UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE
DIDA DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA

Dottorato di Ricerca in Architettura indirizzo Design
Ciclo XXXIII Coordinatore Prof. Giuseppe De Luca
Anno Accademico 2017-2020
Settore Scientifico Disciplinare ICAR/13

# Design e Ergonomia per la Human-Robot Interaction

## Strategie e strumenti Human-Centred Design per la collaborazione trans-disciplinare e per la progettazione dell'accettabilità delle nuove tecnologie robotiche.

**Dottoranda: Claudia Becchimanzi**

**Tutor: Prof.ssa Francesca Tosi**
Università degli Studi di Firenze, Design Campus
**Co-Tutor: Prof. Filippo Cavallo**
Università degli Studi di Firenze, DIEF

# Design e Ergonomia per la Human-Robot Interaction

Strategie e strumenti Human-Centred Design per la collaborazione trans-disciplinare e per la progettazione dell'accettabilità delle nuove tecnologie robotiche.

**CLAUDIA BECCHIMANZI**
claudia.becchimanzi@unifi.it

Università degli Studi di Firenze
Dipartimento di Architettura DIDA
Via della Mattonaia, 14 - 50121 Firenze (FI)
Tel +39 055 2757079
web www.dida.unifi.it

Tutti i diritti riservati Università degli Studi di Firenze 2020
Coordinatore del Dottorato di Ricerca: Prof. Giuseppe De Luca
Referente: Prof. Giuseppe Lotti.

Claudia Becchimanzi
Università degli Studi di Firenze - Dottorato di Ricerca in Architettura - Curriculum Design - Ciclo XXXIII

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE
DIDA DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA

**Dottorato di Ricerca in Architettura**
indirizzo **Design**
Ciclo XXXIII
Coordinatore Prof. Giuseppe De Luca

# Design e Ergonomia per la Human-Robot Interaction: Strategie e strumenti Human-Centred Design per la collaborazione trans-disciplinare e per la progettazione dell'accettabilità delle nuove tecnologie robotiche.

Settore Scientifico Disciplinare ICAR/13


**Dottoranda**
Claudia Becchimanzi

**Tutor**
Università degli Studi di Firenze,
Design Campus
Prof.ssa Francesca Tosi

**Co-Tutor**
Università degli Studi di Firenze,
DIEF
Prof. Filippo Cavallo

**Coordinatore**
Prof. Giuseppe De Luca



Anno Accademico 2017-2020

## Ringraziamenti

La tesi di Dottorato rappresenta il risultato di un percorso di apprendimento e di crescita, che comporta anche cambiamenti e, soprattutto, un ampliamento dei propri orizzonti, sia dal punto di vista professionale che personale.

Ringrazio la Prof.ssa Francesca Tosi, per avermi dato questa grande opportunità e per aver accolto con grande entusiasmo e fiducia lo svolgimento di questo lavoro di ricerca.
Ringrazio la Prof.ssa Alessandra Rinaldi per i preziosi insegnamenti e suggerimenti, fondamentali per orientarmi nell'ambito del percorso di ricerca e imparare a gestirne la complessità.
Ringrazio la Prof.ssa Alessia Brischetto per i proficui e illuminanti confronti, dominati da ampiezza di vedute ed estrema profondità di riflessione ma, soprattutto, per la passione per il design e per la ricerca che riesce ad infondere e condividere.

Sono molto grata a tutti i ricercatori, alle aziende, agli enti e ai centri di ricerca con cui ho avuto modo di lavorare e confrontarmi, arricchendo il mio bagaglio di cultura ed esperienza in molteplici ambiti e settori trasversali e ricevendo conferme e incoraggiamenti per questo lavoro di ricerca.

Ringrazio i miei genitori Marilena e Carlo e mio fratello Antonio, fondamenta solide e colonne portanti, per avermi da sempre supportata, ascoltata e motivata e per aver creduto in me, consigliandomi e guidandomi.
Ringrazio Mattia, cardine e fonte essenziale di ispirazione e confronto, per la costanza con cui è sempre presente.

# Design e Ergonomia per la Human-Robot Interaction

Strategie e strumenti Human-Centred Design per la collaborazione trans-disciplinare e per la progettazione dell'accettabilità delle nuove tecnologie robotiche.

*"Design creates culture.*
*Culture shapes values.*
*Values determine the future."*

Robert L. Peters, (1990)

## Premessa

La tesi dottorale presentata di seguito riguarda il rapporto fra **design** (nello specifico, l'Ergonomia per il Design e l'approccio scientifico dello Human-Centred Design) e la complessa area della **Human-Robot Interaction** (nello specifico, in relazione alla robotica sociale per l'assistenza).
Negli ultimi anni la robotica ha compiuto importanti progressi in svariati ambiti fra cui la medicina e l'assistenza socio-sanitaria (Yang et al., 2018). I robot hanno le potenzialità per contribuire al miglioramento della qualità della vita delle persone, in linea con i programmi mondiali sull'invecchiamento attivo e in salute. Le tecnologie assistive rappresentano, dunque, una risorsa per supportare l'indipendenza e l'autonomia delle persone che invecchiano e pongono il design e i progettisti di fronte a nuove sfide, a diverse esigenze, aspettative e necessità.
La ricerca presentata di seguito si interroga sul ruolo, sui contributi e sulle sfide del design in ambito robotico: nello specifico, in relazione alle tecnologie robotiche e sociali per l'assistenza, la tesi affronta il tema dell'***accettabilità***, sia dal punto di vista teorico-epistemologico che progettuale e applicativo, indagando a fondo i molteplici aspetti psico-emotivi, sociali, etici e tecnici che orbitano attorno a tale dimensione.
La ricerca mira ad indentificare **strategie e strumenti operativi** per analizzare i punti di contatto fra le discipline del design e della HRI, sia dal punto di vista teorico/metodologico che applicativo/sperimentale ma, soprattutto, a mettere in evidenza le distanze, i *gap* e le differenze di significati e significanti specifici di cui si avvalgono i professionisti nei due settori. Lo scopo ultimo della ricerca è di *abbreviare le distanze* fra le due aree scientifiche e farle convergere al fine di progettare robot assistivi e sociali realmente accettati e adatti alle specifiche necessità delle persone. È necessario precisare che, sebbene la tesi si focalizzi sulla robotica sociale e assistiva, la struttura metodologica e gli obiettivi/risultati raggiunti possono essere considerati come **scalabili e riproducibili**, ovvero applicabili anche ad ulteriori ambiti della robotica (robot per l'educazione, di servizio, per l'industria, etc.) e ai relativi utenti, stakeholder, attività e contesti di riferimento se non anche ad altri settori scientifico-disciplinari.

L'oggetto della ricerca, dunque, riguarda il contributo del design e dell'Ergonomia/Fattori Umani per la Human-Robot Interaction e indaga metodi e strumenti per implementare la **collaborazione trans-disciplinare** e per **progettare l'accettabilità** e l'interazione con le nuove tecnologie, al fine di migliorare la qualità della vita e la salute psico-fisica degli esseri umani.
Attraverso il contributo fondamentale del design, l'innovazione dei prodotti e dei futuri robot assistivi può diventare un'**innovazione di significato** (Verganti, 2017): può suggerire nuovi *perché*, ovvero nuove ragioni per cui le persone dovrebbero usare qualcosa, conferendo nuovi valori sia ai problemi sia alle soluzioni progettuali, ai prodotti. L'innovazione di significato porta con sé un'interpretazione originale di ciò che è rilevante e significativo per il mercato, ovvero una nuova direzione verso cui dirigersi. In quest'ottica, il design fornirebbe quel contributo all'innovazione e alla competitività che gli è stato riconosciuto dall'Unione Europea, (2011) nell'ambito del Commission Staff Working Document, in cui si guarda al "*Design as a driver of user-centred innovation*", ovvero come una disciplina ed un approccio la cui attività è focalizzata sui bisogni dell'utente, sulle sue aspirazioni e abilità che vanno poi integrate con considerazioni ambientali, di sicurezza e accessibilità nei prodotti, nei servizi e nei sistemi.

Lo sviluppo della ricerca, data la complessità del tema e la molteplicità di ambiti e interazioni coinvolte, si è basato su un **approccio euristico**, finalizzato a guidarne il percorso, valutando *in itinere* le strategie di intervento più appropriate. Il processo di ricerca è suddivisibile idealmente in **due macro-aree**: la prima, di impostazione **teorico-metodologica**, analizza i metodi di ricerca preliminare e valutazione iterativa propri dello HCD e i modelli di valutazione propri della HRI. Il focus principale riguarda il rapporto fra i due ambiti disciplinari, sia dal punto teorico che applicativo, e le potenziali inter-sezioni strategiche per il supporto alla progettazione di tecnologie robotiche *accettabili*. La seconda macro-area, di **matrice progettuale,** riguarda lo studio delle dimensioni specifiche dell'accettabilità e della loro applicazione nel progetto, con un focus sull'importanza del coinvolgimento degli utenti durante le fasi di sviluppo delle tecnologie assistive e il contributo essenziale del design in tal senso, come approccio esplorativo di tutte quelle emozioni, paure ed elementi intangibili non acquisibili attraverso approcci quantitativi e dati statistici.

La tesi dottorale è suddivisa in **cinque sezioni**: all'inizio di ognuna sono descritte le ***Research Questions*** **(RQ)** e le relative attività eseguite per soddisfare gli interrogativi; al termine di ogni parte, invece, sono delineate una serie di ***Research Answers*** **(RA)**, volte ad identificare le risposte o le ulteriori domande emerse dall'attività di ricerca condotta nell'ambito della specifica sezione, che possono generare ulteriori obiettivi e RQ da indagare nelle parti successive.
La sezione I introduce i contenuti della ricerca dottorale e le aree scientifico-disciplinari in cui essa si colloca: in seguito alla definizione del problema scientifico di riferimento, sono descritti gli obiettivi generali e specifici della tesi, le domande e le ipotesi che muovono l'attività di ricerca, i risultati attesi e la spendibilità della stessa, in termini di destinatari, innovatività e rilevanza scientifica.
La sezione II, a partire da un'analisi del **problema scientifico** dell'invecchiamento globale e delle strategie internazionali per il supporto all' dall'*Active and Healthy Ageing*, mira ad indagare le potenzialità delle *Quality of Life technologies* (Shultz et al., 2015) e della robotica assistiva e sociale, sia dal punto di vista teorico-epistemologico che progettuale-sperimentale. In seguito ad un'approfondita ricerca scientifica sulla robotica assistiva e sociale, sia dal punto di vista delle eccellenze sperimentali che commerciali, la ricerca indaga a fondo le principali questioni etiche in tale ambito e mette in luce l'importanza dell'applicazione dell'approccio scientifico-metodologico dello Human-Centred Design (HCD) per la progettazione e lo sviluppo di tecnologie basate sulle reali esigenze degli utenti finali, nel rispetto dei valori umani fondamentali e dell'identità individuale. Sono quindi analizzati i principali fondamenti teorico-operativi e le sfide dello HCD e della UX in ambito robotico, nonché i relativi strumenti e strategie operative propri della HRI. Lo scopo è di esplorare a fondo il tema dell'*accettabilità* in robotica, sia dal punto di vista epistemologico che applicativo, attraverso l'analisi dei processi metodologici e sperimentali applicati in specifici casi studio, selezionati fra i più rilevanti a livello internazionale.
La sezione III introduce la **ricerca sperimentale**, che ha previsto attività volte a verificare alcune delle ipotesi alla base della tesi dottorale. Da un lato, l'esperienza condotta nell'ambito del progetto di ricerca CloudIA[1] (co-finanziato nell'ambito del programma dal *POR FESR Toscana 2014-2020*) e l'analisi *a posteriori* del processo metodologico applicato

1 CloudIA: Sviluppo e Sperimentazione di servizi Robotici e sociali in cloud per il supporto di persone fragili e non autosufficienti in strutture residenziali.

dagli Organismi di Ricerca hanno contribuito all'identificazione di una serie di *lesson learned*, relative all'integrazione dei due approcci metodologici dello HCD e della HRI e alla conseguente gestione delle fasi costituenti il processo di ricerca. Dall'altro la conseguente formulazione e rielaborazione delle domande e delle ipotesi di ricerca ha reso necessarie ulteriori indagini finalizzate alla raccolta di dati quantitativi e qualitativi sugli utenti attuali e potenziali di robot sociali e assistivi e sui designer e progettisti di robot assistivi e sociali.
La sezione IV, relativa alla **ricerca progettuale** fornisce la base teorico-scientifica e l'architettura dell'output progettuale della tesi. A partire dall'esplorazione di una possibile correlazione fra i metodi propri dello HCD (Maguire, 2001; Giacomin, 2014) e quelli della HRI, la discussione focalizza l'attenzione sul tema della ricerca sugli utenti e sul processo iterativo che non sempre trovano applicazione in ambito robotico. La ricerca propone un *framework* standardizzato, scalabile e personalizzabile, ovvero di un sistema di cooperazione trans-disciplinare basato sull'integrazione di metodologie e strumenti proprie dello HCD e della HRI.
A partire dai dati raccolti attraverso la ricerca teorica e sperimentale è stato possibile delineare il concept dello strumento proposto come output progettuale e i relativi contenuti, descritti approfonditamente in questa sezione.
Infine, la sezione V, relativa all'**output progettuale**, descrive gli obiettivi, lo sviluppo e la progettazione dello strumento proposto, ovvero della piattaforma *Robotics & Design*. Seguendo un approccio HCD, il progetto ha previsto una serie di valutazioni intermedie con utenti ed esperti a partire dalle quali è stato possibile identificare le aree di implementazione dell'intero sistema che hanno costituito la base per l'elaborazione di veri e propri obiettivi operativi e *Work Packages* per la proposta di sviluppo della ricerca e dello strumento attraverso un progetto di ricerca internazionale.

## Abstract

L'invecchiamento della popolazione, congiuntamente ai bassi livelli di natalità e al progressivo allungamento dell'aspettativa di vita media, costituisce uno dei fattori più critici dei prossimi decenni, sia a livello europeo che mondiale (Eurostat, 2019). Come evidenziano le stime delle Nazioni Unite (World Population Prospect 2019, United Nations) la popolazione mondiale continua a crescere e, da circa 7,7 miliardi di persone in tutto il mondo nel 2019, le proiezioni indicano che la popolazione globale potrebbe crescere fino a circa 8,5 miliardi nel 2030, 9,7 miliardi nel 2050 e 10,9 miliardi nel 2100.
L'aumento dell'aspettativa di vita è reso possibile dai progressi nella medicina e nelle cure, dalle strategie preventive, dall'attenzione all'alimentazione, all'istruzione e al benessere socio-economico. Tuttavia, l'impatto sociale ed economico dell'**invecchiamento demografico** coinvolge l'intera collettività e richiede uno sforzo congiunto da parte di tutti i governi, agenzie internazionali, professionisti, università, media e privati per migliorare la vita degli anziani, delle loro famiglie e delle comunità in cui vivono.
L'invecchiamento implica un declino delle capacità fisiche e cognitive che può portare l'anziano a necessitare di un caregiver per l'assistenza sanitaria o per lo svolgimento delle attività quotidiane. Spesso ciò comporta il trasferimento degli anziani in residenze assistenziali. Lo spostamento dal nucleo domestico ad un ambiente estraneo modifica radicalmente lo stile di vita e le abitudini dell'individuo, generando cambiamenti sia dal punto di vista logistico che psicologico, emotivo e relazionale: ciò può rappresentare un fattore di stress o comunque di forte destabilizzazione. L'ambiente in cui si vive, inteso sia come ambiente fisico ma soprattutto come l'insieme di significati socio-emotivi che esso racchiude, è cruciale per il benessere psico-fisico degli anziani (Bayer & Harper, 2000; WHO, 2002). Per questo motivo le persone anziane desiderano rimanere a casa il più a lungo possibile, mantenendo il più alto livello di autonomia consentito (Eckert et al., 2004). Tuttavia, invecchiare a casa può comportare dei rischi come cadute o incidenti domestici, isolamento, depressione e solitudine.

In quest'ottica le **tecnologie digitali**, indossabili e robotiche, stanno svolgendo e potranno avere in futuro un ruolo fondamentale. Tuttavia, nonostante le evidenti potenzialità della tecnologia per il supporto all'**invecchiamento sano e attivo** e all'assistenza e alla **cura di persone anziane o fragili** e l'apertura dimostrata da questa categoria di utenti verso l'adozione di robot assistivi (Mast et al., 2012), esistono alcuni elementi che ne limitano l'applicazione, come il problema dell'*accettabilità* della tecnologia. Infatti, l'utilizzo della tecnologia varia sostanzialmente tra le persone anziane ed è influenzato dalla convenienza, dalla facilità d'uso e dalla funzionalità dei dispositivi, nonché dalle preferenze personali, dalla conoscenza e dalle preoccupazioni sulla privacy dei dati. Inoltre, lo sviluppo di soluzioni tecniche per il monitoraggio domiciliare richiede la considerazione sia dei destinatari delle cure sia dei fornitori di assistenza (formali o informali), che potrebbero non essere sufficientemente formati in questo settore. L'**accettabilità della tecnologia**, soprattutto per utenti anziani e fragili, è una questione delicata, i cui parametri di valutazione offrono moltissime opportunità alla ricerca in design: l'interazione che gli utenti instaurano con le tecnologie assistive definisce l'esperienza stessa dell'invecchiamento (Forlizzi et al., 2004). Gli anziani desiderano prodotti che soddisfino i loro desideri estetici, supportino le loro esigenze funzionali ma, soprattutto, che rispettino i valori di identità personale, dignità e indipendenza. Usano i prodotti tecnologici soprattutto per compiere una serie di attività quotidiane ma anche per rimanere in contatto con familiari e amici.

Claudia Becchimanzi
Università degli Studi di Firenze - Dottorato di Ricerca in Architettura - Curriculum Design - Ciclo XXXIII

Su queste basi, l'approccio dello **Human-Centred Design** (HCD) e dell'**Ergonomia per il Design** può offrire un importante contributo all'identificazione e all'analisi quei bisogni, aspettative e necessità che spesso sono taciti, al fine di creare prodotti centrati sulle persone. Inoltre, in relazione alla diffusione crescente dei robot nei più svariati ambiti, come asserito da molti studiosi fra cui Norman (2004), Christaller et al., (2006), Salvini et al., (2010), i valori e le credenze etiche della società si riflettono all'interno delle tecnologie che, a loro volta, li trasmettono alle persone. In quest'ottica è evidente il ruolo chiave del design, dell'efficacia dei suoi approcci e metodologie progettuali per lo sviluppo di tecnologie assistive realmente centrate sull'uomo, che siano costruite prima con rispetto dei **diritti umani fondamentali** per poi adattarsi in maniera flessibile in base alle diverse situazioni sui valori, le credenze, le aspettative e i **desideri dei singoli utenti**, supportando la loro indipendenza e assistendoli nel miglioramento del benessere e della loro **qualità di vita**.

La Human-Robot Interaction affronta la ricerca sull'accettabilità in relazione alle caratteristiche fisiche e psicologiche degli utenti e non sempre tiene conto di altri fattori come quelli organizzativi, legali, etici, politici o emotivi: ciò rischia di non porre i bisogni umani al centro della progettazione delle tecnologie robotiche che, invece, dovrebbero soddisfare gli utenti da molteplici punti di vista come quello fisico, psicologico, organizzativo, etico, sociale, etc. (Salvini et al., 2010). Gli stessi metodi di valutazione propri della HRI non tengono conto di tutti quei fattori che concorrono a definire la **complessità dell'interazione uomo-robot** (Kidd & Breazeal, 2005, Bartneck et al., 2008). Vi sono pochi studi in robotica che hanno integrato **metodi qualitativi e quantitativi**, analogamente a quelli previsti dall'approccio HCD, come quelli di Dautenhahn et al., (2006) o Moshkina & Arkin, (2005). Tuttavia, la diffusione di robot sociali e assistivi la complessità crescente dell'interazione uomo-robot sottolineano l'importanza della comprensione degli utenti sin dalle prime fasi di sviluppo del robot (Krageloh et al., 2019).
In tal senso il contributo del design riguarda non solo la progettazione, soprattutto dal punto di vista dell'approccio metodologico, ma anche la **ricerca attraverso il design** e il ruolo chiave del designer non solo come progettista e professionista in grado di identificare le esigenze delle persone e tradurle in soluzioni tangibili ma anche come responsabile, dal punto di vista etico e sociale, dell'uso e della diffusione di tecnologie progettate come supporto e non come sostituzione del lavoro dell'uomo.
Oltre a porre l'accento sulle esigenze dell'utente, l'approccio HCD può supportare una progettazione che tenga conto dei valori e diritti umani comuni a tutte le persone e dei contesti psico-sociali generali e specifici, per usarle come punti di riferimento durante l'intero processo iterativo di sviluppo e validazione. Su queste basi, lo scopo del design è la progettazione di tecnologie robotiche basate su usabilità, interazione efficace e intuitiva, assenza di stigmatizzazione, affidabilità e sicurezza per garantire un'esperienza dell'utente positiva sia dal punto di vista edonico che funzionale. Infatti, oltre agli elementi puramente legati all'uso, all'estetica o alla funzionalità, c'è anche una forte **componente emozionale** nel modo in cui le persone interagiscono con i prodotti (Norman, 2004), soprattutto nel caso di quelli con una forte componente sociale e interattiva come gli *assistive and social robots*. La componente emozionale dell'interazione con i robot sociali e assistivi, insieme al piacere d'uso, costituisce la motivazione intrinseca che spinge le persone ad utilizzare sistemi, prodotti o servizi. Su queste basi è possibile affermare che lo scopo del design è quello di comunicare e rielaborare non solo le informazioni ma anche le storie personali e le esperienze che concorrono a generare la complessa interazione uomo-prodotto: questa, seppur influenzata da fattori estremamente soggettivi e dal vissuto personale di ogni singolo

utente, può essere progettata secondo schemi e caratteristiche universalmente condivise. Il ruolo del designer, quindi, assume molteplici significati: dalle capacità di problem solving, di ottimizzazione di processi di produzione e miglioramento dei prodotti da ogni punto di vista, a catalizzatore delle svariate competenze multidisciplinari e creatore di scenari futuri e possibili, attraverso la formulazione di domande relative a ciò che le persone vogliono o non vogliono, desiderano o hanno bisogno.

L'**obiettivo generale** della ricerca presentata di seguito, quindi, è l'analisi del rapporto e dei contributi che il design (nello specifico, i metodi e gli strumenti offerti dall'approccio dello Human-Centred Design, dell'Interaction Design e della User Experience) può offrire alla Human-Robot Interaction, sia dal punto di vista teorico che metodologico e applicativo. L'ambito della HRI rappresenta per i designer un'importante opportunità per migliorare l'interazione fra persone e nuove tecnologie assistive e sociali, identificando possibili soluzioni per supportare l'autonomia e il benessere delle persone e verificando operativamente il proprio ruolo in questo innovativo panorama progettuale. In tal senso l'obiettivo generale riguarda non solo la progettazione, soprattutto dal punto di vista dell'approccio metodologico, ma anche la ricerca attraverso il design e il ruolo chiave del designer non solo come progettista e professionista in grado di identificare le esigenze delle persone e tradurle in soluzioni tangibili ma anche come responsabile, dal punto di vista etico e sociale, dell'uso e della diffusione di tecnologie progettate come supporto e non come sostituzione del lavoro dell'uomo. Come affermano Currie et al., (2015) vi è la necessità di non sostituire, bensì integrare i sistemi di cura e assistenza esistenti con le nuove tecnologie robotiche e digitali solo laddove si ritenga che un aiuto tecnologico non sostituisca l'assistenza da parte di un essere umano.
In relazione all'obiettivo generale della tesi dottorale, le opportunità e le **sfide del design per la robotica** per il supporto all'autonomia e all'assistenza di persone anziane e fragili riguardano, quindi, sia aspetti tecnici ma soprattutto psicologici, etici e sociali. In quest'ottica lo scopo ultimo della progettazione di tali tecnologie è quello di rendere più efficienti le cure umane, **arricchendo l'interazione fra le persone**.

Sulla base di tali considerazioni sono state elaborate una serie di **Research Questions** relative sia al rapporto teorico fra HCD e HRI che a quello più applicativo e progettuale. Da un punto di vista generale, le RQ riguardano un'eventuale **correlazione sinergica** fra gli approcci metodologici e gli strumenti propri delle due discipline, allo scopo di strutturare un ***framework*** per: la collaborazione trans-disciplinare e la gestione dei processi di sviluppo nell'ambito di progetti e attività di ricerca in ambito robotico; l'applicazione del processo iterativo proprio dello HCD alla robotica; l'esplorazione qualitativa e la traduzione delle dimensioni scientifiche dell'accettabilità in *best practice* o soluzioni progettuali tangibili, utili ai designer per la definizione dei brief di progetto; identificare il ruolo dell'approccio HCD e dell'E/HF per progettare l'*accettabilità* dei robot assistivi.
L'attività di ricerca presentata mira quindi a:

- definire di un quadro di riferimento dello **stato dell'arte delle tecnologie robotiche**, sociali e assistive, per il supporto all'autonomia e al benessere psico-fisico di persone anziane e fragili, identificando anche le principali questioni etiche in ambito robotico e i possibili scenari di interazione futuri;
- identificare i limiti e delle potenzialità offerte dal design e le principali sfide per i designer in ambito robotico, definendo inoltre una **mappatura degli strumenti metodologici e progettuali** sia in ambito Human-Robot Interaction che Human-Centred Design;

- analizzare **quantitativamente** e **qualitativamente** il tema dell'**accettabilità della tecnologia** in ambito robotico, con l'identificazione delle principali variabili che la determinano e lo sviluppo di una mappatura dei principali processi metodologici applicati nell'ambito di sperimentazioni scientifiche in ambito robotico;
- identificare i **punti di contatto** fra le discipline dello HCD e HRI e dei possibili sviluppi applicativi, metodologici e progettuali, supportando una progettazione trans-disciplinare e centrata sull'utente in ambito robotico, attraverso la definizione di uno strumento operativo;
- sviluppare uno **strumento interattivo scalabile e modulare**, applicabile alle innumerevoli aree di applicazione della robotica, che possa fornire indicazioni, suggerimenti e direzioni specifiche al progetto.

Dal punto di vista sperimentale e progettuale, la ricerca ha lo scopo di (1) trovare una corrispondenza scientifica fra gli utenti di riferimento e le caratteristiche dei robot assistivi e sociali sperimentati in letteratura; (2) a partire da tale corrispondenza estrapolare i requisiti fondamentali per il brief progettuale di una nuova piattaforma robotica; (3) conoscere e comprendere le relazioni fra le variabili dell'accettabilità più importanti secondo le sperimentazioni scientifiche in HRI; (4) conoscere le dimensioni dell'accettabilità e la loro valutazione attraverso metodologie proprie della HRI; (5) identificare i requisiti progettuali che possono influenzare una o più variabili; (6) applicare una metodologia condivisa a livello scientifico per tradurre le variabili dell'accettabilità in soluzioni progettuali; (7) applicare una metodologia condivisa a livello scientifico per strutturare un processo di collaborazione trans-disciplinare che integri efficacemente l'esperienza e i metodi progettuali propri di ogni ambito disciplinare. Da un punto di vista esecutivo, inoltre, gli obiettivi della ricerca prevedono: (8) la progettazione dell'architettura di uno strumento basato su un *database interattivo* che, in base agli utenti, contesto e attività di riferimento possa fornire indicazioni progettuali o metodologiche specifiche; (9) la progettazione e lo sviluppo di una piattaforma implementabile a partire da suddetto database, strutturato secondo l'approccio dell'*open source*, che ne consente l'ampliamento e il costante aggiornamento grazie a contributi di ricercatori e professionisti in tutto il mondo che possono inserire i dati relativi alle proprie ricerca e consultare quelli altrui, migliorando in maniera incrementale l'efficacia del metodo. Dunque, l'**output della ricerca** dottorale consiste **nello sviluppo di uno strumento operativo**, denominato **"Robotics & Design: the tool to design Human-Centred Assistive Robotics"**, consultabile online al seguente link: **www.roboticsdesign.org**. La piattaforma possiede una doppia finalità:

- **scopo progettuale:** la piattaforma ha l'obiettivo di supportare lo sviluppo di un processo di collaborazione trans-disciplinare, di estrapolare dai risultati delle sperimentazioni scientifiche i *design patterns* (Alexander, 1977; Preece, 2015) applicabili da altri designer in base alle caratteristiche di utenti, attività e contesti d'uso per poi tradurli in soluzioni progettuali tangibili;
- **scopo teorico-scientifico:** il cui fine è di strutturare un collegamento metodologico fra le discipline dello HCD e HRI, di fornire ai designer e ai ricercatori in design strumenti di consultazione agile delle principali metodologie e variabili dell'accettabilità in robotica e delle loro inter-relazioni, consentendo un collegamento immediato fra le teorie scientifiche alla base delle stesse variabili e i requisiti progettuali che possono influenzarle.

