodotto dei risultati interessanti per ciò che riguarda il ruolo degli insegnanti nell'accettazione del robot da parte dei bambini. Nella scuola primaria "Anna Frank", gli insegnanti si sono mostrati entusiasti del progetto e disposti ad imparare ed introdurre il robot nelle loro attività didattiche quotidiane, mentre nella scuola primaria "Dante Alighieri", gli insegnanti si sono mostrati scettici e poco avvezzi alle nuove tecnologie. Questa differenza si è riversata anche sugli errori commessi dai bambini: mentre i primi insegnanti li consideravano come parte integrante utile al processo di apprendimento, i secondi tendevano ad imputarli come azioni sbagliate da parte dei bambini. Ciò che ne è scaturito sono risultati molto diversi tra una scuola e l'altra: mentre gli alunni della prima hanno ottenuto delle esperienze positive a livello di apprendimento, cooperazione e coinvolgimento, quelli della seconda hanno riportato un'esperienza negativa e con risultati molto scarsi. Emerge come il ruolo degli adulti sia fondamentale al fine di infondere nei bambini un atteggiamento positivo e propositivo.

Criticità:

! Il campione di bambini presi in esame per lo studio rientra in una fascia d'età molto ridotta.

"UN ROBOT IN CLASSE": ESPERIENZA DI ROBOTICA EDU-CATIVA NELLA SCUOLA PRIMARIA VILLETTE B ROBOTICA EDUCATIVA - JOURNAL ARTICLE

ROBOTICA EDUCATIVA

PROGRAMMAZIONE

NATIVI DIGITALI

Autori: Chiara Barotti

Anno: 2016

Luogo: Università degli studi di Firenze, Firenze (Italia)

Descrizione:

La sperimentazione, oggetto di una tesi di laurea, ha visto l'introduzione del robot educativo Pro Bot all'interno di una classe quarta della scuola primaria "Villette B" di Massa, in Toscana. Le attività avevano lo scopo di osservare l'esperienza dei bambini con il robot per individuarne benefici e potenzialità nel corso di diverse tipologie di attività che vanno dalla conoscenza del robot, all'utilizzo del robot come supporto per le materie curriculari fino alla programmazione dello stesso. Il progetto si è concluso con un questionario sottoposto direttamente ai bambini.

Risultati:

La quasi totalità dei bambini ha vissuto un'esperienza del tutto positiva, riconoscendo nel robot un valido strumento per l'apprendimento di materie curriculari ed extra-curriculari. Tuttavia, l'azione degli insegnanti è stata necessaria per mitigare una prima fase in cui il robot è stato visto dai bambini prevalentemente come un gioco, con cui tendevano ad assumere comportamenti negativi. Emerge come il ruolo degli insegnanti sia fondamentale per indirizzare i bambini nella giusta direzione.

Criticità:

① Il campione preso in esame è estremamente ridotto, inoltre le attività e, di conseguenza, il questionario si sono concentrati su un quadro limitato di temi.

STUDENT AT A DISTANCE: EXPLORING THE POTENTIAL AND PREREQUISITIES OF USING TELEPRESENCE ROBOTS IN SCHOOLS ROBOTICA DI TELEPRESENZA - JOURNAL ARTICLE

ROBOTICA DI TELEPRESENZA

INCLUSIONE VIRTUALE

RETI SOCIALI

Autori: Lars E.F. Johannessen, Erik Børve Rasmussen, Marit Haldar

Anno: 2022

Luogo: Oslo Metropolitan University, Oslo (Norvegia)

Descrizione:

Seppur le scuole abbiano iniziato a sperimentare l'utilizzo della robotica di telepresenza all'interno delle aule, le esperienze sono ancora esigue e questo studio ha lo scopo di osservare l'esperienza di 37 bambini che utilizzano il robot AV1 nelle scuole norvegesi. Lo studio si è servito di 159 interviste semi-strutturate sottoposte non solo ai bambini costretti a casa ma anche ai loro genitori, agli insegnanti, al personale scolastico, ai dipendenti dell'azienda "No Isolation" che produce il robot e altri soggetti interessati nell'ambito dell'assistenza sanitaria e delle istituzioni. Tra gli studenti coinvolti 14 frequentavano la scuola primaria, 10 la scuola secondaria di primo grado, 9 la scuola secondaria di secondo grado e 2 bambini la scuola materna.

Risultati:

Lo studio ha prodotto risultati vari: 16 degli studenti coinvolti hanno riportato un'esperienza prevalentemente positiva, 10 di loro hanno riscontrato egualmente aspetti negativi positivi, mentre 11 di loro hanno descritto un'esperienza essenzialmente negativa. AV1 si è rivelato essere un robot limitante: non consente alcun tipo di movimento e non consente allo studente costretto a casa di mostrare il proprio volto in alcuna occasione. Queste restrizioni risultano essere problematiche: gli studenti hanno infatti riportato l'impossibilità di stringere dei nuovi rapporti a causa della difficoltà dei compagni in classe ad entrare in empatia con la macchina: in sintesi, il robot non favorisce le relazioni sociali se non quelle precedentemente create in presenza o con altri strumenti. Inoltre, quasi tutti gli studenti hanno espresso il desiderio di potersi muovere: in linea con il principio di autodeterminazione fondamentale al fine di garantire agli studenti benessere psico-emotivo. Ancora una volta, lo studio mostra la necessità di interazioni in situazioni informali per garantire una maggiore accettazione della macchina.

Criticità:

1 Il robot AV1, a causa delle proprie limitazioni, non consente di ottenere risultati esaustivi sulla valutazione dell'impiego delle tecnologie di telepresenza a scuola.

VIRTUAL INCLUSION VIA TELEPRESENCE ROBOTS IN THE CLASSROOM: AN EXPLORATORY CASE STUDY ROBOTICA DI TELEPRESENZA - JOURNAL ARTICLE

ROBOTICA DI TELEPRESENZA

INCLUSIONE VIRTUALE

HRI

Autori: Veronica A. Newhart, Mark Warschauer, Leonard S. Sender

Anno: 2016

Luogo: University of California Irvine, Irvine (USA)

Descrizione:

Negli USA i dati sull'assenteismo scolastico sono allarmanti e ogni anno sempre più bambini mancano da scuola per periodi prolungati per malattia. L'assenza da scuola provoca degli effetti negativi negli studenti che si sentono isolati e incorrono in depressione e scarso rendimento scolastico. Lo studio ha visto l'impiego del robot di telepresenza VGo utilizzato per consentire agli studenti costretti a casa di rimanere in contatto con compagni e insegnanti. Lo scopo dello studio era di osservare l'esperienza mediata dal robot di telepresenza per valutarne benefici e criticità. Nella ricerca sono stati coinvolti sessantuno partecipanti e sono state condotte interviste semi-strutturate con cinque studenti costretti a casa tra i sei e i sedici anni, cinque genitori, dieci insegnanti, trentacinque compagni di classe e sei dirigenti scolastici.

Risultati:

Dallo studio emerge come, al fine di ottenere risultati positivi dall'utilizzo dei robot di telepresenza, sia necessario impiegarli in situazioni informali che consentano la socializzazione sia tra studenti che tra studenti ed insegnanti. Questo soddisfa i bisogni socio-emotivi degli studenti costretti a casa e contribuisce a farli sentire virtualmente inclusi. L'accettazione della macchina e il senso di familiarità risultano essere fondamentali al fine di ottenere esiti positivi. Inoltre, molti studenti esprimevano il desiderio di poter rendere il robot più "umano": da qui la tendenza ad umanizzare la macchina e rendela maggiormente antropomorfa. Tuttavia, dopo aver preso confidenza con il robot, si sono verificati anche comportamenti negativi nei confronti dello stesso, riflesso di dinamiche sociali che si verificano anche in presenza. Pertanto, alcuni studenti tra quelli collegati da casa hanno mostrato disagio nell'essere al centro dell'attenzione e la necessità di poter mostrare qualcosa di diverso dal proprio volto per mantere un basso profilo.

Criticità:

① Lo studio prende in esame un campione ristretto e insufficiente al fine di ottenere una valutazione completa. Inoltre, i periodi di osservazione sono stati molto brevi.

ROBOMORPHISM: EXAMINING THE EFFECTS OF TELEPRE-SENCE ROBOTS ON BETWEEN-STUDENT COOPERATION ROBOTICA DI TELEPRESENZA - JOURNAL ARTICLE

ROBOMORFISMO

PRESENZA SOCIALE

ROBOTICA DI TELEPRESENZA

Autori: Alexander P. Schouten, Tijs C. Portegies, Lotte M. Willemsen, Komala Mazerant-Dubois

Anno: 2014

Luogo: Tilburg University, Tilburg, Rotterdam University of Applied Sciences, Rotterdam

(Paesi Bassi)

Descrizione:

La pandemia da Covid-19 ha sottolineato il valore della didattica a distanza per consentire agli studenti di proseguire il proprio percorso scolastico e mantenere le relazioni sociali con i compagni. Sebbene i robot di telepresenza abbiano lo scopo di assicurare l'inclusione virtuale, sono poche le prove empiriche a sostegno del fatto che il loro apporto è superiore a quello di una semplice videoconferenza in termini di relazioni sociali. Questo studio ha lo scopo di confrontare l'interazione mediata da un robot di telepresenza con quella che avviene tra gli studenti attraverso una comune videoconferenza. Sono stati coinvolti nella sperimentazione 122 studenti delle scuole secondarie di secondo grado: metà di loro hanno collaborato tramite la mediazione del robot di telepresenza AV1, mentre l'altra metà tramite PC e videoconferenza.

Risultati:

Lo studio mostra come, alla fine della collaborazione, gli studenti che hanno collaborato mediante il robot di telepresenza abbiamo sperimentato un maggior senso di presenza sociale rispetto a coloro che hanno interagito in videoconferenza, preferendolo quindi come medium. Tuttavia, l'interazione tramite AV1 ha generato un effetto negativo (opposto all'antropomorfismo) che gli autori definiscono "robomorfismo", ossia l'attribuzione di caratteristiche tipiche di una macchina al proprio compagno collegato da remoto che ne mitigano l'interazione. Ad ogni modo, questo effetto negativo è compensato da una generale sensazione di calore e identificazione sociale che il robot di telepresenza suscita.

Criticità:

① Il robot AV 1 presenta dei limiti tecnici che influiscono sull'interazione tra compagni in classe e studente a casa. Pertanto, va tenuto in considerazione che l'impiego di un robot differente possa portare a risultati diversi in termini di antropomorfismo.

Evidenze

L'analisi dei casi studio mostra come, negli ultimi decenni e anche a seguito della pandemia da Covid-19, si sia acceso l'interesse per la robotica sociale, educativa e di telepresenza, producendo diversi progetti di ricerca e sperimentazioni e diversi prodotti commercializzati. Tuttavia, emergono delle criticità che riguardano principalmente la tendenza alla standardizzazione e il numero ancora ridotto di studi condotti sull'argomento.

I robot sociali, e in particolare i robot per la telepresenza, vengono oggigiorno prodotti al fine di essere impiegabili in un vasto range di contesti che tendenzialmente vanno da quello domestico, al contesto ospedaliero, aziendale e scolastico. Questi contesti presentano però delle specifiche esigenze molto differenti tra loro a cui si dovrebbe rispondere con particolari funzioni: tendenza comune nella telepresenza è quella di progettare un prodotto "neutro" in grado di rispondere a necessità base e comuni a tutti i contesti.

Ciò che emerge da una revisione della letteratura è anche che gli studi sull'inserimento di robot di telepresenza all'interno degli istituti scolastici sono pochi e che tutti prendono a campione un numero estremamente limitato di soggetti per un periodo di tempo molto breve: al fine di ottenere linee guida precise e affi-

dabili per la progettazione, sarebbe necessario **estendere** queste ricerche sia in termini di **tempo** che di **numero di studenti** coinvolti.

2.7 Direzioni del progetto di telepresenza

Come accennato in precedenza, dall'analisi dei casi studio e dalla revisione della letteratura risulta evidente come quello della robotica di telepresenza sia un ambito di ricerca giovane e in piena evoluzione. L'interesse per la telepresenza è accresciuto a seguito degli avvenimenti che hanno riguardato la società odierna a livello globale: la **globalizzazione**, il cambiamento climatico e la pandemia da Covid-19. Da qui il fatto che il numero dei progetti di ricerca sia ancora basso e che le sperimentazioni disponibili siano state fatte su piccola scala: estendere il campione di ricerca e soprattutto dilatare i tempi di osservazione è necessario per ottenere dati esaustivi relativi ai benefici, specialmente nel lungo termine, dei robot di telepresenza e alle criticità nel loro utilizzo.

In generale, la ricerca condotta fino a questo punto mostra come, nella robotica di telepresenza, i fattori che incidono sull'**esperienza dell'utente** con la macchina siano riconducibili a tre categorie principali che risentono della reciproca

influenza e che sono legate a:

- Aspettative degli utenti. Prima ancora di iniziare ad utilizzare il robot, gli utenti sviluppano delle aspettative legate alle possibilità della macchina in termini di funzionalità e prestazioni. Queste sono la risultante del contesto di utilizzo della macchina, lo scopo per cui questa è progettata, il background culturale dell'utente, i propri bisogni socio-emotivi e la morfologia del robot che può suggerire la capacità di compiere delle azioni; si pensi ai robot dotati di braccia e mani: l'utente si aspetterà che questi possano afferrare degli oggetti oppure salutare. Le aspettative degli utenti vengono proiettate anche sul ruolo ricoperto dall'utente stesso durante l'utilizzo della macchina e sulla propria libertà di espressione, legata all'autodeterminazione, alla personalizzazione nonché alla risposta robotica, ovvero ai feedback che la macchina fornisce al compimento di un'azione;
- utilizzo del robot di telepresenza ha ripercussioni sulle aspettative e sull'esperienza degli utenti oltre che sulle scelte progettuali del robot. Vengono definite barriere in quanto possono costituire dei veri e propri ostacoli nell'utilizzo della macchina e sono legate al luogo fisico in cui verrà impiegata la macchina e alle caratteristiche dell'utenza con cui dovrà interagire. Le barriere architettoniche, i problemi

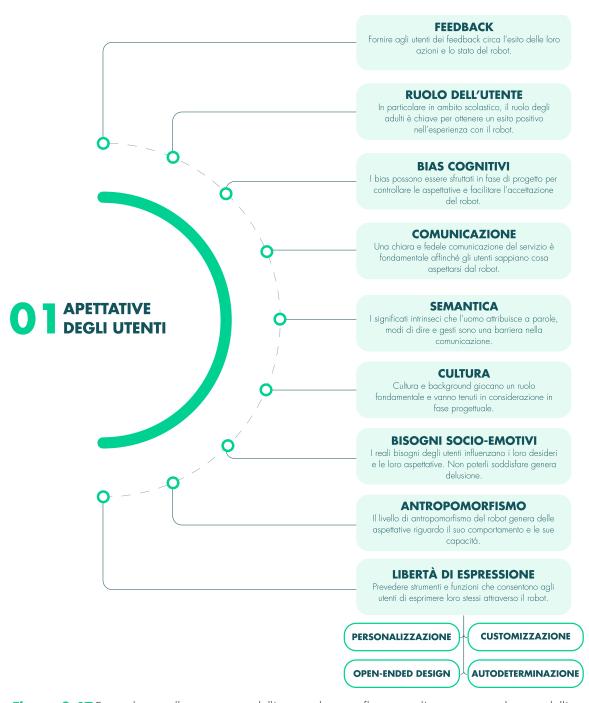


Figura 2.47 Fattori legati alle aspettative dell'utente che ne influenzano l'esperienza nel corso dell'interazione con un robot

di connettività e di accessibilità possono costituire delle limitazioni importanti da tenere in considerazione in fase progettuale, così come le competenze dei potenziali utenti, la loro possibile avversione alla tecnologia e i fattori di accettazione sociale del robot, nonché gli aspetti più legati al servizio che ruota attorno al robot di telepresenza e quindi riguardanti la responsabilità, il ruolo degli utenti e quello del robot.

Performance robotica. La performance robotica costituisce la risposta della macchina, in termini di funzionalità e morfologia, alle aspettative degli utenti e al contesto di utilizzo, determinando l'esito, positivo o negativo, dell'esperienza dell'interazione uomo-robot. Questa è legata alla comunicazione di tipo verbale e non verbale, quindi ai feedback vocali, sonori e luminosi, nonché alle espressioni facciali e corporee, ai gesti, al movimento e alla prossemica. Tutti questi elementi guidano l'utilizzo del robot da parte degli utenti e sono fondamentali nel determinarne l'accettazione. Nel caso specifico della robotica di telepresenza, le dimensioni su cui misurare la performance robotica sono principalmente l'interfaccia di controllo da remoto e il robot fisico.

I robot di telepresenza attualmente in commercio combinano queste tre dimensioni per rispondere ad esigenze generiche perseguendo l'obiettivo di aziende e progettisti di realizzare macchine adatte e adattabili ad un ampio numero di contesti, da quello aziendale a quello domestico e scolastico. Tuttavia, questo inevitabilmente porta a lasciare senza risposta tutta una serie di necessità specifiche di ciascun campo di applicazione, disponendo dunque di robot non in grado di soddisfare ogni particolare bisogno dell'utente di riferimento, ma solo quelli del ben più ampio bacino di utenza che si rivolge al servizio di telepresenza.

Specialmente per ciò che riguarda l'impiego della robotica di telepresenza all'interno del contesto scolastico, le sopra citate tre dimensioni devono ulteriormente scontrarsi con considerazioni di carattere pedagogico, sociologico e educativo sia in fase di ricerca che nel processo di progettazione. Nel corso delle sperimentazioni all'interno degli istituti scolastici, e fatta eccezione per il robot AV1, bambini e ragazzi sono prevalentemente chiamati a servirsi degli stessi robot di telepresenza progettati avendo come utenza di riferimento persone adulte e generalmente inserite in contesti aziendali, pur avendo necessità differenti e dovendo compiere azioni molto diverse nel corso delle normali attività didattiche.

Come spiegato nell'ambito della HRI, adulti e bambini necessitano di **approc- ci e linguaggi specifici**, progettati sulla base di particolari dinamiche sociali, co-

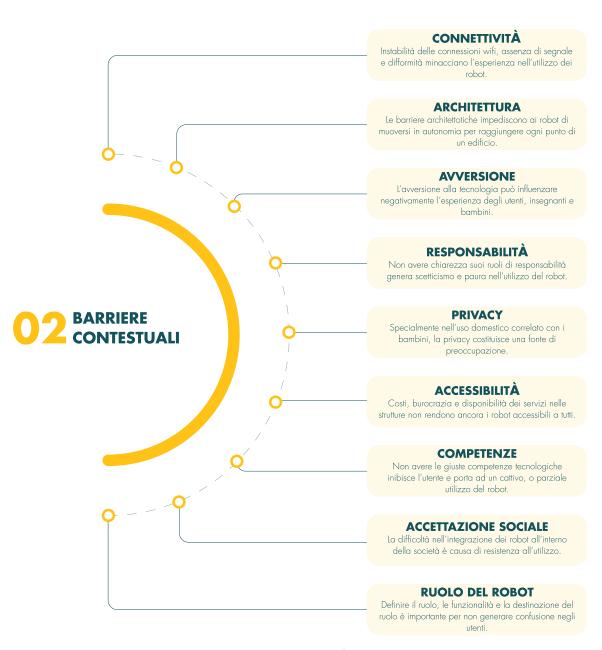


Figura 2.48 Fattori legati alle barriere contestuali che influenzano l'esperienza dell'utente nel corso dell'interazione con un robot

gnitive e psicologiche che nel bambino sono ancora immature e in fase di evoluzione. Essendo in continua evoluzione, tali dinamiche risultano variabili nel corso delle diverse fasi del percorso scolastico, partendo dalla scuola dell'infanzia sino a giungere alla scuola secondaria di secondo grado. Questo porta alla necessità di sviluppare soluzioni specifiche sia a livello morfologico che funzionale.

Dall'analisi della letteratura, emerge come la fascia d'età 6-10 anni, corrispondente alla scuola primaria e cruciale nello sviluppo cognitivo e sociale del bambino, sia quella meno indagata in progetti di ricerca e sperimentazioni. Dal punto di vista sociale, nel corso di questi anni le relazioni giocano un ruolo cruciale per lo sviluppo sociale, emotivo e affettivo del bambino che ha bisogno di interagire con i compagni, partecipare ad attività di gruppo in cui sono chiamati a collaborare tra loro, al fine di sviluppare abilità comunicative e legate al problem solving. È importante per il bambino sviluppi sentimenti di appartenenza ad una comunità (in questo caso quella scolastica) in cui si sentirsi incluso e accettato così da rafforzare la propria autostima e sviluppare il proprio senso di identità. Dal punto di vista cognitivo, in questa particolare fascia di età il bambino ha bisogno di **sfide stimolanti**, di avere la possibilità di esplorare, sperimentare e di alimentare la propria curiosità imparando allo stesso tempo a restare concentrato per portare a termine un compito (Pourtois & Desmet, 2017).

Sulla base di queste considerazioni, risulta chiaro come la robotica di telepresenza debba essere ripensata in modo da essere in grado di rispondere alle specifiche esigenze del bambino, garantendogli la possibilità di interagire con i compagni, di svolgere le normali attività didattiche e di autodeterminarsi, ponendosi come mezzo per rappresentare sé stessi e per conoscere gli altri. La ricerca e la progettazione devono dunque essere incentrate sulla comprensione delle esigenze specifiche dei bambini e del loro linguaggio sia durante i momenti formali di apprendimento che in quelli informali di socializzazione e condivisione. È importante che nel processo siano coinvolti insegnanti e studenti stessi per sviluppare e adattare le soluzioni di telepresenza alle dinamiche educative, sociali e pedagogiche della scuola primaria.

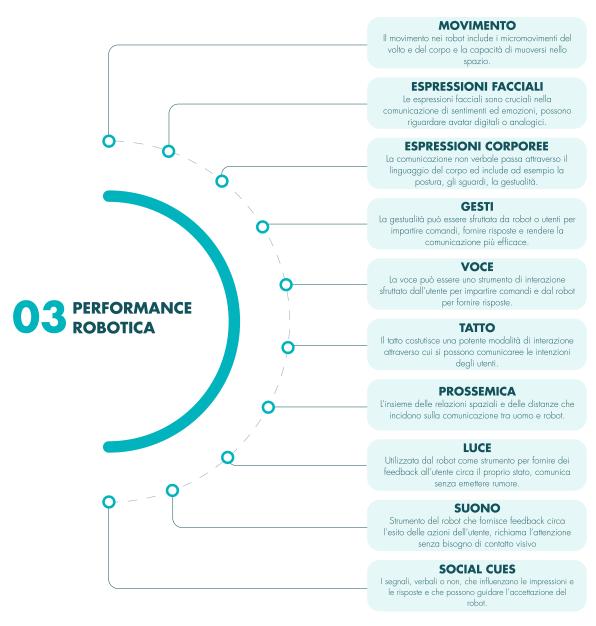
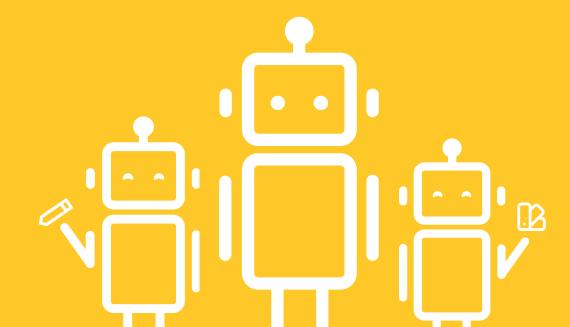


Figura 2.49 Fattori legati alla risposta robotica che influenzano l'esperienza dell'utente nel corso dell'interazione con un robot

capitolo 03. PROCESSO DI CO-PROGETTAZIONE Are you me?

Le questioni emerse – e la necessità di ottimizzare la robotica di telepresenza sulla base delle reali esigenze dei bambini all'interno del contesto scolastico hanno portato alla realizzazione di "Are you me?" ossia una serie di attività di **co-progettazione** con **studenti della scuola primaria**.

Partendo dalla concezione del robot di telepresenza come **personificazione** e **rappresentazione** dello studente in remoto e dalle **specifiche azioni** da compiere durante le attività didattiche, si è fatta evidente la necessità di permettere la **libertà di autodeterminazione** a tutti i livelli di interazione con la macchina, dall'**interfaccia digitale** di controllo remoto all'**embodiment fisico** e quella di prevedere azioni mirate e mediate, utili allo svolgimento di ogni genere di attività didattica.



3.1 Objettivi

La possibilità di rappresentare sé stessi e quindi di personalizzare un robot di telepresenza rappresenta un fattore chiave nel processo di accettazione della macchina e nello sviluppo dell'empatia: la personalizzazione del robot aiuta a creare un legame emotivo più forte non solo tra l'utente da remoto e il robot ma anche tra coloro che interagiscono con l'utente in remoto tramite il robot.

La tendenza è quella di sentirsi maggiormente a proprio agio e coinvolti quando il robot è in grado di **rappresentare preferenze personali** e tratti caratteristici superando barriere e resistenze iniziali e aiutando a concepire il robot come medium nell'interazione tra due individui e non come entità assestante (Riva & Marchetti, 2022). Inoltre, la rappresentazione di sé stessi attraverso caratteristiche estetiche, preferenze di comportamento o altre possibilità espressive favorisce il **senso di identità** e di autonomia nonché di controllo nell'interazione uomo-macchina.

Tuttavia, oggi **non esistono** ancora robot di telepresenza che ammettono questo grado di libertà nella caratterizzazione fisica o digitale della macchina. La libertà dell'individuo che controlla il robot da remoto è limitata alla **possibilità di movimento** nello spazio mentre l'interazione si ferma ai canali di output del robot quali audio, video, segnali acustici e luminosi (Björnfot, 2021). Non vi è possibilità di agire sulla **fisicità** del robot e l'e-

spressione delle proprie emozioni e delle proprie preferenze non è prevista come modalità di interazione. È chiaro come la libertà di personalizzazione coincida con un elevato grado di versatilità della macchina che nel caso dell'interfaccia digitale è più semplice ottenere rispetto ad agire sulla fisicità del robot che più spesso deve scontrarsi con vincoli tecnologici e costi maggiormente elevati.

L'obiettivo del progetto con i bambini della scuola primaria era di **indagare** le **possibilità** e le modalità di **caratte-rizzazione** del robot per l'espressione di sé stessi, sia attraverso l'interfaccia digitale che l'embodiment fisico del robot. Implementare i robot di telepresenza per la personalizzazione e la specifica caratterizzazione in base al contesto di utilizzo e agli utenti di riferimento è fondamentale dato che i robot sono progettati per rappresentare e mediare l'utente in remoto.

Tra i risultati attesi dalle attività di co-progettazione troviamo:

- Valutazione del contesto e degli utenti. L'analisi del contesto della scuola primaria e la definizione delle caratteristiche e delle reali esigenze degli studenti a cui è rivolto il progetto
- Raccolta dati. Raccolta di dati relativi alle modalità, alle tendenze e alle preferenze dei bambini in termini di CHRI e personalizzazione tramite l'osservazione sul campo dell'interazione con il robot di telepresenza, interviste

- semi-strutturate e attività mirate.
- Elaborazione di linee guida. Definizione di linee guida meta progettuali per l'implementazione dell'interfaccia digitale e dell'embodiment fisico del robot di telepresenza per la didattica a distanza nelle scuole primarie.
- Definizione del protocollo di sperimentazione. Progettazione di un protocollo applicabile a future sperimentazioni e ricerche nell'ambito della caratterizzazione della robotica di telepresenza per il contesto scolastico.

3.2 Metodologia

La sperimentazione si è avvalsa del processo di **co-progettazione** come strumento per la definizione di **linee guida** per la progettazione di robot di telepresenza ottimizzati per l'applicazione all'interno del contesto scolastico della scuola primaria.

Il processo di co-progettazione consente di coinvolgere attivamente i bambini nella progettazione di spazi, prodotti o esperienze che li riguardano direttamente, consentendo ai designer di applicare un approccio human-centered partendo dalle **necessità** e dalle problematiche direttamente espresse dai bambini. Questo coinvolgimento attivo apporta numerosi benefici anche ai bambini promuovendo l'autonomia, la creatività, l'acquisizione di nuove conoscenze e il senso di responsabilità nei confronti dei risultati ottenuti (Rossini, 2017). I bambini vengono considerati dei veri e propri partner attivi nel processo di progettazione: sono portati a condividere le loro idee, opinioni e desideri e queste informazioni vengono poi prese seriamente in considerazione in fase progettuale e durante il processo decisionale. Quando sono coinvolti bambini, è necessario che l'approccio e le attività risultino inclusivi e in grado di coinvolgerli tutti in modo equo: strumenti e metodi devono quindi essere progettati in modo da consentire a tutti i bambini di esprimersi ed essere partecipi, indipendentemente dalle loro abilità. Questo, in linea con il bisogno di autodeterminazione legato a questa particolare fascia di età che va dai 6 agli 11 anni, aumenta l'autostima dei bambini, la loro fiducia in sé stessi e la capacità di prendere decisioni.

Per far sì che le attività risultino proficue e mantengano alto l'interesse e il coinvolgimento dei bambini durante tutta la loro durata, è bene che siano progettate in **chiave ludica** e **creativa**: in questo modo si fa leva sulla curiosità propria dei bambini che sono incoraggiati a esplo-



Figura 3.1 Fai del processo di co-progettazione messo in atto presso la scuola primaria "San Domenico Savio"

rare ed utilizzare la propria creatività. L'inclusione di attività come il disegno, la modellazione, il gioco di ruolo e la prototipazione consente ai bambini di visualizzare e comunicare le loro idee in modo **visivo e tangibile** (Osello, 2016). Inoltre, nel corso delle attività il ruolo dei cosiddetti facilitatori – in questo caso insegnanti e ricercatori – è fondamentale per guidare i bambini lungo il processo, incoraggiarli a partecipare e a collaborare tra loro, fornire supporto, facilitare la comunicazione e ristabilire l'ordine qualora necessario.

3.3 Scuola primaria "San Domenico Savio"

Le attività di co-progettazione hanno avuto luogo presso la scuola primaria parificata e paritaria "San Domenico Savio" di Torino. La scuola accoglie al proprio interno numerosi progetti e laboratori mirati a costituire un'offerta ricca e completa attenta allo sviluppo di nuove e moderne competenze così come alla salvaguardia

di saperi più antichi e tradizionali. Situata all'interno del complesso dell'oratorio salesiano "Michele Rua", gode della co-operazione di educatori, sacerdoti, suore, volontari e giovani del Servizio Civile per realizzare un ambiente ottimale per l'apprendimento e la formazione.

Tra le diverse realtà che prendono vita all'interno della scuola troviamo il Maker Lab, un progetto portato avanti da tutta la comunità educante e prevede al proprio interno diversi laboratori frequentati dai bambini di tutte le classi in orario scolastico o extra scolastico. Troviamo il laboratorio di falegnameria dove gli anziani del quartiere dove è inserita la scuola – Barriera di Milano – insegnano ai bambini il mestiere, guidandoli in spiegazioni e attività commisurate alla loro età. Allo stesso modo, nel laboratorio di sartoria sono le donne del quartiere che si occupano di insegnare ai bambini l'arte del taglio e del cucito. Infine, vi è il laboratorio di **robotica** dove l'insegnante di informatica, in collaborazione con giovani volontari, provenienti dalle scuole secondarie di secondo grado o dalle università locali, introducono i bambini alla robotica e alla **programmazione**. I robot utilizzati all'iterno del laboratorio sono principalmente set Lego per le classi prime, secondo e terze e Ozobot per le

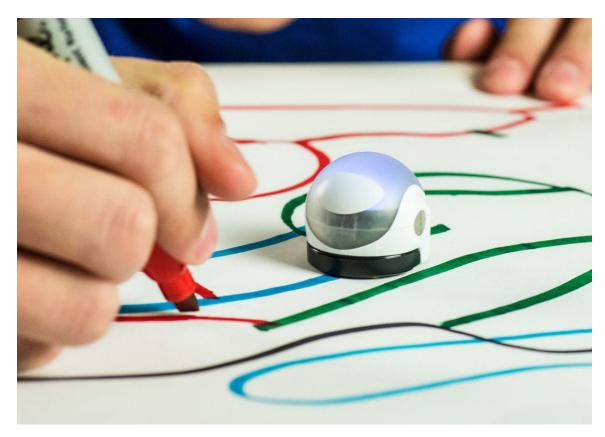


Figura 3.2 Il robot educativo Ozobot utilizzato all'interno di un laboratorio di robotica

classi quarte e quinte.

L'obiettivo del laboratorio di robotica è quello di sviluppare nuove abilità nonché modalità di apprendimento attraverso la collaborazione, il gioco, l'errore e
la sperimentazione. Questo permette di
stimolare la concentrazione, il rinforzo o
l'allenamento delle attività logiche e delle
abilità socio emotive che sono proprio alcuni degli obiettivi della scuola primaria. Il aboratori sono spesso integrati tra loro
in modo da mettere in relazione e in comunicazione le nuove tecnologie e le più
moderne conoscenze con abilità manuali
e creatività.

Le classi coinvolte nel progetto Are you me? Sono state la **VA** e la **VB**, per un totale di **47 bambini** di età compresa tra i **9 e i 10 anni**. Al momento della

sperimentazione, i bambini avevano già consolidate conoscenze di base in materia di robotica ed informatica che hanno subito ritrovato ed applicato nelle attività proposte durante la co-progettazione dai ricercatori.

3.4
Materiali utilizzati e strutturazione dei laboratori

Il primo passo è stato quello di **strutturare** la sperimentazione e il processo di

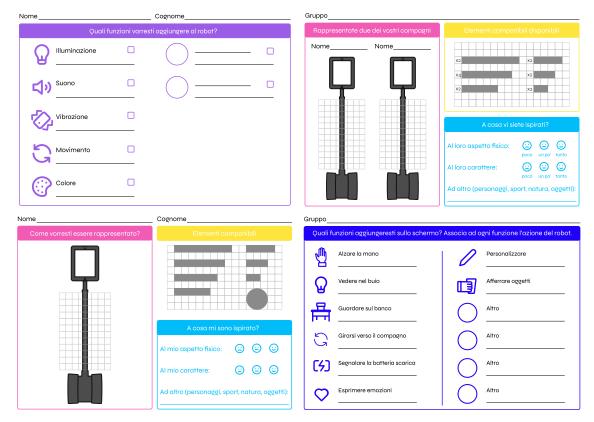


Figura 3.3 Kit di schede per le attività di co-progettazione. Nella prima colonna le schede utilizzate nel primo laboratorio, in alto a dx la scheda destinata al secondo laboratorio mentre in basso a destra la scheda utilizzata nel terzo laboratorio

co-design, attraverso la definizione delle modalità, dei tempi e delle attività da svolgere sulla base del quadro teorico precedentemente presentato e sulla volontà di indagare le possibilità di personalizzazione del robot di telepresenza attraverso nuove forme, funzioni e interazioni. Il robot di telepresenza utilizzato per la sperimentazione è Double 3 sviluppato dall'azienda californiana Double

Robotics. Double è stato utilizzato come modello su cui costruire le discussioni e le attività da svolgere in relazione alla forma, le funzioni e le caratteristiche da analizzare e ottimizzare per il contesto di utilizzo della scuola primaria. Le attività sono state organizzate all'interno di **tre laboratori** della durata di circa 1,5 ore ognuno da svolgere con ciascuna delle due classi coinvolte nel progetto.