È previsto lo sviluppo della ricerca e della piattaforma attraverso un **progetto di ricerca internazionale**, di cui è presentata una proposta con la descrizione dettagliata degli obiettivi operativi specifici e con il Gantt di progetto.

## Foreword

This doctoral dissertation deals with the relationship between Design (specifically, the Ergonomics for Design and the scientific approach of Human-Centred Design) and the complex area of Human-Robot Interaction (specifically, Social and Assistive Robotics).
In recent years, robotics made much progress in various fields including medicine and social and health care (Yang et al., 2018). Robots have the potential to improve people's quality of life, in line with the global programs for *active and healthy aging*. Assistive technologies therefore represent a resource for ageing people to keep their independence: this confronts designers with new challenges, different users' needs, expectations and requirements. The presented research questions the role, contributions and challenges of the Design in the Robotics area: more specifically, the thesis addresses the issue of ***acceptability*** of robotics and social technologies for assistance. This subject is analyzed both from a theoretical /epistemological and from a design-oriented point of view, in order to deeply investigate the psycho-emotional, social, ethical and technical aspects that orbit around the issue of acceptability.
This research aims to identify **strategies** and **operational tools** to analyze the points of connection between the Design and the HRI disciplines, both from a theoretical/methodological and applicative/experimental point of view. Is also aims to highlight the gaps and differences in the methods, tools and approaches used by professionals in these two sectors. The ultimate goal of the research is to shorten the distances between the two scientific areas of Design and Robotics in order to design assistive and social robots according to the specific needs of people and really acceptable from users. It must be specified that, although this thesis focuses on social and assistive robotics, the methodological structure and the objectives/results achieved can be considered as **scalable** and **reproducible**, i.e. also applicable to other areas of robotics (robots for education, service, industry, etc.), to other types of users, stakeholders, activities and contexts and also to other scientific-disciplinary sectors.
The object of the research, therefore, concerns the contribution of Design and Ergonomics/ Human Factors to Human-Robot Interaction and investigates methods and tools to implement **trans-disciplinary collaboration** and to **design acceptability** and interaction with new technologies, in order to improve the quality of life and psycho-physical health of human beings.
Through the fundamental contribution of Design, the innovation of products and future assistive robots can become a ***meaningful innovation*** (Verganti, 2017): it can suggest new *whys*, namely new reasons why people should use something, giving new values to both problems and design solutions, i.e. to products. The ***meaningful innovation*** is based on an original interpretation of what is relevant and significant for the market, i.e. a new direction to go in. In this perspective, the Design would provide a contribution to innovation and competitiveness as stated by the European Union (2011) in the Commission Staff Working Document: the Design is a "*driver of user-centred innovation*", it is a discipline and an approach whose activity is focused on the user's needs, aspirations and skills that must then be integrated with environmental, safety and accessibility considerations in products, services and systems.
Due to the complexity of the topic and the multiplicity of areas and interactions involved, the research was developed according to a **heuristic approach**, aimed at orienting the research and at finding *in itinere* the most appropriate intervention strategies. The research process can be divided into **two macro-areas**. The first one is based on a **theoretical and**

**methodological approach**: it analyzes the preliminary research methods and iterative evaluation of the HCD and the evaluation models of the HRI. Its main focus is to explore the contact points between the two disciplinary areas of HCD and HRI and the potential strategic inter-sections in order to support the design of acceptable robotic technologies. The second macro-area is based on an **practical and applicative approach**: it concerns the analysis of the dimensions of acceptability and their application in the project, with a focus on the importance of user involvement during the development of assistive technologies and the essential contribution of Design as an exploratory approach of all those emotions, fears and intangible elements that cannot be acquired through quantitative approaches and statistical data.

This doctoral thesis is divided into **five sections**: at the beginning of each section are described the **Research Questions** (RQ) and the related activities carried out to satisfy the questions; at the end of each part, instead, are outlined a series of **Research Answers** (RA), aimed at identifying the answers or further questions that emerged from the research activity conducted within the specific section, which may generate further objectives and RQ to be investigated in the following parts.
Section I introduces the contents of the research and the scientific-disciplinary areas in which it is located: following the definition of the scientific problem of reference, are described the general and specific objectives of the thesis, the questions and hypotheses that drive the research activity, the expected results and expendability of the research, in terms of recipients, innovativeness and scientific relevance.
Section II, analyzes the **scientific problem** of global ageing and the international strategies to support the *Active and Healthy Ageing*. It aims to investigate the potential of *Quality of Life technologies* (Shultz et al., 2015) and assistive and social robotics, both from a theoretical-epistemological and project-experimental point of view. Following an in-depth scientific study on assistive and social robotics, both from an experimental and commercial point of view, the research deeply investigates the main **ethical issues** in this field and highlights the importance of the application of the scientific-methodological approach of Human-Centred Design (HCD) for the design and development of technologies based on the real needs of end users, while respecting fundamental human values and individual identity. The main theoretical-projectual fundamentals and challenges of HCD and UX in robotics are then analyzed, as well as the related tools and operational strategies of HRI. The aim is to explore the topic of *acceptability* in robotics, both from an epistemological and applicative point of view, through the analysis of methodological and experimental processes applied in specific case studies, selected among the most relevant at international level.
Section III introduces the **experimental research**, which includes activities aimed at verifying some of the hypotheses underlying the doctoral dissertation. The experience conducted within the research project CloudIA[1] (co-funded under the program POR FESR Toscana 2014-2020) and the *a posteriori* analysis of the methodological process applied by the Research Organizations contributed to the identification of a series of *lessons learned*: these concerns the integration of the two methodological approaches of HCD and HRI to the management of the research phases of the project. It also allowed to formulate and/or re-elaborate the research questions and hypotheses and led to further investigations

1 CloudIA: Development and experimentation of robotic and social services in the cloud for the support of fragile and non-self-sufficient people in residential facilities.

aimed at collecting quantitative and qualitative data on current and potential users of social and assistive robots and on designers of social and assistive robots.
Section IV concerns the **design research** and provides the theoretical-scientific basis and architecture of the design output of the thesis. Following an exploration of a possible correlation between the methods of HCD (Maguire, 2001; Giacomin, 2014) and those of HRI, the section investigates the topic of research on users and of the iterative process, which are not always applied in robotics. The research proposes a standardized, scalable and customizable *framework*, i.e. a trans-disciplinary cooperation system based on the integration of HCD and HRI methodologies and tools.
Based on the data collected through theoretical and experimental research, it has been possible to outline the concept of the proposed tool (the design output) and its contents, described in detail in this section.
Finally, section V, concerning the **design output**, describes the objectives, development and design of the proposed tool: the *Robotics & Design* platform. According to the HCD approach, the design provided for a series of participatory evaluations with users and experts. The evaluations allowed to identify the areas of implementation of the system and to re-elaborate them into a series of Operational Objectives and *Work Packages* in order to develop the doctoral dissertation whitin an international research project.

Claudia Becchimanzi
Università degli Studi di Firenze - Dottorato di Ricerca in Architettura - Curriculum Design - Ciclo XXXIII

## Abstract

The ageing of the population, together with low birth rates and the progressive lengthening of average life expectancy, is one of the most critical issues for the coming decades, both at European and global level (Eurostat, 2019). As the United Nations (World Population Prospect 2019, United Nations) estimates show, the world population continues to grow and, from about 7.7 billion people worldwide in 2019, projections indicate that the global population could grow to about 8.5 billion in 2030, 9.7 billion in 2050 and 10.9 billion in 2100.
The increase in life expectancy is made possible by advances in medicine and treatment, preventive strategies, attention to nutrition, education and socio-economic well-being. However, the social and economic impact of **demographic ageing** involves the whole community and requires a joint effort by all governments, international agencies, professionals, universities, media and individuals to improve the lives of older people, their families and the communities in which they live.
Ageing implies a decline in physical and cognitive abilities which can lead the elderly to need a caregiver for health care or for the performance of daily activities. This often leads to older people moving into nursing homes or assistive structures. The move from the home to a foreign environment radically changes the lifestyle and habits of the individual, generating changes both logistically and psychologically, emotionally and relationally: this can represent a stress factor or at least a strong destabilization. The environment in which one lives, understood both as a physical environment but, above all, as the set of socio-emotional meanings it contains, is crucial for the psycho-physical well-being of the elderly (Bayer & Harper, 2000; WHO, 2002). For this reason, older people want to stay at home for as long as possible, maintaining the highest level of autonomy allowed (Eckert et al., 2004). However, aging at home can involve risks such as falls or accidents at home, isolation, depression and loneliness.
In this perspective, **digital technologies**, wearable and robotic, may play a fundamental role in the future. Despite the obvious potential of technology to support **healthy and active aging** and the care and treatment of **elderly or frail people**, and the openness shown by these users towards the adoption of assistive robots (Mast et al., 2012), there are some limits to its application, such as the ***acceptability* of technology** issue. In fact, the use of technology varies substantially among elderly people and is influenced by the convenience, ease of use and functionality of the devices, as well as personal preferences, knowledge and data privacy concerns. Moreover, the development of technical solutions for home monitoring requires a deep analysis of both care recipients and care providers (formal or informal), who may not be sufficiently trained in this area. The acceptability of technology, especially for elderly and frail users, is a delicate issue, whose evaluation parameters offer many opportunities for research in Design: the interaction that users establish with assistive technologies defines the very **experience of ageing** (Forlizzi et al., 2004). Elderly people want products that satisfy their aesthetic desires, support their functional needs and, above all, respect the values of personal identity, dignity and independence. They use technological products mainly to perform a series of daily activities but also to stay in touch with family and friends.

In this perspective the **Human-Centred Design** (HCD) and **Ergonomics for Design** approach can offer an important contribution to the identification and analysis of those needs, expectations and requirements that are often silent, in order to create people-centered products. Moreover, as stated by many scholars including Norman (2004), Christaller et

al., (2006), and Salvini et al., (2010), robotics is spreading in a wide range of fields and the values and ethical beliefs of society are reflected within these technologies which, in turn, transmit them to people. On these basis, it is evident the key role of design, the effectiveness of its approaches and design methodologies for the development of truly **human-centered assistive technologies**, designed with respect for fundamental **human rights**, which can flexibly be adapted to different situations, values, beliefs, expectations and desires of individual users, in order to support their independence and to assist them in improving their well-being and **quality of life**.

The Human-Robot Interaction addresses research on acceptability in relation to the physical and psychological characteristics of users and does not always take into account other factors such as organizational, legal, ethical, political or emotional: for this reason it risks not putting human needs at the center of the design of robotic technologies that, instead, should satisfy users from multiple points of view such as physical, psychological, organizational, ethical, social, etc.. (Salvini et al., 2010). The assessment and evaluation methods of HRI do not take into account all those factors that contribute to define **the complexity of Human-Robot Interaction** (Kidd & Breazeal, 2005, Bartneck et al., 2008). There are few studies in robotics that integrate **qualitative and quantitative methods**, similarly to the HCD approach, such as those of Dautenhahn et al., (2006) or Moshkina & Arkin (2005). However, the spread of social and assistive robots and the increasing complexity of Human-Robot Interaction underline the importance of the user analysis and involvement from the early stages of robot development (Krageloh et al., 2019).
In this sense the contribution of Design concerns not only design, especially from the point of view of the methodological approach, but also **research through Design** and the key role of the designer not only as a designer and professional able to identify people's needs and translate them into tangible solutions but also as responsible, from an ethical and social point of view, for the use and dissemination of technologies designed as a support and not as a replacement of human work.

The HCD approach emphasizes the **user's needs** in order to support a design based both on **universal human rights and values** and on specific psycho-social backgrounds. These factors are used as reference points during the entire iterative process of development and validation of a project. Therefore, the aim of the HCD approach is to design of robotic technologies based on usability, effective and intuitive interaction, absence of stigmatization, reliability and safety to ensure a **positive user experience** from both a hedonic and a functional point of view. In fact, in addition to factors purely related to use, aesthetics or functionality, there is also a strong **emotional component** in the way people interact with products (Norman, 2004), especially in the case of interaction with products with a strong social and interactive component such as assistive and social robotics. The emotional component of interaction with social and assistive robots, together with the pleasure of use, is the intrinsic motivation that drives people to use systems, products or services.
On this basis, it is possible to state that the purpose of Design is to communicate and re-elaborate not only the quantitative information but also the personal stories and experiences that contribute to generate the **complex human-product interaction**: this, although influenced by extremely subjective factors and the personal experience of each individual user, can be designed according to **universally shared patterns** and characteristics. The role of the designer, therefore, takes on multiple meanings: from problem solving skills, optimization of production processes and product improvement from every point of view, to

catalyst of the various multidisciplinary skills and creator of future and possible scenarios, through the formulation of questions related to what people want or do not want or need.

The general aim of the presented research presented is the analysis of the relationship and contributions that Design (specifically, the strategies and tools of the Human-Centred Design approach, Interaction Design and User Experience) can offer to Human-Robot Interaction, both from the theoretical, methodological and applicative point of view. HRI represents for designers a key opportunity to improve the interaction between people and new assistive and social technologies, by identifying possible solutions to support the autonomy and well-being of people and by challenging their role in this innovative design landscape. In this sense the general objective of the doctoral dissertation also concerns the research through Design and the key role of designers both as a professional able to identify people's needs and translate them into tangible solutions but also as responsible, from an ethical and social point of view, for the use and dissemination of technologies designed as a support and not as a replacement of human work. As Currie et al. (2015) states, there is a need not to replace, but rather to integrate existing care and assistance systems with new robotic and digital technologies only where it is considered that a technological aid does not replace assistance by a human being.
In relation to the general objective of the doctoral thesis, the **challenges of Design for Robotics** for the support of autonomy and care of elderly and frail people concern, therefore, both technical but above all psychological, ethical and social aspects. In this perspective, the ultimate goal of the design of such technologies is to make human care more efficient, **enriching the interaction between people**.

Based on these considerations, a series of **Research Questions** have been developed: they investigate both the theoretical relationship between HCD and HRI and the more applicative one. From a general point of view, the QRs concern a possible **synergistic correlation** between the methodological approaches and tools of the two disciplines, in order to structure a ***framework*** for: the trans-disciplinary collaboration and the management of development processes within robotic projects and research activities; the application of the HCD iterative process to robotics; the qualitative exploration and translation of the scientific dimensions of acceptability into *best practices* or tangible design solutions useful to designers for the definition of briefs; identifying the role of the HCD and E/HF approach to design the **acceptability** of assistive robots.
The research activity presented therefore aims to:

- Define a **state-of-the-art framework of robotic**, social and assistive technologies for the support of autonomy and psycho-physical well-being of elderly and frail people, also identifying the main ethical issues in robotics and possible future interaction scenarios;
- Identify the limits and potential offered by Design and the main challenges for designers in the robotic field, also **defining a mapping of methodological and design tools** in both Human-Robot Interaction and Human-Centred Design;
- Analyze quantitatively and qualitatively the **issue of acceptability of technology in robotics**, by identifying its main variables and by developing a mapping of the main methodological processes applied in scientific experiments in robotics;
- Identify the **points of contact** between the disciplines of HCD and HRI and possible developments in application, methodological and design, supporting a trans-disciplinary and user-centered design in robotics, through the definition of an operational tool;
- Developing a **scalable and modular interactive tool**, applicable to the countless ap-

plication areas of robotics, that can provide indications, suggestions and directions specific to the project.

From the experimental and design point of view, the research aims to (1) find a scientific correspondence between the reference users and the characteristics of assistive and social robots tested in the literature; (2) starting from this correspondence extrapolate the fundamental requirements for the design brief of a new robotic platform; (3) know and understand the relationships between the most important acceptability variables according to the scientific experiments in HRI; (4) know the dimensions of acceptability and their evaluation through HRI methodologies; (5) identify the design requirements that may influence one or more variables; (6) apply a scientifically shared methodology to translate acceptability variables into design solutions; (7) apply a scientifically shared methodology to structure a trans-disciplinary collaboration process that effectively integrates the experience and design methods of each discipline. From an executive point of view, moreover, the objectives of the research include the design of the architecture of a tool (8) based on an interactive database that, based on users, context and reference activities, can provide specific design or methodological indications; (9) design and development of a platform that can be implemented from this database, structured according to the open source approach, which allows its expansion and constant updating thanks to contributions from researchers and professionals around the world who can enter data related to their research and consult those of others, incrementally improving the effectiveness of the method.

Therefore, the output of this doctoral research consists in the development of an **operational tool**, called **"Robotics & Design: the tool to design Human-Centred Assistive Robotics"**, available online at the following link: **www.roboticsdesign.org.** The platform has a dual purpose:

- **Design purpose:** the platform aims to support the development of a trans-disciplinary collaboration process, to extrapolate from the results of scientific experiments the *design patterns* (Alexander, 1977; Preece, 2015) applicable by other designers according to the characteristics of users, activities and contexts of use and then translate them into tangible design solutions;
- **Theoretical-scientific purpose:** to structure a methodological link between the disciplines of HCD and HRI, to provide designers and researchers in design with agile consultation tools of the main methodologies and variables of acceptability in robotics and their inter-relationships, allowing an immediate link between the scientific theories underlying the same variables and the design requirements that can influence them.

The development of the research and the platform is foreseen through an **international research project**, of which a proposal is presented with the specific operational objectives and the project Gantt.

Claudia Becchimanzi
Università degli Studi di Firenze - Dottorato di Ricerca in Architettura - Curriculum Design - Ciclo XXXIII

www.roboticsdesign.org

# Indice

**Ringraziamenti** **IV**
**Premessa** **VII**
**Abstract** **X**
**Sommario** **XXIII**
**Indice degli acronimi e delle abbreviazioni** **XXXII**
**Pubblicazioni correlate** **XXXVI**

**SEZIONE I - INTRODUZIONE** **39**
**1. Introduzione alla ricerca** **41**
1.1 Oggetto della ricerca e macro-aree di riferimento 43
1.2 Il problema scientifico 44
1.3 Il ruolo del design 46
1.4 Obiettivo generale e obiettivi specifici della ricerca 48
1.5 Domande di ricerca 50

**2. Approccio scientifico e metodologico** **53**
2.1 Approccio metodologico, fasi e ipotesi di ricerca 55
2.2 Risultati attesi 59
2.3 Output della ricerca 59
2.4 Innovatività e rilevanza scientifica 60
2.5 Destinatari della ricerca 61
2.6 Spendibilità della ricerca 62

**SEZIONE II - LA RICERCA SCIENTIFICA** **65**
■ **Research Questions - Sezione II** **66**
**3. L'invecchiamento globale della popolazione** **69**
3.1 Strategie europee per il supporto all'invecchiamento in salute e in autonomia 75
3.1.1 Decade of Healthy Ageing 2020-2030 77
3.1.2 Benessere e autonomia: dall'*Active Ageing* all'*Healthy (Active) Ageing* 79
3.1.3 *Horizon 2020* e il prossimo programma quadro per la ricerca in Europa *Horizon 2021-2027* 80

3.2 *Older adults*: la complessa definizione e le esigenze in continua evoluzione 82
3.2.1 La rete di attori coinvolti nell'assistenza: utenti primari e secondari 83
3.3 Contesti abitativi: residenze sanitarie, strutture assistenziali e domicilio 86
3.3.1 *Ageing in place*: benefici, sfide e opportunità globali 87
3.3.2 Assistenza istituzionale: problemi, necessità e aree di implementazione 89
3.4 Tecnologie per la qualità della vita 91
3.4.1 Robotica per l'invecchiamento sano e attivo 94

**4. Tecnologie assistive e robotica 99**
4.1 La ricerca scientifica delle *Gerontechnologies*: le tecnologie dal punto di vista degli anziani 102
4.2 Tecnologie assistive per l'autonomia domestica: robotica e *ageing in place* 105
4.3 Assistive Robotics 109
4.3.1 Socially Interactive Robotics (SIR) 110
4.3.2 Socially Assistive Robotics (SAR) 120
4.4 Assistive robotics: casi rappresentativi 125
4.5 Robotica assistiva e anziani: macro-aree della ricerca scientifica 137
4.5.1 Il contesto delle sperimentazioni scientifiche 139
4.5.2 Personalizzazione e apprendimento 140

**5. Ergonomia per il Design e Human-Centred Design: fondamenti teorici e operativi per la progettazione in ambito robotico 143**
5.1 Ergonomia/Fattori Umani: un approccio sistemico e olistico al progetto 146
5.2 Human-Centred Design: la progettazione centrata sulle persone 150
5.3 Metodi e strumenti operativi dello Human-Centred Design 154
5.4 User Experience e Interaction Design 156

**6. Il ruolo chiave del design per la Human-Robot Interaction 165**
6.1 Ergonomia per il Design e Human-Centred Design per la Human-Robot Interaction 169
6.1.1 L'approccio *Robot Ergonomics/Robotic Factors*: strumenti e strategie per l'innovazione in robotica 172

6.2 User Experience in robotica: progettare la complessità, l'autonomia e il valore aggiunto 174
6.2.1 Sfide e contributi della UX per la qualità della Human-Robot Interaction 177
6.3 Design per la robotica assistiva e sociale: valori umani, reazioni emotive e potenziali benefici 179
6.3.1 Design per l'interazione uomo-robot: la sfida dell'antropomorfismo 181
6.4 Etica nel design e design per l'etica in robotica 181

**7. Strategie e contributi dello Human-Centred Design per l'accettabilità in robotica 185**
7.1 Le dimensioni dell'accettabilità nella HRI 189
7.2 Le principali variabili per l'accettabilità di robot assistivi e sociali 192
7.2.1 L'intenzione all'uso: le variabili dell'accettabilità secondo il modello *De Graaf & Allouch* 192
7.2.2 L'importanza dei fattori socio-demografici per l'*acceptance* in HRI 194
7.3 Accettabilità robotica dal punto di vista dell'Ergonomia/Fattori Umani 197
7.3.1 Antropomorfismo e adattabilità: elementi chiave per l'accettabilità robotica 200
7.3.2 Accettabilità dei robot assistivi: la complessa interazione caregiver-paziente-robot 200
7.4 Accettabilità delle tecnologie robotiche e User Experience 201
7.4.1 La UX in robotica come concetto poliedrico: strategie di ricerca e di valutazione dell'esperienza 203
7.4.2 Fiducia ed empatia nella HRI: le relazioni con la User Experience e l'Ergonomia per il Design 205

**8. Etica e robotica 209**
8.1 Etica in ambito robotico: teoria e principi fondamentali 211
8.2 Roboetica per la robotica assistiva 215
8.2.1 Potenziale riduzione della quantità di contatto umano 217
8.2.2 Oggettivazione e perdita di controllo del robot 218
8.2.3 Perdita di privacy e di libertà personale 218
8.2.4 Inganno emotivo (emotional deception) e infantilizzazione (infantilization) 219
8.2.5 Attaccamento emotivo (emotional attachment) 220
8.2.6 Il ruolo chiave dei valori umani per l'etica in robotica 221

8.3 Robotica, intelligenza artificiale e umani: potenzialità e scenari futuri 223
8.3.1 I robot ci ruberanno il lavoro? 227

**9. Human-Robot Interaction: fondamenti teorici, strumenti e strategie operative 231**
9.1 La Human-Robot Interaction 234
9.2 Progettare la Human-Robot Interaction: approcci teorici e applicativi 236
9.3 La rete scientifica dell'HRI: principali convegni e conferenze 241
9.4 Metriche di valutazione e pianificazione delle sperimentazioni in HRI 242
9.4.1 Robot sociali e assistivi: l'importanza della valutazione della Human-Robot Interaction 244
9.5 Metodologie di valutazione della Human-Robot Interaction 245
9.5.1 TAM (Technology Acceptance Model) e TAM 2 247
9.5.2 UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology) e UTAUT 2 250
9.5.3 STAM - Senior TAM 253
9.5.4 Almere TAM 254
9.5.5 USUS (Evaluation Framework for Human-Robot interaction) 255
9.5.6 Godspeed Questionnaire Series (GQS) 257
9.5.7 NARS (Negative Attitude toward Robots Scale) e RAS (Robot Anxiety Scale) 260
9.6 Metodi e strumenti di valutazione della User Experience in ambito robotico 261
9.6.1 AttrakDiff 1 e AttrakDiff 2 Questionnaire 262
9.6.2 User Experience Questionnaire (UEQ) 266
9.6.3 meCUE Questionnaire 268

**10. Casi studio: ricerca scientifica e processi metodologici per le sperimentazioni in HRI 271**
10.1 Le sperimentazioni scientifiche in ambito robotico: i robot assistivi 273
10.1.1 La revisione della letteratura: obiettivi, metodologia e criteri di inclusione/esclusione 275
10.2 Automi 277
10.2.1 Giraff & Giraffplus - Telepresence Robot 277
10.2.2 Robot-ERA - Advanced assistive robots 279
10.2.3 VGo - Telepresence Robot 281
10.2.4 Care-O-Bot - Assistive service robot 283

10.2.5 Jibo - Home social robot 284
10.2.6 ElliQ - Proactive desk robot 285
10.3 Zoomorfi 285
10.3.1 PARO - Therapeutic Robot 286
10.3.2 AIBO - Companion dog-robot 288
10.3.3 NeCoRo - Robotic cat for robotherapy 290
10.3.4 iCat - Interactive Robot 292
10.4 Umanoidi e androidi 292
10.4.1 Robovie - Interactive Humanoid Robot 292
10.4.2 Pepper - Humanoid Robot 295
10.4.3 Ifbot - Communication robot 297
10.4.4 Matilda - Assistive communication robot 297
10.4.5 PaPeRo - Personal Robot 298
10.4.6 NAO - Programmable humanoid robot 299
10.4.7 Sophia - AI/Social humanoid robot 302
10.5 Indagini e sperimentazioni con utenti: casi studio con robot multipli 303
10.5.1 I Benefici della robotica assistiva: esigenze degli utenti e impatto sociale 303
10.5.2 Preferenze, attitudini e aspettative sui robot assistivi 307
10.5.3 Preferenze e accettazione dell'aspetto morfologico/ comportamentale: correlazione con i fattori socio-culturali 311
■ **Research Answers - Sezione II** **314**

**SEZIONE III - LA RICERCA SPERIMENTALE** **317**
■ **Research Questions - Sezione III** **318**
**11. Caso studio: E/HF e HCD per il progetto di ricerca CloudIA** **321**
11.1 Approccio metodologico: HCD e E/HF per il progetto di ricerca CloudIA 326
11.1.1 Desiderata 326
11.1.2 Questionario: i fattori morfologici per l'accettabilità 327
11.1.3 Scenari di intervento e definizione delle soluzioni progettuali 329
11.2 La progettazione del sistema CloudIA 329
11.2.1 Il nuovo Robot CloudIA 329
11.2.2 I dispositivi indossabili 332
11.2.3 L'interfaccia grafica 334
11.3 Valutare l'accettabilità: la sperimentazione del sistema CloudIA 335

11.4 Sperimentazione del robot commerciale Double: metodologia e risultati 336

11.5 *Lesson learned*: analisi del processo metodologico e implicazioni per la ricerca dottorale 339

**12. Introduzione all'indagine sperimentale 345**

12.1 Indagine 1 - Questionario Online *Robotica & Design* per utenti attuali e potenziali 348

12.1.1 Struttura e finalità del questionario 348

12.1.2 Risultati e input derivanti dall'elaborazione dei dati - Italia 355

12.1.3 Risultati e input derivanti dall'elaborazione dei dati - Europa 363

12.2 Indagine 2 - Questionario Online *Robotica & Design* per progettisti e designer 370

12.2.1 Struttura e finalità del questionario 370

12.2.2 Risultati e input derivanti dall'elaborazione dei dati - Italia 379

12.2.3 Risultati e input derivanti dall'elaborazione dei dati - Europa 389

■ **Research Answers - Sezione III 398**

**SEZIONE IV - LA RICERCA PROGETTUALE 401**

■ **Research Questions - Sezione IV 402**

**13. HCD e HRI: sviluppo progettuale di una correlazione strutturata fra gli approcci teorici e applicativi 405**

13.1 HCD e HRI: le differenze metodologiche e di processo 407

13.1.1 Approccio iterativo e valutazione ciclica del progetto in ambito robotico: la sfida del coinvolgimento degli utenti 410