Ogni laboratorio è stato dedicato ad una delle tre sfere che costituiscono l'ecosistema della robotica di telepresenza e su cui si può agire in termini di personalizzazione e caratterizzazione: le funzionalità del robot, l'embodiment fisico e l'interfaccia digitale. Per guidare i bambini nel corso dei laboratori sono stati sviluppati tre kit di carte per le attività di progettazione e prototipazione, ognuno da utilizzare in ciascun laboratorio.

Laboratorio 1: Funzionalità del robot

Durante il primo laboratorio gli studenti sono stati introdotti alla tecnologia della robotica di telepresenza, ricevendo dai ricercatori spiegazioni in merito alla storia, alle caratteristiche, alle componenti, alle funzionalità e alle potenzialità del

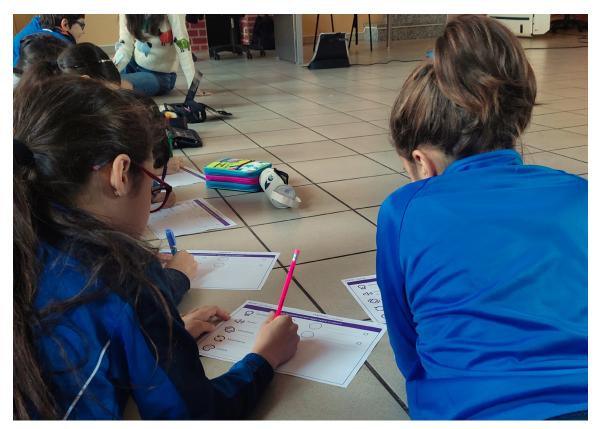


Figura 3.4 Laboratorio 1. Momento di compilazione della prima scheda del kit dedicata all'individuazione di nuove funzioni da attribuire al robot

robot. In particolare, Double 3 è stato indagato dal punto di vista morfologico, delle modalità di interazione e dell'interfaccia di guida e i bambini hanno avuto subito l'occasione di vivere un'esperienza di guida diretta del robot, ponendosi come studenti collegati in remoto. In seguito alla spiegazione, i ricercatori hanno avviato una sessione di brainstorming guidata in cui i bambini sono stati lasciati liberi di esprimere le proprie idee, riflessioni e opinioni in merito al robot e alla sua applicazione all'interno del sistema scolastico. La tecnica del brainstorming risulta particolarmente efficace applicata a bambini di questa fascia di età in quanto li aiuta ad acquisire nuove conoscenze tramite una modalità di apprendimento collaborativa, a sviluppare le proprie abilità sociali e comunicative nonché il pensiero critico (Minelli, 2017). Inoltre, quando i bambini partecipano al brainstorming e vedono le loro idee prese in considerazione e apprezzate, possono sentirsi più sicuri delle loro capacità e aumentare la loro **autostima**.

Conclusa la fase introduttiva e conoscitiva, ai bambini è stato consegnato il primo kit di carte in cui si chiedeva loro, nella prima scheda, di individuare nuove e utili funzioni specifiche che avrebbero voluto integrare in futuro nel robot. La riflessione partiva da eventuali mancanze individuate dai bambini nel corso del brainstorming e da esempi forniti dai ricercatori relativi a illuminazione, suoni, movimenti, vibrazioni e personalizzazioni da implementare.

Nella seconda scheda invece, come anticipazione del tema del secondo labora-



Figura 3.5 Laboratorio 2. Momento di progettazione della fisicità del robot su carta ed elementi modulari in gommapiuma consegnati a ciascun gruppo utilizzabili per realizzare le forme desiderate

torio, si poneva il focus sulla fisicità del robot. Ai bambini si chiedeva di rappresentare sé stessi attraverso l'embodiment fisico del robot e l'utilizzo di una serie di elementi modulari per comporlo. Successivamente, si chiedeva loro a cosa si fossero ispirati: il loro aspetto fisico, il loro carattere o altri elementi di loro interesse quali animali, natura, sport, personaggi famosi o di fantasia ecc.

Come ultima attività, ai bambini è stata consegnata una terza scheda incentrata sul **disegno del proprio volto** così come volessero fosse rappresentato sul display del robot. Ancora una volta, è stato chiesto loro di indicare a cosa si fossero ispirati: alla propria fedele immagine, ad un avatar, un animale, un personaggio famoso o di fantasia ecc.

Laboratorio 2: Embodiment analogico

Il secondo laboratorio è stato dedicato alla **progettazione** e alla successiva **prototipazione** della **forma del corpo del robot**. In questo caso gli studenti sono stati organizzati in **gruppi** da 4-5 bambini ed è stato chiesto loro di collaborare per rappresentare non più loro stessi bensì **due loro compagni**, un maschio e una femmina, appartenenti ad altri gruppi.

A ciascun gruppo sono state dapprima consegnate **due schede** su cui realizzare il progetto tramite il disegno e l'utilizzo degli elementi modulari già incontrati nel primo laboratorio. Il progetto riguardava non solo il corpo ma anche il volto del proprio compagno, con schede analo-



Figura 3.6 Prove sul robot Double 3 di possibili configurazioni realizzabili con il kit in gommapiuma

ghe a quelle del primo incontro. Dopo aver realizzato il progetto, ai bambini è stato chiesto di scegliere uno dei due progetti da loro realizzati per poi prototiparlo e quindi costruirlo fisicamente. ai bambini sono stati consegnati gli elementi modulari circolari di diverse grandezze e realizzati in gommapiuma da montare sul busto del robot per realizzare le forme e le configurazioni desiderate. I ricercatori hanno fornito ai bambini anche stoffe di diversi colori che potevano essere utilizzate per rivestire la gommapiuma e quindi "vestire" anche il robot.

Questa volta, i bambini hanno dovuto lavorare insieme per raggiungere un obiettivo comune: questa stretta collaborazione li aiuta a sviluppare la capacità di **lavorare in gruppo**, a scendere a compromessi e capire il valore delle diverse competenze, dell'organizzazione e dei diversi punti di vista (Di Matteo et al., 2022).

Conclusa la fase di prototipazione, i bambini hanno presentato il loro lavoro a tutta la classe, realizzando una "sfilata" del loro modello durante la quale è stato chiesto loro a quali caratteristiche del proprio compagno – aspetto, carattere, gusti o interessi – si fossero ispirati per la realizzazione del progetto. Infine, è stato chiesto al bambino rappresentato se avesse gradito il modo in cui i compagni avevano deciso di raffigurarlo.

Laboratorio 3: Interfaccia digitale

Il terzo laboratorio è stato incentrato sull'**interfaccia digitale**, in particolare l'interfaccia desktop di guida da remoto.

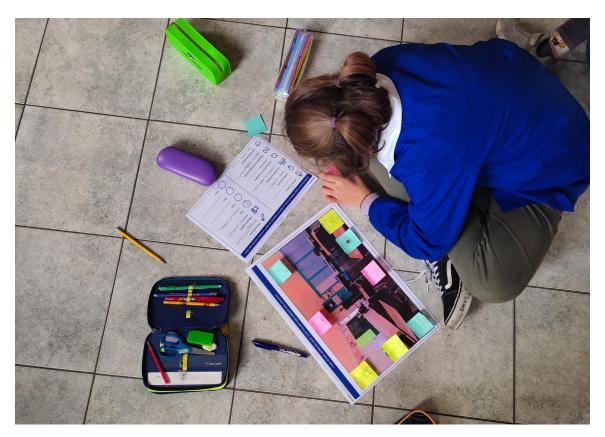


Figura 3.7 Laboratorio 3. Progettazione dell'architettura della nuova interfaccia di guida del robot con l'inserimento delle nuove funzioni individuate nel corso del laboratorio 1

Sulla base delle funzionalità individuate nel corso del primo laboratorio e la progettazione dell'embodiment analogico realizzata durante il secondo laboratorio, ai bambini è stato chiesto di **implementare l'interfaccia di guida** a completare l'ottimizzazione del robot di telepresenza. Agli studenti, ancora una volta organizzati in gruppi, è stato consegnato il terzo e **ultimo kit** di carte.

Nella prima scheda del kit, i bambini hanno indicato non solo i **nuovi comandi** da inserire nell'interfaccia – ad esempio afferrare oggetti, esprimere emozioni, salutare –, ma anche il **tipo di feedback** – ad esempio segnali acustici, segnali luminosi, braccia – fornito dal robot in risposta.

Dopo aver elencato i comandi da inserire, i bambini hanno potuto progettare l'architettura dell'interfaccia in una seconda scheda apposita su cui inserire, tramite l'ausilio di post-it, tutti i comandi per loro utili e necessari. In questo modo i bambini hanno avuto la possibilità di esprimere le proprie opinioni in merito alle modalità di interazione previste dal robot e di caratterizzarle in base alle proprie esigenze, in relazione al contesto didattico.

Una volta conclusa l'attività, i bambini hanno presentato il loro lavoro davanti a tutta la classe, motivando le loro scelte e spiegando il loro progetto. Infine, a conclusione del progetto Are you me? i ricercatori hanno guidato un ultimo momento di confronto finale con bambini e insegnanti sulle loro opinioni in merito al progetto, ai risultati ottenuti e alle modalità di svolgimento e strutturazione dei laboratori.

La strutturazione dei laboratori e i kit progettati per lo svolgimento di ciascuna attività costituiscono un protocollo di sperimentazione applicabile a contesti analoghi e scalabile a seconda del contesto. La sperimentazione e i relativi dati raccolti consentono di definire delle linee guida meta-progettuali per un robot di telepresenza ottimizzato per la didattica a distanza all'interno delle scuole primarie attraverso metodologie di co-progettazione con gli studenti.

3.5 Risultati

I dati raccolti nel corso della sperimentazione sono stati di tipo sia qualitativo che quantitativo e sono il risultato delle schede compilate dagli studenti durante i laboratori, delle osservazioni sul campo e delle interviste non strutturate fatte agli studenti nel corso delle attività.

Durante il primo laboratorio gli studenti hanno dovuto indicare le **funzioni da implementare nel robot Double** e in seguito rappresentare sé stessi tramite l'**embodiment analogico** della macchina e l'ausilio di una serie di elementi modulari. Per ciò che riguarda le funzio-

ni, le risposte ottenute hanno consentito di classificarle in tre livelli, come segue:

- Funzioni base. Comprendono i comportamenti essenziali della macchina, necessari indipendentemente dal contesto, già presenti in molti robot e che andrebbero ottimizzati.
- Funzioni contestuali. Identificate come funzioni che rispondono a specifiche esigenze di utilizzo all'interno del contesto scolastico. Queste sono state ulteriormente suddivise in generali assimilabili a qualsiasi contesto scolastico e particolari scaturite dal particolare contesto della scuola "San Domenico Savio" ma scalabili a qualsiasi contesto.
- Funzioni accessorie. Relative a scenari futuribili immaginati dagli studenti e svincolati da particolari contesti. A loro volta sono classificate come probabili vicine a tendenze attuali in fase di realizzazione e possibili realizzabili sulla base di conoscenze acquisite in futuro.

I risultati mostrano come le funzioni contestuali all'ambiente scolastico siano quelle più indicate dagli studenti la cui principale preoccupazione nel corso delle attività è stata quella di trovare un modo per compiere, attraverso il robot, azioni quotidiane e utili non solo alle attività didattiche ma anche ai momenti informali della vita scolastica come ad esempio alzare la mano, girare la testa verso i compagni e guardare sul banco.

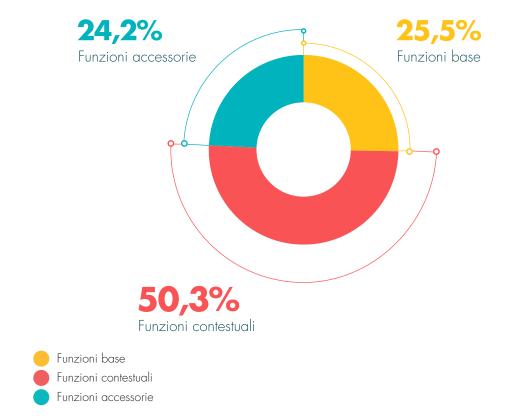


Figura 3.8 Classificazione delle funzioni individuate dagli studenti con relativa percentuale raggiunta

Successivamente sono gli aspetti riguardanti le **prestazioni essenziali** della macchina – ossia le **funzioni base** – come segnalare il livello di batteria residua del robot o muoversi in autonomia da un luogo ad un altro, ad aver destato interesse negli studenti che hanno avvertito l'esigenza di ottimizzarle e rendere alcune azioni maggiormente intuitive, indicando anche possibili risposte robotiche in termini di segnali luminosi, acustici, movimenti e vibrazioni.

Infine, troviamo le **funzioni accessorie** tramite cui i bambini hanno immaginato di poter far compiere al robot **azioni straordinarie** come saltare o volare.

Per ciò che riguarda le funzioni contestuali, quelle più indicate dai bambini sono state la **personalizzazione**, la possibilità di alzare la mano, di esprimere le proprie emozioni, di inclinare e ruotare la testa, richiedere attenzione e svolgere funzioni di assistenza.

Subito emerge l'importanza delle interazioni sociali con compagni e insegnanti, l'esigenza di **esprimere sé** stessi e la tendenza a riprodurre, seppur mediate, le stesse azioni compiute in classe. I bambini hanno espresso l'esigenza di poter personalizzare il robot in diversi modi: attraverso variazioni di colore, luci led, morfologia dell'embodiment, abiti, avatar ecc. Rendere il robot "proprio" e riconoscibile e potergli attribuire caratteristiche personali si è rivelato di grande interesse per i bambini che vogliono che il robot diventi una vera e propria **estensione** di sé stessi su cui proiettare i propri gusti, le proprie carat-

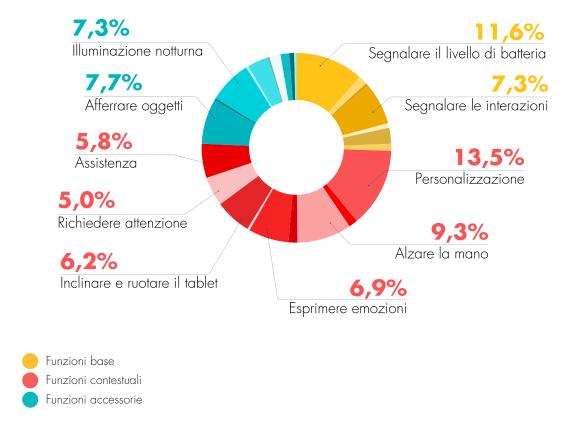


Figura 3.9 Dettaglio delle funzioni indicate con evidenziamento di quelle maggiormente individuate

teristiche e le proprie passioni. Questo vale non solo per lo studente in remoto ma anche per i compagni in classe che a loro volta desiderano attribuire al robot tratti e caratteristiche del loro compagno connesso da casa.

Discorso analogo va fatto per la possibilità di esprimere le proprie emozioni per mezzo di una funzione dedicata: nel corso dell'interazione faccia a faccia, sono molti i segnali legati al linguaggio del corpo, alla mimica facciale e, in generale, ai social cues che aiutano a veicolare e a comunicare le proprie emozioni all'interlocutore. Nel caso dell'interazione mediata da un robot di telepresenza, questa comunicazione risulta essere più difficoltosa in quanto costretta a fare a meno di molti elementi. I bambini, nel corso di interazioni informali con il robot

durante le prove di guida diretta, hanno avvertito il bisogno di esprimere in modo chiaro e diretto, non necessariamente attraverso la parola, le proprie emozioni ai compagni, spesso legate a sensazioni di fastidio o rabbia scaturite da comportamenti sbagliati nei confronti della macchina. Poter comunicare le proprie emozioni in modo semplice e diretto, aiuta a facilitare e rendere più naturale l'interazione mediata dal robot, così come avere a disposizione uno strumento che consenta di richiamare l'attenzione di compagni e insegnanti analogamente ad un tocco sulla spalla o un sussurro.

Funzioni come invece alzare la mano e avere la possibilità di ruotare e inclinare la testa sono strettamente legate alle modalità delle attività didattiche che hanno luogo in classe. Nel corso del

Funzioni indicate dagli studenti			
Personalizzazione 1	13,5%	Guida autonoma	1,5%
Segnalazione del livello di batteria	1,6%	Riproduzione musicale	1,5%
Alzare la mano	9,3%	Esecuzione di comandi vocali	1,5%
Afferrare oggetti	7,7%	Saltare	1,5%
Segnalazione delle interazioni	7,3%	Risoluzione problemi di connessione	1,2%
Illuminazione notturna	7,3%	Localizzazione	0,8%
Espressione delle emozioni	6,9%	Volare	0,8%
Inclinazione e rotazione dello schermo	6,2%	Regolazione del volume in uscita	0,4%
Assistenza	5,8%	Prendere l'ascensore	0,4%
Richiesta di attenzione	5%	Proiezione di foto e video	0,4%
Salire e scendere le scale	3,5%	Salutare	0,4%
Andare in carica autonomamente	2,7%	Sedersi	0,4%
Impermeabilità	1,9%	Comando da visore VR	0,4%

Figura 3.10 Nel dettaglio tutte le funzioni individuate dagli studenti nel corso del primo laboratorio con le relative percentuali

primo incontro, i bambini hanno subito chiesto come avrebbero potuto alzare la mano per rispondere ad una domanda e come avrebbero potuto guardare sul banco per assistere, ad esempio, ad attività laboratoriali.

Durante il brainstorming del primo laboratorio i bambini hanno delineato **numerosi scenari di applicazione** in cui si sono anche chiesti quale potesse essere la funzione del robot in classe nei giorni in cui nessuno studente fosse assente: la maggior parte delle risposte è indirizzata a funzioni di **assistenza** agli stessi studenti, ad esempio nel corso di specifiche attività, oppure agli insegnanti fungendo da nuovo strumento per la didattica o da sorveglianza.

La guida e quindi il trovarsi dietro l'inter-

faccia di controllo remoto oppure in classe con il robot di telepresenza in funzione, ha portato i bambini a notare delle mancanze e degli aspetti implementabili per ciò che riguarda le funzioni essenziali della macchina. Di consequenza, tra le funzioni maggiormente indicate tra quelle base abbiamo segnalare il livello di batteria e segnalare le altre interazioni essenziali. Interfacciandosi con il robot, i bambini hanno notato che nessun segnale chiaro e riconoscibile appare nel momento in cui la batteria è prossima a scaricarsi: per questo, molti hanno sottolineato l'urgenza di avere un feedback chiaro che consenta loro di guidare il robot fino alla sua base di ricarica al momento del bisogno.

Allo stesso modo, molte altre azioni come, ad esempio, la fase di collegamento, di

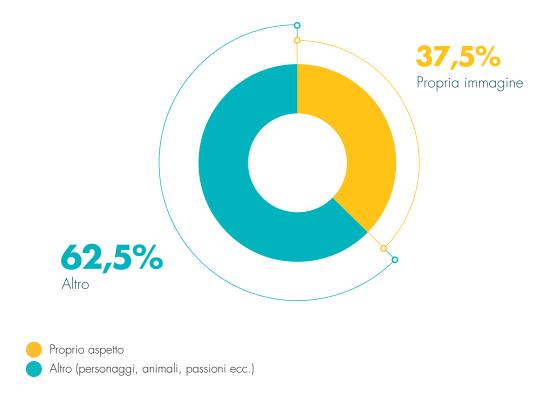


Figura 3.11 Laboratorio 1. Risultati dell'attività "Come vorresti essere rappresentatp?" in riferimento all'embodiment fisico del robot

accensione e spegnimento, il livello del volume ecc., necessitano di segnali e feedback più chiari ed evidenti affinché i bambini si rendano conto dell'esito delle loro azioni sul robot e dello stato della macchina. Infine, molti bambini hanno espresso l'utilità di una luce che possa illuminare il percorso al robot nei luoghi con scarsa illuminazione.

Tra le **funzioni** indicate dai bambini che abbiamo definito **accessorie** in quanto non essenziali o contestuali alla didattica, troviamo, ad esempio, l'illuminazione notturna, la possibilità di **afferrare oggetti**, di saltare, salire e scendere le scale e addirittura volare. Molti sono i bambini che hanno espresso il desiderio che il robot avesse le **braccia** per trasportare o spostare oggetti, per giocare, salutare ecc. La tendenza dei bambini è quella

di umanizzare il robot conferendogli tratti antropomorfi che ricordino il più possibile la figura umana. Funzioni come quella di salire e scendere le scale sono invece strettamente legate al contesto in cui si è svolta la sperimentazione, ovvero la scuola primaria "San Domenico Savio" che è organizzata su più livelli e porta i bambini a dover scendere e salire numerose scale più volte al giorno per potersi spostare da un ambiente all'altro della scuola.

La seconda attività proposta ai bambini nel corso del primo laboratorio è stata relativa alla rappresentazione di sé stessi attraverso la **fisicità del robot**, mediante l'uso di **elementi modulari** da loro componibili per generare differenti forme. La prima domanda posta ai bambini è stata "Come vorreste essere

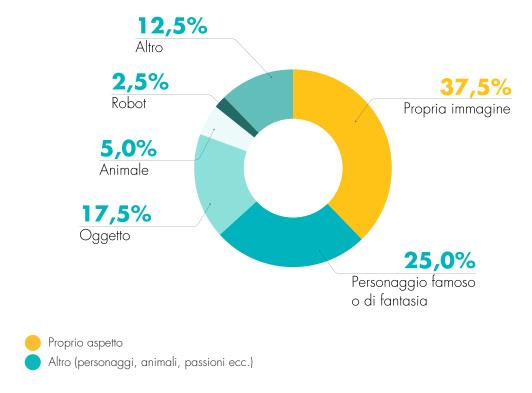


Figura 3.12 Laboratorio 1. Dettaglio dei risultati dell'attività "Come vorresti essere rappresentatp?" in riferimento all'embodiment fisico del robot

rappresentati?" e poi, in seguito al disegno del "corpo" del robot è stato chiesto loro di indicare su una scala di Likert composta da tre valori associati a tre espressioni facciali (felice, neutra, triste), in che misura si fossero ispirati al proprio aspetto fisico, al proprio carattere oppure ad altri elementi (natura, sport, animali, personaggi famosi o di fantasia ecc.) da specificare. La scala di Likert è una scala psicometrica ampiamente utilizzata nella valutazione di percezioni e opinioni altamente soggettive che risulta molto efficace se somministrata a bambini per la sua forte intuitività (Lalla, 2003).

I risultati mostrano come la tendenza principale dei bambini sia quella di rappresentare figure dalle sembianze umane, tramite elementi antropomorfi o più fedeli riproduzioni antropomorfe. Que-

sto conferma la propensione dei bambini all'umanizzazione della macchina Un altro dato rilevante riguarda l'elevato numero di bambini che ha deciso di ispirarsi a personaggi e non a loro stessi per la propria rappresentazione. Questo risultato può essere interpretato in modi diversi: i bambini possono infatti identificarsi facilmente con personaggi famosi o immaginari con caratteristiche a loro affini che creano un senso di connessione rappresentando ideali a cui i bambini aspirano. Rappresentare sé stessi attraverso dei personaggi è anche espressione della creatività dei bambini che esplorano nuovi mondi e avventure servendosi della fantasia e della narrazione. Tuttavia, per alcuni bambini può rappresentare anche una fuga dalla realtà e un allontanamento dai vincoli legati alla propria immagine o alla loro

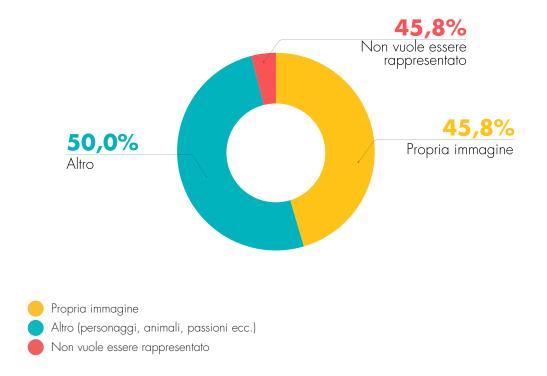


Figura 3.13 Laboratorio 1. Risultati dell'attività "Come vorresti essere rappresentatp?" in riferimento all'avatar digitale sul display del robot

vita quotidiana.

Questo è il caso, ad esempio, di un bambino tra i partecipanti al progetto di ricerca che, trovatosi davanti alla scheda su cui rappresentare il proprio volto, ha espressamente indicato di "non voler essere rappresentato". A completamento della propria rappresentazione attraverso il robot, i bambini hanno completato una scheda su cui si chiedeva loro come avrebbero voluto fosse rappresentato il **proprio volto** sull'interfaccia digitale dello schermo del robot. La maggior parte dei bambini, alla rappresentazione del proprio volto, ha di nuovo preferito optare per un personaggio o per un avatar, pur essendo divisi quasi equamente. In questo caso, i bambini sembrano spesso voler proiettare sé stessi alle fattezze di un personaggio immaginario o famoso, mediando la propria immagine tramite un avatar o mantenendo quella fedele alla realtà

Durante il secondo laboratorio, gli studenti, organizzati in gruppi di lavoro, hanno dovuto rappresentare due loro compagni di classe – un maschio e una femmina – in modo analogo alla rappresentazione di sé stessi. Dopo il progetto, avvenuto sulle schede cartacee del kit, dell'embodiment analogico tramite elementi modulari e componibili e dell'interfaccia digitale tramite il disegno, ogni gruppo ha scelto quale dei due progetti portare a compimento nella fase di prototipazione. Per la **prototipazione** ogni gruppo ha avuto a disposizione una serie di **dischi in gommapiuma** di diverse misure da montare sull'asta centrale di Double 3 per realizzare le forme proget-

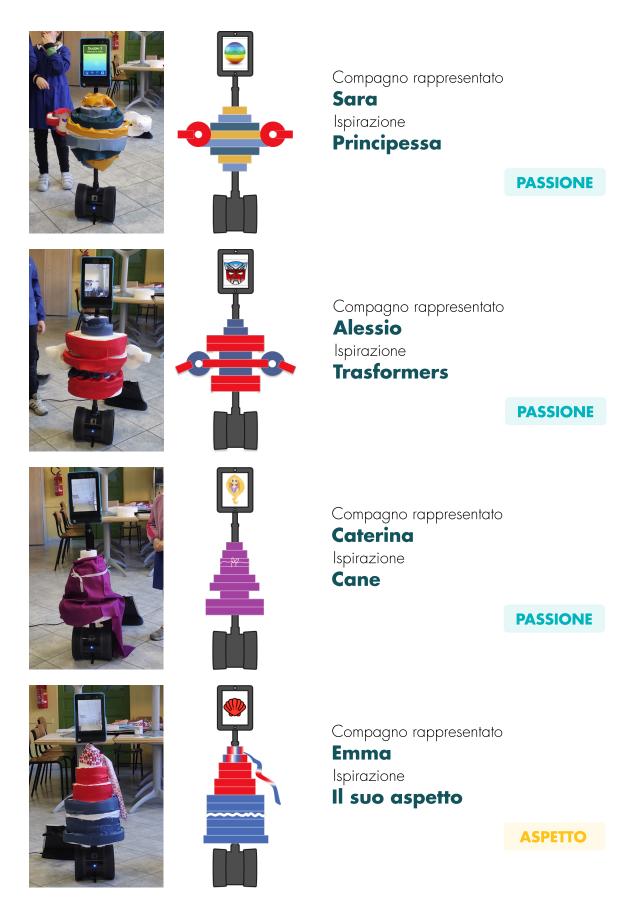


Figura 3.14 Laboratorio 2, classe 5A. Risultati dell'attività "Come rappresenteresti il tuo compagno?" Realizzazione dell'embodiment analogico con elementi modulari in gommapiuma e stoffe colorate



Figura 3.15 Laboratorio 2, classe 5B. Risultati dell'attività "Come rappresenteresti il tuo compagno?" Realizzazione dell'embodiment analogico con elementi modulari in gommapiuma e stoffe colorate

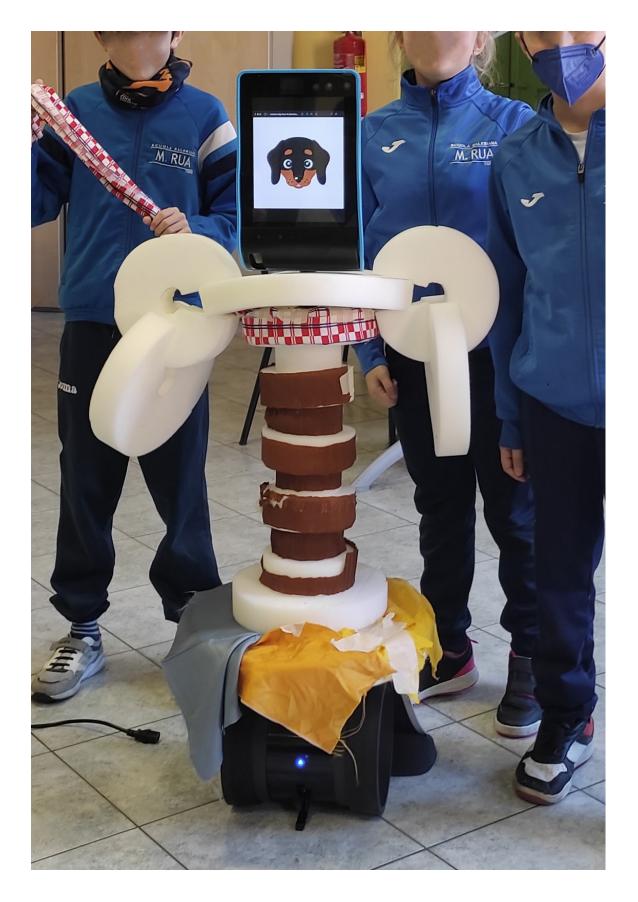


Figura 3.16 Realizzazione del progetto dell'embodiment del robot raffigurante un cane. I bambini hanno utilizzato gli elementi componibili e le stoffe per rendere l'idea del bassotto, dotandolo anche di guinzaglio.

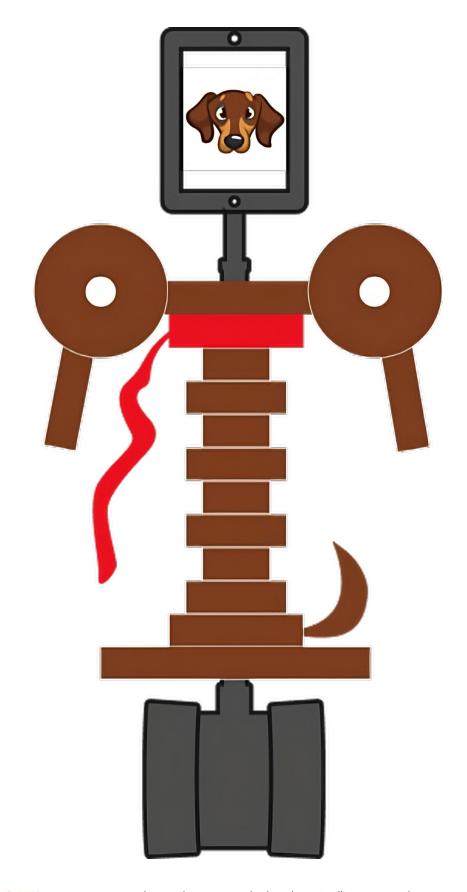


Figura 3.17 Rappresentazione di uno dei progetti dei bambini. Nell'immagine il progetto dell'embodiment del robot rappresentante un bassotto, cane preferito della compagna presa a modello.

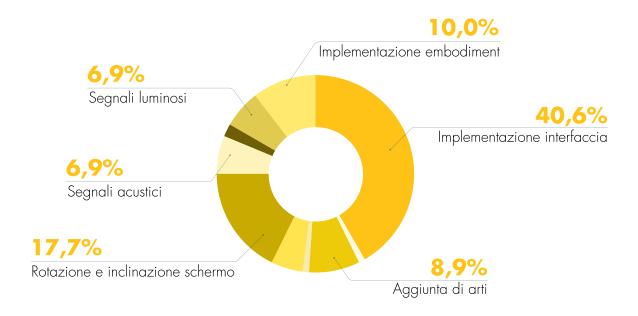


Figura 3.18 Le principali modalità di risposta robotica indicate dai bambini per svolgere le funzioni da essi indicate nei precedenti laboratori. L'interfaccia di guida e l'embodiment fisico del robot sono stati indicati come touch point principali.

tate e delle stoffe colorate con cui, con il supporto dei ricercatori, hanno **rivestito** i dischi per donare al robot dei **vestiti** e completare la rappresentazione dei propri compagni. Da questa attività è emersa ancor di più la tendenza dei bambini ad **antropomorfizzare** la macchina tanto da ingegnarsi per trovare il modo di costruire degli arti con i dischi in gommapiuma.

Gli studenti hanno subito mostrato molta empatia e attenzione nei confronti dei compagni che avrebbero rappresentato, preoccupandosi dei loro gusti, delle loro passioni e della loro soddisfazione per il risultato finale. La maggior parte dei gruppi ha rappresentato i compagni ispirandosi alle loro passioni e ai loro personaggi preferiti; solo un gruppo si è ispirato all'aspetto fisico della loro

compagna.

L'ultimo laboratorio è stato incentrato sull'implementazione dell'attuale interfaccia di guida del robot a cui aggiungere le funzioni identificate dagli studenti nel corso del primo laboratorio e associare le relative modalità di risposta robotica. Agli studenti, di nuovo organizzati in gruppo, è stato consegnato il kit composto da una serie di post-it su cui disegnare le icone delle funzioni da utilizzare per comporre la nuova interfaccia su una scheda cartacea raffigurante una schermata desktop. Gli studenti hanno fornito diverse possibili risposte robotiche per ciascuna, interpretando le funzioni in modo variegato. Per poter alzare la mano, alcuni studenti hanno immaginato un segnale luminoso, altri un'icona che appare sul tablet del robot, altri hanno pensato di dotare il robot di arti. Anche per ciò che riguarda la personalizzazione e l'espressione delle emozioni le risposte sono state diversificate: si passa da luci led colorate, a scocche di diversi colori, ad abiti con cui vestire il robot oppure avatar animati ed emoticon. Sulla base delle attività svolte nel corso del primo laboratorio e delle conoscenze acquisite durante tutto il percorso, gli studenti sono stati in grado di associare subito un'azione ad ogni funzione, descrivendo scenari d'uso, implicazioni e anche eventuali criticità. Nella maggior parte dei casi, l'interfaccia è stata indicata come principale touch point per quasi tutte le funzioni e segnalazioni necessarie, potendo sfruttare le immagini sul display del robot. Molti studenti hanno poi indicato i segnali acustici e luminosi come risposta alle funzioni indicate, così come l'aggiunta di arti mobili al robot e display in grado di ruotare ed essere inclinato.