13.2 Il ruolo dello Human-Centred Design in ambito robotico: i punti di contatto fra le due discipline 412

13.2.1 Il ciclo iterativo dello HCD in ambito robotico: selezione di metodi appropriati per ogni fase 413

13.3 I metodi HRI: le metodologie dello HCD per definire i requisiti progettuali dell'accettabilità 413

13.3.1 UTAUT - Personas, Interviste e Etnografia 414

13.3.2 Almere TAM - Personas, Osservazione diretta, Etnografia 416

13.3.3 STAM - Personas, Questionario, Intervista 416

13.3.4 USUS - Questionario, Intervista, Focus Group, Test di Usabilità, Task Analysis 418

13.3.5 Godspeed - Questionario, Intervista, Scenario, Focus Group, Thinking Aloud 420
13.3.6 Attrakdiff - Questionario, Intervista, Test di Usabilità, Thinking Aloud 421
13.3.7 UEQ - Questionario, Test di Usabilità, Task Analysis, Thinking Aloud 422
13.3.8 NARS/RAS - Personas, Questionario 424

**14. Il concept sperimentale della piattaforma Robotics & Design 429**
14.1 Introduzione: i requisiti della piattaforma *Robotics & Design* - Inglese/Italiano 431
14.2 Le ipotesi della ricerca dottorale: validazione e risultati attesi 434
14.3 Struttura e sviluppo della piattaforma: le basi scientifiche 437
14.3.1 Utente e contesto 439
14.3.2 Attività e interazione 440
14.3.3 Variabili dell'accettabilità 443
14.4 Schede di sintesi: lo stato dell'arte fra i robot assistivi e sociali più accettabili 445
14.4.1 Schede di sintesi: robot automi 445
14.4.2 Schede di sintesi: robot zoomorfi 452
14.4.3 Schede di sintesi: robot androidi e umanoidi 452

**15. La centralità dell'utente: l'approccio HCD per progettare l'accettabilità in ambito robotico 465**
15.1 User Personas: introduzione e finalità 467
15.2 User Personas per l'ambito HRI 468
15.2.1 User Personas 1: Elisabeth Brown 469
15.3 Robotics Personas: introduzione e finalità 469
15.4 Robotics Personas: approccio HCD per la progettazione della HRI 473
15.4.1 Robotic Personas 1: AIBO - Companion robot 473
15.4.2 Robotic Personas 2: NAO - Autonomous programmable robot 474
15.4.3 Robotic Personas 3: ElliQ - Proactive desk robot 475
15.5 User e Robotic Personas: strumenti efficaci per definire i criteri dell'accettabilità 476
15.5.1 Schede di compatibilità 1: Elisabeth Brown e AIBO, NAO, ElliQ 477
15.6 Ulteriori User/Robotic Personas e schede di compatibilità sviluppate 478

**16. Progettare l'accettabilità: le variabili come strumento di indagine e di valutazione** **489**

16.1 Analisi dei principali costrutti per l'accettabilità 492

16.2 La *Table of variables* 495

16.3 Robotics Personas e variabili dell'accettabilità: *Robotic Variables Tabs* 497

16.3.1 Robotic Variables Tab 1: AIBO 497

16.3.2 Robotic Variables Tab 2: NAO 498

16.3.3 Robotic Variables Tab 3: ElliQ 499

16.4 User Personas e variabili dell'accettabilità: *User Variables Tabs* 500

15.4.1 User Variables Tab 1: Elisabeth Brown 500

16.5 Robotic e User *Variables Tabs*: strumenti per progettare l'accettabilità 502

16.5.1 Schede di accettabilità 1: Elisabeth Brown e AIBO, NAO, ElliQ 502

16.6 Ulteriori *Robotic*/*User Variables Tabs* e schede di accettabilità sviluppate 505

■ **Research Answers - Sezione IV** **516**

**SEZIONE V - OUTPUT PROGETTUALE** **519**

■ **Research Questions - Sezione V** **520**

**17. La piattaforma "Robotics & Design: the tool to design Human-Centred Assistive Robotics"** **523**

17.1 Analisi preliminare di piattaforme online analoghe 526

17.2 Ipotesi progettuali, finalità e destinatari della piattaforma 528

17.3 Obiettivi, sviluppo e prototipazione: il doppio ruolo teorico-metodologico e progettuale della piattaforma 529

17.4 Architettura della piattaforma *Robotics & Design* - **www.roboticsdesign.org** 530

17.4.1 Sitemap 1 - Information Architecture della piattaforma - Sezione applicativa e progettuale 531

17.4.1.1 The robot finder 534

17.4.1.2 The robot matcher 535

17.4.1.3 The robot designer 535

17.4.2 Sitemap 2 - Information Architecture della piattaforma - Sezione teorico-metodologica 538

17.5 L'interfaccia grafica e l'esperienza dell'utente 538

**18. Valutazione partecipativa e test con utenti del tool *Robotics & Design*** **569**
18.1 L'analisi PACT (Persone, Azioni, Contesti, Tecnologie) 572
18.2 La valutazione partecipativa: fasi di sviluppo 574
18.2.1 Strumenti, obiettivi e metodologia 574
18.2.2 Partecipanti 577
18.3 Risultati: *thinking aloud* e *evaluation walkthrough* 577
18.3.1 Obiettivi teorici e progettuali: efficacia ed efficienza della piattaforma 586
18.3.2 Valutazione tecnico-funzionale: risultati 590
18.3.3 Valutazione dell'attrattiva e qualità dell'interazione: risultati 591
18.3.4 Valutazione dei contenuti teorico-scientifici e concettuale: risultati 592
18.4 Risultati: *post-experience questionnaire* 593
18.5 Sintesi dei risultati e aree di implementazione 597

**19. Sviluppi futuri: progetti di ricerca, scalabilità e estendibilità della piattaforma** **601**
19.1 La proposta per un progetto di ricerca internazionale 603
19.1.1 OO1 - Human-Centred Design dello strumento proposto 605
19.1.2 OO2 - Strumenti e strategie operative per la collaborazione trans-disciplinare 608
19.1.3 OO3 - Progettazione e sviluppo della piattaforma *Robotics&Design - Sezione teorica* 610
19.1.4 OO4 - Progettazione e sviluppo della piattaforma *Robotics&Design - Sezione progettuale* 613
19.1.5 OO5 - Sperimentazione con gli stakeholder e implementazione delle soluzioni proposte 615
19.1.6 OO6 - Definizione del Service Business Model e analisi etico-giuridica 617
19.2 Limitazioni della ricerca e ulteriori sviluppi 618
19.3 Discussione e considerazioni finali 622
■ **Research Answers - Sezione V** **624**

**Riferimenti bibliografici** **626**
**Sitografia** **659**
**Indice delle immagini e delle tabelle** **663**

# Indice degli acronimi e delle abbreviazioni

| Acronimo | Descrizione |
|---|---|
| **AAA** | Animal-Assisted Activities |
| **AAAI** | Association for the Advancement of Artificial Intelligence |
| **AAATE** | Association for the Advancement of Assistive Technology in Europe |
| **AAL** | Ambient-Assisted Living |
| **AAT** | Animal Assisted Therapy |
| **ADI** | Assistenza domiciliare integrata |
| **ADL** | Activities of Daily Living |
| **AHA** | Active and Healthy Ageing |
| **AI** | Artificial Intelligence |
| **AIST** | National Institute of Advanced Industrial Science and Technology |
| **ALF** | Assisted Living Facility |
| **Almere TAM** | Almere Technology Acceptance Model |
| **ANTR** | Antropomorphism |
| **ANX** | Anxiety toward robots |
| **AR** | Assistive Robotics |
| **AT** | Assistive Technologies |
| **ATR** | Attractiveness |
| **ATT** | Attitude Toward using Technology |
| **BI** | Behavioural Intention |
| **CA** | Conversational Acceptance |
| **CAGR** | Compound Annual Growth Rate |
| **CARE** | Coordination Action for Robotics in Europe |
| **CE** | Computer Experience |
| **CHI** | Computer/Human Interaction Conference |
| **CIS** | Complex Interactive System |
| **CR** | Care Robot |
| **CSM** | Content Management System |
| **DARPA** | Defence Advanced Research Projects Agency |
| **DBMS** | Database Management System |
| **DEP** | Dependability |
| **DRE** | Domestic Robot Ecology |
| **E/HF** | Ergonomics/Human Factors |
| **EE** | Effort Expectancy |

| | |
|---|---|
| **EG** | Enviromental Gerontology |
| **ENJ** | Enjoyment |
| **EOC** | Ease Of Classification |
| **EPSRC** | Engineering and Physical Sciences Research Council |
| **EU** | European Union |
| **EURON** | European Robotics Research Network |
| **EXP** | Related Experiences |
| **FC** | Facilitating Conditions |
| **GQS** | Godspeed Questionnaire Series |
| **GUI** | Graphical User Interface |
| **HAS** | Human/Activity/Space |
| **HAST** | Human/Activity/Space/Technology |
| **HCD** | Human-Centred Design |
| **HCI** | Human-Computer Interaction |
| **HQ** | Hedonic Quality |
| **HRI** | Human-Robot Interaction |
| **HRV** | Heart Rate Varbiability |
| **IATE** | Interactive Terminology for Europe |
| **ICDL** | International Conference on Development and Learning |
| **ICP** | Integrated Care Plan |
| **ICRA** | International Conference on Robotics and Automation |
| **ICT** | Information and Communications Technology |
| **ID** | Interaction Design |
| **IEA** | International Ergonomics Association |
| **IFR** | International Federation of Robotics |
| **IoT** | Internet of Things |
| **IROS** | International Conference on Intelligent Robots and Systems |
| **ISER** | International Symposium on Experimental Robotics |
| **IT** | Information technology |
| **ITU** | Intention to Use |
| **LIKE** | Likeability |
| **LRN** | Learnability |
| **LTC** | Long-Term Care |
| **MARTA** | Multidimensional Assessment of telepresence RoboT for older Adults |
| **MIPAA** | Madrid International Plan of Action on Ageing |
| **MIT** | Massachusetts Institute of Technology |
| **MMSE** | Mini Mental Status Examination |
| **MMUI** | Multi-Modal User Interface |
| **MOCA** | Montreal Cognitive Assessment |

| | |
|---|---|
| **NARS** | Negative Attitude toward Robots Scale |
| **NASA** | National Aeronautics and Space Administration |
| **OdR** | Organismo di Ricerca |
| **ORi** | Open Roboethics Initiative |
| **OSS** | Obiettivi di Sviluppo Sostenibile |
| **PA** | Perceived Adaptiveness |
| **PACT** | Persone/Azioni/Contesti/Tecnologie |
| **PAD** | Perceived Adaptiveness |
| **PAPA** | Privacy/Accuracy/ Property/Accessibility |
| **PaPeRo** | Partner-type-Personal-Robot |
| **PBC** | Perceived Behavioral Control |
| **PC** | Perceived Control |
| **PD** | Participatory Design |
| **PE** | Performance Expectancy |
| **PENJ** | Perceived Enjoyment |
| **PEOU** | Perceived Ease Of Use |
| **PERMA** | Positive emotions/Engagement/Relationships/Meaning/Accomplishment |
| **PICO** | Participants/Interventions/Comparator/Outcomes |
| **PINT** | Perceived Intelligence |
| **PQ** | Pragmatic Quality |
| **PRCIS** | Person-Robot Complex interactive Scale |
| **PS** | Perceived Sociability |
| **PSEC** | Perceived Security |
| **PU** | Perceived Usefulness |
| **QoL** | Quality of Life |
| **RA** | Residenze Assistenziali |
| **RAA** | Robot-Assisted Activity |
| **RAS** | Robot Anxiety Scale |
| **RAS** | Robotics and Autonomous Systems |
| **REAL** | Realism |
| **ROB** | Robustness |
| **RSA** | Residenza Sanitaria Assistenziale |
| **RSD** | Residenza Sanitaria Disabili |
| **SA** | Perceived Social Abilities |
| **SAD** | Servizio di assistenza domiciliare |
| **SAM** | Self-Assessment Manikin |
| **SAPEA** | Science Advice for Policy by European Academics |
| **SAR** | Socially Assistive Robotics |
| **SBQ** | Social Behaviors Questionnaire |

| | |
|---|---|
| **SE** | Self-Efficacy |
| **SI** | Social Influence |
| **SIR** | Socially Interactive Robotics |
| **SP** | Social Presence |
| **SSIS - RS** | Social Skills Improvement System - Rating Scales |
| **SSN** | Sistema Sanitario Nazionale |
| **SSRS** | Social Skills Rating System |
| **STAM** | Senior Technology Acceptance Model |
| **SUI** | Speech User Interface |
| **SUS** | System Usability Scale |
| **SWB** | Subjective Well-Being |
| **TAM** | Technology Acceptance Model |
| **TAME** | Traits, Attitude, Moods and Emotions |
| **TPB** | Theory of Planned Behaviour |
| **TRA** | Theory of Reasoned Action |
| **TRL** | Technology Readiness Levels |
| **TRU** | Trust |
| **UCD** | User-Centred Design |
| **UE** | Unione Europea |
| **UEQ** | User Experience Questionnaire |
| **UGC** | User-Generated Content |
| **USQ** | User Satisfaction Questionnaire |
| **USUS** | Usability/Social acceptance/User Experience/Societal impact |
| **UX** | User Experience |
| **WHO** | World Health Organization |
| **WOz** | Wizard of Oz |
| **WP** | Work Package |

## Pubblicazioni correlate

(In corso di pubblicazione) Tosi, F., Pistolesi, M., Becchimanzi, C. (2020). From the evaluation of acceptability to the design of an assistive robot for elderly. In Proceedings of the Roma 2020 Cumulus Conference - Design Culture(s).

(In corso di pubblicazione) Cavallo, F., Sorrentino, A., Radi, L., Becchimanzi, C., Pistolesi, M., Tosi, F., Rovini, E., Fiorini, L. (2020). Design and development of a telepresence and monitoring service to empower the older adults. In Lecture Notes in Electrical Engineering, Springer, Cham.

Fiorini, L., Mancioppi, C., Becchimanzi, C., Sorrentino, A., Pistolesi, M., Tosi, F., Cavallo, F. (2020). Multidimensional evaluation of telepresence robot: results from a field trial. In Proceedings of the 29th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, August 31 - September 4, 2020 - Virtual Conference.

Pistolesi, M., Becchimanzi, C. (2019, December). Metodologie dell'Ergonomia per il design di dispositivi indossabili e robot in cloud per anziani: introduzione al progetto di ricerca applicata CloudIA / The Ergonomics methodologies for the design of wearable devices and robots in the cloud for the elderly: introduction to the applied research project CloudIA. In Rivista Italiana di Ergonomia, (19/2019), pp. 20-43. ISSN:2037-3910.

Pistolesi, M., Becchimanzi, C., Iacono, E. (2019, December). Interaction Design: prodotti High-tech e interfacce per l'ambiente domestico / Interaction Design: High-tech products and interfaces for the home environment. In Rivista Italiana di Ergonomia, (19/2019), pp. 44-65. ISSN:2037-3910.

Rinaldi, A., Becchimanzi, C., & Tosi, F. (2018, August). Wearable Devices and Smart Garments for Stress Management. In Congress of the International Ergonomics Association (pp. 898-907). Springer, Cham. ISBN: 978-3-319-96070-8.

# SEZIONE 1.
# INTRODUZIONE

**Parole chiave**

Ricerca in Design
Innovazione tecnologica
Sfide sistemiche
Collaborazione trans-disciplinare
Obiettivi teorico-applicativi

# Capitolo 1
# Introduzione alla ricerca

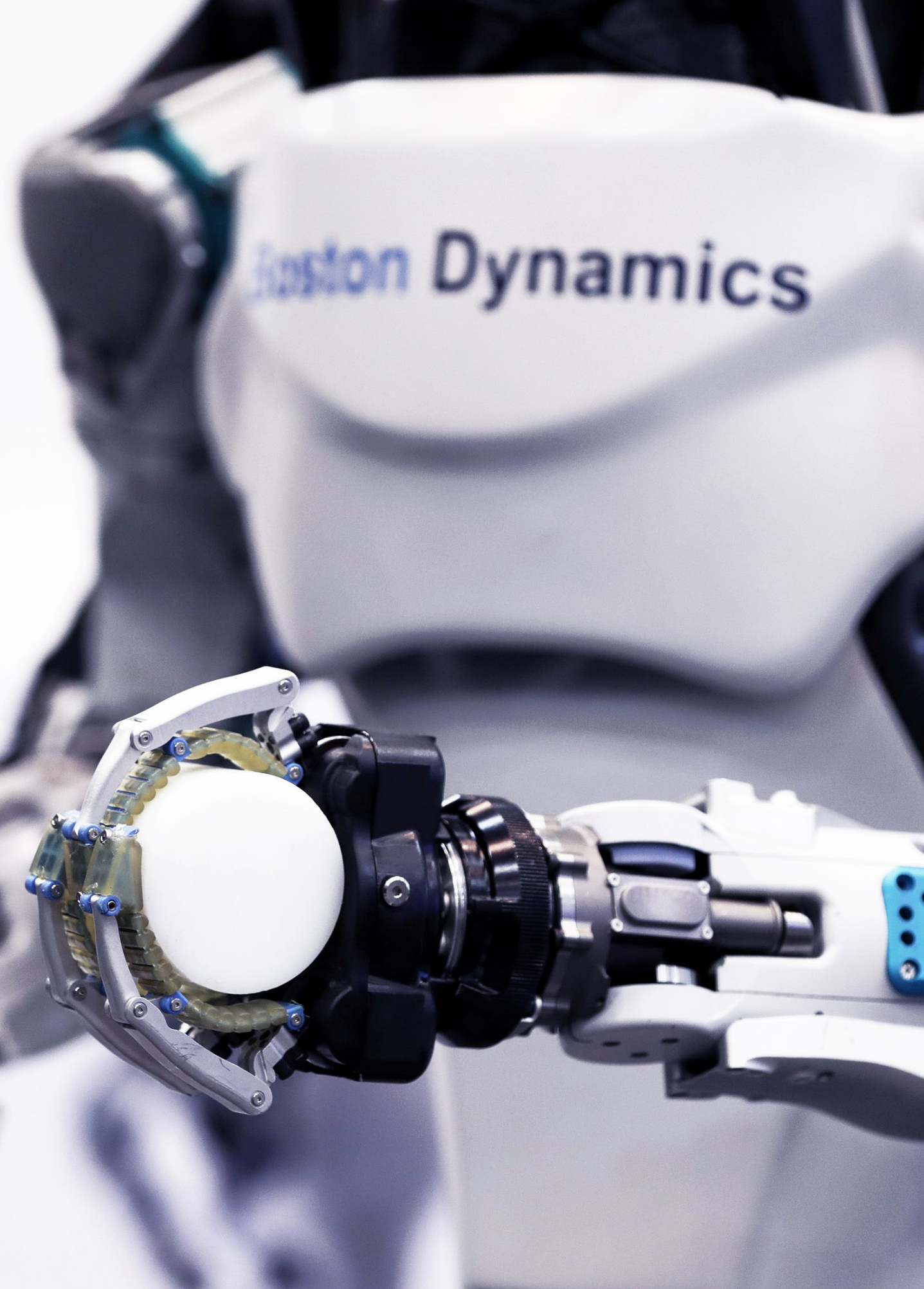
1.1 Oggetto della ricerca e macro-aree di riferimento

1.2 Il problema scientifico

1.3 Il ruolo del design

1.4 Obiettivo generale e obiettivi specifici della ricerca

1.5 Domande di ricerca


Boston Dynamics

# CAPITOLO 1
# Introduzione alla ricerca

## 1.1 Oggetto della ricerca e macro-aree di riferimento

Il tema della ricerca dottorale riguarda il rapporto fra l'ambito teorico-metodologico-applicativo del design (nello specifico dello Human-Centred Design) e quello della Human-Robot Interaction (HRI). A partire dall'inquadramento del problema scientifico dell'invecchiamento demografico e della diffusione crescente di **tecnologie indossabili e robotiche per l'assistenza e il supporto al benessere e all'indipendenza** di persone anziane e fragili, la ricerca si interroga sul ruolo, sui contributi e sulle sfide del design in ambito robotico. In particolare, in relazione alle tecnologie robotiche e sociali per l'assistenza, la tesi affronta il tema dell'***accettabilità***, sia dal punto di vista teorico-epistemologico che progettuale e applicativo, indagando a fondo i molteplici aspetti psico-emotivi, sociali, etici e tecnici che orbitano attorno a tale dimensione. In seguito ad **un'approfondita ricerca scientifica sulla robotica assistiva e sociale**, dal punto di vista delle eccellenze sia sperimentali che commerciali, la tesi indaga a fondo le principali questioni etiche in tale ambito e mette in luce l'importanza dell'applicazione dell'**approccio scientifico-metodologico dello Human-Centred Design** (HCD) per la progettazione e lo sviluppo di tecnologie basate sulle reali esigenze degli utenti finali, nel rispetto dei valori umani fondamentali e dell'identità individuale.
La ricerca, poi, si dirama in due macro-aree: la prima, di **impostazione teorico-metodologica**, analizza i metodi di ricerca preliminare e valutazione iterativa propri dello HCD e i modelli di valutazione propri della HRI. Il focus principale riguarda il rapporto fra i due ambiti disciplinari, sia dal punto teorico che applicativo, e le potenziali inter-sezioni strategiche per il supporto alla progettazione di tecnologie robotiche *accettabili*; la seconda macro-area, di **matrice progettuale**, riguarda lo studio delle dimensioni specifiche dell'accettabilità e della loro applicazione nel progetto, con un focus sull'importanza del coinvolgimento degli utenti durante le fasi di sviluppo delle tecnologie assistive e il contributo essenziale del design in tal senso, come approccio esplorativo di tutte quelle emozioni, paure ed elementi intangibili non acquisibili attraverso approcci quantitativi e dati statistici.

In sintesi, l'oggetto della ricerca riguarda il **contributo del design e dell'Ergonomia/Fattori Umani per la Human-Robot Interaction** e indaga metodi e strumenti per implementare la collaborazione trans-disciplinare e progettare l'accettabilità e l'interazione con le nuove tecnologie, al fine di migliorare la qualità della vita e la salute psico-fisica degli esseri umani.

Questo tema si colloca e vede la sua possibile applicazione all'interno di **ambiti di ricerca** già affrontati dalla comunità scientifica ed è sviluppabile in ambiti in parte nuovi, quali:

- il fenomeno dell'**invecchiamento globale**, l'evoluzione dei concetti di **benessere e salute** e delle strategie volte alla promozione dell'***Active and Healthy Ageing*** e all'*Ageing in place*, anche in relazione alle opportunità offerte dai programmi di ricerca finanziati dall'Organizzazione delle Nazioni Unite (ONU) e dalla Comunità Europea come: il *Madrid International Plan of Action on Ageing* (MIPAA), la *Decade of Healthy Ageing 2020-2030*, *l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile* (con specifico riferimento all'obiettivo 3 - *Good health and well-being*), il *Programma Quadro Horizon 2020* (H2020) o il prossimo ***Programma Quadro Horizon 2021-2027***, con riferimento specifico al pilastro *Societal Challenges* (*Health, demographic change and wellbeing*);
- le **nuove tecnologie digitali** (in particolare la robotica) **per la salute e l'assistenza**: sono state analizzate nell'ottica del mantenimento dell'autonomia per l'*Ageing in place*, del supporto allo svolgimento dei compiti dei professionisti in ambito sanitario (caregiver, medici, infermieri, operatori socio-sanitari), la prevenzione di rischi e patologie legate all'invecchiamento (cadute, isolamento, depressione, solitudine, assunzione di farmaci, etc.). Inoltre, il tema riguarda anche le innovazioni degli *adaptive smart environment* per l'*healthy ageing*, il contributo delle tecnologie digitali connesse in *cloud* secondo i paradigmi dell'Internet of Things (IoT) e dell'*Ubiquitous Computing* per ambienti e prodotti a supporto di una società con una crescente aspettativa di vita;
- il monitoraggio dello stato di salute, il miglioramento della **qualità della vita** e del benessere psico-fisico attraverso i progressi nel campo della robotica, dell'**Intelligenza Artificiale** (IA), dei Big Data, della Realtà Aumentata (AR) e della Realtà Virtuale (VR);
- le opportunità offerte dalle **collaborazioni strategiche e trans-disciplinari** fra organismi di ricerca e professionisti in vari ambiti per le principali sfide della robotica assistiva e sociale, con riferimento particolare a quelle identificate dalla *Multi-Annual Roadmap for Robotics in Europe* (2020), come l'affidabilità, la capacità di interazione sociale, la qualità dell'interazione uomo-robot, l'autonomia decisionale e le questioni etiche (privacy, controllo e decisione, fattori socio-emotivi, stigmatizzazione, etc.);
- i metodi e gli strumenti di intervento offerti dall'**Ergonomia per il Design**, dall'approccio Human-Centred Design, dalla User Experience (UX) e dall'Interaction Design.

## 1.2 Il problema scientifico

L'invecchiamento della popolazione, congiuntamente ai bassi livelli di natalità e al progressivo allungamento dell'aspettativa di vita media, costituisce uno dei fattori più critici dei prossimi decenni, sia a livello europeo che mondiale (Eurostat, 2019; WHO, 2018[1]). Le proiezioni indicano che entro il 2050 il numero di persone di età pari o superiore a 65 anni nel mondo supererà il numero di giovani fra i 15 e i 24 anni (United Nations, 2019).

L'**aumento dell'aspettativa di vita** è reso possibile dai progressi nella medicina e nelle cure, dalle strategie preventive, dall'attenzione all'alimentazione, dall'istruzione e dal benessere socio-economico. Tuttavia, l'impatto sociale ed economico dell'invecchiamento demografico coinvolge l'intera collettività e richiede uno sforzo congiunto da parte di tutti i

1 Cfr. https://www.who.int/docs/default-source/gho-documents/world-health-statistic-reports/6-june-18108-world-health-statistics-2018.pdf Accessed 21/09/2020.

governi, agenzie internazionali, professionisti, università, media e privati per migliorare la vita degli anziani, delle loro famiglie e delle comunità in cui vivono.
L'invecchiamento implica un declino delle capacità fisiche e cognitive che può portare l'anziano a necessitare di un caregiver per l'assistenza sanitaria o per lo svolgimento delle attività quotidiane. Spesso ciò comporta il trasferimento degli anziani in residenze assistenziali. Lo spostamento dal **nucleo domestico** ad un ambiente estraneo modifica radicalmente lo **stile di vita** e le abitudini dell'individuo, generando cambiamenti sia dal punto di vista logistico che psicologico, emotivo e relazionale: ciò può rappresentare un fattore di stress o comunque di forte destabilizzazione.
L'ambiente in cui si vive, inteso sia come ambiente fisico ma soprattutto come l'insieme di significati socio-emotivi che esso racchiude, è cruciale per il benessere psico-fisico degli anziani (Bayer & Harper, 2000; WHO, 2002). Per questo motivo le persone anziane desiderano rimanere a casa il più a lungo possibile, mantenendo il più alto livello di **autonomia** consentito (Eckert et al., 2004). Tuttavia, invecchiare a casa può comportare dei rischi come cadute o incidenti domestici, isolamento, depressione e solitudine.
In quest'ottica le tecnologie digitali, indossabili e robotiche stanno svolgendo e potranno avere in futuro un ruolo fondamentale. Stando alle statistiche riportate dall'IFR anche le vendite degli ***assistive robots*** **per anziani** e persone con disabilità fisiche e/o cognitive sono aumentate: dalle 4700 unità del 2015 esse sono salite a 37500 unità fra il 2016 e il 2019 con un incremento annuo del 34% (Lehtinen , 2017). Come afferma la US Roadmap on Robotics "*al fine di massimizzare la qualità della vita e minimizzare il costo delle cure, un paradigma comunemente concordato è quello di promuovere l'invecchiamento sul posto, in cui gli adulti più anziani possono vivere a casa a condizione che ricevano alcune cure mediche o di servizio supplementari. In questo caso, una persona potrebbe aver bisogno di aiuto per lavori domestici leggeri, supporto decisionale relativo a questioni mediche (gestione dei farmaci, alimentazione, reggimento di esercizio fisico, ecc.) o un supporto per migliorare il contatto sociale con il mondo esterno. Un robot può essere utilizzato in questi scenari per eseguire attività di servizio, agire come mediatore sociale, telepresenza, etc."* (Frost & Sullivan, 2016).

Nonostante le evidenti potenzialità della tecnologia per il supporto all'invecchiamento sano e attivo e all'assistenza e alla cura di persone anziane o fragili e l'apertura dimostrata da questa categoria di utenti verso l'adozione di robot assistivi (Mast et al., 2012), esistono alcuni elementi che ne limitano l'applicazione, come il problema dell'**accettabilità della tecnologia**. Infatti, l'utilizzo della tecnologia varia sostanzialmente tra le persone anziane ed è influenzato dalla convenienza, dalla facilità d'uso e dalla funzionalità dei dispositivi, nonché dalle preferenze personali, dalla conoscenza e dalle preoccupazioni sulla privacy dei dati. Inoltre, lo sviluppo di soluzioni tecniche per il monitoraggio domiciliare richiede la considerazione sia dei destinatari delle cure sia dei fornitori di assistenza (formali o informali), che potrebbero non essere sufficientemente formati in questo settore.
L'accettabilità della tecnologia, soprattutto per utenti anziani e fragili, è una questione delicata, i cui parametri di valutazione offrono moltissime opportunità alla ricerca in design: l'interazione che gli utenti instaurano con le tecnologie assistive definisce l'esperienza stessa dell'invecchiamento (Forlizzi et al., 2004). Gli anziani desiderano prodotti che soddisfino i loro desideri estetici, supportino le loro esigenze funzionali ma soprattutto, che rispettino i valori di identità personale, **dignità e indipendenza**. Usano i prodotti tecnologici soprattutto per compiere una serie di attività quotidiane ma anche per rimanere in contatto con familiari e amici.

La **Human-Robot Interaction** affronta la ricerca sull'accettabilità in relazione alle caratteristiche fisiche e psicologiche degli utenti e non sempre tiene conto di altri fattori come quelli organizzativi, legali, etici, politici o emotivi: ciò rischia di non porre i bisogni umani al centro della progettazione delle tecnologie robotiche che, invece, dovrebbero soddisfare gli utenti da molteplici punti di vista come quello fisico, psicologico, organizzativo, etico, sociale, etc. (Salvini et al., 2010). Gli stessi metodi di valutazione propri della HRI non tengono conto di tutti quei fattori che concorrono a definire la **complessità dell'interazione uomo-robot** (Kidd & Breazeal, 2005, Bartneck et al., 2008). Vi sono pochi studi in robotica che hanno integrato metodi qualitativi e quantitativi, analogamente a quelli previsti dall'approccio HCD, come quelli di Dautenhahn et al., (2006) o Moshkina & Arkin (2005). Tuttavia, la diffusione di robot sociali e assistivi la complessità crescente dell'interazione uomo-robot sottolineano l'importanza della comprensione degli utenti sin dalle prime fasi di sviluppo del robot (Krageloh et al., 2019).
In quest'ottica l'approccio Human-Centred Design/HCD e dell'Ergonomia per il design può offrire un importante contributo all'identificazione e all'analisi quei bisogni, aspettative e necessità che spesso sono taciti, al fine di creare **prodotti centrati sulle persone**.

## 1.3 Il ruolo del design

Il design inteso come attività di intervento progettuale è capacità di **sintesi creativa**, fattore di **connessione fra diverse competenze** e **strumento di innovazione**. "*Il ruolo del designer risiede nella sua competenza progettuale, ossia di intervento propositivo sull'esistente, basato sulla capacità di interpretare la complessità dei fattori di innovazione e di mutamento che ci circondano, e di elaborare soluzioni di intervento capaci di rispondere ai bisogni, alle aspettative e ai desideri delle persone, ma anche di proporre nuovi comportamenti e suggerire nuovi stili di vita*". (Tosi, 2018, p. 57).
Il ruolo del design è universalmente riconosciuto come strumento strategico per l'innovazione centrata sull'utente, come disciplina che offre molteplici metodologie, strumenti e tecniche volte ad aumentare il valore di nuovi prodotti e servizi e in grado di guidare l'innovazione tecnologica per far fronte a molteplici **sfide complesse e sistemiche** (European Commission, 2011; 2013). Inoltre, come emerso da varie ricerche in ambito HRI (Frennert et al., 2013; Smarr et al., 2014; Beer et al., 2012; Mast et al., 2012; Broadbent et al., 2012) i robot dovrebbero essere progettati a partire da uno sforzo di natura **empatica** da parte del progettista che, tuttavia, non sviluppa un design *ad hoc* per il singolo utente ma riesce a sviluppare tecnologie abbastanza flessibili e intelligenti da adattarsi ed auto-apprendere come comportarsi e/o agire in base alla persona con cui interagiscono.

Dal punto di vista dell'Ergonomia/Fattori Umani (E/HF), la ricerca in HRI riguarda soprattutto le paure, il rispetto dei valori umani e l'impatto sociale dei robot (Sheridan, 2016). A tal proposito, Sheridan (2016, pp. 530-531) si pone una serie di domande di ricerca, che identificano alcuni dei temi più dibattuti e discussi dagli studiosi, e che hanno in parte supportato la ricerca dottorale: se un lavoro può essere svolto in modo più efficiente da un robot, quel lavoro dovrebbe essere sempre automatizzato? Come si può fare in modo che i robot funzionino come aiutanti attivi e intelligenti in compiti industriali o nella cura di malati o anziani? I metodi e le intuizioni sui fattori umani possono essere estesi per aiutare a rispondere a tali domande e in che modo possono offrire il proprio contributo? In sintesi, quindi, le principali sfide dell'E/HF in ambito robotico riguardano (1) l'analisi delle attività, che include le aree della dinamica, dell'economia e altri ambiti; (2) l'insegnamento e l'ap-

prendimento dei robot, al fine di evitare conseguenze indesiderate; (3) le valutazioni sui modi in cui sia l'uomo che i robot possono generare e usare modelli reciproci di loro stessi; (4) l'uso di robot nell'istruzione; (5) l'analisi della cultura dell'utente, delle paure e altre considerazioni legate ai valori umani.
Tuttavia, l'adozione della ***ricerca in design*** e, nello specifico, di un approccio Human-Centred Design alla progettazione e di tecnologie robotiche, è poco diffuso soprattutto in relazione allo sviluppo di veri e propri *framework* o processi scientifici e metodologici universalmente riconosciuti come standard del design in ambito HRI. In sintesi, non sono moltissimi gli sforzi che mirano alla formulazione sistematica di metodi, tecniche e principi di progettazione per applicare l'approccio ergonomico e dello Human-Centred Design alla robotica e che guidino i robotici e i designer senza limitare la loro libertà creativa nel produrre soluzioni innovative (come l'approccio "Robot Ergonomics" di Sosa et al., 2014).

Nonostante la matrice comune nella Human-Computer Interaction, gli approcci scientifici e metodologici della Human-Robot Interaction e dello Human-Centred Design risultano notevolmente differenti per metodi, filosofia e per struttura stessa dell'approccio. Sheridan (2016) evidenzia questo *gap* anche dal punto di vista dell'Ergonomia per il Design: "*Mentre l'interazione uomo-automazione, ad esempio, nel pilotaggio di aeromobili, è stata a lungo un problema attivo nei fattori umani, finora, l'HRI è stata relativamente trascurata dalla nostra comunità sebbene sia stata abbracciata da altri che si identificano, ad esempio, con l'area dell'interazione uomo-computer. In ogni caso, le esigenze di ricerca sugli aspetti dell'interazione umana e la partecipazione alla ricerca e alla progettazione dei robot sono enormi. I professionisti dei fattori umani possono ovviamente beneficiare di una migliore comprensione delle dinamiche, del controllo e dell'informatica (intelligenza artificiale) ma dovrebbero almeno trovare il modo di collaborare con gli ingegneri in questi campi nella ricerca, nella progettazione concettuale e nella valutazione.*" (Sheridan, 2016, p.525).
Ciò emerge anche dall'analisi dei finanziamenti europei in relazione ai **settori ERC** (European Research Council)[2] per la ricerca scientifica: **PE7_10** per la **robotica**, nell'ambito della macro-area *Ingegneria dei sistemi e delle comunicazioni: ingegneria elettrica, elettronica, delle comunicazioni, ottica e dei sistemi*; **PE8_11** per il **Design Industriale**, l'ergonomia e l'interfaccia uomo-macchina, nell'ambito della macro-area *Ingegneria dei prodotti e dei processi: design dei prodotti, design e controllo dei processi, metodi di costruzione, ingegneria civile, sistemi energetici, ingegneria dei materiali*. Di conseguenza, la maggior parte delle passate opportunità di finanziamento per la robotica all'interno del *Programma Horizon 2020* (Pilastro *Societal Challenges - Health, demographic change and wellbeing*) pur richiedendo una **ricerca multidisciplinare** per lo sviluppo di soluzioni robotiche per l'invecchiamento demografico e l'assistenza a domicilio, addirittura specificando l'importanza di un focus sull'accettabilità delle stesse, non includono esplicitamente all'interno degli obiettivi specifici l'adozione di una progettazione centrata sull'utente e l'uso del design come strumento strategico per l'innovazione[3]. Tuttavia, un'attenzione crescente all'apporto dell'approccio progettuale centrato sull'utente e della sua importanza per il miglioramento della qualità dell'interazione uomo-robot e l'accettabilità delle tecnologie, è testimoniata

2 Cfr. European Research Council, ERC Panel Structure 2017 (PDF), su erc.europa.eu. Accessed 19/06/2020.
3 Un esempio è rappresentato dalla Call "PHC 19 – 2014: Advancing active and healthy ageing with ICT: Service robotics within assisted living environments".

dalle ultime opportunità di finanziamento di Horizon 2020[4] ed è fortemente auspicato che la stessa tendenza sia rinnovata e incrementata all'interno del prossimo Programma Quadro. Oltre a porre l'accento sulle esigenze dell'utente, l'approccio HCD può supportare una progettazione che tenga conto dei **valori e diritti umani** comuni a tutte le persone e dei **contesti psico-sociali** generali e specifici, per usarle come punti di riferimento durante l'intero processo iterativo di sviluppo e validazione. Su queste basi, lo scopo del design è la progettazione di tecnologie robotiche basate sull'usabilità, interazione efficace e intuitiva, assenza di stigmatizzazione, affidabilità e sicurezza per garantire un'esperienza dell'utente positiva sia dal punto di vista edonico che funzionale. Oltre agli elementi puramente legati all'uso, all'estetica o alla funzionalità, c'è anche una forte componente emozionale nel modo in cui le persone interagiscono con i prodotti (Norman, 2004), soprattutto nel caso di interazione con prodotti con una forte componente sociale e interattiva come gli *assistive and social robots*. La **componente emozionale dell'interazione con i robot** sociali e assistivi, insieme al piacere d'uso, costituisce la ***motivazione intrinseca*** che spinge le persone ad utilizzare sistemi, prodotti o servizi.
Su queste basi è possibile affermare che lo scopo del design è quello di comunicare e rielaborare non solo le informazioni ma anche le storie personali e le esperienze che concorrono a generare la complessa interazione uomo-prodotto: questa, seppur influenzata da fattori estremamente soggettivi e dal vissuto personale di ogni singolo utente, può essere progettata secondo schemi e caratteristiche universalmente condivise. Il ruolo del designer, quindi, assume molteplici significati: dalle capacità di *problem solving*, di ottimizzazione di processi di produzione e miglioramento dei prodotti da ogni punto di vista, a catalizzatore delle svariate competenze multidisciplinari e creatore di scenari futuri e possibili, attraverso la formulazione di domande relative a ciò che le persone vogliono o non vogliono, desiderano o hanno bisogno.

## 1.4 Obiettivo generale e obiettivi specifici della ricerca

Sulla base del problema scientifico di riferimento e delle macro-aree di intervento discusse precedentemente, l'obiettivo generale di questa tesi dottorale riguarda il contributo e le opportunità offerte dall'Ergonomia e dal Design, in quanto strumento strategico e attività olistica che pone l'utente al centro del processo di progettazione, in relazione al fenomeno dell'invecchiamento della popolazione e della diffusione delle nuove tecnologie per il supporto all'*Ageing in* place, all'*Active and Healthy Ageing* e il miglioramento della qualità della vita e della salute psico-fisica degli esseri umani. Per **utenti**, nel caso di tecnologie robotiche assistive, si intendono sia quelli **primari** (ovvero le persone anziane e/o fragili) sia quelli **secondari** (ovvero careviger formali e informali), cioè tutta quella rete di attori che orbita intorno all'assistenza e alla cura degli anziani a casa o in strutture assistenziali e che trarrebbe beneficio dall'implementazione delle tecnologie assistive in termini di ottimizzazione dei servizi di cura e supporto alle attività di assistenza.

L'**obiettivo generale** della ricerca, quindi, è l'analisi del rapporto e dei contributi che il design (nello specifico, i metodi e gli strumenti offerti dall'approccio dello Human-Cen-

4 Ad esempio, la Call "SC1-DTH-04-2020: International cooperation in smart living environments for ageing people" richiede espressamente che vi sia una "Evidence of user-centred design and innovation, effective ways of human computer interaction, and user acceptance".

tred Design, dell'Interaction Design e della User Experience) può offrire alla Human-Robot Interaction, sia dal punto di vista teorico che metodologico e applicativo. L'ambito della HRI rappresenta per i designer un'importante opportunità per **migliorare l'interazione fra persone e nuove tecnologie assistive** e sociali, identificando possibili soluzioni per **supportare l'autonomia e il benessere delle persone** e verificando operativamente il proprio ruolo in questo innovativo panorama progettuale. In tal senso l'obiettivo generale riguarda non solo la progettazione, soprattutto dal punto di vista dell'approccio metodologico, ma anche la ricerca attraverso il design e il ruolo chiave del designer non solo come progettista e professionista in grado di identificare le esigenze delle persone e tradurle in soluzioni tangibili ma anche come responsabile, dal punto di vista etico e sociale, dell'uso e della diffusione di tecnologie progettate come supporto e non come sostituzione del lavoro dell'uomo. Come afferma Currie et al., (2015) vi è la necessità di non sostituire, bensì integrare i sistemi di cura e assistenza esistenti con le nuove tecnologie robotiche e digitali solo laddove si ritenga che un aiuto tecnologico non sostituisca l'assistenza da parte di un essere umano. In relazione all'obiettivo generale della tesi dottorale, le opportunità e le sfide del design per la robotica per il supporto all'autonomia e all'assistenza di persone anziane e fragili riguardano, quindi, sia aspetti tecnici ma soprattutto psicologici, etici e sociali. In quest'ottica lo scopo ultimo della progettazione di tali tecnologie è quello di rendere più efficienti le cure umane, arricchendo l'interazione fra le persone.

In riferimento agli **obiettivi specifici**, questa ricerca vuole essere un contributo al dibattito internazionale sulle potenzialità delle tecnologie assistive, in particolare robotiche, per l'indipendenza e il benessere delle persone e sul tema dell'*accettabilità* dei robot sociali e assistivi, in quanto fattore chiave per l'efficacia e il successo dell'interazione uomo-robot. Inoltre, in relazione al ruolo del design per la robotica, gli obiettivi specifici riguardano sia l'analisi del contributo del design per l'accettabilità ma, soprattutto, lo studio delle intersezioni teoriche, metodologiche e applicativo/sperimentali e delle eventuali distanze e *gap* fra l'approccio HCD e HRI.

A questo scopo sono stati formulati i seguenti obiettivi specifici:
- individuare lo stato dell'arte della ricerca e progettazione di robot interattivi, sociali e assistivi, con particolare attenzione a quelli destinati all'assistenza e all'interazione con persone anziane e/o fragili;
- individuare i principali parametri e metodi di valutazione dell'accettabilità e dell'interazione in ambito Human-Robot Interaction e analizzare lo stato dell'arte relativo alle modalità di applicazione e ai risultati di tali metodi all'interno di ricerche e sperimentazioni scientifiche;
- analizzare il tema dell'*accettabilità* in ambito robotico, identificandone le principali dimensioni in relazione allo stato dell'arte della ricerca ed esplorando i rapporti e le influenze reciproche fra le variabili dell'accettabilità;
- analizzare e sistematizzare le possibili intersezioni metodologiche e applicative fra l'ambito dello HCD e quello della HRI;
- identificare le modalità in cui il designer può utilizzare la conoscenza delle dimensioni dell'*accettabilità*, per tradurle in soluzioni concrete e tangibili;
- mettere a fuoco il ruolo del design per il raggiungimento dell'obiettivo generale e per la progettazione di robot sociali e assistivi accettabili che garantiscano il benessere psico-fisico e la qualità della vita delle persone e contribuiscano al supporto del lavoro dei caregiver;

- verificare i risultati dei precedenti obiettivi specifici attraverso indagini sperimentali: la prima condotta attraverso un'analisi trasversale dei processi metodologici multidisciplinari applicati nell'ambito del progetto di ricerca CloudIA e la seconda attraverso un'indagine su utenti attuali e potenziali di robot assistivi e sociali e su designer e progettisti con e/o senza esperienza di progettazione in ambito robotico;
- progettare uno strumento operativo con una duplice finalità: una progettuale, destinata a strutturare un processo di collaborazione trans-disciplinare, a estrapolare dai risultati delle sperimentazioni scientifiche i *design patterns* (Alexander, 1977; Preece, 2015) applicabili da altri designer in base alle caratteristiche di utenti, attività e contesti d'uso per poi tradurli in soluzioni progettuali tangibili; una teorico-scientifica, il cui fine è di strutturare un collegamento metodologico fra le discipline dello HCD e HRI, fornire ai designer e ricercatori in design strumenti di consultazione agile delle principali metodologie e variabili dell'accettabilità in robotica e delle loro inter-relazioni, consentendo un collegamento immediato fra le teorie scientifiche alla base delle stesse variabili e i requisiti progettuali che possono influenzarle. Sebbene lo sviluppo di tale piattaforma è previsto in relazione all'area della robotica assistiva, la sua progettazione richiede il rispetto dei principi di scalabilità e modularità, affinché il progetto possa essere applicato anche agli altri ambiti di intervento della robotica e del design;
- prototipare lo strumento, a partire da *sketches* di progetto iniziali e *wireframe* fino a *mockup* e allo sviluppo di una versione beta della piattaforma funzionante, secondo un processo iterativo, con valutazioni intermedie e relative implementazioni;
- valutare e testare la piattaforma funzionante con utenti e con esperti.

## 1.5 Domande di ricerca

La ricerca dottorale si è basata ed è stata sviluppata a partire da una serie di **domande di ricerca**, relative sia all'aspetto teorico-metodologico che a quello applicativo-progettuale.
Le domande di ricerca relative all'aspetto **teorico-metodologico** sono:

1. È possibile strutturare un processo di sviluppo e progettazione di robot assistivi e sociali che possa guidare un team multidisciplinare?
2. Qual è il contributo dello HCD in relazione ai metodi e agli strumenti di valutazione dell'accettabilità più diffusi in ambito HRI?
3. Può sussistere una correlazione, applicabile a diversi contesti, fra i metodi e gli strumenti propri dello Human-Centred Design (usati sia per analizzare l'utente sia per valutare la sua interazione con il prodotto dopo l'uso) e gli strumenti di valutazione propri della Human-Robot Interaction (applicati in seguito all'uso, per valutare generalmente l'interazione con il robot)?
4. Per i designer sarebbe utile conoscere gli strumenti di valutazione dell'interazione uomo-robot, dell'accettabilità, dell'esperienza e dell'usabilità della piattaforma robotica durante la fase di ricerca preliminare sull'utente?

Le domande di ricerca relative all'aspetto **applicativo-progettuale** sono:

1. Qual è il ruolo dei designer nella progettazione di robot assistivi?
2. In quali termini l'approccio HCD e dell'Ergonomia per il Design possono determinare e supportare la progettazione dell'*accettabilità* dei robot assistivi?
3. È possibile identificare gli elementi o le variabili (standard o, comunque, univoci in base al brief progettuale) che influenzano l'accettazione e quindi il successo del prodotto, utili per il designer nella fase preliminare della progettazione?

4. Conoscere nel dettaglio i parametri di valutazione del robot e dell'interazione con l'utente finale può supportare la definizione più chiara ed efficace del brief progettuale e aiutare a determinare la direzione o le caratteristiche necessarie del progetto?

## Parole chiave

Approccio euristico
Analisi quantitativa e qualitativa
Processo iterativo
Competenze trasversali
Programmi di ricerca europei

# Capitolo 2
# Approccio scientifico e metodologico


2.1 Approccio metodologico, fasi e ipotesi di ricerca

2.2 Risultati attesi

2.3 Output della ricerca

2.4 Innovatività e rilevanza scientifica

2.5 Destinatari della ricerca

2.6 Spendibilità della ricerca

ABB
ABB

# CAPITOLO 2
# Approccio scientifico e metodologico

## 2.1 Approccio metodologico, fasi e ipotesi di ricerca

Lo sviluppo della ricerca, data la complessità del tema e la molteplicità di ambiti e interazioni coinvolte, si è basato su un approccio euristico, finalizzato a guidare il percorso della ricerca e valutare le strategie di intervento più appropriate.
Le **principali metodologie** utilizzate per questa tesi dottorale sono:

- **ricerca di base e revisioni tematiche** della letteratura scientifica di riferimento, in relazione alle aree che concorrono alla definizione del problema scientifico: invecchiamento globale della popolazione e *Ageing in place*, tecnologie e robotica assistiva, metodi e strumenti in ambito Human-Robot Interaction con un focus sulle dimensioni dell'accettabilità e sulle questioni etiche;
- **analisi qualitativa** per l'indagine e la valutazione delle sperimentazioni scientifiche in ambito robotico e del caso studio relativo al progetto di ricerca applicata e sperimentale;
- **analisi quantitativa** (questionario) per l'analisi e la valutazione delle ipotesi di ricerca in relazione alle necessità dei progettisti (relative ai metodi e ai processi da applicare in relazione all'ambito della HRI) e degli utenti finali delle tecnologie robotiche sociali e assistive;
- **analisi quantitativa** (questionario) **e qualitativa** (osservazione diretta, thinking aloud, intervista semi-strutturata) per la valutazione con utenti della proposta progettuale (ovvero della piattaforma "Robotics & Design: the tool to design Human-Centred Assistive Robotics").

Il programma di ricerca si è basato, quindi, sulle seguenti fasi (Figura 1):
**Fase 1. Deduttiva**: ha previsto la definizione del problema scientifico, la ricerca scientifica nell'ambito del background di riferimento e la raccolta di informazioni volte ad approfondire e rafforzare le conoscenze trasversali utili ad identificare i concetti chiave del tema affrontato. L'analisi del background scientifico di riferimento ha consentito, poi, la formulazione delle domande e degli obiettivi di ricerca e la successiva formulazione delle ipotesi di ricerca, derivate dall'indagine teorica e valutate/validate attraverso la fase di ricerca sperimentale e progettuale.
**Fase 2. Strategica e analitica**: ha previsto la definizione delle strategie di ricerca e l'analisi dei casi studio in funzione delle ipotesi. Tale fase ha riguardato l'individuazione di possibili ambiti di intervento e delle opportunità per il design in ambito robotico, confermando il ruolo chiave di una progettazione centrata sull'utente per la qualità della Human-Robot In-

Figura 1 - Le fasi della ricerca dottorale.

teraction. Seguendo la duplicità dell'obiettivo generale (teorico e applicativo), questa fase ha previsto: la valutazione delle ipotesi relative al tema dell'accettabilità in HRI e del contributo dell'approccio HCD dal punto di vista progettuale; la valutazione delle ipotesi relative all'analisi dei metodi di ricerca e validazione in ambito HRI e HCD e alla necessità di un processo di collaborazione trans-disciplinare strutturato e applicabile in diversi contesti.
**Fase 3. Induttiva**: a partire dall'analisi delle relazioni fra ipotesi e casi studio, questa fase ha previsto l'elaborazione e l'interpretazione dei risultati, sotto forma di *lesson learned* dall'esperienza di ricerca applicata, di necessità dei destinatari della ricerca (sia professionisti e ricercatori nei diversi ambiti disciplinari coinvolti che utenti primari e secondari di tecnologie robotiche) e interpretazione progettuale dei risultati.
**Fase 4. Propositiva e operativa**: questa fase, pur mantenendo la duplicità teorico-progettuale della ricerca, ha previsto la traduzione dei risultati delle fasi precedenti in una proposta progettuale, la definizione dei requisiti e lo sviluppo dell'output della ricerca.
**Fase 5. Valutativa**: questa fase ha previsto la valutazione e la validazione dell'output progettuale, attraverso test con utenti che hanno consentito l'implementazione e lo sviluppo iterativo del progetto stesso.

La ricerca dottorale, così come argomentato all'interno del capitolo 1, riguarda l'analisi del rapporto fra design e robotica e i contributi che il design (nello specifico, i metodi e gli strumenti offerti dall'approccio dello Human-Centred Design, dall'Interaction Design e dalla User Experience) può offrire alla Human-Robot Interaction, sia dal punto di vista teorico che metodologico e applicativo. L'individuazione del problema scientifico di riferimento e, nello specifico, del complesso problema dell'accettabilità delle tecnologie robotiche da parte degli utenti finali, ha consentito di formulare le seguenti ipotesi di ricerca:

## Ipotesi di ricerca

**Ipotesi 1**
L'applicazione dell'approccio scientifico e metodologico dell'Ergonomia per il Design e dello Human-Centred Design nell'ambito della robotica assistiva e sociale può essere particolarmente determinante per la progettazione dell'accettabilità delle suddette tecnologie e di prodotti in grado di soddisfare le esigenze degli utenti finali e di rispondere alle principali questioni etiche in ambito robotico.

**Ipotesi 2**
Nonostante l'uso standardizzato di metodi presi in prestito da altre discipline (ad esempio, l'analisi etnografica), i designer posseggono una conoscenza nulla o molto bassa di metodi di indagine e valutazione propri della Human-Robot Interaction.

**Ipotesi 3**
La progettazione dell'accettazione di un robot avviene in base a fattori diversi per ingegneri e designer. Sarebbe utile, per i designer, conoscere le variabili dell'accettazione e le loro inter-relazioni dal punto di vista dell'HRI, così da poter implementare il bagaglio di informazioni preliminari utili alla traduzione dell'accettabilità in un progetto tangibile.

**Ipotesi 4**
Oltre alla conoscenza delle variabili più influenti per l'accettazione di un robot sociale e assistivo per anziani, per i designer sarebbe strategico conoscere un approccio o un metodo per mettere in relazione il loro utente di riferimento con le caratteristiche principali dei robot assistivi sperimentati in letteratura. Ciò potrebbe fornire ai designer un metodo scientifico di traduzione delle variabili dell'accettazione in concetti come qualità morfologiche, comportamentali o di interazione, utili ai fini progettuali.

Le ipotesi di ricerca sono state **valutate e validate** come segue:

- **analisi dei principali metodi di valutazione HRI** e dei loro costrutti fondamentali e produzione di schede di sintesi dell'architettura di ogni metodo da cui sono state estrapolate le variabili che influenzano l'accettabilità e la cui conoscenza, quindi, potrebbe essere utile in fase di ricerca sull'utente e di progettazione;
- **analisi dei rapporti che sussistono fra le variabili dell'accettabilità** selezionate, di cui è stato trovato riscontro attraverso un'approfondita analisi relativa all'applicazione di tali variabili in progetti di ricerca e sperimentazioni con utenti. Produzione della *Table of Variables*;
- **identificazione dei fattori costituenti i metodi di valutazione della HRI** (applicati sul prodotto finito) che potrebbero essere **analizzati dal designer già durante la fase preliminare di ricerca sull'utente**, per una progettazione centrata sulle persone e sull'accettabilità dei robot assistivi. Tali elementi sono stati evidenziati all'interno della struttura dell'architettura di ogni singolo metodo HRI;
- **identificazione di** quegli atteggiamenti, convinzioni interiori, opinioni, **necessità e bisogni professionali dei designer** che si trovano ad affrontare la complessa progettazione di un robot assistivo e sociale per anziani. Ciò ha previsto l'analisi del processo metodologico e sperimentale applicato nell'ambito del caso studio CloudIA e la somministrazione di questionari a designer e progettisti a livello internazionale;
- **selezione dei robot più *accettabili*** in relazione allo stato dell'arte, secondo le sperimentazioni riportate in letteratura scientifica e produzione di un **profilo di sintesi per ogni singolo robot** (*Robotic Personas*). Analisi delle relazioni fra le variabili dell'accettazione e le caratteristiche di ogni robot in base agli utenti di riferimento, alle attività e al contesto dell'interazione per la produzione di schede che identificano le **variabili più influenti per ogni robot** (*Robotic Variables Tabs*).
- **somministrazione online di un questionario *ad hoc***, finalizzato all'indagine delle preferenze, aspettative, obiettivi e attitudini nei confronti dei robot da parte di utenti anziani (over 60) per la produzione di *User Personas*. Confronto fra i risultati dell'indagine con le caratteristiche determinanti per l'accettazione dei robot assistivi sperimentate in letteratura per la produzione delle *User Variables Tabs*.