Nella maggior parte dei casi, gli studenti hanno indicato proprio l'interfaccia come touch point per l'esecuzione delle funzioni da loro indicate, seppur in modalità differenti. Subito dopo l'interfaccia, è l'embodiment fisico ad essere stato evidenziato per assolvere alle nuove funzioni, passando dalla sua implementazione fino ad arrivare all'aggiunta di arti. In conclusione, possiamo identificare proprio l'interfaccia di guida del robot e l'embodiment fisico dello stesso come le

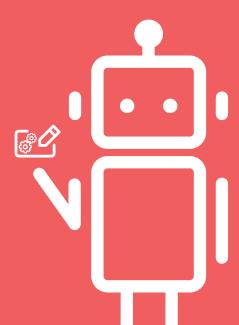
parti necessarie di interventi per migliorare l'esperienza del bambino nell'utilizzo del robot di telepresenza, nell'interazione con i propri compagni e nella partecipazione alle attività didattiche.

Capitolo 04. SVILUPPO PROGETTUALE

Il percorso progettuale dedicato all'**implementazione** di un **sistema di robotica di telepresenza** a servizio della **didattica a distanza** all'interno della **scuola primaria** ha portato alla ri-progettazione dell'embodiment fisico e digitale del robot e all'interfaccia del dispositivo di controllo dello studente a distanza.

Nel progetto è stato sviluppato un supporto scalabile per la personalizzazione del robot tramite un sistema di proiezione e l'interfaccia di guida dedicata che integra funzionalità utili alle attività didattiche nonché ai bisogni socio-emotivi dei bambini. L'idea alla base del progetto era di ottimizzare la robotica di telepresenza per i bambini in fascia di età 6-11 anni che, trovandosi in una fase fondamentale del loro sviluppo pedagogico, presentano specifiche necessità in termini di autodeterminazione, rappresentazione di sé e interazioni sociali.

A partire dal robot **Double 3** e dai risultati delle attività di **co-progettazione**, si è quindi ritenuto opportuno agire sull'**embodiment analogico** e sull'**interfaccia digitale** per sviluppare quelli che si sono rivelati essere i principali bisogni dei bambini: **personalizzare il robot** per sentirsi rappresentati, **esprimere le proprie emozioni** per rendere l'interazione con i compagni mediata dal robot più naturale e avere a disposizione **strumenti utili e contestuali** allo svolgimento delle attività didattiche.



4.1 Scenario

L'analisi dello scenario all'interno del quale agire è stata fondamentale per la comprensione delle caratteristiche del contesto nonché delle esigenze del bacino di utenza che lo compone e, di conseguenza, per stabilire i requisiti del prodotto che si va a progettare. Lo scenario in cui si colloca la progettazione è quello della robotica di telepresenza applicata alla didattica a distanza all'interno delle scuole primarie per bambini costretti a casa a causa di malattie croniche, altri problemi di salute o difficoltà a recarsi sul luogo dove la scuola è situata. Il progetto si focalizza non solo sull'impiego del robot di telepresenza nei momenti formali di lezione, ma anche sul suo impiego nelle situazioni non formali, ossia nei momenti di interazione sociale con i compagni e gli insegnanti.

Nel corso delle attività di co-progettazione realizzate all'interno della scuola primaria "San Domenico Savio" insieme agli studenti di due classi quinte, sono chiaramente emerse tendenze comuni alla maggior parte dei bambini relativamente alle azioni compiute e ai comportamenti adottati nel corso delle lezioni formali. delle situazioni informali e delle interazioni tra compagni. I bambini costretti a sequire le lezioni da remoto necessitano di sentirsi parte attiva e integrante della vita scolastica mantenendo, per quanto possibile, un senso di normalità. Questo vuol dire ridurre il più possibile la percezione della mediazione da parte del robot di telepresenza, facendo in modo che il bambino in remoto possa sentirsi socialmente e virtualmente incluso nonché rappresentato dal robot stesso che si pone come medium. Allo stesso modo, i suoi compagni in classe lo percepiscono come socialmente presente attraverso il robot senza che vi siano evidenti limitazioni e difficoltà nell'interazione. Queste dinamiche sono essenziali per garantire allo studente a casa e ai suoi compagni in classe un senso di autodeterminazione che si traduce con la libertà di esprimere sé stessi, le proprie emozioni e le proprie intenzioni con il supporto di mezzi in grado di realizzare queste libertà.

A questo bisogno di espressione e rappresentazione si affianca la necessità più pratica e terrena di compiere, attraverso il robot di telepresenza, tutte quelle azioni normalmente messe in atto all'interno dell'aula scolastica per adempiere a doveri didattici, per partecipare alle attività e alle discussioni e per vivere le interazioni con i compagni e con gli insegnanti in modo naturale. Questi principali aspetti, emersi grazie alle attività di co-progettazione con gli studenti e scaturiti dalle criticità da loro indicate, hanno consentito di stilare delle linee guida utili alla definizione dei confini dello scenario di riferimento e del campo di azione del progetto:

 Libertà di espressione. Consentire agli studenti collegati da remoto di esprimere sé stessi attraverso il robot

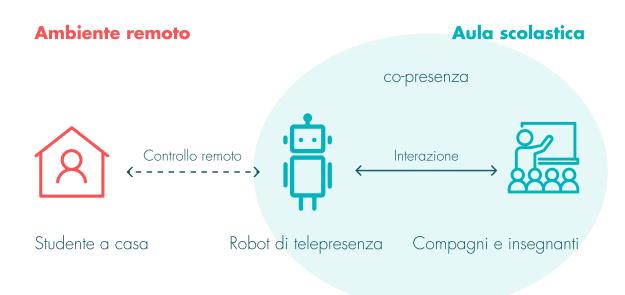


Figura 4.1 Scenario di sviluppo del progetto

di telepresenza così da poter manifestare la propria identità e personalità nonché le proprie idee, emozioni, sentimenti e reazioni. I bambini della scuola primaria si trovano in una fase del proprio sviluppo cognitivo in cui stanno ancora imparando a riconoscere le proprie emozioni e quelle degli altri: questo li porta a sviluppare competenze sociali ed empatiche necessarie anche alla costruzione della loro consapevolezza, fiducia e autostima. Nell'interazione diretta che avviene faccia a faccia, sono molti i fattori che vengono in aiuto ai bambini per porre in atto queste dinamiche come, ad esempio, la mimica facciale, il linguaggio del corpo e le scelte compiute quotidianamente e che riflettono inclinazioni e caratteristiche proprie dei bambini veicolando precisi messaggi. Prevedere queste moda-

- lità di interazione attraverso il robot di telepresenza è fondamentale per garantire anche ai bambini costretti a casa un corretto e pieno sviluppo sociale e cognitivo.
- Doppia Interazione. Ponendo l'accento sulla dimensione sociale della vita scolastica e dell'interazione con compagni e insegnanti, è fondamentale non solo prevedere modalità di espressione per il bambino in remoto ma anche assicurarsi che gli studenti presenti in aula siano in grado, a loro volta, di interagire con il loro compagno comprendendo in primo luogo le sue modalità di espressione e avendo poi la possibilità di rispondere e reagire di conseguenza. Questo doppio livello di interazione è essenziale in quanto offre ai bambini la possibilità di sperimentare una connessione sociale più diretta e naturale e un



Figura 4.2 Linee guida definite per lo sviluppo del progetto a seguito della fase di ricerca, analisi e co-progettazione

coinvolgimento più intenso e completo fondamentale per abbattere le barriere fisiche e mentali e ridurre la percezione del robot.

- Funzioni specifiche. Passando dalla dimensione sociale a quella pratica dell'attività didattica, i bambini hanno fin da subito espresso la necessità di disporre di strumenti specifici utili allo svolgimento delle normali attività scolastiche nel corso delle lezioni frontali e dei laboratori. Questo vuol dire introdurre delle nuove funzionalità, oltre a quelle già presenti nei robot di telepresenza attualmente in commercio che non sono specificatamente progettati per essere impiegati all'interno del contesto scolastico.
- Ottimizzazione. Nel corso delle attività di sperimentazione ed indagine del robot di telepresenza svolte con i bambini sono emersi i limiti propri

non solo delle funzioni di sistema del robot ma anche dell'interfaccia di auida. La ricerca e l'analisi dei casi studio ha confermato come le interfacce di guida dei robot attualmente in commercio siano costruite e progettate in modo simile e come tutte siano basate sulla navigazione tramite mappa o video. Ancora una volta, non esistono ancora interfacce progettate nello specifico per i bambini e per le attività didattiche: questo rende agli studenti in così giovane età meno intuitivo e più difficoltoso l'approccio con l'interfaccia che non parla il loro stesso linguaggio.

4.1.1Objettivi

Alla definizione delle linee guida è naturalmente seguita la formulazione degli obiettivi da perseguire con il progetto di tesi. L'obiettivo del progetto è quello di ottimizzare la robotica di telepresenza per la didattica a distanza nelle scuole primarie sviluppando un sistema che consenta il pieno sviluppo sociale e cognitivo dei bambini e garantisca loro, tramite strumenti dedicati, un apprendimento di qualità anche se costretti a casa. Questo obiettivo si articola su tre dimensioni che riguardano rispettivamente le funzioni, l'embodiment e l'interfaccia di guida del robot.

Gli obiettivi specifici inerenti alle funzioni comprendono l'ottimizzazione delle funzionalità di sistema del robot e l'introduzione di nuove funzioni specifiche utili allo svolgimento delle attività didattiche e all'interazione con compagni e insegnanti.

La sperimentazione svolta con i bambini utilizzando il robot Double 3 ha fatto emergere chiare limitazioni nelle sue funzionalità, chiaramente non progettate in base alle loro caratteristiche e necessità. Inoltre, la totale assenza di funzioni specifiche ha reso difficoltosa la simulazione di attività didattiche e lezioni formali in quanto i bambini non avevano a disposizione strumenti in grado di metterli nella condizione di compiere, da remoto, le medesime azioni svolgibili in presenza.

Per ciò che concerne l'embodiment del robot, l'obiettivo è quello di progettare un sistema che consenta a ciascuno studente di potersi identificare nel robot stesso in modo personale così da sentirsi rappresentato e aumentare il senso di presenza sociale. In un'età in cui si stanno ancora sviluppando autostima, identità, personalità e fiducia in sé stessi potersi esprimere liberamente è essenziale per il proprio sviluppo, in accordo con i principi di autodeterminazione. Inoltre, la progettazione di un embodiment personalizzabile ha l'obiettivo di aumentare **l'empatia** anche nei compagni presenti in classe nonché di rafforzare i rapporti e le interazioni sociali e **'accettazione della macchina** rendendola più "umana" e personale.

Infine, la terza dimensione su cui si proiettano i propositi del progetto è l'interfaccia di guida del robot: qui l'obiettivo è di progettarla in modo da **integrare le nuove funzioni** necessarie ai bambini per le attività didattiche e l'interazione con i compagni con modalità e linguaggi che siano loro familiari e che rispondano alle loro esigenze e alle loro caratteristi-



Figura 4.3 Gli obiettivi perseguiti dal progetto che si articolano su tre livelli di progettazione ossia funzioni, embodiment e interfaccia

che in modo da risultare intuitiva e facili da usare. Tutte le interfacce di guida dei robot attualmente in commercio sono costruite in modo molto simile e per un bacino di utenti adulti: tra queste, **nessuna** è pensata avendo come utenti di riferimento bambini in fascia di età 6-11 anni.

4. 2 Esigenze, requisiti e prestazioni

Sulla base dei risultati ottenuti dalla co-progettazione con gli studenti è stata formulata una **tabella esigenziale** che mettesse in relazione le esigenze

evidenziate dagli studenti con i requisiti necessari a soddisfarle e una serie di prestazioni possibili del robot di telepresenza. In risposta alle loro esigenze, gli studenti hanno indicato delle funzioni: tra queste, alcune sono inseribili in un quadro di sviluppo possibile in quanto già implementate in robot sociali o di telepresenza sul mercato, diversi da Double 3 utilizzato nella sperimentazione, mentre altre si inseriscono all'interno di scenari futuri probabili ma non ancora implementati. Sulla base di queste considerazioni relative alla fattibilità tecnologica delle soluzioni indicate, le possibili prestazioni sono state selezionate e poi analizzate e classificate in base alla metrica del TRL -Technology Readiness Level – che rappresenta una metodologia su scala numerica da 1 – concetto o idea teorica – a 9 – tecnologia certificata e dimostrata – per valutare il Livello di Maturità Tecnologica di una soluzione e, dunque, la fattibilità.

Molte delle soluzioni individuate dagli studenti sono già presenti in altri robot e utilizzate allo stesso scopo o per scopi differenti. Tutte queste tecnologie hanno quindi raggiunto un alto punteggio nella valutazione del TRL. Altre tecnologie, come ad esempio l'aggiunta di arti al robot oppure la rotazione e l'inclinazione dello schermo, sono state valutate anche in base alla complessità degli interventi che richiedono per essere implementate, nonché dei costi, della necessità di reperire ed inserire nuove componenti, dell'aumento del peso della struttura e il rischio di entrare in conflitto con tutto l'apparato sensoristico di cui la macchina è dotata. I risultati ottenuti dalla sperimentazione, incrociati con l'esito della valutazione del TRL, hanno consentito di selezionare i requisiti che il progetto andrà a soddisfare relativamente alla personalizzazione del robot di telepresenza e all'implementazione delle funzioni a disposizione e dell'interfaccia di guida.

Nella tabella che segue, è possibile vedere già una **prima selezione** di esigenze e requisiti basata su quelle che maggiormente sono state le indicazioni dei bambini nel corso della sperimentazione e su una prima valutazione della fattibilità. Come si evince e come già precedentemente affermato, i **principali bisogni dei bambini** si assestano sull'identificazione con la macchina, sugli strumenti a disposizione e a supporto delle attività quotidiane che si svolgono all'interno del contesto scolastico, sulle possibilità e modalità di interazione con i compagni e gli insegnanti, sulle modalità con cui possono essere espresse le emozioni e i sentimenti per mezzo della macchina e sull'intuitività e facilità di utilizzo del robot per mezzo dell'interfaccia di guida dedicata.

Come possibilità di risposta a queste esigenze e ai requisiti ad esse associate, è stata stilata una **serie di possibili pre-stazioni** - ossia risposte della macchina - che si articolano sull'interfaccia, sull'embodiment del robot e sul suo sistema interno. Queste singole possibili prestazioni sono state valutate con i criteri del TRL, cercando robot, dispositivi, concept e studi che già prevedono l'impiego di tali tecnologie così da poterne descrivere lo stato di avanzamento.

ESIGENZE REQUISITI 1. Poter personalizzare il robot così che ogni bambino possa identificarsi con il Personalizzazione robot e sentirsi rappresentato 2. Avere feedback al compimento delle Segnalazione di interazioni azioni sul robot e riguardo lo stato del e stato del sistema sistema ad esempio sul livello di batteria 3. Poter esprimere emozioni e sentimenti attraverso il robot sfruttando metodi di Espressione delle emozioni comunicazione non verbale 4. Richiamare l'attenzione di compagni e Richiesta di attenzione insegnanti sfruttando segnali e mezzi di comunicazione non verbale 5. Disporre di strumenti specifici utili allo Strumenti didattici svolgimento delle consuete attività didattiche

Figura 4.4 Tabella delle esigenze, dei requisiti e delle prestazioni con relativa valutazione secondo la metrica del TRL e casi studio a supporto

PRESTAZIONI	TRL	
INTERFACCIA a. Icone/emoticon b. Avatar c. Sfondi d. Filtri EMBODIMENT e. LED colorati f. Proiezione g. Componenti modulari	8-9 8-9 8-9	Riferito alle emoticon di Whatsapp Riferito a creazione avatar di Facebook Riferito a sfondi intercambiabili di Google Meet Riferito ai filtri in uso su Instagram Riferito allo studio di A. Pörtner et. al. Non ci sono evidenze Riferito a Mijia Modular Robot by Xiaomi
INTERFACCIAa. Icone/NotificheSISTEMAb. Segnale acusticoc. Vibrazione	8-9	Riferito all'interfaccia di Microsoft Teams Già presente in molti robot e dispositivi Già presente in molti robot e dispositivi
INTERFACCIA a. Icone/emoticon b. Avatar SISTEMA c. Vibrazione d. Segnali acustici EMBODIMENT e. LED colorati f. Proiezione	8-9 7-8 8-9	Riferito alle emoticon di Whatsapp Riferito al robot Buddy Riferito al robot PaPeRo Riferito al robot PaPeRo Riferito al robot PaPeRo Non ci sono evidenze
 INTERFACCIA a. Icone/emoticon SISTEMA b. Segnale acustico c. Vibrazione EMBODIMENT d. Arti e. LED 	8-9	Riferito all'interfaccia di Google Meet Riferito al robot Kuri Già presente in molti robot e dispositivi Riferito al robot Care-O-Bot Riferito al robot AV1
INTERFACCIA a. Strumenti/Icone EMBODIMENT b. Arti	8-9	Riferito all'interfaccia di Microsoft Teams Riferito al robot R1

4.2 Concept

Il progetto mira ad integrare la dimensione digitale a quella analogica al fine di sviluppare un sistema da integrare al robot di telepresenza che consenta la personalizzazione del suo embodiment e prevederà la progettazione di una nuova interfaccia di guida a supporto delle nuove funzioni finalizzate alle attività didattiche e alle interazioni con compagni e insegnanti, a misura di bambino.