Tali ipotesi sono state, quindi, valutate e ridiscusse sulla base dei risultati delle indagini e ricerche sperimentali.
Per un'analisi più approfondita delle ipotesi di ricerca si rimanda al capitolo 14, paragrafo *14.2 Le ipotesi della ricerca dottorale: validazione e risultati attesi*.

La validazione delle ipotesi di ricerca ha supportato la definizione dell'output progettuale, ovvero di uno strumento operativo che rispondesse alle necessità di identificare le possibili inter-connessioni metodologiche fra le discipline HRI e HCD e il contributo dello HCD in relazione ai metodi di valutazione dell'accettabilità più diffusi in ambito HRI, identificare una metodologia condivisa di collaborazione trans-disciplinare, ottimizzare e supportare il compito dei designer nella traduzione delle variabili dell'accettabilità in soluzioni progettuali tangibili, ottimizzare e implementare l'applicazione dell'approccio HCD alla progettazione in ambito robotico, strutturare un metodo interattivo e costantemente *in divenire*, che può essere arricchito dalle esperienze progettuali e sperimentali degli utilizzatori.

## 2.2 Risultati attesi

La ricerca dottorale si prefigge di raggiungere i seguenti risultati:

- definizione di un quadro di riferimento scientifico per la delimitazione del problema dell'invecchiamento globale e delle strategie per l'*Ageing in place* e l'*Active and Healthy Ageing*;
- definizione di un quadro di riferimento dello stato dell'arte delle tecnologie robotiche, sociali e assistive, per il supporto all'autonomia e al benessere psico-fisico di persone anziane e fragili;
- identificazione delle principali questioni etiche in ambito robotico e dei possibili scenari di interazione futuri;
- identificazione dei limiti e delle potenzialità offerte dal design (in particolare dall'Ergonomia per il Design, dall'approccio dello Human-Centred Design, dell'Interaction Design e della User Experience) e delle principali sfide per i designer in ambito robotico;
- definizione di una mappatura degli strumenti metodologici e progettuali sia in ambito Human-Robot Interaction che Human-Centred Design;
- definizione di un quadro di riferimento scientifico per la delimitazione del tema dell'accettabilità della tecnologia in ambito robotico, con l'identificazione delle principali variabili che la determinano;
- definizione di una mappatura delle principali sperimentazioni scientifiche con utenti in ambito robotico e dei processi metodologici applicati;
- analisi del processo metodologico in relazione alle ipotesi di ricerca del caso studio CloudIA;
- report e valutazione dei risultati delle indagini sperimentali;
- identificazione dei punti di contatto fra le discipline dello HCD e HRI e dei possibili sviluppi applicativi, metodologici e progettuali;
- supporto alla progettazione trans-disciplinare e alla progettazione centrata sull'utente in ambito robotico, attraverso la definizione di uno strumento operativo che soddisfi le necessità identificate in relazione alle ipotesi di ricerca;
- sviluppo di un metodo/strumento interattivo e costantemente *in divenire* che, sulla base del contesto particolare per cui si progetta, possa fornire indicazioni, suggerimenti e direzioni specifiche e che può essere arricchito dalle esperienze progettuali e sperimentali degli utilizzatori. La piattaforma, sviluppata in relazione all'ambito della robotica assistiva, è progettata come uno strumento scalabile e modulare, applicabile alle innumerevoli aree di applicazione della robotica;
- report di valutazione dello strumento, ovvero dell'output progettuale sviluppato.
- individuazione di aree di implementazione degli output della ricerca e potenzialità di finanziamento in progetti nazionali e/o internazionali.

## 2.3 Output della ricerca

In relazione all'obiettivo generale di questa ricerca dottorale e, in particolare, all'analisi del rapporto e dei contributi che il design può offrire alla Human-Robot Interaction, sia dal punto di vista teorico che metodologico e applicativo, l'output della tesi dottorale consiste nello sviluppo di uno strumento operativo con l'obiettivo di (1) trovare una corrispondenza scientifica fra gli utenti di riferimento e le caratteristiche dei robot assistivi e sociali sperimentati in letteratura; (2) a partire da tale corrispondenza estrapolare i requisiti fondamentali per il brief progettuale di una nuova piattaforma robotica; (3) conoscere e comprendere le rela-

zioni fra le variabili dell'accettabilità più importanti secondo le sperimentazioni scientifiche in HRI; (4) conoscere le dimensioni dell'accettabilità e la loro valutazione attraverso metodologie proprie della HRI; (5) identificare i requisiti progettuali che possono influenzare uno o più variabili; (6) applicare una metodologia condivisa a livello scientifico per tradurre le variabili dell'accettabilità in soluzioni progettuali; (7) applicare una metodologia condivisa a livello scientifico per strutturare un processo di collaborazione trans-disciplinare che integri efficacemente l'esperienza e i metodi progettuali propri di ogni ambito disciplinare. Da un punto di vista esecutivo, inoltre, gli obiettivi della ricerca prevedono la progettazione dell'architettura di uno strumento (8) basato su un *database interattivo* che, in base agli utenti, contesto e attività di riferimento possa fornire indicazioni progettuali o metodologiche specifiche; (9) progettazione e sviluppo di una piattaforma implementabile a partire da suddetto database, strutturato secondo l'approccio dell'*open source*, che ne consente l'ampliamento e il costante aggiornamento grazie a contributi di ricercatori e professionisti in tutto il mondo che possono inserire i dati relativi alle proprie ricerca e consultare quelli altrui, migliorando in maniera incrementale l'efficacia del metodo.
L'output progettuale consiste nello sviluppo dello strumento denominato "Robotics & Design: the tool to design Human-Centred Assistive Robotics" online e consultabile al seguente link: www.roboticsdesign.org.

Lo strumento, sotto forma di piattaforma online, è descritto approfonditamente all'interno del capitolo dedicato (capitolo 17). In sintesi, la piattaforma possiede una doppia finalità:

- **scopo progettuale:** la piattaforma ha l'obiettivo di supportare lo sviluppo di un processo di collaborazione trans-disciplinare, a estrapolare dai risultati delle sperimentazioni scientifiche i *design patterns* (Alexander, 1977; Preece, 2015) applicabili da altri designer in base alle caratteristiche di utenti, attività e contesti d'uso per poi tradurli in soluzioni progettuali tangibili;
- **scopo teorico-scientifico:** cui fine è di strutturare un collegamento metodologico fra le discipline dello HCD e HRI, fornire ai designer e ricercatori in design strumenti di consultazione agile delle principali metodologie e variabili dell'accettabilità in robotica e delle loro inter-relazioni, consentendo un collegamento immediato fra le teorie scientifiche alla base delle stesse variabili e i requisiti progettuali che possono influenzarle.

## 2.4 Innovatività e rilevanza scientifica

La ricerca riguarda vari ambiti di intervento per il design, dalla ricerca, alla progettazione e produzione di: dispositivi indossabili, tecnologie digitali e robotiche per l'assistenza, il supporto alla socializzazione, l'intrattenimento, la gestione delle cure, il monitoraggio dell'assunzione di farmaci o dello stato di salute delle persone, l'ottimizzazione dei servizi di assistenza da parte dei caregiver e la riduzione dell'errore umano nell'ambito di strutture sanitarie e assistenziali. Oltre al prodotto, la ricerca riguarda anche la progettazione e produzione di servizi e interfacce a supporto dell'*Ageing in place*, dell'invecchiamento sano e attivo e, dove non possibile, di supporto al monitoraggio della salute e della sicurezza sia a casa che in strutture assistenziali ma anche di valutazione e miglioramento della qualità della vita e del benessere delle persone.
Per avere un'idea della portata rivoluzionaria dell'adozione di tali tecnologie, si riportano i dati relativi al solo mercato della robotica domestica il cui numero, secondo l'IFR (Interna-

tional Federation of Robotics, 2019)[1], è aumentato di 31 milioni fra il 2016 e il 2019. Il valore di mercato dei robot per lo svolgimento di attività domestiche faticose e/o rischiose per gli anziani (falciatura del prato, pulizia della piscina, pulizie dei pavimenti, etc.) è cresciuto di 13 miliardi in questo lasso di tempo. Inoltre il mercato della robotica assistiva dovrebbe aumentare da 4,1 miliardi di dollari nel 2019 a 11,2 miliardi di dollari nel 2024 con un CAGR (Compound Annual Growth Rate - Tasso composto di crescita annuale) del 22,3% (Markets and Markets, 2019). L'ecosistema relativo alla robotica, inoltre, riguarda svariate attività professionali collaterali, come organismi di ricerca e sviluppo, produttori e fornitori di componenti (come sensori, attuatori, fonti di alimentazione, etc.), sviluppo software, sviluppo e test di prototipi, assemblaggio, distribuzione, strategie di marketing, installazione e servizi post vendita.
Il successo di tali tecnologie e i benefici che le persone possono trarne dipendono dalla progettazione in termini non solo formali e morfologici ma anche di interazione, esperienza dell'utente, comportamento e intelligenza percepita del robot, sicurezza e affidabilità, etc. La complessità dell'interazione uomo-robot rende necessaria una collaborazione multidisciplinare che include ingegneri, designer, associazioni e cooperative di servizi socio-sanitari, caregiver, economisti, giuristi sociologi, psicologi, terapisti e persino utenti finali come anziani, disabili e famiglie: l'efficacia del progetto dipende molto dall'analisi dei bisogni degli utilizzatori delle soluzioni tecnologiche (stakeholder che usufruiscono e forniscono i servizi, anziani, familiari, caregiver formali) ma molto spesso l'approccio HCD non è inserito all'interno dei processi di sviluppo di tali tecnologie. L'innovatività della ricerca, quindi, consiste non solo nell'identificazione delle opportunità per il sistema produttivo europeo e italiano in tale ambito, proponendo un possibile contributo basato sul *know how* nazionale e scalabile a più contesti e situazioni internazionali, ma consiste anche nella rilevanza scientifica che uno strumento a supporto della collaborazione trans-disciplinare (soprattutto fra designer e robotici) può avere in termini di ottimizzazione dei processi e metodi della ricerca ma anche dello sviluppo di tali tecnologie. Infine, un'implementazione della robotica assistiva, possibile attraverso gli obiettivi e i risultati di tale ricerca, può contribuire all'immissione sul mercato di modelli innovativi di erogazione di assistenza o al miglioramento dei servizi attuali di cura e assistenza e alla riduzione del margine di errore umano in relazione alla somministrazione di farmaci e/o di cure mediche. Il miglioramento delle cure (sia domestiche che in strutture) implica un miglioramento della qualità della vita dell'utente (valore riferito all'accettabilità e all'usabilità della tecnologia).

## 2.5 Destinatari della ricerca

La ricerca investe vari settori trasversali, dalla robotica, alle tecnologie indossabili e/o digitali per l'assistenza, all'intrattenimento e alla socializzazione, ai sistemi di prevenzione e monitoraggio della salute o di erogazione di servizi di assistenza, fino a servizi relativi al mantenimento di una buona qualità della vita, dello stato di salute o per il settore della sanità, della comunicazione e della ricerca e sviluppo. I servizi sono intesi sia come reti di networking, con lo scopo di supportare le persone nelle attività quotidiane e nella socia-

1 Si riporta la citazione in lingua originale: "*The worldwide number of domestic household robots will rise to 31 million between 2016 and 2019. The sales value of robots cleaning floors, mowing lawns, and cleaning swimming pools will grow to about 13 billion US dollars in this period*". Fonte: https://ifr.org/ifr-press-releases/news/31-million-robots-helping-in-households-worldwide-by-2019 Accessed 23/06/2020.

lizzazione, o per la prevenzione, la salute e la gestione di servizi di assistenza ma anche come reti di ricercatori o professionisti, consulenti e progettisti, sotto forma di piattaforme di condivisione e scambio di informazioni e visioni professionali.

La grande molteplicità di settori coinvolti fa sì che vi sia un numero ingente di destinatari di questa ricerca dottorale. Essenzialmente i destinatari sono suddivisibili in tre macro-gruppi:

- **aziende produttrici di tecnologie digitali**, indossabili e robotiche per l'assistenza e la cura, aziende operanti nel campo del **design** e della **consulenza**, aziende operanti nel campo della produzione di **dispositivi medici**, soprattutto nel caso di sviluppi futuri della ricerca in riferimento al tema della robotica in ambito sanitario, come quella per la telepresenza;
- **enti pubblici e/o privati** che erogano servizi di **assistenza e cura**, **associazioni di caregiver** formali e/o informali e **utenti primari** di tali tecnologie, che potrebbero sperimentare in prima persona i benefici dell'ottimizzazione di tecnologie a supporto della loro qualità della vita, autonomia e benessere e per il miglioramento dei servizi di cura. In tal senso, la **pubblica amministrazione** e il **settore sanitario** possono essere coinvolti in termini di gestione e monitoraggio dei dati relativi alle preferenze, agli stili di vita e alle necessità dei cittadini anziani e dei professionisti della cura;
- **centri di ricerca** sia in ambito **robotico-ingegneristico** ma soprattutto in **design** (e in tutte le discipline implicate nella ricerca in robotica come la psicologia, la sociologia, etc.), professionisti che operano in tali settori e che possono sia beneficiare di uno strumento operativo per la gestione dei processi di collaborazione multidisciplinare e l'applicazione di metodologie condivise in ambito progettuale e robotico, sia contribuire alla crescita della piattaforma di interconnessione professionale proposta, per la condivisione dei risultati di ricerca, sperimentazioni, strumenti e metodi.

## 2.6 Spendibilità della ricerca

In relazione alla spendibilità della ricerca dottorale si prevede la disseminazione degli output di ricerca attraverso la redazione di articoli e contributi scientifici negli ambiti di riferimento, la partecipazione a convegni, workshop e simposi internazionali e nazionali. Inoltre, si prevede di utilizzare i risultati raggiunti per la partecipazione a programmi di ricerca regionali, nazionali ed europei. A tal proposito, riferimenti essenziali sono il prossimo *Programma Quadro Horizon 2021-2027* (Figura 2), con riferimento specifico al *Pillar II* e al *Pillar III*, e l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile promossa dall'ONU. Inoltre, la diffusione dei risultati raggiunti sarà di interesse per le aziende produttrici di tecnologie assistive e robotiche, per agenzie e studi di consulenza nell'ambito del design (in riferimento ai metodi e approcci dello Human-Centred Design, dell'Interaction Design e della User Experience), per professionisti nei settori di riferimento, per organismi ed enti di ricerca pubblici e privati operanti in ambito robotico e con team multidisciplinari, basati su competenze trasversali che includono la robotica, l'ingegneria, il design, la sociologia, la psicologia, etc. Infine, la diffusione dei risultati sarà di interesse per enti pubblici come il Ministero della Salute e le organizzazioni pubbliche e private che forniscono servizi di cura e assistenza in strutture sanitarie e/o a domicilio.

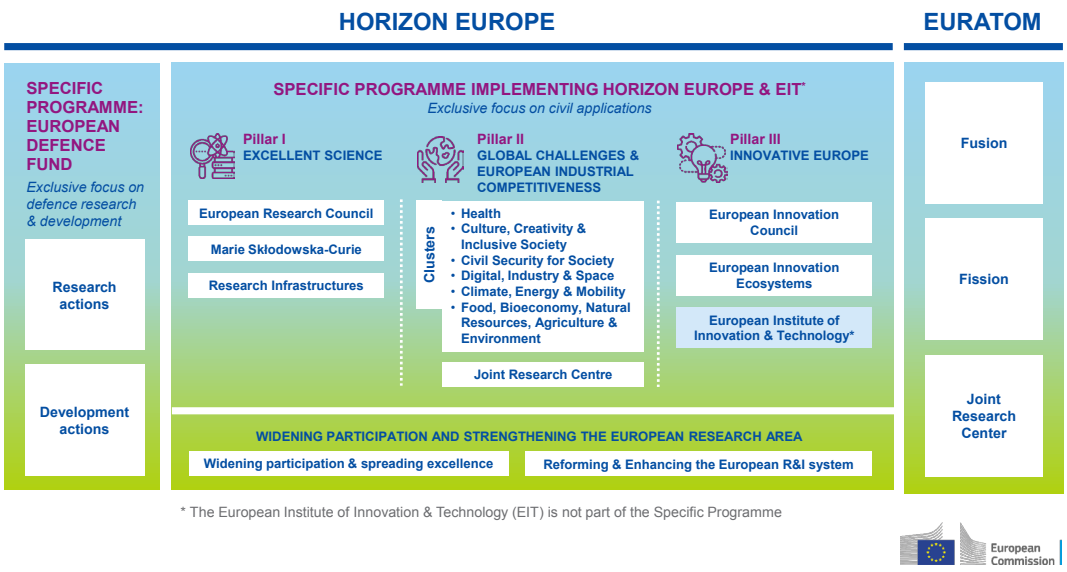



Figura 2 - La struttura di Horizon Europe (Programma dell'Unione Europea per la ricerca e l'innovazione 2021-27). Fonte: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/funding/presentations/ec_rtd_he-investing-to-shape-our-future.pdf

# SEZIONE 2. LA RICERCA SCIENTIFICA

## RESEARCH QUESTIONS - SEZIONE 2

**RQ.1**
**In che modo le tecnologie assistive (nello specifico, robot e dispositivi indossabili) possono essere un valido supporto per l'ageing in place e nel percorso di cura a domicilio e in RSA/RSD? Quali requisiti devono avere per soddisfare le esigenze e necessità degli utenti di riferimento negli specifici contesti d'uso?**

**Attività RQ.1**
Per rispondere alla RQ.1 è stata condotta un'approfondita ricerca volta ad inquadrare il problema scientifico di riferimento, ovvero l'invecchiamento globale della popolazione, le relative strategie mondiali ed europee, la sfida dell'Ageing in place e il ruolo delle tecnologie e della robotica assistiva. Il mondo accademico e della ricerca nell'ambito della robotica assistiva e sociale include studi che coprono una varietà di contesti d'uso, attività di supporto, tipologie di robot e di interazione per svariate fasce di utenti. Tuttavia, ciò che emerge dalla letteratura è la necessità di non sostituire, bensì di integrare i sistemi di cura e assistenza esistenti con le nuove tecnologie robotiche e digitali solo laddove si ritenga che un aiuto tecnologico non sostituisca l'assistenza da parte di un essere umano (Currie et al., 2015). Le opportunità e le sfide della tecnologia e della robotica per il supporto all'autonomia e all'assistenza di persone anziane e fragili riguardano, quindi, sia aspetti tecnici ma soprattutto psicologici, etici e sociali. In quest'ottica lo scopo ultimo di tali tecnologie è quello di rendere più efficienti le cure umane, arricchendo l'interazione fra le persone.
A partire da tali considerazioni, la ricerca si è focalizzata sugli utenti primari (gli anziani e persone fragili) e secondari (caregiver, familiari, operatori sanitari) delle tecnologie assistive, sul tema delle Gerontechnologies e sull'analisi dei principi teorici e dei casi studio più rappresentativi nel campo dei Socially Interactive Robotics (SIR) e dei Socially Assistive Robotics (SAR).

**RQ.2**
**Qual è il contributo del design in relazione alle questioni etiche nel campo della robotica sociale e assistiva?**

**Attività RQ.2**
Per rispondere alla RQ.2 è stato analizzato il tema dell'etica in ambito robotico e della roboetica in relazione ai robot sociali e assistivi. Tale ricerca ha consentito di individuare le principali questioni etiche dibattute dai ricercatori nel mondo, mettendole in relazione con i potenziali benefici dell'uso di robot per l'assistenza e la sicurezza degli anziani. Le questioni sono: (1) potenziale riduzione della quantità di contatto umano; (2) aumento dei sentimenti di oggettivazione e perdita di controllo; (3) perdita di privacy; (4) perdita di libertà personale; (5) inganno e infantilizzazione; (6) circostanze in cui gli anziani dovrebbero essere autorizzati a controllare i robot. Infine, la ricerca si focalizza sulle potenzialità e gli scenari futuri della robotica al fine di mostrare possibili e complessi scenari di interazione uomo-robot, affrontandone anche gli aspetti tecnico-scientifici e sociali, che saranno determinanti per le questioni etiche e che possono offrire innumerevoli spunti di riflessione ai ricercatori e ai designer. A partire da queste considerazioni, è stato possibile individuare le principali sfide del design in ambito robotico ma, soprattutto, comprendere quale possa essere il contributo dello HCD nella prevenzione o nell'offrire soluzioni alle svariate questioni etiche.

**RQ.3**
**In quali termini l'approccio HCD e dell'Ergonomia per il Design possono contribuire alla progettazione dell'accettabilità in ambito robotico?**

**Attività RQ.3**
Per rispondere alla RQ.3 è stata condotta una ricerca sui metodi e sugli strumenti in ambito Human-Robot Interaction con un focus sulle dimensioni dell'accettabilità e sulle questioni etiche. In relazione al ruolo del design per la robotica e del contributo del design per l'accettabilità in tale ambito, gli obiettivi principali della ricerca sono: individuare i principali parametri e metodi di valutazione dell'accettabilità e dell'interazione in ambito Human-Robot Interaction e analizzare lo stato dell'arte relativo alle modalità di applicazione e ai risultati di tali metodi all'interno di ricerche e sperimentazioni scientifiche; analizzare il tema dell'accettabilità in ambito robotico, identificandone le principali dimensioni in relazione allo stato dell'arte della ricerca ed esplorando i rapporti e le influenze reciproche fra le variabili dell'accettabilità; analizzare e sistematizzare i possibili punti di contatto fra l'ambito dello HCD e quello della HRI; identificare le modalità in cui il designer può utilizzare la conoscenza delle dimensioni dell'accettabilità, per tradurle in soluzioni concrete e tangibili.

**RQ.4**
**Quali sono i fondamenti teorici e operativi per la HRI, come sono applicati nell'ambito delle sperimentazioni scientifiche e in che termini il design può offrire il proprio contributo?**

**Attività RQ.4**
Per rispondere alla RQ.4 è stata condotta un'analisi dei metodi e strumenti in ambito Human-Robot Interaction e dei loro protocolli di applicazione in una serie di casi studio selezionati. Ciò ha permesso di indagare i fondamenti teorici della HRI, le principali sfide e approcci esistenti e gli strumenti e strategie di valutazione più utilizzate. La Human-Robot Interaction (HRI) è un campo in continua evoluzione che richiede molteplici sperimentazioni e l'applicazione di metodi di valutazione appropriati (Bartneck et al., 2008). Inoltre, con il crescente numero di robot che trovano applicazione nei più svariati settori (metalmeccanico, assistenziale, medicale, etc.) si rende sempre più necessaria la definizione di metodi appropriati per la valutazione della HRI. Attualmente, molti dei metodi utilizzati, sono presi in prestito da altri ambiti, quali la Human-Computer Interaction, la psicologia e le scienze sociali (Kidd & Breazeal, 2005) ma, nonostante la HRI abbia elementi in comune con l'area dell'interazione uomo-computer e uomo-uomo, l'ampia diffusione delle piattaforme robotiche rende necessaria una specializzazione dei metodi di valutazione per la progettazione della loro interazione con gli esseri umani.
È emerso, quindi, che nell'ambito della Human-Robot Interaction vi sono dei problemi e delle questioni ricorrenti, che offrono molteplici sfide progettuali ai team multidisciplinari, che includono designer, ingegneri, sviluppatori, psicologi, sociologi, etc.

**Parole chiave**

Healthy & Active Ageing
Horizon Europe 2021-27
Older people
Ageing in place
Quality of Life Technologies

# Capitolo 3
# L'invecchiamento globale della popolazione

**3.1 Strategie europee per il supporto all'invecchiamento in salute e in autonomia**

3.1.1 Decade of Healthy Ageing 2020-2030

3.1.2 Benessere e autonomia: dall'*Active Ageing* all'*Healthy (Active) Ageing*

3.1.3 *Horizon 2020* e il prossimo programma quadro per la ricerca in *Europa Horizon 2021-2027*

**3.2 *Older adults*: la complessa definizione e le esigenze in continua evoluzione**

3.2.1 La rete di attori coinvolti nell'assistenza: utenti primari e secondari

**3.3 Contesti abitativi: residenze sanitarie, strutture assistenziali e domicilio**

3.3.1 *Ageing in place*: benefici, sfide e opportunità globali

3.3.2 Assistenza istituzionale: problemi, necessità e aree di implementazione

**3.4 Tecnologie per la qualità della vita**

3.4.1 Robotica per l'invecchiamento sano e attivo

# CAPITOLO 3
# L'invecchiamento globale della popolazione

L'invecchiamento demografico è definito dalle Nazioni Unite come "*il processo in base al quale gli individui più anziani diventano una percentuale proporzionalmente maggiore della popolazione totale*" (UNFPA & HelpAge International, 2012, p. 12). L'invecchiamento della popolazione, congiuntamente ai bassi livelli di natalità e al progressivo allungamento dell'aspettativa di vita media, costituisce uno dei fattori più critici dei prossimi decenni, sia a livello europeo che mondiale (Eurostat, 2019)[1]. La tendenza all'**invecchiamento globale**, ha e avrà nei prossimi anni un **impatto sociale ed economico** notevole e richiede uno sforzo congiunto da parte di tutti i governi, agenzie internazionali, professionisti, università, media e privati per migliorare la vita degli anziani, delle loro famiglie e delle comunità in cui vivono.

Il Dipartimento per gli affari economici e sociali del Segretariato delle Nazioni Unite, con decorrenza biennale, rende pubblico il report relativo all'invecchiamento globale della popolazione, analizzando una vasta gamma di dati e informazioni economiche, sociali e ambientali da cui gli Stati membri delle Nazioni Unite attingono per identificare i problemi comuni e fare il punto delle azioni politiche da intraprendere (United Nations)[2]. Il documento "World Population Ageing 2017 - Highlights" (United Nations, 2017) analizza le undici principali tendenze dell'invecchiamento della popolazione e delle condizioni di vita delle persone anziane (Tabella 1), sottolineando come queste ultime rappresentino una quota crescente della popolazione in ogni paese, anche in quelli identificati come *meno sviluppati* (Less Developed Countries) o *in via di sviluppo* (LDCs - Least Developed Countries).

1 Cfr. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php title=Population_structure_and_ageing&oldid=445196 Accessed 21/09/2020.
2 Cfr. https://www.un.org/development/desa/en/ Accessed 21/09/2020.

**Tabella 1 - Principali tendenze dell'invecchiamento della popolazione e delle condizioni di vita delle persone anziane.**

| | |
|---|---|
| 1 | **La popolazione globale di 60 anni o più ha raggiunto i 962 milioni nel 2017, più del doppio rispetto al 1980** quando c'erano 382 milioni di persone anziane in tutto il mondo. Si prevede che il numero di persone anziane raddoppierà nuovamente entro il 2050, quando si prevede che raggiungerà quasi 2,1 miliardi. |
| 2 | **Nel 2030, le persone anziane dovrebbero superare i bambini di età inferiore ai 10 anni (1,41 miliardi contro 1,35 miliardi);** nel 2050, le proiezioni indicano che ci saranno più persone anziane di età pari o superiore a 60 anni rispetto agli adolescenti e ai giovani di età compresa tra 10 e 24 anni (2,1 miliardi contro 2,0 miliardi). |
| 3 | A livello globale, **il numero di persone di età pari o superiore a 80 anni dovrebbe aumentare di oltre tre volte tra il 2017 e il 2050**, passando da 137 a 425 milioni. |
| 4 | **Due terzi delle persone anziane del mondo vivono nelle regioni in via di sviluppo**, dove il loro numero sta crescendo più rapidamente rispetto alle regioni sviluppate. Nel 2050, si prevede che circa 8 su 10 degli anziani del mondo vivranno nelle regioni in via di sviluppo. |
| 5 | L'inevitabile **aumento della percentuale di persone anziane** che deriva dal declino della fertilità e dal miglioramento della sopravvivenza che caratterizzano la transizione demografica - sta avvenendo **in tutto il mondo**. Ognuno dei 201 paesi o aree con almeno 90.000 abitanti nel 2017 prevede un aumento della percentuale di persone di età pari o superiore a 60 anni tra il 2017 e il 2050. |
| 6 | Sebbene il processo di invecchiamento della popolazione sia più avanzato in Europa e nel Nord America, dove più di una persona su cinque aveva 60 anni o più nel 2017, anche le popolazioni di altre regioni stanno invecchiando. Nel 2050, le persone anziane dovrebbero rappresentare il 35% della popolazione in Europa, il 28% nel Nord America, il 25% in America Latina e nei Caraibi, 24% in Asia, 23% in Oceania e 9% in Africa. |
| 7 | **Vita indipendente.** In 143 paesi o aree con dati disponibili, la percentuale di persone di età pari o superiore a 60 anni che vivono "in modo indipendente", da soli o solo con un coniuge, varia ampiamente, passando da un minimo del 2,3 per cento in Afghanistan a un massimo del 93,4 per cento In Olanda. |
| 8 | In Asia, in Africa, in America Latina e nei Caraibi, oltre la metà delle persone di età pari o superiore a 60 anni ha vissuto con un bambino intorno al 2010; al contrario, in Europa e nel Nord America solo circa il 20% delle persone anziane risiedeva con i propri figli. |
| 9 | **Le donne tendono a vivere più a lungo degli uomini.** In generale, le donne anziane hanno maggiori probabilità rispetto agli uomini più anziani di vivere da sole. Sia in Africa che in Europa, le donne anziane hanno più del doppio delle probabilità delle loro controparti maschili di vivere da sole. |
| 10 | I dati relativi a 67 paesi indicano che le persone anziane sono diventate più propense a vivere in maniera indipendente negli ultimi decenni (circa il 37% circa nel 2010 rispetto al 24% circa del 1990), mentre la co-residenza con i bambini è diventata meno comune (53 per cento circa nel 2010 rispetto al 65 per cento circa nel 1990). |
| 11 | Poiché l'età media della popolazione continua a crescere, i governi dovrebbero attuare politiche per rispondere ai bisogni e agli interessi delle persone anziane, compresi quelli relativi a abitazione, lavoro, assistenza sanitaria, protezione sociale e ad altre forme di solidarietà intergenerazionale. Anticipando questo spostamento demografico, i paesi possono attuare in modo pro-attivo politiche per adattarsi a una popolazione che invecchia, il che è essenziale per rispettare l'impegno dell'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile secondo cui "nessuno rimarrà indietro". |

Tabella 1 - Le undici principali tendenze dell'invecchiamento della popolazione. Rielaborato dal documento "*World Population Ageing 2017 - Highlights*" (United Nations, 2017, p. 1).

La tendenza all'invecchiamento della popolazione non è un fenomeno esaurito ma ancora in forte aumento (Figura 1), come evidenziano le stime effettuate dalle Nazioni Unite nel "World Population Prospect 2019" (United Nations, 2019): "*La popolazione mondiale continua a crescere, anche se a un ritmo più lento rispetto a qualsiasi altro momento dal 1950, a causa dei livelli ridotti di fertilità. Da circa 7,7 miliardi di persone in tutto il mondo nel 2019, la proiezione indica che la popolazione globale potrebbe crescere fino a circa 8,5 miliardi nel 2030, 9,7 miliardi nel 2050 e 10,9 miliardi nel 2100.*
***Nel 2018, per la prima volta nella storia, le persone di età pari o superiore a 65 anni in tutto il mondo hanno superato i bambini di età inferiore ai cinque anni.*** *Le proiezioni indicano che entro il 2050 ci saranno più del doppio delle persone sopra i 65 anni rispetto ai bambini sotto i cinque anni.* ***Entro il 2050, il numero di persone di età pari o superiore a 65 anni a livello globale supererà anche il numero di adolescenti e giovani di età compresa tra 15 e 24 anni.***" (United Nations, 2019, pp. 1, 5).

In Italia, gli ultimi **dati Istat** rilasciati all'interno del report del 11/02/2020[3] confermano le tendenze europee: l'età media della popolazione è di 45,7 anni e la percentuale di anziani (over 65) è del 23,1%, ovvero 2,7 punti in più rispetto al 2010, contro il 13,2% degli under 14 (dal 1992 è la prima volta che la quota degli ultrasessantenni supera quella dei minori fino ai 14 anni). L'invecchiamento è correlato anche ad un calo costante delle nascite: da 576 mila nel 2008 a circa 450 mila nel 2018). Secondo le previsioni demografiche sviluppate dall'Istat, la quota degli over 65 in Italia potrebbe aumentare dai 9 ai 14 punti percentuali rispetto al 2018 mentre la quota della popolazione in età lavorativa (15-64 anni) potrebbe scendere di circa 10 punti rispetto ad oggi. In sintesi, l'evoluzione demografica italiana è caratterizzata da una bassa natalità e da una vita sempre più lunga: nel 2018 gli uomini potevano contare su una vita media di 80,8 anni mentre le donne di 85, 2 anni. L'incremento dell'aspettativa di vita determina anche l'aumento della popolazione dei "grandi anziani": gli over 85 erano il 3,6% della popolazione totale e l'Italia detiene il record europeo del numero di ultracentenari, insieme alla Francia (Istat, 2019).
L'aumento della speranza di vita e il miglioramento delle condizioni di salute ha contribuito a modificare, negli ultimi anni, anche i **percorsi di vita** e gli andamenti biografici. Si è dilatato il lasso di tempo che intercorre fra l'uscita dal mondo del lavoro e l'entrata nell'età anziana più avanzata, corrispondente spesso ad una perdita di autosufficienza e contrazione della vita sociale (Istat, 2017). Negli ultimi venti anni sono aumentate anche le persone che vivono da sole (dal 25% al 28,7%), dato riconducibile alle migliori condizioni di salute dei nuovi anziani che sono in grado di vivere in maniera indipendente più a lungo. Infatti, la crescita del ricorso al personale di assistenza privato (dal 7,5% del 1998 al 8,2% del 2017) consente una maggior autonomia anche a chi non ha condizioni di salute ottimali (Istat, 2019). L'autonomia comporta, comunque, una perdita di relazioni sociali (Figura 2): il rapporto annuale Istat (2019) rileva che in Italia il 9,1% delle persone over 65 non ha alcuna relazione sociale al di fuori della propria famiglia e solo una piccola percentuale (8,4% della fascia 65-74 anni; 12,9% della fascia 75-84 anni; 22,8% degli over 84) può contare solo su reti di sostegno (amici, parenti, vicini di casa).

3 Cfr. https://www.istat.it/it/files//2020/02/Indicatori-demografici_2019.pdf Accessed 9/06/2020.

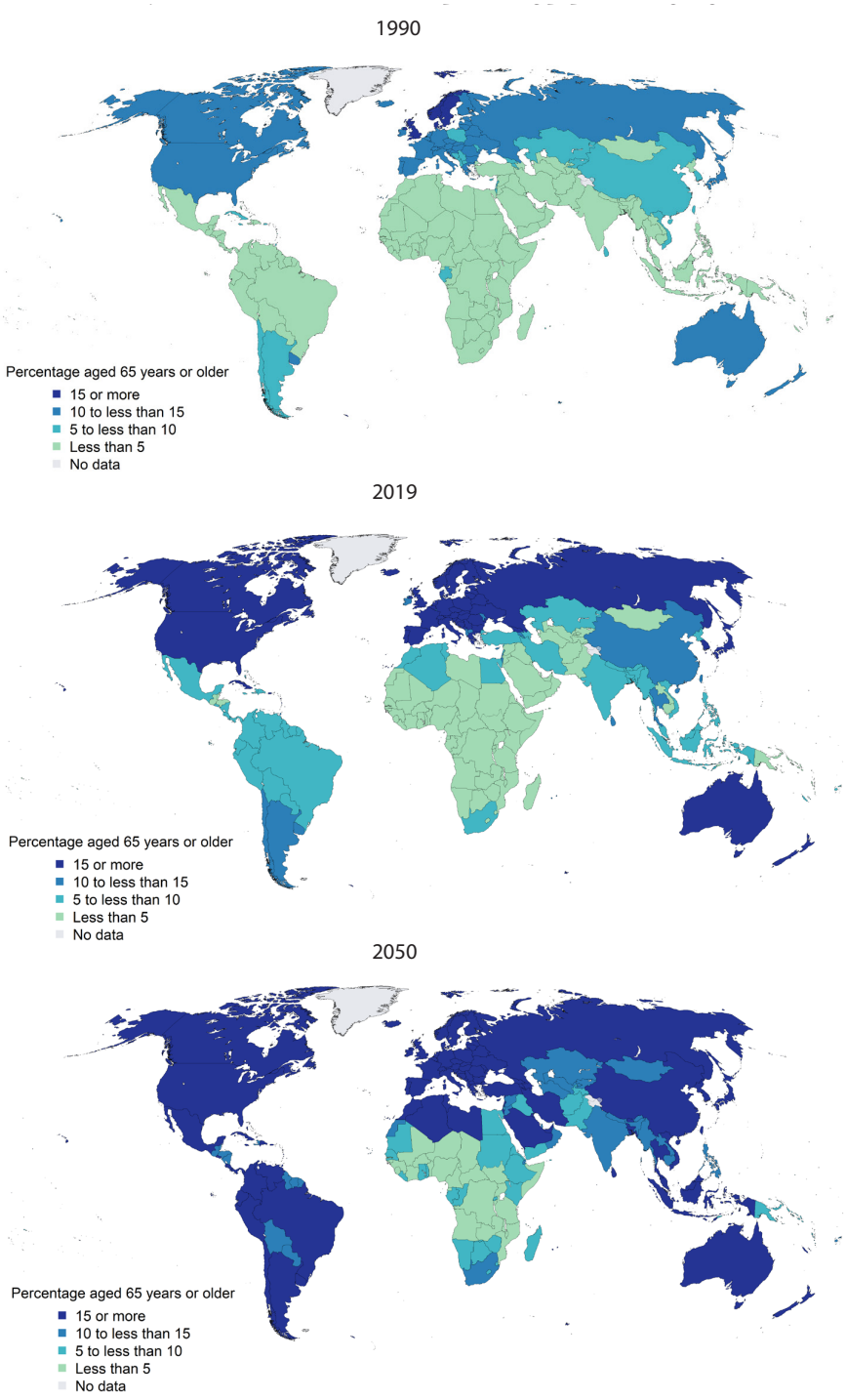



Figura 1 - Percentuale della popolazione over 65 nel 1990, 2019 e 2050 secondo le proiezioni attuali. Fonte: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). World Population Prospects 2019, p. 19.

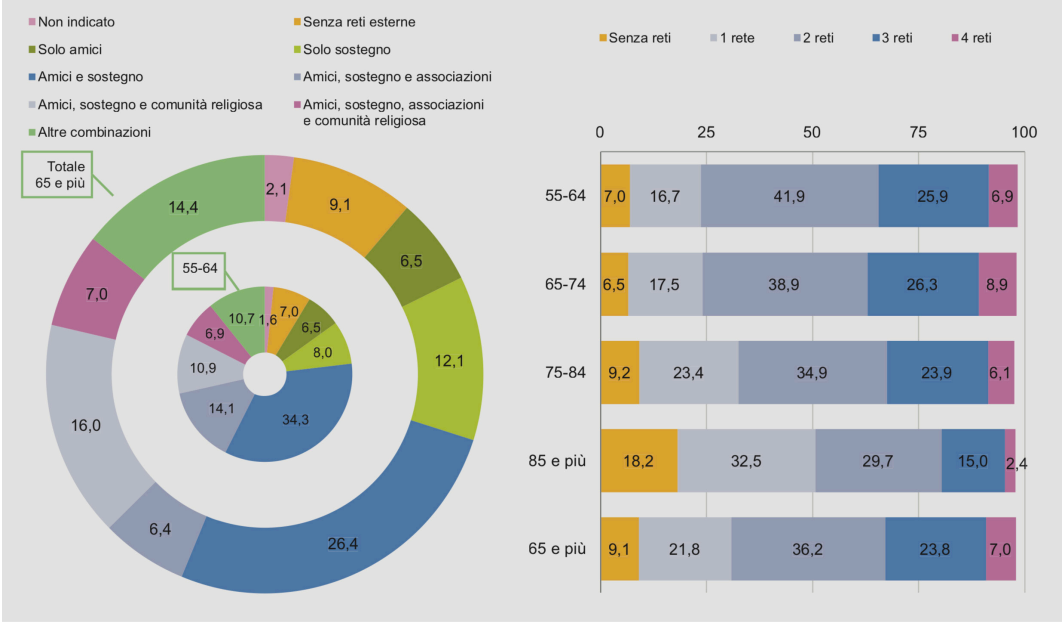



Figura 2 - Persone di 55 anni e più, per ampiezza e composizione delle reti sociali con cui hanno relazioni e classe di età. Anno 2018 (valori percentuali). Fonte: Istat, 2019, p. 153.

## 3.1 Strategie europee per il supporto all'invecchiamento in salute e in autonomia

Le implicazioni dell'*invecchiamento globale* coinvolgono una grande molteplicità, se non la totalità, dei settori sociali, incluso il settore lavorativo, quello finanziario, la domanda di beni e servizi come l'edilizia abitativa, il trasporto e la protezione sociale, nonché le strutture familiari e legami intergenerazionali. La pianificazione e l'attuazione di strategie politiche e sociali rivolte alla parte della popolazione che sta invecchiando, rientra a pieno titolo nell'ambito degli **Obiettivi di Sviluppo Sostenibile** (OSS) stabiliti dall'**Agenda 2030**[4] (Figura 3).

4 "*L'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile è un programma d'azione per le persone, il pianeta e la prosperità sottoscritto nel settembre 2015 dai governi dei 193 Paesi membri dell'ONU. Essa ingloba 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile - Sustainable Development Goals, SDGs - in un grande programma d'azione per un totale di 169 'target' o traguardi. L'avvio ufficiale degli Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile ha coinciso con l'inizio del 2016, guidando il mondo sulla strada da percorrere nell'arco dei prossimi 15 anni: i Paesi, infatti, si sono impegnati a raggiungerli entro il 2030. Gli Obiettivi per lo Sviluppo danno seguito ai risultati degli Obiettivi di Sviluppo del Millennio (Millennium Development Goals) che li hanno preceduti, e rappresentano obiettivi comuni su un insieme di questioni importanti per lo sviluppo: la lotta alla povertà, l'eliminazione della fame e il contrasto al cambiamento climatico, per citarne solo alcuni. 'Obiettivi comuni' significa che essi riguardano tutti i Paesi e tutti gli individui: nessuno ne è escluso, né deve essere lasciato indietro lungo il cammino necessario per portare il mondo sulla strada della sostenibilità*". (UNIRIC - Centro Regionale di Informazione delle Nazioni Unite). Fonte: https://www.unric.org/it/agenda-2030.

Figura 3 - "The Global Goals" - Obiettivi globali per lo Sviluppo Sostenibile (OSS). Fonte: Nazioni Unite, S. G. (2015). Trasformare il nostro mondo: l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile. A/res/70/1, 21, 2015.

In particolare, gli obiettivi relativi al mantenimento di un buono stato di salute, all'innovazione delle infrastrutture, alla riduzione delle disuguaglianze e alla creazione di comunità sostenibili, sono strettamente correlati alle azioni volte al miglioramento della qualità della vita degli anziani e di tutte le figure, professionali e non, che ruotano intorno alla loro cura. In tal senso, una delle strategie globali più significative è rappresentata dal **Piano d'azione internazionale sull'invecchiamento** (MIPAA - Madrid International Plan of Action on Ageing) di Madrid del 2002. Adottato durante la Seconda Assemblea mondiale sull'invecchiamento, il piano mette in luce tutti i contributi che le generazioni più anziane possono avere per la società, come il sostegno finanziario e l'assistenza in ambito familiare e lavorativo: la società, dunque, dovrebbe metterle in condizione di poter partecipare attivamente allo sviluppo socio-economico della comunità in cui vivono. Le istituzioni, inoltre, dovrebbero adottare politiche e servizi pubblici rivolti alle persone anziane, coinvolgendo ambiti che vanno dall'edilizia abitativa e delle infrastrutture, all'assistenza sanitaria, all'occupazione e alla protezione civile.
Secondo le Nazioni Unite alcune nazioni stanno già pianificando e, in alcuni casi, hanno già applicato iniziative e **azioni politiche legate alle sfide poste dall'invecchiamento** della popolazione: "*Ad esempio, molti governi stanno cercando di aumentare la copertura e migliorare i benefici offerti attraverso i sistemi pensionistici, con particolare attenzione all'equità di genere e alla sostenibilità fiscale a lungo termine. Alcuni governi stanno cercando di aumentare l'età pensionabile prevista dalla legge, eliminare le barriere di età nel*

*mercato del lavoro formale e promuovere l'assunzione e la flessibilità delle opportunità di lavoro per i lavoratori più anziani. Gli investimenti nell'istruzione e nelle opportunità di apprendimento permanente, anche per le persone anziane, sono sempre più riconosciuti come utili nell'aiutare le persone ad acquisire le competenze di cui hanno bisogno per rimanere attivi in un mercato del lavoro in evoluzione e per mantenere la funzione cognitiva, nonché la salute fisica e mentale, in età avanzata. I sistemi sanitari di tutto il mondo stanno lavorando per promuovere un invecchiamento in buona salute, per prevenire e curare malattie non trasmissibili e condizioni croniche, nonché per ampliare l'accesso a cure palliative e di qualità a lungo termine*". (United Nations, 2017, p. 2).

### *3.1.1 Decade of Healthy Ageing 2020-2030*

La maggior parte delle iniziative politiche e sociali, volte ad affrontare attivamente le sfide dell'invecchiamento della popolazione, ha come caratteristica fondamentale la limitazione nel tempo: data l'urgenza del problema a livello globale, infatti, ogni azione, strategia, iniziativa deve essere messa in atto il prima possibile, secondo le modalità più efficienti ed efficaci. Ciò è evidente, ad esempio, per gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (OSS) stabiliti dall'Agenda 2030, la maggior parte dei quali è composto da sotto-target (sotto-obiettivi) da raggiungere entro il 2030 (e, solo alcuni, addirittura entro il 2020).

La ***Decade of Healthy Ageing 2020-2030***, allo stesso modo, affronta le sfide dell'invecchiamento ponendo l'accento sull'urgenza di attuare e condensare in un decennio tutte le iniziative. Promossa dalla WHO (World Health Organization), la *Decade* è definita come "*un'occasione per riunire governi, società civile, agenzie internazionali, professionisti, università, media e settore privato per dieci anni di azioni concertate, catalitiche e collaborative per migliorare la vita delle persone anziane, delle loro famiglie e delle comunità in cui vivono*". (WHO, 2019, p. 1)[5]

Il focus principale della *Decade*, costituita nell'ambito dell'Agenda 2030 e basata sulle direttive del MIPAA (Madrid International Plan of Action on Ageing), è quello di concentrare le azioni globali verso l'**invecchiamento sano o in buona salute**, definito dal WHO come "*il processo di sviluppo e mantenimento delle capacità funzionali che consente il benessere in età avanzata. Le abilità funzionali consistono nell'avere le capacità che consentono a tutte le persone di essere e fare ciò che per loro ha valore*" (WHO, 2019)[6].

Oltre 1 miliardo di persone, nel mondo, ha età superiore o pari ai 60 anni e vive in paesi a basso o medio reddito. Molti non hanno accesso alle risorse basilari per vivere con dignità e affrontare barriere di vario tipo che gli impediscono di partecipare attivamente alla società di cui fanno parte.

Tutti i paesi coinvolti, dunque, sono determinati nel garantire che ogni essere umano possa realizzare il proprio potenziale in termini di dignità e di uguaglianza in un ambiente sano e si impegnano a non "lasciare nessuno indietro".

5 Cfr. https://www.who.int/ageing/decade-of-healthy-ageing Accessed 21/09/2020. Si riporta la definizione in lingua originale: "*The Decade of Healthy Ageing (2020-2030) is an opportunity to bring together governments, civil society, international agencies, professionals, academia, the media, and the private sector for ten years of concerted, catalytic and collaborative action to improve the lives of older people, their families, and the communities in which they live*" (WHO - World Health Organization, 2019, p. 1).

6 Cfr. https://www.who.int/ageing/decade-of-healthy-ageing. Accessed 21/09/2020. Si riporta la definizione in lingua originale: "*Healthy Ageing is the process of developing and maintaining the functional ability that enables wellbeing in older age. Functional ability is about having the capabilities that enable all people to be and do what they have reason to value*" (WHO - World Health Organization, 2019).

La World Health Organization, nel documento "Decade of helathy ageing proposal" (WHO, 2019) mostra i metodi e le aree di intervento (Figura 4) attraverso cui, a partire dalle problematiche attuali, si possa raggiungere l'obiettivo generale della *Decade*, ovvero "*un mondo in cui le persone possono vivere più a lungo e più in salute*". Le aree di intervento si basano sull'idea per cui "*nessun uomo è un'isola*" e, dunque, il partenariato e le azioni della comunità sono fondamentali per raggiungere i goal prestabiliti. Anche il sistema sanitario, insieme a quello di "social and health care", quindi di *cura* sia formale che informale, giocano un ruolo importantissimo.

Le azioni mirate per affrontare le sfide dell'invecchiamento della popolazione, infine, risultano fondamentali per risolvere anche problematiche trasversali, identificabili in tutti i 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile. Per quasi tutti gli OSS c'è una sfida globale strettamente interconnessa all'invecchiamento e all'Healthy Ageing.
Per favorire l'invecchiamento in buona salute la WHO identifica tre aree d'azione volte a migliorare la vita delle persone anziane, delle loro famiglie e delle loro comunità:

- comunità sempre più ***age-friendly***, sviluppate in modo da favorire e supportare le capacità degli anziani;
- **assistenza integrata incentrata sulla persona** (person-centred care)[7] per le persone anziane;
- **accesso alle cure a lungo termine a livello di comunità** per gli anziani che ne hanno bisogno.

Come afferma la WHO (2019, p. 8) "*queste tre aree d'azione sono fortemente interconnesse. Ad esempio, l'assistenza basata sulla comunità è essenziale per fornire assistenza integrata incentrata sulla persona. Le cure integrate e a lungo termine sono domini chiave di una comunità a misura di anziano; la lotta all'età deve essere attuata in tutte le politiche e i programmi. Le attività nel corso del decennio dovrebbero svolgersi a livello locale, nazionale, regionale e globale, ma l'attenzione è rivolta al livello locale e nazionale. Queste attività devono essere realizzate in modo da superare le disuguaglianze, anziché rafforzarle. Fattori individuali come il genere, l'etnia, il livello di istruzione, lo stato civile o il luogo in cui si vive, possono comportare un accesso disuguale ai benefici di queste aree d'azione e quindi influenzare la capacità di una persona anziana di ottimizzare l'invecchiamento in buona salute. Se non si considerano queste relazioni, le politiche e i programmi in queste tre aree rischiano di ampliare le lacune e lasciare indietro alcune persone anziane*".
Per raggiungere gli obiettivi della *Decade of Healthy Ageing* sono necessari l'impegno e la **cooperazione fra svariati settori**, fra cui sanità, assistenza a lungo termine, protezione sociale, alloggio, trasporti, informazione e comunicazione, e la collaborazione di varie figure professionali operanti in governi e istituzioni, fornitori di servizi, società civile, settore privato, anziani e le loro organizzazioni, famiglie e amici in molti contesti, compresa la risposta umanitaria. Le **attività specifiche** riguardano:

- riconoscere l'ampia gamma di capacità e risorse delle persone anziane;
- anticipare e rispondere in modo flessibile alle esigenze e alle preferenze relative all'invecchiamento;

7 Definizione di *people-centered*: "*providing care that responds to individual preferences, needs and values*". Fonte: Handbook for national quality policy and strategy: a practical approach for developing policy and strategy to improve quality of care, World Health Organization; 2018. http://www.who.int/servicedeliverysafety/areas/qhc/nqps_handbook/en/ Accessed 21/09/2020.

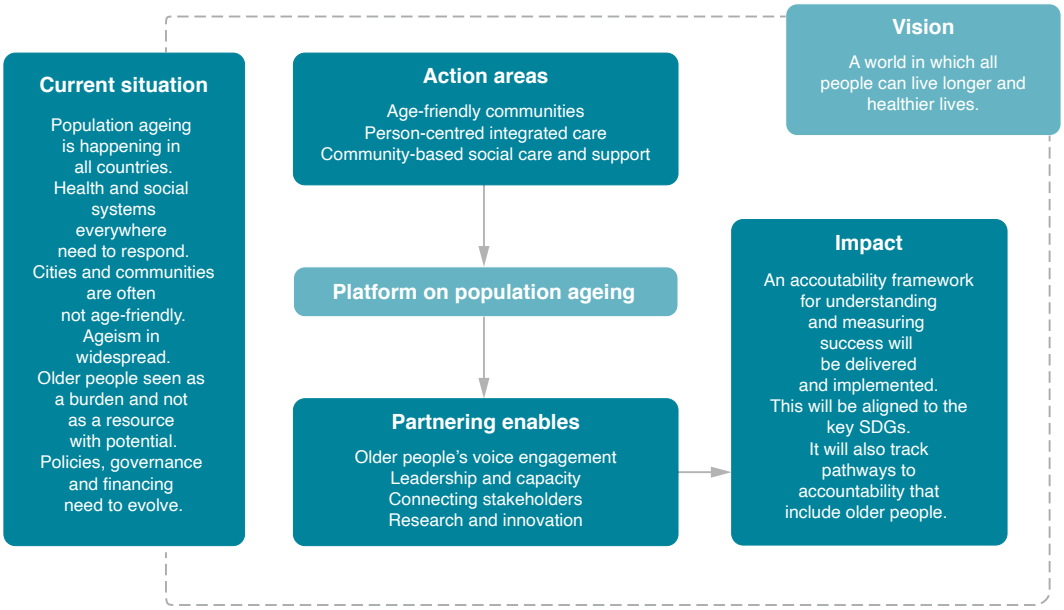



Figura 4 - "*Transformation pathways for the Decade of Healthy Ageing*". Rielaborato da World Health Organization. Decade ageing proposal (2019).

- rispettare le decisioni degli anziani e le loro scelte di vita;
- ridurre le disuguaglianze;
- proteggere coloro che sono maggiormente a rischio;
- promuovere l'inclusione delle persone anziane attraverso il loro contributo in tutti gli ambiti della vita della comunità.

### *3.1.2 Benessere e autonomia: dall'Active Ageing all'Healthy (Active) Ageing*

La ***fragilità*** è una situazione in cui una persona (molto spesso un anziano) è più soggetta al "*rischio di gravi condizioni cliniche, come lo sviluppo di disabilità, demenza, cadute, ospedalizzazione o probabilità di morte*" (European Innovation Partnership on Active and Healthy Ageing, 2012, p. 6). In quanto tale, essa potrebbe essere affrontata in maniera eccellente grazie all'utilizzo di robot per l'assistenza sociale. La *fragilità* è caratterizzata da diversi elementi, come il declino delle abilità fisiche o cognitive, che vanno a deteriorarsi gradualmente (Gomez et al., 2013) e per cui l'anziano può sviluppare una condizione di cattiva salute. Tale condizione va identificata tempestivamente al fine di prevenire conseguenze peggiori.

La *fragilità* è un fenomeno molto diffuso: in Europa la percentuale di persone con i primi segni di fragilità varia dal 30,4% al 44,9% (Santos et al., 2009). Tali persone dovrebbero essere monitorate attentamente, sia dal punto di vista fisico/cognitivo che della sicurezza. Andrebbero anche supportate nello svolgimento di attività quotidiane, al fine di mantenere uno stato di attività e di indipendenza il più a lungo possibile. In quest'ottica i robot assistivi possono rappresentare un interessante mezzo tecnologico per **controllare la salute** degli anziani e **supportare** anche **i familiari o i caregiver** nelle operazioni di cura e aiuto delle persone fragili.