L'integrazione di queste due dimensioni è finalizzata alla costruzione di un'esperienza completa, dinamica e coinvolgente in grado di supportare i bambini e la loro vita scolastica. Il progetto si compone, dunque, di due parti: la progettazione di un sistema che costituisca un embodiment personalizzabile in cui lo studente da remoto possa identificarsi e proiettarsi e con cui gli studenti in classe possano interagire, e la progettazione di una **nuova interfaccia di quida** che integri le nuove funzioni, tenga conto delle capacità cognitive dei bambini e sia semplice, intuitiva, divertente da usare e coinvolgente.

Per quanto riguarda l'embodiment l'idea è di entrare nel campo del phygital e quindi di integrare la dimensione fisica a quella digitale al fine di creare un'esperienza coinvolgente e interattiva. In questo modo, il confine tra fisico e digitale si fa sempre più sfumato ed elementi di entrambi i mondi si combinano aprendo a nuove opportunità e interazioni che vanno al di là delle singole componenti. Per far ciò, è stata indagata la possibilità di applicare la tecnologia della **proiezione** per aprire la robotica di telepresenza, destinata ai bambini, ad un nuovo mondo di opportunità di rappresentazione in cui i robot diventano per i bambini strumenti di espressione del proprio io, delle proprie emozioni e delle proprie intenzioni.

Passando all'interfaccia digitale l'intento è di ricondurla a **linguaggi** e tecnologie già note ai bambini integrando le modalità delle classiche **videochiamate** ad elementi appartenenti al linguaggio del **gaming**. L'applicazione di elementi e meccaniche tipiche dei giochi in contesti non ludici rende le attività più coinvolgenti e divertenti oltre a proiettare subito i bambini all'interno di un contesto più familiare, senza aumentare il carico cognitivo.

4.3 Sviluppo

La fase di design e sviluppo si è concentrata sulla concretizzazione del concept e del suo perfezionamento. In questo processo si è portato avanti lo sviluppo di tutti gli elementi che compongono il sistema

Embodiment

La progettazione di un nuovo embodiment per i robot di telepresenza ha lo scopo di renderlo **personalizzabile** e, dunque, consentire allo studente da remoto di **esprimere sé stesso** per mezzo della **fisicità del robot**, la quale diventa la **propria estensione**. Per riuscire in questo intento, è stata indagata la **proiezione** come tecnologia utile a sfumare il confine tra **reale e virtuale**, tra **fisico e digitale**. In questo modo, il nuovo embodiment rientra nel campo del **phygital**, sfruttando la fisicità del robot per ottenere un'estensione del proprio io che sia allo stesso tempo fisica e digitale.

L'utilizzo della proiezione come mezzo di personalizzazione porta una serie di potenziali vantaggi in termini di interazione bambino-robot e qualità dell'esperienza. La **proiezione** consente infatti di rendere la personalizzazione molto **flessibile** e **versatile**, avendo l'opportunità di adattarsi a contesti ed esigenze mutevoli oltre ad offrire un'ampia gamma di **possibilità creative**: le superfici possono essere trasformate in **ambienti virtuali** in cui dar forma alla propria fantasia tramite l'ausilio di infiniti contenuti che possono essere immagini, video, animazioni e altro ancora.

Queste infinite possibilità rendono il robot di telepresenza e l'intera esperienza ad esso collegata maggiormente affascinanti e accattivanti: poter rappresentare sé stessi con **infinite possibilità** aumenta il coinvolgimento non sono del bambino a casa ma anche dei suoi compagni che in classe vedono il risultato di tale espressione, facilitando così l'interazione sociale mediata dal robot di telepresenza. Poter ogni giorno scegliere il personaggio o l'aspetto del robot in base alle proprie personali preferenze contribuisce a creare un senso di proprietà, affezione e **familiarità** nei confronti del robot, facilitando e velocizzando il processo di accettazione. In questo modo, l'impiego del robot di telepresenza nei contesti scolastici, finalizzato all'uso da parte dei bambini, diventa più efficace e incline a creare un'esperienza positiva e redditizia

La proiezione si fa così strumento per

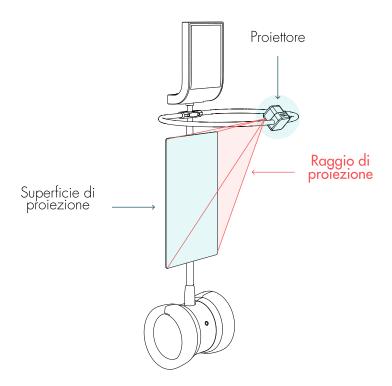


Figura 4.5 Schema di funzionamento del sistema di embodiment progettato con evidenziati il proiettore in uso e la superficie di proiezione a disposizione

la stimolazione della creatività e della fantasia dei bambini che sperimentano dinamiche simili a giochi di costruzioni, come ad esempio i Lego: costruire e decostruire è, per i bambini, un ottimo ed efficace modo per conoscere sé stessi ed esplorare il mondo che li circonda. Inoltre, la proiezione può essere impiegata anche la proiezione di contenuti educativi sul robot stesso quando questo non è utilizzato da alcuno studente costretto a casa: video didattici, immagini interattive e quiz, ad esempio, possono rendere la proiezione un innovativo strumento didattico utile a stimolare l'interesse dei bambini e favorire una maggiore partecipazione e coinvolgimento nelle attività didattiche.

Al fine di sfruttare la proiezione come tecnologia principale nella progettazione del nuovo embodiment, è stato adottato il mini-proiettore Philips PicoPix Nano come modello e strumento per i test. La scelta è stata dettata dalla necessità di disporre di un proiettore wireless che potesse diventare parte integrante dell'embodiment del robot di telepresenza, di dimensioni e peso contenuto, e che permettesse una sufficiente superficie di proiezione se posto a una distanza ridotta. La progettazione del nuovo embodiment ha avuto come scopo quello di realizzare una struttura esterna di cui dotare il robot che si è utilizzato anche nel corso della sperimentazione all'interno della scuola primaria, Double 3.

La scelta di progettare un componente in grado di legarsi ad un robot di telepresenza già esistente è dovuta a diversi fattori: da un lato la volontà di rendere il **progetto di tesi un punto di partenza** nella validazione della proiezione come tecnologia utile allo scopo della personalizzazione della macchina e dall'altro quella di realizzare un **sistema** flessibile e applicabile ad ogni macchina tramite l'adattamento di poche e specifiche parti così da rendere potenzialmente personalizzabile ogni macchina già presente all'interno degli istituti scolastici. Per questo motivo, il linguaggio formale proprio del robot Dou**ble 3** ha costituito un vincolo progettuale, così come il mini-proiettore Philips PicoPix Nano a disposizione per la successiva fase di prototipazione e testing, tanto da richiedere la realizzazione di un supporto per il proiettore che prevedesse una serie di fori per la dissipazione del calore quando il dispositivo è in uso. Il robot Double 3 ha costituito un vincolo non solo a livello formale ma anche prestazionale: la progettazione ha dovuto tenere conto dell'apparato sensoristico di cui la macchina è dotata e del suo funzionamento, nonché dei suoi limiti di carico e del **sistema basculante** che lo caratterizza. Questo ha reso necessari ulteriori requisiti quali la leggerezza e il minor ingombro visivo possibile della struttura.

Tenendo conto dei sopracitati vincoli e requisiti così come degli obiettivi precedentemente definiti, il nuovo embodiment è stato progettato con una **forma tubolare e circolare** che potesse richiamare **l'idea** di dotare il robot di telepresenza Double 3 di **due braccia**, di cui ora è sprovvisto e che invece risultano partico-

larmente apprezzate e ricercate dai bambini, impegnate nel tenere in posizione il mini-proiettore, posto frontalmente al robot. La struttura è stata collocata immediatamente sotto il tablet del robot così da non interferire con i sensori posti nella parte inferiore dello schermo. La posizione del proiettore consente la proiezione su una **superficie rettangolare** legata al busto del robot: la forma rettangolare fornisce un supporto neutrale su cui i bambini possono sentirsi liberi di riportare, all'interno delle immagini, le forme che più preferiscono. La progettazione è stata portata avanti in contemporanea a continue verifiche e valutazioni in termini di fattibilità tecnica per la scelta dei materiali e le caratteristiche delle componenti che verranno realizzate tramite stampa 3D.

Interfaccia

La nuova interfaccia di guida è stata progettata, come detto in precedenza, integrando le funzioni ad oggi assenti nelle interfacce di guida dei robot di telepresenza ma necessarie ai bambini per partecipare attivamente alle attività didattiche, per esprimere sé stessi e interagire con compagni e insegnanti.

Le nuove funzioni inserite all'interno dell'interfaccia, in linea con i principali bisogni e le tendenze espresse dai bambini nel corso della co-progettazione, riguardano la **possibilità di alzare la** mano e dunque rispondere alle domande o attirare l'attenzione, quella di poter esprimere le proprie emozioni tramite emoticon e colori e, infine, la personalizzazione dell'embodiment e del proprio avatar digitale. Inoltre, sono stati inseriti e potenziati strumenti utili principalmente alle attività didattiche come la lavagna, la condivisione e la registrazione dello schermo e la cattura della schermata corrente.

L'architettura dell'interfaccia è stata progettata per garantire semplicità e chiarezza così da risultare intuitiva e facile da usare per i bambini che sono così guidati attraverso le varie funzionalità. Allo stesso modo, anche le dimensioni dei pulsanti contribuiscono a garantire immediatezza nella comprensione delle azioni. Inoltre, al fine di garantire allo studente il maggior livello di **immersione** possibile all'interno della classe, gli elementi sono stati studiati così da essere di minimo ingombro per la visuale e collocati in modo da non risultare di intralcio. Anche i feedback visivi sono stati progettati in modo da rendere immediata e chiara l'interazione con l'interfaccia dei bambini così come la comprensione delle azioni che sono state eseguite. L'interfaccia è stata progettata in modo da richiamare lo stile e l'andamento dell'ambito **gaming**: i bambini amano giocare e divertirsi, per questo trasformare una semplice interfaccia in una dinamica ludica può trasformare attività e interazioni apparentemente noiose in un'esperienza coinvolgente e piacevole.

Un impatto visivo attraente, fatto di colori vivaci, personaggi carismatici e animazioni coinvolgenti, rendono l'interfaccia più stimolante e accattivante per i bambini. L'inserimento dei nuovi elementi e il linguaggio scelto per l'interfaccia mirano a promuovere l'interazione sociale e la condivisione di emozioni, intenzioni e personalità: in questo modo i bambini godono di una maggiore flessibilità e possibilità di personalizzazione potendo comporre in ogni momento il **proprio personaggio**, modificando avatar ed embodiment sentendosi così più coinvolti e liberi di esprimere la propria individualità e potendo scegliere tra un catalogo a disposizione oppure caricando immagini e disegni propri.

Il progetto nella sua totalità, comprensivo di nuovo embodiment ed interfaccia, profondamente l'espemodifica rienza dei bambini nell'utilizzo del robot di telepresenza e, di conseguenza, nel vivere il proprio contesto scolastico, le proprie relazioni interpersonali e le attività didattiche quando costretti a casa. Da passivi fruitori del servizio offerto dal robot, diventano partecipanti attivi dall'inizio alla fine. La loro nuova esperienza inizia al momento del log in, ossia dal momento in cui lo studente da remoto si appresta ad accedere, virtualmente, alla propria classe: è infatti prima di entrare

in classe che il bambino è chiamato a scegliere il proprio aspetto, comprensivo di avatar e body, sulla base delle proprie preferenze del momento, del modo in cui si sente, dei propri gusti e delle proprie passioni.

Qui il bambino ha la possibilità di scegliere se mostrare il proprio volto, se essere sé stesso o identificarsi con un personaggio: se a corto di tempo, il bambino
può saltare questo passaggio e riprenderlo in un secondo momento all'interno della schermata principale. Lo studente ha
infatti la possibilità di modificare e giocare con il proprio aspetto in qualsiasi momento, avendo sull'interfaccia
il continuo rimando del volto e del corpo
che si è deciso attribuire al robot.

Così il bambino non si limita a seguire passivamente la lezione come ne fosse un mero spettatore, ma ha la può sentirsi coinvolto e partecipe in ogni momento: le caratteristiche proprie del robot di telepresenza quali la possibilità di movimento e di autodeterminazione, unite ai nuovi strumenti inseriti all'interno dell'interfaccia e al nuovo embodiment personalizzabile, aumentano la presenza sociale e virtuale degli studenti da remoto consentendo loro di compiere, seppur mediate e in differenti modalità, le medesime azioni compiute dai compagni in presenza.

In questo modo, le **interazioni** si fanno

più semplici, immediate e naturali e la percezione del robot di telepresenza come medium si fa meno evidente, così da rendere l'intera esperienza maggiormente immersiva.

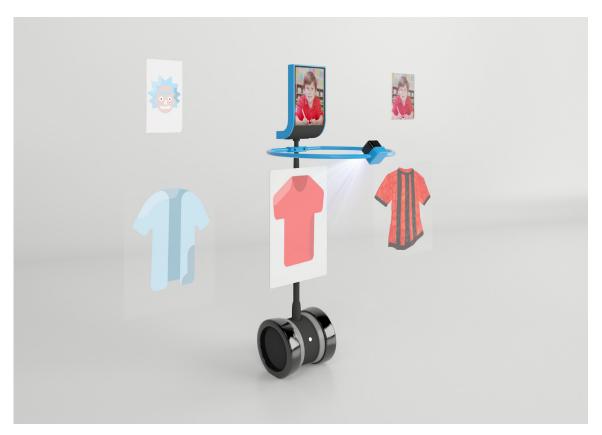


Figura 4.6 Render del progetto dell'embodiment con diverse possibilità di configurazioe: propria immagine, maglia disegnata dal bambino e personaggio dei cartoni animati



Figura 4.7 Possibilità di personalizzare il nuovo embodiment scegliendo tra strutture di colori differenti, in linea con le possibilità di scelta della scocca del robot Double 3

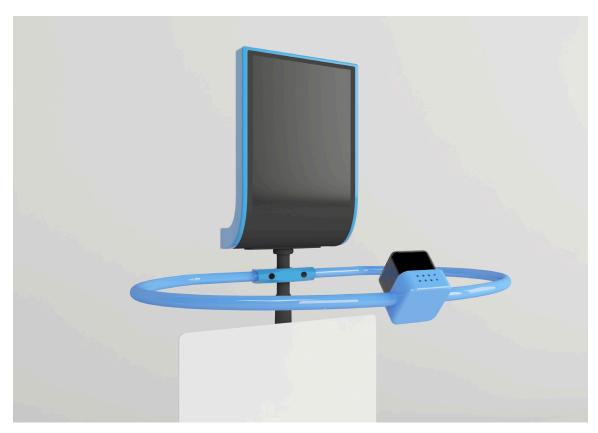


Figura 4.8 Dettaglio della struttura che mostra il connettore, il supporto per il proiettore traforato e le braccia

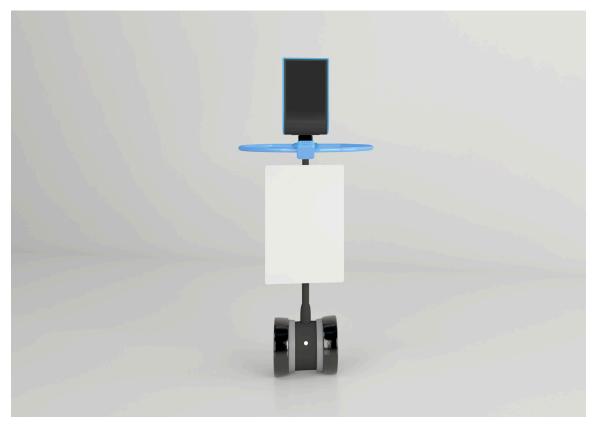


Figura 4.9 Vista frontale del robot che mostra come la struttura non occluda la vista dei bambini e consenta una chiara visione della superficie di proiezione

Schermata iniziale di log in con configuratore del proprio aspetto

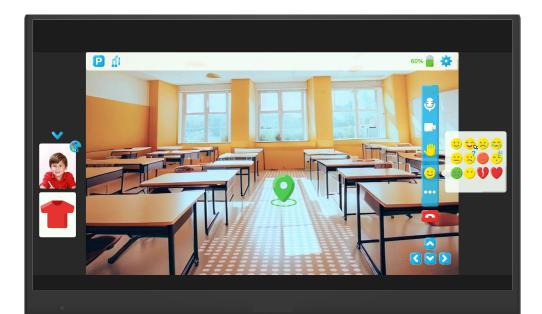


Figura 4.10 Schermata iniziale di Log In dell'interfaccia di guida della web app del robot di telepresenza. Il bambino ha la possibilità di definire il proprio aspetto prima di entrare nella classe virtuale. In questo caso, il bambino sceglie il proprio volto e una maglietta rossa.