Le applicazioni robotiche rappresentano un nuovo strumento tecnologico per favorire la cura e l'**autonomia in casa** il più a lungo possibile, riducendo così i costi e le risorse necessarie per l'istituzionalizzazione delle cure in ospedali o strutture sanitarie. Tali piattaforme, dunque, rappresentano un sostegno per l'invecchiamento attivo e in buona salute (Active and Healthy Ageing - AHA), finalizzato all'ottimizzazione delle opportunità legate alla buona salute, alla partecipazione e alla sicurezza come fattori di miglioramento della qualità della vita in età avanzata. La WHO (World Health Organization) definisce l'Healthy Ageing come "*il processo di sviluppo e mantenimento della capacità funzionale che consente il benessere in età avanzata*" (WHO, 2019, p. 23). L'**abilità funzionale** consiste nell'avere le capacità che consentono a tutte le persone di essere e fare ciò che hanno motivo di apprezzare. Ciò include la capacità di una persona di:

- soddisfare i propri bisogni di base;
- imparare, crescere e prendere decisioni;
- essere mobile;
- costruire e mantenere relazioni;
- contribuire alla società.

L'abilità funzionale è costituita dalla capacità intrinseca dell'individuo, dalle caratteristiche ambientali rilevanti e dall'interazione tra di esse.
La **capacità intrinseca** comprende tutte le **capacità mentali e fisiche** da cui una persona può attingere e include la sua capacità di camminare, pensare, vedere, ascoltare e ricordare. Il livello di capacità intrinseca è influenzato da una serie di fattori come la presenza di malattie, lesioni e cambiamenti legati all'età.
Gli **ambienti** comprendono la **casa**, la **comunità**, la **società** in generale e tutti i fattori al loro interno come l'ambiente costruito, le persone e le loro relazioni, gli atteggiamenti e i valori, le politiche sanitarie e sociali, i sistemi che li supportano e i servizi che implementano. Essere in grado di vivere in ambienti che supportano e mantengono la capacità intrinseca e l'abilità funzionale è la chiave per un invecchiamento sano (WHO, 2020)[8]. Il concetto di "active", ovvero invecchiamento attivo, riguarda invece la costante partecipazione agli affari sociali, economici, civili e culturali da parte degli anziani e non solo alla capacità di essere fisicamente attivi o di continuare ad offrire il proprio contributo in ambito lavorativo.

### *3.1.3 Horizon 2020 e il prossimo programma quadro per la ricerca in Europa Horizon 2021-2027*

*Horizon 2020*[9] è il più grande **programma per la ricerca e l'innovazione** realizzato dall'Unione Europea. Il programma di durata settennale (2014-2020) ha messo a disposizione circa 80 miliardi di euro per finanziamenti finalizzati alla crescita intelligente, sostenibile e inclusiva dell'Europa. Per raggiungere gli obiettivi preposti, il programma associa la ricerca all'innovazione e si concentra su tre pilastri chiave: eccellenza scientifica, leadership industriale e **sfide per la società**. È in quest'ultima area che si collocano i principali interventi per il **cambiamento demografico** e la **qualità della vita**. Le sfide, nel complesso, sono: *salute, cambiamento demografico e benessere; sicurezza alimentare, agricoltura e silvicoltura sostenibile, ricerca marina e marittima e delle acque interne e bioeconomia; energia sicura, pulita ed efficiente; trasporto intelligente, verde e integrato; azioni per il clima, ambiente, efficienza delle risorse e materie prime; l'Europa in un mondo che cambia - società*

8 Cfr. https://www.who.int/ageing/healthy-ageing/en/ Accessed 10/06/2020.
9 Cfr. https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/ Accessed 10/06/2020.

*inclusive, innovative e riflessive; società sicure - proteggere la libertà e la sicurezza dell'Europa e dei suoi cittadini.*
Nello specifico, l'obiettivo *Salute, evoluzione demografica e benessere* (*Health, demographic change and wellbeing*) consiste nel migliorare la salute e il benessere lungo tutto l'arco della vita delle persone. Le attività specifiche di questo obiettivo riguardano: *Comprendere la salute, il benessere e le malattie; Prevenire le malattie; Trattare e gestire la malattia; Invecchiamento attivo e autogestione della salute; Metodi e dati; Assistenza sanitaria e cure integrate.*

Il report della Commissione Europea sull'invecchiamento della popolazione (Chlon-Dominczak et al., 2014, pp. 13-14) sottolinea la densa e ricca **ricerca sociale e multidisciplinare** affrontata nel corso dei programmi quadro UE, di cui l'ultimo concluso è Horizon2020, nell'ambito dell'invecchiamento demografico e delle sfide che ciò comporta. All'interno del report sono elencati i principali progetti di ricerca finanziati in tale ambito, che si contraddistinguono per la trasversalità dei temi trattati:

- **ASPA** - Attivare il potenziale dell'invecchiamento dell'Europa;
- **Demhow** - Cambiamento demografico e ricchezza abitativa;
- **LEPAS** - Prospettive economiche a lungo termine di una società che invecchia;
- **Maggie** - Principali problematiche legate all'invecchiamento e al genere in Europa;
- **Multilink** - In che modo i cambiamenti demografici danno forma alla solidarietà intergenerazionale, al benessere e all'integrazione sociale: un *framework Multilink*;
- **Sharelife** - Occupazione e salute a 50+ anni: un approccio storico-sociale agli interventi per il benessere in Europa;
- **SPReW** - Approccio generazionale ai modelli sociali: conciliare lavoro e benessere in Europa.

La ricerca spazia dalla **valutazione del potenziale delle generazioni anziane** in un'Europa che invecchia, attraverso l'analisi dell'impatto dei cambiamenti demografici sull'approccio generazionale ai modelli sociali e al rapporto con il lavoro, all'analisi dell'approccio storico-sociale degli interventi di *welfare* europei, compresi quelli relativi all'occupazione e alla salute. "*La ricerca tiene conto anche delle prospettive multigenerazionali e di genere, esaminando il ruolo dei cambiamenti demografici nel modellare la solidarietà intergenerazionale, il benessere e l'integrazione sociale, nonché la conciliazione di lavoro e benessere. Infine, poiché l'invecchiamento della popolazione si intensifica con il tempo, la ricerca si concentra non solo sugli sviluppi attuali, ma esamina anche le prospettive economiche a lungo termine di una società che invecchia.*" (Chlon-Dominczak et al., 2014, p. 14).

Il nuovo programma quadro **Horizon 2021-2027**[10], che sarà avviato ufficialmente il 1/01/2021, prevede lo stanziamento di circa 100 miliardi di euro per il rafforzamento della scienza e della tecnologia nell'UE, la promozione della competitività industriale e la realizzazione delle priorità strategiche dell'UE, affrontando le sfide globali che influenzano la qualità della vita quotidiana. Il programma si articola in tre pilastri: eccellenza scientifica, sfide globali e competitività europea, Europa dell'innovazione. Nell'ambito del secondo pilastro, che presta particolare attenzione ai temi della **salute**, della **sicurezza e dell'inclusione sociale**, si collocano le potenziali ricerche relative ai **cambiamenti demografici** mentre il terzo pilastro pone molta enfasi sull'innovazione e le **nuove tecnologie**.

10 Cfr. https://www.versohorizoneurope.it Accessed 10/06/2020.

Sebbene non sia ancora possibile consultare le *call* specifiche per le proposte di progetti di ricerca, la Commissione Europea ha avviato una consultazione online finalizzata alla raccolta di suggerimenti e input per la preparazione del piano strategico del prossimo programma Horizon Europe (2021-2024). Alcune delle azioni oggetto di discussione sono: prevenzione delle cadute, durata della vita, promozione e prevenzione della fragilità e delle malattie legate all'età, assistenza integrata, soluzioni abitative indipendenti, ambienti adatti all'età. Nello specifico, i temi rilevanti per le partnership sono: invecchiamento attivo e vita indipendente, cura e assistenza, prevenzione, screening e diagnosi precoce (EU, 2019)[11].

## 3.2 *Older adults*: la complessa definizione e le esigenze in continua evoluzione

La generazione attuale di anziani è molto diversa da quelle precedenti: oggi l'aspettativa di vita delle persone si è allungata, le persone restano attive più a lungo e vivono in maniera autonoma nel proprio domicilio per più tempo prima di necessitare di cure o di assistenza. Gli anziani di oggi, inoltre, sono anche più diversificati, più istruiti e lavorano di più (Czaja et al., 2019). La stessa **definizione di *anziano*** (in inglese *older adult*) è complicata soprattutto in relazione ai **cambiamenti generazionali** in atto e all'allungamento dell'aspettativa di vita. Convenzionalmente, l'età di riferimento per identificare gli anziani è di 65 anni, tuttavia in base all'ambito di riferimento è possibile riferirsi anche ad adulti over 50 o over 60. Le Nazioni Unite (2012) individuano l'età di 60 anni per la definizione di anziano, riconoscendo che tale limite si sposta a 65 anni in molte nazioni.
Il generale miglioramento delle condizioni di vita delle persone e l'innalzamento del livello di istruzione hanno contribuito, e contribuiranno ancora di più in futuro, a **modificare abitudini e comportamenti** con un impatto anche sulla qualità della vita della popolazione anziana (ISTAT, 2019, p. 151). Essere anziano è ormai, più che una questione di età, una condizione determinata dalla ***perdita* di ruolo sociale**, di autonomia, di salute, di affetti, di progettualità (Rosina, 2018).
Uno degli elementi che caratterizza la nuova generazione di anziani è l'**avvicinamento alle nuove tecnologie**, fattore che può ampliare notevolmente le possibilità di comunicazione, socialità, informazione e accesso ai servizi. Secondo il rapporto annuale Istat (2019) la popolazione anziana europea (65-74 anni) che usa regolarmente internet si è triplicata negli ultimi 10 anni, passando dal 16% al 52% (in Italia dal 6% al 34%). Le attività di comunicazione online e i servizi di social networking rappresentano non solo un'opportunità di contatto interpersonale ma anche un importante strumento per lo scambio di informazioni e condivisione con il mondo esterno che può contribuire a ridurre il senso di isolamento e solitudine relazionale e sociale (Istat, 2019, p. 163). Tale tendenza rappresenta, inoltre, un dato incoraggiante sia nell'ottica dei programmi europei e globali per l'invecchiamento attivo e sano che delle opportunità di assistenza e supporto offerte dalle nuove tecnologie, volta ad incrementare l'autonomia ma anche a prevenire e contrastare la solitudine e l'isolamento delle persone anziane, come sarà argomentato più approfonditamente nei capitoli successivi.
All'aumento dell'età, tuttavia, si associa un aumento di condizioni patologiche croniche, di co-morbilità o semplicemente di incapacità di svolgere in autonomia le attività quotidiane

11 Cfr. https://ec.europa.eu/eip/ageing/news/public-consultation-about-horizon-europe_en Accessed 10/06/2020.

più basilari e ciò determina una dipendenza dalla cura e dall'assistenza da parte di terzi (Schafer, 2012; Divo et al., 2014). Nell'Unione Europea le previsioni mostrano un aumento del 115% delle persone bisognose di cure fra il 2007 e il 2060 (Genet et al., 2012)[12], il raddoppiamento da 13 a 27 milioni negli Stati Uniti (US Department of Health and Human Services, 2003)[13] e lo stesso aumento del 115% in Cina dal 2015 al 2030 (Li & Otani, 2018).

### *3.2.1 La rete di attori coinvolti nell'assistenza: utenti primari e secondari*

Gli utenti coinvolti nell'ambito dell'**assistenza** che sia essa domiciliare, in residenze sanitarie o case di riposo, non si limitano alle sole persone anziane. Vi sono una molteplicità di **figure professionali** e non che si occupano di assistere, supportare e curare gli anziani, indipendentemente dal contesto abitativo. Gli assistenti non professionali, coloro che si prendono cura senza retribuzione di un anziano o di utente fragile come familiari, amici o altre persone possono essere definiti ***caregiver informali*** (Roth et al., 2015). Vi sono, poi, i professionisti della cura, pagati per i servizi di assistenza alla persona (ad esempio, infermieri, operatori socio-sanitari, badanti, etc.), definiti ***caregiver formali***. Da un punto di vista progettuale, al fine di effettuare un'analisi degli attori coinvolti nel processo di cura di persone anziane o fragili, è quindi possibile identificare due tipologie di utenti: l'**utente primario**, ovvero l'anziano stesso o la persona a cui sono direttamente destinate le cure, e l'**utente secondario**, ovvero i caregiver formali e informali coinvolti nei servizi di assistenza (Cesta et al., 2016). In questa sede saranno analizzate entrambe le tipologie di utenti, in quanto la soddisfazione dei loro bisogni, esigenze, aspettative e desideri sono alla base di ogni progetto finalizzato al miglioramento della qualità della vita e delle cure o assistenza fornite agli anziani.

Czaja et al., (2019) affermano che, ai fini della ricerca e della progettazione, è possibile **suddividere gli anziani in tre gruppi**: dai 65 ai 74 anni, dai 75 agli 84 anni e over 85. Ovviamente, oltre ad una distinzione numerica è importante considerare l'età in relazione ai compiti da svolgere: una persona potrebbe risultare giovane per alcune attività e anziana per altre. L'invecchiamento, infatti, coinvolge la dimensione fisica e biologica ma anche quella psicologica, cognitiva e sociale. I cambiamenti che l'età comporta riguardano la sfera percettiva (vista, udito, tatto, olfatto e gusto), quella cognitiva (velocità di elaborazione, attenzione, memoria di lavoro, memoria semantica e procedurale, comprensione del linguaggio, cognizione spaziale e funzionalità esecutive), il controllo dei movimenti e i relativi dati antropometrici (inclusa la forza). Inoltre, è importante tener conto, soprattutto dal punto di vista del design e dei progetti destinati agli anziani, delle differenze individuali, dovute a età, genere, cultura, contesto socio-economico, lavorativo, educativo e alla struttura familiare.

Il desiderio degli anziani di vivere nella propria casa il più a lungo possibile, mantenendo i propri contatti sociali con la famiglia, il vicinato e il medico personale (Al-Shaqi et al., 2016) rende fondamentale il ruolo dei *caregiver* informali (ovvero i familiari) nell'assistenza quotidiana ma evidenzia anche la loro necessità di supporto nella gestione di eventuali patologie (Plothner et al., 2019). Infatti, i bisogni degli anziani non totalmente autosufficienti possono essere suddivisi in: *bisogni socio-assistenziali*, emergenti dalle difficoltà obiettive di compiere le ADL (Activities of Daily Living), dalla scarsa mobilità o impossibilità di comu-

12 Cfr. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/181799/e96757.pdf?ua=1 Accessed 10/06/2020.
13 Cfr. https://aspe.hhs.gov/ basic-report/future-supply-long-term-care-workers-relation-aging-baby- boom-generation Accessed 10/06/2020.

nicare e incontrare altre persone o accedere a servizi sanitari (Barbabella et al., 2019)[14]. All'interno dell'Unione Europea il 60% delle cure è fornito da caregiver informali (Genet et al., 2012). Durante lo svolgimento dei compiti di cura e assistenza il caregiver può essere sottoposto ad uno **stress prolungato**, che incide sulla sua salute psico-fisica e qualità della vita. Inoltre, il carico assistenziale prevede costi fisici, emotivi ed economici, aggravati molto spesso dall'imprevedibilità dei sintomi o dalla difficoltà di gestione di comportamenti problematici. I **carichi assistenziali** dei caregiver possono essere suddivisi in **oggettivi** (gestione della cura personale, delle terapie e dei sintomi, stigma sociale, etc.) e **soggettivi** (rinunce personali, sofferenza per il proprio caro, instabilità emotiva e angoscia, etc.) a cui si aggiungono quelli istituzionali, dovuti alla difficoltà di reperire informazioni e supporto in tempi brevi da parte delle reti istituzionali (Kasuya et al., 2000; Lee et al., 2010).
I caregiver informali rappresentano un pilastro essenziale per la gestione delle cure degli anziani fragili ma i cambiamenti demografici e sociali in atto tendono ad accrescere le sfide che essi si trovano ad affrontare nonché il loro carico di lavoro: per supportare i caregiver informali nel loro lavoro è importante identificare anche le loro necessità e preferenze, al fine di organizzare un sistema di assistenza che tenga conto anche dei loro bisogni. Da una recente revisione sistematica della letteratura scientifica (Plothner et al., 2019) sono state identificate le preferenze e principali esigenze dell'assistenza informale in 17 nazioni. Esse possono essere suddivise in:

- **esigenze informative**: la condivisione delle informazioni e la consulenza professionale sono risultati fondamentali. I temi riguardano informazioni sul servizio di assistenza, sulle strutture di cura istituzionale, riabilitazione, malattie e aspetti essenziali dell'assistenza;
- **esigenze di supporto**: la necessità di un supporto generale o specialistico è un tema chiave per i caregiver informali. L'aiuto può riguardare la risoluzione di problemi generali di assistenza, l'aiuto per l'accesso alle medicine, il desiderio di visite più frequenti da parte dei caregiver, etc.;
- **esigenze organizzative**: equilibrio fra lavoro e vita privata, per cui le visite con cadenza settimanale o due volte alla settimana sono preferite, necessità di una pausa dall'attività di cura, sensibilità e fiducia nei confronti di un eventuale caregiver professionale per la sostituzione temporanea del familiare, riduzioni dei costi e orari più flessibili;
- **esigenze di riconoscimento sociale**: rispetto, sostegno e comprensione, oltre al riconoscimento dell'importanza del lavoro svolto dai caregiver sono necessità ricorrenti.

La decisione di una persona di prendersi cura di un parente, soddisfacendo il suo desiderio di invecchiare in ambiente domestico, dipende da molti fattori, fra cui soprattutto il grado di relazione familiare. Altri aspetti che influenzano la decisione sono la qualità della relazione, i fattori finanziari, le percezioni e gli atteggiamenti nei confronti delle case di cura, il tipo di patologia e il livello di occupazione dell'eventuale caregiver. Diversi fattori possono portare ad un aumento dell'onere della cura per il caregiver informale, influenzando notevolmente anche la sua qualità della vita e indipendenza (Farina et al., 2017): per questo motivo, sulla base delle esigenze identificate e nell'ottica di prevenire il raggiungimento di eventuali limiti di carico degli addetti alla cura, è necessario un approccio proattivo alla pianificazione dell'assistenza e la progettazione di sistemi di assistenza che siano in grado di mettere a frutto le potenzialità delle nuove tecnologie e delle più recenti innovazioni per rendere più

14 Cfr. https://www.luoghicura.it/servizi/domiciliarita/2019/05/lassistenza-domiciliare-una-comparazione-con-altri-paesi-europei/?pdf Accessed 10/06/2020.

efficace e preservare se non migliorare la qualità della vita e delle cure di anziani e di coloro che gli forniscono assistenza.

Attualmente, l'**assistenza a domicilio** degli anziani è la modalità assistenziale privilegiata da tutti i governi, finalizzata sia a ridurre il **rischio di istituzionalizzazione** che a garantire agli individui la miglior qualità della vita possibile. A livello europeo, il termine generico di "assistenza domiciliare" comprende vari servizi di assistenza professionale che variano per tipologia, durata e qualità, a seconda delle nazioni. Anche la diffusione dei servizi domiciliari nei confronti degli anziani è diversificata nei vari paesi europei: i paesi del nord Europa (Danimarca, Finlandia, Olanda e Norvegia) assistono oltre il 10% degli anziani mentre i paesi del sud Europa e l'Austria assistono a domicilio meno del 3% degli anziani. Nonostante le differenze nazionali, l'assistenza a domicilio per anziani è suddivisibile in due tipologie di servizi domiciliari (Pesaresi & Gori, 2003, p. 3):

- **assistenza domiciliare** (definita *Aide à domicile* in Francia, *Servizio di Assistenza Domiciliare (SAD)* in Italia, *Home help services* in Gran Bretagna, *Ayuda a domicilio* in Spagna etc.), erogata dai comuni con lo scopo di aiutare l'anziano non autosufficiente nelle attività di vita quotidiana;
- **cura domiciliare** (definita *Soins à domicile* in Francia e Belgio, *Home nursing* o *District nursing* in Gran Bretagna, *Atenciòn asistida* in Spagna, *Assistenza Domiciliare Integrata (ADI)* in Italia, etc.) che garantisce soprattutto assistenza infermieristica e riabilitativa erogata dall'organizzazione sanitaria preposta.

In Italia, il **Sistema Sanitario Nazionale** (SSN) garantisce l'assistenza domiciliare ai cittadini fragili: la necessità di assistenza viene esaminata mediante specifici strumenti di valutazione multi-professionali e multi-dimensionali che identificano le persone bisognose in termini sanitari e sociali e definiscono un piano di assistenza integrato (Integrated Care Plan - ICP, Campbell et al., 1998). Spesso, il programma di assistenza domiciliare comprende una serie di trattamenti medici, infermieristici, riabilitativi che limitano il declino funzionale e migliorano la qualità della vita dei pazienti. Questi servizi sono erogati in diversi modi, a seconda dell'organizzazione a livello regionale, e sono coordinati dalle "*Aziende Sanitarie Locali*" in collaborazione con i comuni (Ballottari et al., 2018; Tiozzo et al., 2016). Nell'ambito di questi servizi, le persone fragili ricevono le visite di un *caregiver formale* secondo il loro ICP. Una delle principali sfide che il SSN deve affrontare è l'erogazione efficiente di servizi sanitari e di assistenza.
In Europa il **cambiamento delle strutture sociali e familiari** (famiglie più individualizzate, riduzione delle dimensioni della famiglia, famiglie più disperse geograficamente, etc.) potrebbe segnare una massiccia **transizione dalla cura informale all'assistenza professionale**. Ciò, unitamente al numero crescente di persone bisognose di cure e alla carenza di assistenti formali qualificati, rappresenta una grande sfida per il futuro di molti paesi, relativa soprattutto all'organizzazione dell'assistenza a lungo termine (Plothner et al., 2019). L'assistenza istituzionale è uno dei principali fattori di costo nell'assistenza a lungo termine di persone anziane e fragili (Kok et al., 2015), motivo per cui consentire alle persone di rimanere in casa propria il più a lungo possibile risulta una strategia efficace per la riduzione dei costi oltre che per il miglioramento della qualità della vita e soprattutto delle condizioni psico-cognitive degli anziani. A supporto di questa tesi vi è anche la generale **mancanza di professionisti nell'ambito della salute** in Europa: i 51 paesi soffrono della mancanza di 1 milione fra medici, infermieri, ostetrici, professionisti sanitari e operatori sanitari e assistenti (Michel et al., 2019). La crisi europea della forza lavoro nel settore sanitario è dovuta,

in parte, anche al fatto che la stessa forza lavoro sta invecchiando, che le esigenze della popolazione anziana stanno cambiando rapidamente e che i servizi sanitari forniti dovrebbero adottare procedure di pianificazione e gestione più efficienti, soprattutto in relazione ai progressi tecnologici in atto.

## 3.3 Contesti abitativi: residenze sanitarie, strutture assistenziali e domicilio

L'aumento, negli ultimi anni, della domanda di servizi assistenziali per persone anziane o fragili fa sì che emergano nuovi strumenti di supporto che offrono la possibilità di ricevere cure e assistenza a domicilio o in ***Assisted Living Facility*** (ALF), ovvero strutture residenziali dedicate ad anziani o adulti fragili che non possono o scelgono di non vivere in maniera del tutto indipendente. Il termine ALF è molto popolare negli Stati Uniti e in Canada ma il concetto di assistenza su cui si basa è assimilabile a quello di una *casa di riposo* italiana. Tali strutture forniscono supporto soprattutto per le attività di vita quotidiana (ADL - Activities of Daily Living), dicitura coniata dal gerontologo Sidney Katz che introdusse anche strumenti di misurazione standard per la valutazione funzionale degli anziani (Katz et al., 1963) ponendo le basi per i successivi progressi scientifici e sociali nell'ambito dell'assistenza e delle cure a lungo termine. *ADL*, quindi, è un termine usato nell'assistenza sanitaria per indicare tutte le attività quotidiane di cura personale degli individui. Le ADL sono suddivisibili in attività di base come nutrirsi, lavarsi, vestirsi, avere mobilità funzionale e compiere attività strumentali (che non sono essenziali ma consentono ad un individuo di vivere in maniera indipendente) come occuparsi delle faccende domestiche o della spesa, gestire il denaro, assumere medicinali, etc.
Le ALF e i servizi di assistenza, si occupano anche di coordinare gli operatori sanitari esterni, monitorare le attività dei residenti al fine di garantirne benessere, salute e sicurezza e, spesso, gestire la somministrazione di farmaci e/o servizi di assistenza personale. Molti anziani non residenti in case di riposo possono essere introdotti in **circuiti di assistenza domiciliare** che prevedono l'erogazione di servizi simili direttamente a casa.
Tuttavia, esiste un divario fra l'offerta di servizi progettati per soddisfare le varie esigenze degli anziani e l'effettivo uso di tali servizi da parte dei consumatori, molto probabilmente per la scarsa conoscenza delle diverse opzioni di assistenza da parte degli utenti o a causa degli stereotipi negativi di tali servizi diffusi a livello sociale (Gibler & Lumpkin, 1997). L'invecchiamento globale della popolazione, invece, prevede l'espansione delle opzioni di assistenza domestica o strutture residenziali di supporto ad anziani e adulti fragili: per questo motivo diventa fondamentale comprendere le preferenze di tale fascia di utenti e integrarle nel modello di assistenza. Secondo Eckert et al., (2004) ciò è possibile agendo su due fronti: la **pianificazione sociale**, per garantire la disponibilità di servizi a supporto delle preferenze dei consumatori, e la fornitura di **informazioni adeguate** su tutte le possibilità di assistenza a lungo termine. "(...) *uno sforzo inadeguato nel primo ambito può comportare una discrepanza tra necessità/preferenze di assistenza nelle future coorti e alternative di servizio disponibili; uno sforzo insufficiente per quanto riguarda le informazioni può comportare una pianificazione errata o insufficiente da parte di individui e famiglie verso le proprie cure future. Questa discrepanza potrebbe essere costosa sia in termini di programmi finanziati con fondi pubblici sia in condizioni inadeguate tra gli anziani e le opzioni di alloggio/cura*." (Eckert et al., 2004, p. 50).
Lo spostamento di un individuo all'interno di case di cura o di riposo dipende da svariati fattori. Nella maggior parte dei casi è dovuto ad un evento critico (Stilwell & Kerslake, 2004) come una malattia improvvisa, una caduta o l'impossibilità di dare continuità all'as-

sistenza da parte del caregiver principale. È stato dimostrato (Richards, 2011), comunque, che le ricollocazioni volontarie, avviate dalla stessa persona anziana hanno generalmente più successo di quelle decise da familiari o da operatori sanitari, in quanto queste ultime rappresentano spesso un evento traumatico e molto stressante per l'anziano (McKenna & Stainforth, 2017; Capezuti et al., 2006).

### *3.3.1 Ageing in place: benefici, sfide e opportunità globali*

L'analisi dell'**importanza dell'ambiente domestico**, che per gli esseri umani rappresenta qualcosa in più oltre ad un semplice alloggio, include svariati fattori: molti, infatti, considerano la casa come una vera e propria manifestazione fisica della propria cultura e personalità (Arnold et al., 2012), motivo per cui un design appropriato può avere effetti positivi sul benessere degli occupanti; lo stesso design può avere **benefici tangibili** (volti ad implementare l'indipendenza degli abitanti e la funzionalità domestica) **e intangibili** (Karol, 2016). L'ambiente domestico, infatti, rappresenta sia l'ambiente fisico di riferimento ma, soprattutto, l'insieme di **significati sociali, emotivi e psicologici** legati al senso di appartenenza, alla dimensione culturale (valori, credenze, significati simbolici) e di conseguenza alla vera e propria identità sociale della persona. Questa identità può essere preservata anche quando l'individuo invecchia o presenta un certo livello di inabilità: da questo punto di vista, la casa rappresenta una vera e propria estensione del sé (Gitlin, 2003).