Click del pulsante "salta" e compilazione del log in form



Figura 4.11 Compilazione dei campi necessari per il Log In e click sul pulsante "salta" per rimandare ad un secondo momento la scelta del volto e dell'abito



Interfaccia di guida con strumento "esprimi emozioni" attivo

Figura 4.11 Interfaccia di guida della web app una volta fatto il log in. Il bambino ha sotto controllo le diverse modalità di guida, nonché il proprio aspetto e tutti gli strumenti necessari. Click sullo strumento **esprimi emozione** e catalogo delle emoji a disposizione.

Visualizzazione dell'emozione e dello strumento "alza la mano" attivi in alto a sinistra e click sul menù di personalizzazione



Figura 4.12 Il bambino ha cliccato sull'emozione che voleva esprimere e questa risulta visibile sulla parte in alto a sx della schermata. Successivamente ha cliccato sullo strumento **alza la mano** che, di nuovo è visibile in alto a sx. Infine, clicca sullo strumento **personalizza** e visualizza il menù.



ALESSANDRO

Scenario: Alessandro è un bambino che ha contratto la varicella e per un po' deve seguire le lezioni scolastiche da casa tramite un robot di telepresenza

LOG IN

- 1. Accende il computer e poi apre la web app del robot di telepresenza
- 2. Prima di entrare nella classe virtuale, decide il modo in cui apparirà oggi impostando volto e abiti
- **3.** Entra nella classe virtuale in tempo per l'inizio delle attività didattiche

LEZIONE

- **4.** Guida il robot fino a raggiungere il proprio posto in classe
- 5. Parcheggia il robot e regola l'altezza in modo da vedere bene la lavagna e seguire la lezione
- 6. Per rispondere a una domanda, alza la mano cliccando sull'icona dedicata
- Mostra il procedimento per arrivare alla risposta utilizzando lo strumento lavagna
- 8. Una volta risposto, abbassa la mano cliccando di nuovo sull'icona

"Bello! Posso costruire il mio personaggio come in un videogame!"

> "Quanti strumenti! Posso alzare la mano!"

"Oh no, iniziano le lezioni"

Figura 4.14 Nuova user journey map che mostra l'esperienza dell'utente nel corso dell'utilizzo del robot di telepresenza con il nuovo embodiment e la nuova interfaccia di guida

ASPETTATIVE

- Partecipare attivamente alle attività didattiche
- Interagire con i compagni e sentirsi presente
- Esprimere sé stesso attraverso il robot di telepresenza

RICREAZIONE

- 9. Non volendo più mostrare il proprio volto, decide di assumere l'aspetto di uno dei suoi personaggi preferiti
- 10. Dallo strumento di personalizzazione, imposta volto e abiti
- Libero di muoversi e giocare, interagisce con i compagni parlando con loro e seguendoli in autonomia
- 12. Per reagire a qualcosa detto da un compagno, usa lo strumento esprimi le emozioni e sceglie un emoji

"Ho voglia di cambiare aspetto e con i compagni mi sento davvero come fossi in classe!"

LOG OUT

12. Finite le lezioni, è ora di uscire dalla classe virtuale e fa il log out

"Le lezioni sono finite!"

"Sono stanco delle lezioni"

4.4Prototipazione e test

La fase di **prototipazione** viene generalmente associata a diversi tipi di attività che vanno dall'ideazione alla realizzazione di modelli in cartone e oggetti stampati in 3D. L'utilizzo della prototipazione consente di interagire con il prodotto che si avvicina alla realtà ma risulta essere ancora limitato sotto molti aspetti al fine di esplorare le caratteristiche e testare il funzionamento e l'utilizzo.

I diversi prodotti della prototipazione vengono classificati in base al loro grado di fedeltà: si parte da prototipi cosiddetti low-fidelity, i quali somigliano al prodotto finale ma vengono realizzati con strumenti e modalità semplici, economici e veloci così da poter agire sul modello, valutare le alternative possibili ed apportare le necessarie modifiche in una fase che potremmo definire ancora prematura. Come step successivo, si passa alla realizzazione di prototipi high-fidelity i quali si avvicinano molto al prodotto definitivo, sono perfettamente funzionanti e interattivi e possono essere utilizzati nei test con gli utenti.

Nelle prime fasi di sviluppo progettuale è

essenziale l'utilizzo della prototipazione come **strumento di verifica**, per far sì che sia possibile indagare ulteriormente le scelte fatte in termini di progettazione in un momento in cui vi è ancora un grado di **flessibilità** tale da poter tornare indietro con il minor dispendio di tempo, energie, materiali e lavoro.

Sulla base del modello 3D realizzato nella prima fase di sviluppo del progetto è stato costruito il primo prototipo low-fidelity in cartone. Il prototipo aveva lo scopo di verificare che la struttura progettata non interferisse con l'apparato sensoristico del robot Double 3 e ne consente il pieno movimento. Successivamente, sul modello in cartone sono state effettuate delle prove di carico per accertarsi che il peso della struttura non inficiasse sul basculaggio e sulla guida del robot. Inoltre, sono state anche effettuate delle verifiche in fatto di visibilità delle immagini proiettate in condizioni diurne e in base alla posizione del proiettore portatile da utilizzare in fase di simulazione.

Una volta completate tutte le verifiche del caso, sono state effettuate le piccole modifiche necessarie all'ottimizzazione del modello 3D che è stato opportunamente preparato per passare alla costruzione di un **prototipo high-fidelity**. Nella realizzazione del prototipo si è posta attenzione anche all'aspetto formale dell'embodiment affinché risultasse perfettamente

integrato con il robot Double 3D e ne parlasse lo stesso linguaggio formale.

Questo prototipo è stato realizzato con l'ausilio della **stampa 3D** per tutte le componenti della struttura. Quest'ultima è stata suddivisa in sezioni inseribili all'interno di un piatto delle dimensioni di 25x25cm per consentirne la stampa con le macchine in possesso del VirtuaLAB all'interno del Politecnico di Torino. Per far sì che i pezzi potessero incastrarsi tra loro e per permetterne il disassemblaggio sono stati progettati degli incastri maschio-femmina che consentono ai pezzi di essere anche intercambiabili con parti progettate ad hoc per adattarsi ad altri robot e proiettori. La struttura ha, infatti, lo scopo di servire da modello per la realizzazione di altre strutture adibite alla personalizzazione dei robot di telepresenza tramite la proiezione e adattabili ad altre tipologie di macchine. Una volta stampati tutti i pezzi necessari a comporre la struttura, questa è stata montata sul robot Double 3 ed è stata completata con l'inserimento del mini-proiettore portatile a disposizione Philips PicoPix Nano e si è passati alla fase di **testing**.

Nel corso dei test è stata effettuata un'ulteriore verifica in termini di peso e **ingombro** della struttura nonché di **affidabilità** e sicurezza dei componenti, specie in previsione dell'utilizzo del robot da parte di bambini. Si è poi passati alla **simulazione** del percorso necessario alla perso-

nalizzazione dell'embodiment tramite la proiezione di abiti e avatar sulla struttura realizzata. In questa fase sono emersi i punti di forza e debolezza del progetto: la possibilità di modificare in tempo reale i vestiti che si vogliono indossare e il personaggio che si desidera accedendo ad un catalogo già pronto o avendo la possibilità di caricare immagini proprie e personali apre ad infinite possibilità.

Rappresentare sé stessi diventa così un **gioco**: un puzzle da comporre con i pezzi che si hanno già a disposizione o con pezzi tutti nuovi che i bambini possono immaginare e costruire ogni giorno dando stogo alla loro fantasia e alla loro creatività. D'altro canto, risultano evidenti i limiti tecnologici imposti dal mini-proiettore che c'era a disposizione per la sperimentazione, il quale impone dei vincoli precisi in termini di distanza e inclinazione rispetto alla superficie su cui si desidera proiettare nonché rispetto alla durata della batteria che necessita di essere ricaricata dopo 2,5 ore, tempo insufficiente a coprire un'intera giornata scolastica. Tuttavia, queste problematiche sono facilmente arginabili con l'utilizzo di un mini-proiettore più performante come già ce ne sono in commercio.

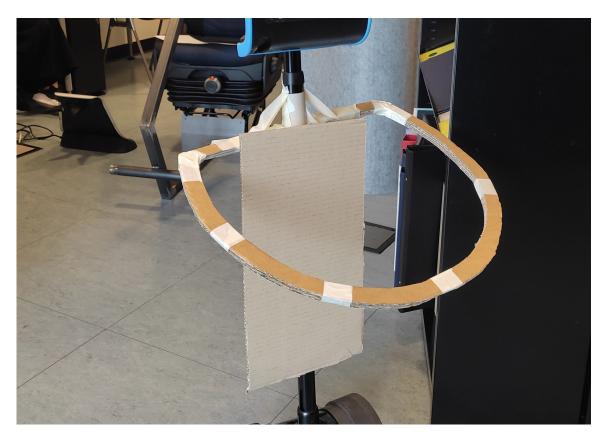


Figura 4.15 Primo prototipo low-fidelity realizzato in cartone



Figura 4.16 Elementi che compongono la struttura del prototipo high-fidelity, comprensivi di pezzi stampati in 3D, mini proiettore Philips PicoPix Nano, viti e bulloni

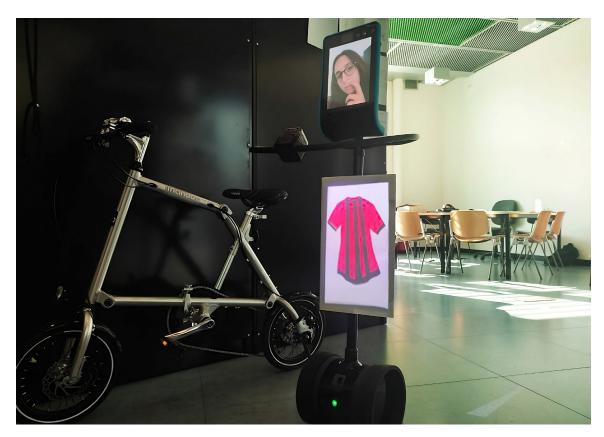


Figura 4.17 Prototipo high-fidelity



Figura 4.18 Prototipo high-fidelity

5. Conclusioni

Il progetto, condotto con un approccio human-centered che ha visto l'integrazione di diverse discipline, pone le basi sulla metodologia da adottare per lo studio e l'implementazione delle interazioni tra bambini e robot. La co-progettazione portata avanti con i bambini della scuola primaria ha evidenziato il ruolo cruciale degli utenti finali nella progettazione di artefatti che rispondano alle loro esigenze in relazione al contesto di applicazione.

Questo fa sì che la fase successiva del progetto sia quella di testing insieme ai bambini che avranno la possibilità di testare la nuova interfaccia e il nuovo embodiment. In questo modo, si avrà la possibilità di verificare le scelte progettuali e apportare delle modifiche laddove necessario. I bambini verranno coinvolti simulando alcuni momenti di una giornata didattica, partendo così dal momento di log in e caratterizzazione del proprio aspetto, fino allo svolgimento di una lezione frontale con l'impiego degli strumenti pensati per la didattuca. I bambini verranno anche osservati interagire tra loro tramite il robot di telepresenza per capire come il nuovo embodiment e la nuova interfaccia di guida impattano sulle modalità di interazione.

Il progetto apre, inoltre, a **nuovi scenari** e implementazioni in cui il **sistema di proiezione** può essere sfruttato per scopi che vanno **oltre** la caratterizzazione e la personalizzazione dell'aspetto del robot: questa può infatti essere impiegata per lo svolgimento di esercizi e attività a supporto della didattica da eseguire con il supporto dell'insegnante e che possono coinvolgere i bambini in gruppo nei giorni in cui non vi è alcun bambino assente e, dunque, il robot non viene impiegato per la telepresenza.

In una fase successiva di sviluppo progettuale in cui verrebbero coinvolte figure provenienti dall'ingegneria, l'intera struttura e la superficie di proiezione potrebbero essere progettate per essere mobili e poste su un banco per consentirne l'utilizzo come uno schermo. In questo modo, si potrebbe progettare un **proiettore ad hoc**, così che non vi sia bisogno di procurarsi un mini proiettore, oltre alla struttura, da impiegare per tale scopo.

Inoltre, il sistema apre anche a possibilità di doppia interazione tra lo strudente costretto a casa e i suoi compagni presenti in classe: come avvenuto nel corso delle attività di co-progettazione, questi potrebbero essere coinvolti nella configurazione dell'aspetto del proprio compagno attraverso il robot, disegnando per lui volti e abiti da inviare direttamente sul robot, tramite una piattaforma appositamente progettata, così da completare il servizio così che il robot diventi davvero un mezzo di interazione bidirezionale e non solo tramite audio e video

Grazie a queste implementazioni, il robot di telepresenza diventerebbe uno strumento perfettamente integrato nell'ambiente scolastico e nella quotidianità di studenti e insegnanti, svolgendo ogni giorno un ruolo preciso a seconda delle necessità, del contesto e degli utenti coinvolti.

Tuttavia, è necessario estendere il campione di bambini coinvolti nella co-progettazione e nella fase di testing: affinché la ricerca risulti esaustiva e rilevante, ulteriori fasce di età e contesti devono essere coinvolti così da rendere il campione significativo.

In conclusione, il progetto di tesi pone le basi metodologiche per la co-progettazione di artefatti robotici destinati ai bambini, fornendo un protocollo per le attività di co-design con oggetto la robotica di telepresenza che può essere scalato e adattato alle diverse necessità. Inoltre, la ricerca apre ad uno scenario ancora poco esplorato che necessita di essere ulteriormente approfondito, in quanto utile a rispondere a specifici bisogni della società contemporanea.

6. Bibliografia

Achievement, I. a. F. T. E. O. E., & Unesco. (2022). The Impact of the COVID-19 Pandemic on Education: International Evidence from the Responses to Educational Disruption Survey (REDS). UNESCO Publishing.

Agarwal, R., Levinson, A. W., Allaf, M. E., Makarov, D. V., Nason, A., & Su, L. (2007). The RoboConsultant: Telementoring and Remote Presence in the Operating Room During Minimally Invasive Urologic Surgeries Using a Novel Mobile Robotic Interface. Urology, 70(5), 970–974. https://doi.org/10.1016/j.urology.2007.09.053

Agostini, A., Micucci, D., & Rolandi, A. (2014). La robotica educativa: un esperimento condotto nelle scuole primarie. Didamatica, 13(51), 551–560.

Akalin, N., Uluer, P., & Kose, H. (2014). Non-verbal communication with a social robot peer: Towards robot assisted interactive sign language tutoring. https://doi.org/10.1109/humanoids.2014.7041509

Alessandri, G., & Paciaroni, M. (2012). La Robotica Educativa: da strumento di fantasia a strumento per la fantasia. Journal of e-Learning and Knowledge Society - Italian Version, 8(1). http://www.je-lks.org/ojs/index.php/Je-LKS_IT/article/download/571/590

Bartneck, C., Belpaeme, T., Eyssel, F., Kanda, T., Keijsers, M., & Šabanovi, S. (2020). Human-Robot Interaction: An Introduction. Cambridge University Press.

Bazin, A. (1967). What is Cinema? Vol. 1. University of California Press, Berkeley, CA.

Beer, J. M., & Takayama, L. (2011). Mobile remote presence systems for older adults. In Human-Robot Interaction. https://doi.org/10.1145/1957656.1957665

Belpaeme, T., Baxter, P., De Greeff, J., Kennedy, J. L., Read, R., Looije, R., Neerincx, M. A., Baroni, I., & Zelati, M. C. (2013). Child-Robot Interaction: Perspectives and Challenges. In Lecture Notes in Computer Science (pp. 452–459). Springer Science+Business Media. https://doi.org/10.1007/978-3-319-02675-6_45

Berliner, D. C. (2009). Poverty and Potential: Out-of-School Factors and School Success. Education Policy Research Unit.

Björnfot, P. (2021). Evaluating Input Devices for Robotic Telepresence. European Confe-

rence on Cognitive Ergonomics 2021, 1-8.

Breazeal, C., Dautenhahn, K., & Kanda, T. (2016). Social Robotics. Springer Handbooks, 1935–1972. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32552-1_72

Breazeal, C. (2011). Social robots for health applications. International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. https://doi.org/10.1109/iembs.2011.6091328

Breazeal, C., & Scassellati, B. (1999). A Context-Dependent Attention System for a Social Robot. International Joint Conference on Artificial Intelligence, 1146–1151. http://ijcai.org/Proceedings/99-2/Papers/068.pdf

Bridgeman, E., & Bridgeman, N. C. (2008). A future for robots in schools: Fact or fantasy?. New Zealand Journal of Applied Computing & Information Technology, 12(1).

Burbank, M. D., Goldsmith, M. U., Bates, A. J., Spikner, J., & Park, K. (2021). Teacher Observations Using Telepresence Robots: Benefits and Challenges for Strengthening Evaluations. Journal of Educational Supervision, 4(1), 68–93. https://doi.org/10.31045/jes.4.1.6

Cappelli, A., & Giovannetti, E. (2004). L'interazione uomo-robot. Intelligenza Artificiale. 1. https://www.researchgate.net/publication/265031857_L'INTERAZIONE_UOMO-ROBOT_HUMAN-ROBOT_INTERACTION

Charteris, J., Berman, J., & Page, A. (2022). Virtual inclusion through telepresence robots: an inclusivity model and heuristic. International Journal of Inclusive Education, 1–15. https://doi.org/10.1080/13603116.2022.2112769

Coninx, A., Baxter, P., Oleari, E., Bellini, S., Bierman, B., Henkemans, O. a. B., Cañamero, L., Cosi, P., Enescu, V., Espinoza, R. R., Hiolle, A., Humbert, R., Kiefer, B., Kruijff-Korbayová, I., Looije, R., Mosconi, M., Neerincx, M. A., Paci, G., Patsis, G., Belpaeme, T. (2016). Towards Long-Term Social Child-Robot Interaction: Using Multi-Activity Switching to Engage Young Users. Journal of Human-robot Interaction, 5(1), 32. https://doi.org/10.5898/jhri.5.1.coninx

Coradeschi, S., Cesta, A., Cortellessa, G., Coraci, L., Gonzalez, J. S., Karlsson, L.,

Furfari, F., Loutfi, A., Orlandini, A., Palumbo, F. S., Pecora, F., Von Rump, S., Stimec, A., Ullberg, J., & Otslund, B. (2013). GiraffPlus: Combining social interaction and long-term monitoring for promoting independent living. In International Conference on Human System Interactions. https://doi.org/10.1109/hsi.2013.6577883

Dautenhahn, K. (2002). Design spaces and niche spaces of believable social robots. Robot and Human Interactive Communication. https://doi.org/10.1109/roman.2002.1045621

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). The general causality orientations scale: Self-determination in personality. Journal of Research in Personality, 19(2), 109–134. https://doi.org/10.1016/0092-6566(85)90023-6

Desai, M., Tsui, K. M., Yanco, H. A., & Uhlik, C. (2011). Essential features of telepresence robots. In 2011 IEEE Conference on Technologies for Practical Robot Applications. https://doi.org/10.1109/tepra.2011.5753474

Di Matteo, R., Bolgeo, T., Bertolotti, M., Gatti, D., Gardalini, M., & Maconi, A. (2022). Health determinants in the pediatric population: health education project on the correct use of digital technologies in adolescents. Working Paper of Public Health. https://doi.org/10.4081/wpph.2022.9494

Feil-Seifer, D., & Matari, M. J. (2011). Ethical Principles for Socially Assistive Robotics. IEEE Robotics & Automation Magazine, 18(1), 24–31. https://robotics.usc.edu/publications/media/uploads/pubs/689.pdf

Fels, D. I., Waalen, J., Zhai, S., & Weiss, P. L. (2001). Telepresence under Exceptional Circumstances: Enriching the Connection to School for Sick Children. In International Conference on Human-Computer Interaction (pp. 617–624). https://dblp.uni-trier.de/db/conf/interact/interact2001.html#FelsWZW01

Forlizzi, J. (2013). The Product Service Ecology: Using a Systems Approach in Design. Relating Systems Thinking and Design 2013 Symposium Proceedings, 9–11. https://systemic-design.net/wp-content/uploads/2013/12/Forlizzi.pdf

Furnon, D., & Poyet, F. (2017). Telepresence Robot: Process of Appropriation through the Evolution of the Modalities of Presence. HAL (Le Centre Pour La Communication

Scientifique Directe).

Garner, R. L. (2019). Exploring Digital Technologies for Art-Based Special Education: Models and Methods for the Inclusive K-12 Classroom. Routledge.

Germak, C. (2015). Design responsabile per la robotica. https://hdl.handle.net/11583/2638912

Germak, C., Lupetti, M. L., Giuliano, L., & Ng, M. K. (2015). Robots and Cultural Heritage: New Museum Experiences. Journal of Science and Technology of the Arts, 7(2), 47. https://doi.org/10.7559/citarj.v7i2.158

Goffman, E. (1963). Behavior in Public Places: Notes on the Social Organisation of Gatherings. The Free Press, New York.

Grimaldi, R. (2014). Robotica educativa, nuovi linguaggi, inclusione scolastica e sociale.

Guthrie, S. (1997). Anthropomorphism: A definition and a theory. Anthropomorphism, Anecdotes, and Animals, SUNY Press, 50–58.

Usselsteijn, W. W. (2005). History of Telepresence. John Wiley & Sons, Ltd eBooks, 5–21. https://doi.org/10.1002/0470022736.ch

Johannessen, L. E., Rasmussen, E. S., & Haldar, M. (2022). Student at a distance: exploring the potential and prerequisites of using telepresence robots in schools. Oxford Review of Education, 49(2), 153–170. https://doi.org/10.1080/03054985.202 2.2034610

Komatsu, T., & Abe, Y. (2008). Comparing an On-Screen Agent with a Robotic Agent in Non-Face-to-Face Interactions. In Lecture Notes in Computer Science (pp. 498–504). Springer Science+Business Media. https://doi.org/10.1007/978-3-540-85483-8_61

Kristoffersson, A., Coradeschi, S., & Loutfi, A. (2013). A Review of Mobile Robotic Telepresence. Advances in Human-computer Interaction, 2013, 1–17. https://doi.org/10.1155/2013/902316

Kruszewski, T. (2020). I robot di servizio antropomorfi influenzano il nostro senso di sicurezza?: Ai margini della riflessione sul futuro del mercato del lavoro nella LIS. AIB Studi: Rivista Di Biblioteconomia E Scienze Dell'informazione, 60(1), 91–109. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=751060

Lalla, M. (2003). La scala di Likert per la valutazione della didattica. RIVISTA ITALIANA DI ECONOMIA, DEMOGRAFIA E STATISTICA, LV (4), 149–175. https://iris.unimore.it/handle/11380/18435

Lancia, I.S., Rubinacci, F. (2007). Dal Logo al Lego. Simulazioni e robot, in: Strollo M.R. (eds.), Scienze cognitive e aperture pedagogiche. Nuovi orizzonti nella formazione degli insegnanti. Milano, FrancoAngeli, 163-170.

Lee, K. M., Jung, Y., Kim, J., & Kim, S. R. (2006). Are physically embodied social agents better than disembodied social agents? The effects of physical embodiment, tactile interaction, and people's loneliness in humanrobot interaction. International Journal of Human-Computer Studies, 64(10), 962–973. https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2006.05.002

Lee, M. G., & Takayama, L. (2011). "Now, I have a body." In Human Factors in Computing Systems. https://doi.org/10.1145/1978942.1978950

Lemaignan, S., Fink, J., & Dillenbourg, P. (2014). The dynamics of anthropomorphism in robotics. In Human-Robot Interaction. https://doi.org/10.1145/2559636.2559814

Lombard, M., Ditton, T. (1997). At the heart of it all: The concept of presence. Journal of Computer-Mediated Communication.

Lupetti, M. (2016). Design Research per HRI ludica. Il ruolo del Design per l'accettazione dei robot nella vita quotidiana. https://iris.polito.it/handle/11583/2674292

Melson, G. F., Kahn, P. H., Beck, A. M., Friedman, B., Roberts, T., Garrett, E., & Gill, B. (2009). Children's behavior toward and understanding of robotic and living dogs. Journal of Applied Developmental Psychology, 30(2), 92–102. https://doi.org/10.1016/j.appdev.2008.10.011

Minelli, G. (2017). Acustica delle aule scolastiche e capacità cognitive: uno studio longitudinale sui bambini di prima elementare.

Minsky, M. (1980). Telepresence, Omni, 45-51.

Mori, M. (1970). Bukimi no tani [the uncanny valley]. Energy, 7, 33–35. https://ci.nii.ac.jp/naid/10027463083

Nakanishi, H., Murakami, Y., & Kato, K. (2009). Movable cameras enhance social telepresence in media spaces. In Human Factors in Computing Systems. https://doi.org/10.1145/1518701.1518771

Nass, C., Steuer, J., & Tauber, E. R. (1994). Computers are social actors. In Human Factors in Computing Systems. https://doi.org/10.1145/191666.191703

Newhart, V.A., Warschauer, M., Jones, M.G., & Eccles, J.S. (2018). Telepresence Robots Improve Social Connectedness for Homebound Pediatric Patients.

Newhart, V. A., Warschauer, M., & Sender, L. S. (2016). Virtual Inclusion via Telepresence Robots in the Classroom: An Exploratory Case Study. The International Journal of Technologies in Learning, 23(4), 9–25. https://doi.org/10.18848/2327-0144/cap/v23i04/9-25

Niemeyer, G., Preusche, C., Stramigioli, S., Lee, D. (2016). Telerobotica. Manuale di robotica Springer, Springer, Cam, 1085-1108.

Okundaye, O., Chu, S. L., Quek, F., Berman, A., Hordemann, G., Powell, L., & Yang, L. (2020). Telepresence Robotics for Hands-on Distance Instruction. In Nordic Conference on Human-Computer Interaction. https://doi.org/10.1145/3419249.3420116

Osello, A. (2016). The centrality of Representation with B.I.M. Osello | DISEGNA-RECON. http://disegnarecon.univaq.it/ojs/index.php/disegnarecon/article/view/145/115

Paepcke, S., & Takayama, L. (2010). Judging a bot by its cover: an experiment on expectation setting for personal robots. In Human-Robot Interaction, 45–52. https://doi.org/10.5555/1734454.1734472

Page, A., Charteris, J., & Berman, J. (2021). Telepresence Robot Use for Children with Chronic Illness in Australian Schools: A Scoping Review and Thematic Analysis. Inter-

national Journal of Social Robotics, 13(6), 1281–1293. https://doi.org/10.1007/s12369-020-00714-0

Parisi, D. (2001). Simulazioni. La realtà rifatta al computer, Bologna, Il Mulino.

Pellerey, M. (2004). Le competenze individuali e il portfolio, Milano, Rizzoli.

Petelin, J. B., Nelson, M. T., & Goodman, J. A. (2007). Deployment and early experience with remote-presence patient care in a community hospital. Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques, 21(1), 53–56. https://doi.org/10.1007/s00464-005-0261-z

Pourtois, J., & Desmet, H. (2017). La Città dell'educazione. Agire insieme per l'emancipazione di tutti. Ricerche Di Pedagogia E Didattica. Journal of Theories and Research in Education, 12(1), 123–130. https://doi.org/10.6092/issn.1970-2221/6713

Powell, T., Cohen, J., & Patterson, P. (2021). Keeping Connected With School: Implementing Telepresence Robots to Improve the Wellbeing of Adolescent Cancer Patients. Frontiers in Psychology, 12. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.749957

Puarungroj, W., & Boonsirisumpun, N. (2020). Multiple Device Controlled Design for Implementing Telepresence Robot in Schools. In Lecture Notes in Computer Science (pp. 405–415). Springer Science+Business Media. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51968-1_33

Ricci, M. L., & Colombi, A. (2017). DALLA MANO AL VIDEO. ESPERIENZE E OS-SERVAZIONI DI COSTRUZIONE DEL PENSIERO ASTRATTO, ANALITICO E COMPU-TAZIONALE NELLA FORMAZIONE LINGUISTICA DELLA SCUOLA PRIMARIA. Italiano LinguaDue, 9(2), 291–314. https://doi.org/10.13130/2037-3597/9877

Riva, G., & Marchetti, A. (2022). Humane Robotics. A Multidisciplinary Approach Towards the Development of Humane-centered Technologies.

Rosenberg, L. B. (1993). Virtual fixtures as tools to enhance operator performance in telepresence environments. Proceedings of SPIE. https://doi.org/10.1117/12.164901

Rossini, E. (2017). Siamo una squadra: uniamo i pensieri per moltiplicare il successo. Il

lavoro cooperativo congli occhi dei bambini. https://tesi.supsi.ch/1604/

Rudolph, A., Vaughn, J., Crego, N., Hueckel, R. M., Kuszajewski, M. L., Molloy, M. A., Brisson, R., & Shaw, R. J. (2017). Integrating Telepresence Robots Into Nursing Simulation. Nurse Educator, 42(2), E1–E4. https://doi.org/10.1097/nne.000000000000329

Saerbeck, M., Schut, T., Bartneck, C., & Janse, M. D. (2010). Expressive robots in education: Varying the degree of social supportive behavior of a robotic tutor. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1613–1622. Atlanta, USA: ACM Press.

Saffer, D. (2010). Designing for Interaction: Creating Innovative Applications and Devices. New Riders.

Scheeff, M., Pinto, J. T., Rahardja, K., Snibbe, S. S., & Tow, R. F. (2002). Experiences with Sparky, a Social Robot. In Kluwer Academic Publishers eBooks (pp. 173–180). Springer Science+Business Media. https://doi.org/10.1007/0-306-47373-9_21

Schouten, A. P., Portegies, T. C., Withuis, I., Willemsen, L. M., & Mazerant-Dubois, K. (2022). Robomorphism: Examining the effects of telepresence robots on between-student cooperation. Computers in Human Behavior, 126, 106980. https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106980

Smith, C., & Skandalakis, J. E. (2005). Remote Presence Proctoring by Using a Wireless Remote-Control Videoconferencing System. Surgical Innovation, 12(2), 139–143. https://doi.org/10.1177/155335060501200212

Siega, S., (2008). 1, 2, 3 ciak: si impara, in Atti Didamatica, Bari.

Takeuchi, Y., & Katagiri, Y. (1999). Social character design for animated agents. In Robot and Human Interactive Communication. https://doi.org/10.1109/roman.1999.900313

Traverso, A., & Pennazio, V. (2013). Bambini, robot: esperienze educative di gioco e di relazione. RELAdEI: Revista Latinoamericana De Educación Infantil, 2(3), 189–204. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7598611

Tsui, K. M., Desai, M., Yanco, H. A., & Uhlik, C. (2011). Exploring use cases for telepresence robots. In Human-Robot Interaction. https://doi.org/10.1145/1957656.1957664

UNESCO. (1999). Salamanca Five Years On: A Review of UNESCO Activities in the Light of the Salamancan Statement and Frameworks for Action on Special Needs Education.

Velinov, A. (2021). A Review of the Usage of Telepresence Robots in Education. Balkan Journal of Applied Mathematics and Informatics, 3(1), 27–40. https://doi.org/10.46763/bjami21310027v

Wainer, J., Feil-Seifer, D. J., Shell, D. A., & Mataric, M. J., (2007). Embodiment and human-robot interaction: A task-based perspective. In Proceedings of the 16th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, 872–877. https://doi.org/10.1109/ROMAN.2007.4415207

Werquin, P. (2010). Recognising Non-Formal and Informal Learning. In OECD eBooks. https://doi.org/10.1787/9789264063853-en

BIBLIOGRAFIA

7. Sitografia

```
www.robot.omitech.it/sanbot-elf/
www.cnet.com/culture/robovie-r3-robot-wants-to-hold-your-hand/
www.aldebaran.com/it/pepper
www.care-o-bot.de/en/care-o-bot-4.html
www.icub.iit.it/products/r1-robot
www.smartworld.it/tecnologia/vi-presentiamo-robelf-robot-vuole-far-parte-della-vo-
stra-famiglia-foto.html
www.buddytherobot.com/en/buddy-pro/
www.sg.nec.com/en_SG/news/local_archive/necs-papero-performs-life-innova-
tion-japans-robot-technology-exhibition.html
www.heykuri.com/explore-kuri/
www.parorobots.com/
www.rollingstone.it/cultura/news-cultura/furby-il-peluche-di-culto-fa-di-nuovo-bo-
om/245793/#:~:text=Si%20dice%20che%20l'ispirazione,in%20grado%20di%20
%E2%80%9Cimparare%E2%80%9D.
www.corriere.it/tecnologia/mobile/16_ottobre_05/sfida-sharp-si-chiama-robohon-ec-
co-smartphone-robot-8c8a1da4-8ae1-11e6-b185-de93fad95d92.shtml
www.ubtrobot.com/AlphaMini/index.aspx
www.furhatrobotics.com/
www.beebotai.com/
www.wired.it/gadget/computer/2016/10/20/doc-robot-clementoni-insegna-bam-
bini-programmazione/
```

```
www.aldebaran.com/it/nao
www.poppy-project.org/en/
www.xiaomitoday.it/xiaomi-mijia-modular-robot.html
www.cnr.it/it/focus/074-27/giraffplus-monitoraggio-a-lungo-termine-e-interazione-so-
ciale-per-migliorare-la-qualita-della-vita-degli-anziani
https://www.indiegogo.com/projects/cushybot-one-play-together-from-anywhere/co-
ming_soon
www.noisolation.com/av1
www.doublerobotics.com/
www.padbot.com/
www.ohmnilabs.com/products/ohmni-telepresence-robot/
www.avarobotics.com/telepresence-robots
www.michelerua.it/primaria/
www.jnd.org/the-four-fundamental-principles-ofhuman-centered-design-and-applica-
tion/
www.asnor.it/it-schede-19-robotica_educativa
```

Negli ultimi anni il team politecnico UXD Polito ha inserito tra gli ambiti di ricerca di innovazione contemporanea, oltre al transportation e al product, la robotica di telepresenza, che sta vivendo anche a seguito degli eventi pandemici un particolare momento di interesse. Declinazione della robotica sociale, la telepresenza ha ricondotto lo strumento robotico al ruolo di mediatore di relazioni tra esseri umani, consentendo ai collegamenti tra persone a distanza di essere più inclusivi e interattivi: ad oggi il robot è comandabile da entrambe le stazioni e segue il movimento delle persone, ma allo stesso tempo fa pensare ad una ampia possibilità di caratterizzazioni che invece la produzione seriale sul mercato non soddisfa.

La tesi di Giulia D'Agostino guarda a questi possibili sviluppi individuando nella robotica a scuola, in particolare quella primaria, un campo di osservazione privilegiato per l'interesse che il digitale avanzato produce, in modo molto naturale, nei bambini e per il contributo di trasferimento di conoscenza che può prodursi nei confronti delle aziende stesse che tali macchine producono.

Claudio Germak