Le persone anziane desiderano vivere in casa propria, nel loro ambiente familiare, il più a lungo possibile (Eckert et al., 2004). Tuttavia, con l'invecchiamento e l'insorgere di problematiche psicologiche o fisiche, la struttura dell'abitazione può non offrire il supporto necessario: in questi casi, molto spesso, i problemi fisici vengono risolti attraverso l'adattamento di maniglie o il montaggio di montascale o rampe. Tuttavia, queste modifiche possono influire negativamente sul significato personale che ha l'ambiente domestico (Tanner et al., 2008). Inoltre, il declino delle abilità fisiche e cognitive, fattore estremamente soggettivo e individuale, non sempre consente un invecchiamento autonomo in casa e, talvolta, fa si che gli anziani necessitino di assistenza anche all'interno del proprio domicilio. Come conseguenza di questo fenomeno, molti si trovano a dipendere dall'assistenza offerta da familiari o caregiver informali o da servizi di assistenza professionale che, però, rappresentano un notevole sforzo economico-finanziario e causano una riduzione del livello di autonomia percepito dalla persona anziana (Mast et al., 2015).
Attualmente molti percorsi di assistenza di basano sul concetto di ***ageing in place***, così da garantire agli anziani il diritto di determinare autonomamente il tipo di assistenza per loro più appropriata. L'*ageing in* place è definito dal U.S. Centers for Disease Control and Prevention[15] come "*la capacità di vivere nella propria casa e comunità in modo sicuro, indipendente e confortevole, indipendentemente dall'età, dal reddito o dal livello di abilità*". La maggior parte degli anziani preferirebbe invecchiare in casa (Rantz et al., 2015), come dimostrato dallo studio di Kochera et al., (2005) secondo cui il 90% degli adulti over 65 preferirebbe rimanere nella propria abitazione con l'avanzare dell'età. Il termine *place* indica non solo il luogo fisico ma anche la **comunità**, ovvero la rete di familiari, amici, vicini, fornitori di servizi o comunità religiose per cui l'anziano sente ancora più attaccamento e

15 Cfr. https://www.cdc.gov/healthyplaces/terminology.htm Accessed 8/06/2020. Si riporta la definizione in lingua originale: "*The ability to live in one's own home and community safely, independently, and comfortably, regardless of age, income, or ability level*".

senso di appartenenza con l'aumentare dell'età e la diminuzione della mobilità (Gilleard et al., 2007). Per questo l'invecchiamento a casa aumenta anche la **percezione di sicurezza**, di socialità e quindi di indipendenza della persona. In sintesi, l'invecchiamento in casa propria consente alle persone di mantenere il controllo sulla propria vita, l'indipendenza e il benessere, mentre il trasferimento comporta la perdita di relazioni sociali, cambiamenti nella routine e nello stile di vita, perdita di indipendenza e anche dei propri beni personali che spesso non possono essere portati con sé a causa dello spazio ridotto delle unità abitative (Cutchin, 2004).

L'**assistenza istituzionale**, quindi, viene percepita dalla maggior parte delle persone come **ultima risorsa**: il trasferimento in strutture assistenziali a lungo termine dipende spesso da situazioni di inadeguatezza dell'abitazione nel soddisfare le mutevoli esigenze degli anziani a causa del declino delle condizioni di salute, delle capacità fisiche e cognitive, del pericolo di incidenti o di incorrere in solitudine e depressione (Iecovich, 2014). Le case delle persone anziane stanno diventando sempre più spazi di consumo di cure a breve e lungo termine da parte di professionisti o caregiver informali, rendendo sempre più labili i confini fra spazio privato e sociale (Dick et al., 2005). Tuttavia, non sempre l'ambiente domestico risulta appropriato per il supporto all'invecchiamento, soprattutto in caso di problematiche psicologiche o degenerazione fisica che richiede un'assistenza considerevole (Golant, 2015). Per questo motivo, nell'ottica dei principi dello **Universal Design**[16] (o secondo la variante più europea del Design for All), vi è un crescente interesse a livello globale verso la progettazione di ***case adattabili*** (*adaptable homes*), che riescano a fornire supporto ai propri abitanti durante tutti il corso della vita e in relazione alle esigenze in continuo cambiamento degli stessi. Esistono molte interpretazioni del concetto di casa adattabile (Friedman, 2000; Farage et al., 2012) e interessanti esempi di linee guida per la progettazione, come quelle sviluppate in Irlanda (Centre for Excellence in Universal Design, 2015)[17] o Australia (Livable Housing Australia, 2017)[18]. Uno degli aspetti che caratterizzano lo sviluppo di case adattabili riguarda anche l'implementazione delle tecnologie e dei **dispositivi intelligenti o robotici per l'assistenza e l'autonomia degli anziani in casa**. In uno studio, Iecovich, (2014) analizza i principali progetti e programmi finalizzati al supporto dell'*ageing in place*, nonché le sfide e gli ambiti di intervento, che includono:

- **la progettazione di comunità e città age-friendly** (un esempio interessante è il progetto Global Age-Friendly Cities[19] della WHO) che offrono servizi di supporto, alloggi convenienti e appropriati e trasporti adeguati a una vita indipendente;
- **la progettazione di strutture di assistenza a lungo termine per l'*ageing in place***, ovvero strutture per coloro che non possono rimanere nella propria abitazione a cui si offre la possibilità di vivere in contesti istituzionali in cui la vita assistita si accompagna comunque al mantenimento del più alto livello di autonomia e indipendenza della persona;
- **l'integrazione fra i diversi servizi**, sulla base di concetti e approcci olistici alla cura, all'assistenza e alla prevenzione. Attualmente non esiste un modello definitivo per l'integrazione dei servizi ma una varietà di modelli strutturati a seconda degli obiettivi specifici;

16 Cfr. Story, M. F. (2001). Principles of universal design. *Universal design handbook*.
17 Cfr. http://universaldesign.ie Accessed 8/06/2020.
18 Cfr. http://www.livablehousingaustralia.org.au Accessed 8/06/2020.
19 Cfr. https://www.who.int/ageing/projects/age_friendly_cities_network/en/ Accessed 8/06/2020.

- **sfide e responsabilità della politica e delle amministrazioni** che, per consentire agli anziani di invecchiare nelle loro case e comunità, dovrebbero tener conto di alcune questioni chiave, come il tema dell'inclusione sociale, della pianificazione urbana, l'integrazione dei servizi, il training dei fornitori di servizi di assistenza e l'uso strategico di tecnologie e robot assistivi per alleviare il carico assistenziale sui caregiver ed implementare il supporto offerto, nel rispetto delle questioni legate alla privacy e al rispetto dei valori umani.

L'*ageing in place* rappresenta sicuramente una strategia utile per soddisfare le complesse e molteplici esigenze delle persone anziane e per far fronte agli importanti cambiamenti demografici presenti a livello globale. Tuttavia, questo paradigma prevede che la società affronti molte sfide, adattando i modelli esistenti e sviluppandone di nuovi, per fornire agli anziani e alle loro famiglie servizi di supporto e di assistenza all'avanguardia ma, soprattutto, appropriati alle loro esigenze e necessità. Anche dal punto di vista del design di prodotti, servizi, interfacce e ambienti le sfide sono innumerevoli così come le opportunità di **progettare per l'indipendenza** delle persone e, dove non possibile, per garantire a chiunque un invecchiamento nel rispetto delle proprie esigenze ma, soprattutto, della propria identità sociale e personale.

### *3.3.2 Assistenza istituzionale: problemi, necessità e aree di implementazione*

Favorire l'invecchiamento a casa è una priorità assoluta che implica la formazione e il supporto dei caregiver informali per garantire anche il loro benessere e qualità della vita. Tuttavia, per prevenire l'esaurimento delle cure informali è importante offrire alternative di assistenza formale a tutte le fasce di utenti. Le ***all-age communities*** prevedono la collaborazione di architetti, urbanisti, designer, ergonomi, geriatri ed esperti di assistenza sociale per progettare comunità in cui tutti gli anziani possano sentirsi al sicuro e possano essere maggiormente integrati nella società. In quest'ottica, è fondamentale la fornitura di un'adeguata assistenza a lungo termine anche in caso di assistenza formale in case di cura o strutture di residenza sanitaria (Michel et al., 2019). L'assistenza a lungo termine (Long-Term Care - LTC), se pianificata in relazione alle esigenze reali degli anziani, può aiutare i professionisti sanitari a gestire efficacemente i servizi di cure preventive, gestione delle malattie, riabilitazione e cure palliative.

In Europa lo scenario dell'assistenza residenziale o comunque istituzionale per anziani è vario e presenta spesso denominazioni e quindi strutture differenti. Tuttavia è possibile riconoscere due tipologie generali di strutture residenziali (Pesaresi & Gori, 2003, p. 7):

- **Residenze Assistenziali (RA)**: ad orientamento socio-assistenziale, sono essenzialmente le *case di riposo* italiane, definite con terminologie diverse a seconda del paese (*Residential care homes* nel Regno Unito, *Maison de retraite* in Francia, *Residencias de vàlidos* in Spagna, etc.). Si tratta di strutture residenziali per anziani sostanzialmente autosufficienti o con disabilità lievi dove la componente assistenziale fondamentale è fornita da operatori sociali mentre la componente infermieristica e medica è assente o assai modesta. Sono strutture che, in genere, sono poste sotto il controllo dei comuni;
- **Residenze Sanitarie Assistenziali (RSA)**: ad orientamento sanitario, definite anch'esse con terminologie diverse a seconda della nazione di riferimento (*Nursing homes* nel Regno Unito, Irlanda e Svizzera, *Logement-foyer* in Francia, *Residencias asistidas* in Spagna, etc.). Si tratta di una struttura residenziale per anziani non autosufficienti che si caratterizza per un intervento integrato socio- sanitario dove la componente sanitaria risulta di elevata intensità o comunque adeguata alle necessità degli ospiti. La componente assistenziale fondamentale è data dalla figura dell'infermiere. Sono in genere

previsti anche interventi riabilitativo/occupazionali. Sono strutture sanitarie che, nella maggioranza dei casi, dipendono dagli enti sanitari e, in alcuni casi, dipendono dai comuni.

Come affermato da Pesaresi e Gori (2003, p. 7) "*La forma, la dimensione e il finanziamento dell'offerta delle cure residenziali di lunga durata variano molto; alcuni paesi dispongono di programmi di cure assai completi e finanziati dai poteri pubblici, altri non dispongono che di servizi molto limitati e frammentati*". Fra i paesi più innovativi, vi sono la Danimarca e la Norvegia, che hanno stabilito da tempo di non ricorrere più alle RSA (salvo casi eccezionali) ma di sostituirle con **abitazioni adeguate agli anziani e servizi flessibili** adatti alle loro esigenze. Analogamente anche la Svezia e l'Olanda hanno investito sul mantenimento degli anziani a domicilio e sulla costruzione di dimensioni abitative più appropriate agli anziani. L'esempio di questi paesi è stato poi seguito dalla Germania e dalla Francia, che stanno investendo sull'abitare assistito e su strutture abitative autonome che offrono svariati servizi di supporto come la mensa, la lavanderia, etc. Dunque, dai dati reperibili nella letteratura scientifica di riferimento, è possibile rilevare *"una inversione di tendenza negli anni '90 circa l'andamento degli anziani ricoverati delle strutture residenziali. Mentre per tutti gli anni '80 essi hanno continuato a crescere con l'eccezione di soli tre paesi, negli anni '90 la maggioranza dei paesi dell'Unione Europea sembrano aver ridotto la quota degli anziani collocati in istituzione. Il fenomeno (…) è comunque il frutto di politiche specifiche portate avanti, prima degli altri, soprattutto dai paesi del nord Europa*." (Pesaresi & Gori, 2003, p. 15).

In Italia l'assistenza socio-sanitaria può variare in base alla regione ma è possibile identificarne alcuni elementi generali. Per pazienti sofferenti di una patologia acuta si prevede l'assistenza sanitaria in ospedale, mentre gli anziani parzialmente autosufficienti possono essere accolti in case di cura. C'è, inoltre, come già affermato precedentemente, la Residenza Sanitaria Assistenziale (RSA), struttura non ospedaliera a impronta sanitaria che ospita per un periodo variabile (da poche settimane al tempo indeterminato) persone non autosufficienti, che non possono essere assistite in casa e che necessitano di specifiche cure mediche (Ministero della Sanità, 1994)[20].

Il report Istat (2018) sui **presidi residenziali**[21], **socio-assistenziali** e **socio-sanitari** rileva che in Italia, al 31 dicembre 2015, risultano attivi 12.828 presidi residenziali. Nei presidi socio-assistenziali e socio-sanitari sono assistite 382.634 persone: quasi 288 mila (75,2%) hanno almeno 65 anni, di cui oltre 218 mila non autosufficienti. Tra gli anziani più della metà sono ultra ottantacinquenni e in tre casi su quattro sono donne.

La gestione dei presidi residenziali è affidata prevalentemente a organismi di natura privata (70% dei casi), soprattutto di tipo non profit (48%); il 13% delle residenze è gestita da enti di natura religiosa; al settore pubblico spetta la gestione di circa il 16% dei presidi.

I servizi di **assistenza formale**, molto spesso integrati a quelli residenziali e di assistenza informale, dovrebbero garantire ai pazienti una buona qualità della vita, fornendo loro la possibilità di vivere in un ambiente stimolante, familiare, con un buon supporto medico e psicologico e un adeguato apporto nutrizionale. Il trasferimento in una struttura di assi-

20 Cfr. www.fondazionepromozionesociale.it Accessed 10/06/2020.

21 Si definisce "Presidio residenziale" la "*struttura pubblica o privata che eroga servizi residenziali (ospitalità assistita con pernottamento) di tipo socio- assistenziale e/o socio-sanitario a persone in stato di bisogno. Sono escluse le strutture ospedaliere pubbliche e private*" (Istat, 2018, p. 2).

stenza residenziale richiede infatti un grande adattamento ad uno stile di vita e ambiente del tutto diverso la quelli precedenti (Michel et al., 2019). Trasmettere il senso di "casa" ai residenti è importante per la loro qualità della vita ed è determinato da tre fattori principali (Rijnaard et al., 2016; van Hoof et al., 2016):

- **fattori psicologici**, tra cui il senso di riconoscimento, conservazione dei propri valori e abitudini, sensazione di controllo e capacità di risposta;
- **fattori sociali**, tra cui interazione e relazione con il personale, altri residenti, famiglia, amici e animali domestici;
- **ambiente costruito**, incluso lo spazio privato, lo spazio pubblico, gli effetti personali, la tecnologia, l'aspetto fisico e l'aria aperta.

Un ulteriore fattore è rappresentato dalla buona **assistenza medica** e del personale, per cui il passaggio da un'assistenza orientata al compito (task-orientated) ad una incentrata sulla persona (person-centred)[22] è fondamentale (Klaassens & Mejering, 2015).
L'assistenza istituzionale non è priva di criticità e aree di possibile implementazione: lo sviluppo di ospedali e strutture di assistenza integrate nella comunità potrebbe facilitare la somministrazione delle cure e aumentare la sicurezza delle prestazioni di assistenza. Su queste basi la pianificazione dei servizi di cura e assistenza e la stessa progettazione degli edifici adibiti può beneficiare delle linee guida offerte dal design inclusivo e da approcci partecipativi con gli utenti finali (Hignett, 2012).

## 3.4 Tecnologie per la qualità della vita

La tecnologia avrà un impatto sull'invecchiamento individuale e potrà rivoluzionare l'erogazione dell'assistenza sanitaria. L'ultimo report della SAPEA (Science Advice for Policy by European Academics)[23] identifica le principali **aree di implementazione dei progressi tecnologici per l'invecchiamento** (Michel et al., 2019, p. 18):

- la **salute fisica** e le applicazioni per la **salute sociale e cognitiva** hanno iniziato ad essere sviluppate e a diffondersi, rendendo molto probabile che la *m-health*, basata sull'uso dello smartphone, svolgerà un ruolo sempre più importante nel monitoraggio della salute per tutta la vita. Fornendo regolarmente consigli, avvisi e raccomandazioni, le applicazioni mobili consentiranno di supportare cambiamenti positivi nei comportamenti dello stile di vita e prevenire malattie/disabilità legate all'età;

22 L'American Geriatrics Society Expert Panel fornisce la definizione di *Person-centered care*: la *Person-centered care* (*Assistenza centrata sulla persona*) significa che i valori e le preferenze degli individui vengono sollecitati e, una volta espressi, guidano tutti gli aspetti della loro assistenza sanitaria, supportando i loro obiettivi realistici di salute e vita. L'assistenza centrata sulla persona viene raggiunta attraverso una relazione dinamica tra individui, altri che sono importanti per loro e per tutti i fornitori pertinenti. Questa collaborazione informa il processo decisionale nella misura in cui l'individuo desidera. Fonte: American Geriatrics Society Expert Panel on Person-Centered Care, (Brummel-Smith et al., 2016).
23 La SAPEA (Science Advice for Policy by European Academies) riunisce eccezionali competenze in ingegneria, discipline umanistiche, medicina, scienze naturali e sociali provenienti da oltre 100 accademie, giovani accademie e società per l'istruzione in tutta Europa. SAPEA fa parte del meccanismo di consulenza scientifica della Commissione Europea. Insieme al gruppo di consiglieri scientifici principali, forniscono consulenza scientifica indipendente ai commissari europei per sostenere il loro processo decisionale. Lavorano anche per rafforzare i collegamenti tra le accademie e le reti accademiche europee e per stimolare il dibattito in Europa sul ruolo delle prove scientifiche nel processo decisionale. Finanziato attraverso il programma Horizon 2020 dell'UE, il consorzio SAPEA comprende Academia Europaea, All European Academies (ALLEA), European Academies' Science Advisory Council (EASAC), European Council of Academies of Applied Sciences, Technologies and Engineering (Euro-CASE) e la Federazione delle accademie europee di medicina (FEAM).

- lo Universal Design e le **tecnologie per *smart homes*** (case intelligenti) favoriranno l'invecchiamento in casa fornendo maggiore sicurezza, protezione nelle attività quotidiane e connessione sociale. Inoltre, il rapido sviluppo di robot assistivi faciliterà l'invecchiamento a domicilio e l'assistenza domiciliare;
- i dispositivi e le app possono fornire informazioni per **supportare il processo decisionale clinico** e accelerare le dimissioni ospedaliere;
- le tecnologie per la cura faciliteranno il **follow-up permanente dello stato di salute**, delle condizioni cliniche croniche e delle capacità funzionali attraverso il monitoraggio remoto, la riabilitazione fisica a domicilio, l'allenamento del cervello e il controllo della conformità dei farmaci;
- la tecnologia trasformerà anche le **procedure diagnostiche e chirurgiche**. Le applicazioni di algoritmi di apprendimento automatico (Intelligenza Artificiale - AI) nel campo della ricerca sull'invecchiamento offrono enormi possibilità. Tali metodi applicati ai dati, acquisiti in un singolo lasso temporale o longitudinalmente, possono essere impiegati per generare predittori di malattia e identificare i momenti in cui è necessario un intervento precoce. I biomarcatori dell'invecchiamento derivati dall'AI consentono una visione olistica dei processi biologici e consentono lo sviluppo di nuovi metodi per costruire modelli causali, estraendo le caratteristiche più importanti e identificando gli obiettivi biologici, favorendo così la scoperta di farmaci.

Negli ultimi anni la **robotica** e le tecnologie in generale stanno affrontando ampiamente il problema dell'invecchiamento globale, offrendo soluzioni finalizzate al mantenimento dell'autonomia delle persone il più a lungo possibile (Johnson et al., 2017). Un esempio è rappresentato dalle ***Quality of Life technologies*** (QoL) che, secondo Schultz et al., (2015) hanno tre funzioni principali: monitoraggio della persona o dell'ambiente circostante; diagnosi e screening degli anziani; trattamento che va dalla compensazione al miglioramento delle condizioni rilevate. Esse hanno un impatto su cinque ambiti: monitoraggio della salute psico-fisica (ad esempio, frequenza cardiaca, pressione sanguigna, etc.); mobilità (ad esempio, velocità del passo, supporto alla deambulazione etc.); connessione sociale (ad esempio, monitoraggio della frequenza delle interazioni, contrasto all'isolamento, etc.); sicurezza (monitoraggio delle cadute e attivazione dei sistemi di allerta, etc.); supporto alle attività di vita quotidiana (Activities of Daily Living - ADL) (ad esempio, assunzione di farmaci o aiuto nello svolgimento di vari compiti).
Una parte della ricerca in tale ambito riguarda l'**integrazione di sistemi robotici o micro-robotici all'interno di prodotti di uso quotidiano** o arredi, come armadi intelligenti in grado di monitorare e ricordare l'assunzione dei farmaci (Ennis et al., 2017). Altri progetti riguardano l'implementazione di **dispositivi indossabili** utili a monitorare e a comunicare eventuali diagnosi direttamente ai professionisti in ambito sanitario (Tedesco et al., 2017). Inoltre, il potenziale di **assistenti digitali** come Alexa (sviluppato da Amazon[24]) o Siri (sviluppato dalla Apple[25]) in ambito sanitario e assistenziale è molto ampio, sebbene ancora limitato rispetto allo stato dell'arte in ambito robotico (Wicklund, 2018; Reis et al., 2017).
Tali tecnologie hanno affrontato le problematiche legate all'invecchiamento attraverso un **monitoraggio a distanza** la cui efficacia è dovuta ai progressi e alla qualità delle tecnologie insite all'interno dei prodotti o dei dispositivi (telefoni cellulari, videocamere, sensori

24 https://www.amazon.it Accessed 08/06/2020.
25 https://www.apple.com/it/siri/ Accessed 08/06/2020.

intelligenti, etc.). In quest'ottica sono stati sviluppati dei robot più efficaci e intelligenti, per sopperire alle mancanze delle tecnologie per l'assistenza da remoto (Mitzner et al., 2014; Smarr et al., 2014). Infatti, la letteratura scientifica conferma che gli anziani hanno atteggiamenti più positivi nei confronti dei robot e che sono molto più propensi ad accettarli nelle loro vite, soprattutto se si tenesse conto delle loro preferenze e necessità durante la fase di sviluppo e progettazione delle piattaforme robotiche (Broekens et al., 2009).

Nonostante le evidenti potenzialità della tecnologia per il supporto all'invecchiamento sano e attivo e all'assistenza e alla cura di persone anziane o fragili, le sue applicazioni pratica sono attualmente limitate per svariati motivi, fra cui (Michel et al., 2019, p. 19):

- **accettazione**. L'utilizzo della tecnologia varia sostanzialmente tra le persone anziane ed è influenzato dalla convenienza, dalla facilità d'uso e dalla funzionalità dei dispositivi, nonché dalle preferenze personali, dalla conoscenza e dalle preoccupazioni sulla privacy dei dati. Inoltre, lo sviluppo di soluzioni tecniche per il monitoraggio domiciliare richiede la considerazione sia dei destinatari delle cure sia dei fornitori di assistenza (formali o informali), che potrebbero non essere sufficientemente formati in questo settore;
- **efficienza globale e risultati comprovati**. Alcuni modelli di monitoraggio dell'assistenza sanitaria a distanza hanno mostrato chiari benefici per i pazienti con malattie croniche, mentre altri non sono stati in grado di dimostrare miglioramenti significativi. Esistono ancora diversi ostacoli per ottenere un uso diffuso: sistemi di rimborso sostenibili ed economici, interoperabilità tra i sistemi di cartelle cliniche elettroniche e capacità tecnologica di adattarsi a programmi di telemedicina poco efficienti in termini di larghezza di banda negli ospedali più piccoli, nelle cliniche e in casa;
- **standardizzazione**. Lo sviluppo di standard in questo settore richiederà forti legami e collaborazioni con le agenzie di regolamentazione per standardizzare completamente i dati provenienti da dispositivi indossabili, nonché la trasmissione, l'elaborazione e l'archiviazione dei dati generati dalla casa;
- **finanziamento**. Il rimborso per le attrezzature varia a seconda degli Stati membri dell'UE. Le attrezzature più costose sono finanziate secondo criteri di sovvenzione locali. Queste attrezzature possono essere fornite direttamente e gratuitamente ai pazienti o acquistate attraverso budget personali concessi dai consigli locali.

Lo sviluppo e l'uso della tecnologia in ambito medico e assistenziale, nonostante queste barriere, sta conoscendo una rapida crescita, dovuta ai costi crescenti dell'assistenza sanitaria ma anche all'uso massivo di smartphone e di dispositivi connessi secondo il paradigma dell'**Internet of Things** (IoT). Questi dispositivi hanno costi accessibili ai più e diventano sempre più tecnicamente avanzati.

Le tecnologie digitali rappresentano dunque una risorsa per supportare l'invecchiamento a casa e pongono il design e i progettisti di fronte a nuove sfide, a diverse esigenze, aspettative e necessità. In quest'ottica l'approccio dello Human-Centred Design/HCD e dell'Ergonomia per il Design può offrire un importante contributo all'identificazione e all'analisi quei bisogni, aspettative e necessità che spesso sono taciti, al fine di creare prodotti centrati sulle persone. Infatti, l'accettabilità della tecnologia da parte di utenti anziani e fragili, è attualmente una questione delicata, i cui parametri di valutazione offrono moltissime sfide alla ricerca in design. Gli anziani desiderano prodotti che appaghino i loro desideri estetici, utilizzano prodotti che supportano le loro esigenze funzionali ma soprattutto, quelli che esaltano i valori di identità personale, dignità e indipendenza. Utilizzano i prodotti tecnologici soprattutto per compiere una serie di attività quotidiane ma anche per rimanere in

contatto con familiari e amici. Per queste ragioni il design svolge un ruolo cruciale nella comprensione dei cambiamenti che l'età avanzata ha sia sulla routine quotidiana che sulle modalità di utilizzo, sulle attitudini e sulle percezioni nei confronti dei prodotti.

### *3.4.1 Robotica per l'invecchiamento sano e attivo*

Negli ultimi anni la robotica ha compiuto molti progressi in svariati ambiti (Yang et al., 2018), fra cui la medicina e l'assistenza socio-sanitaria. In tal senso i robot possono migliorare la percezione umana e creare le giuste condizioni per migliorare la qualità della vita, in linea con i programmi mondiali ed europei sull'invecchiamento attivo e in salute. La **robotica assistenziale** si è sviluppata molto negli ultimi decenni: il paese pioniere è stato il Giappone, che ha investito molte risorse nello sviluppo ma anche nella sperimentazione di piattaforme sempre più sofisticate e intelligenti. Anche l'Europa sta perseguendo gli stessi obiettivi, attraverso i più recenti **programmi di ricerca strategica** come l'**European Strategic Research Agenda for Robotics in Europe 2014-2020** (SPARC)[26]. Analogamente anche il **programma RAS 2020** (Robotics and Autonomous Systems)[27] nel Regno Unito persegue l'obiettivo dello sviluppo di una robotica volta all'assistenza sociale e sanitaria per anziani.
Bedaf et al., (2015) offrono un'approfondita analisi dei principali robot progettati per supportare gli anziani nel condurre una vita indipendente in casa propria. La ricerca identifica 107 piattaforme e le suddivide in termini di tipologia di supporto offerto (fisico o non fisico) e tipo di attività (cura personale, relazioni altre attività). Analogamente Linner et al., (2015) identificano tutte le ADLs per cui la robotica può offrire supporto, che includono: logistica alimentare e fornitura pasti, trasferimenti funzionali dei pazienti, assistenza alla pulizia o all'igiene personale, assistenza per la vestizione, fornitura di comunicazione fra paziente e amici/familiari o operatori sanitari, assistenza in caso di emergenza (cadute, ictus, richiesta di aiuto, etc.), istruzione o promemoria per farmaci e terapie, monitoraggio dei parametri fisiologici, funzionalità sociali (compagnia, riduzione della solitudine, etc.), divertimento.

La **Multi-Annual Roadmap** (Robotics 2020, Multi-Annual Roadmap for Robotics in Europe)[28] identifica le principali questioni da affrontare per l'applicazione della robotica, soprattutto in relazione all'assistenza sanitaria:

- **affidabilità** (*dependability*): ovvero la capacità del sistema di eseguire le attività assegnate senza errori, così che gli utenti finali dipendano e si affidino al corretto funzionamento del servizio robotico. Le strutture assistenziali, infatti, possono delegare lo svolgimento di alcune attività ai robot sono se questi sono affidabili e, per garantire la sicurezza degli utenti, dovrebbero disporre di personale qualificato nonché di sistemi robotici ampiamente testati;
- **capacità di interazione sociale**: la capacità del robot di interagire con gli umani, interpretando correttamente i segnali sociali e soggettivi e reagendo di conseguenza. In ambito assistenziale i robot sono coinvolti nell'interazione con gli utenti primari ma anche con altri attori (familiari, caregiver, medici, etc.), per cui l'interazione deve essere semplice ed intuitiva per tutti;

26 Cfr. https://www.eu-robotics.net/sparc/ Accessed 21/09/2020.
27 Cfr. https://www.ukras.org Accessed 21/09/2020.
28 Cfr. https://www.eu-robotics.net/cms/upload/downloads/ppp-documents/Multi-Annual_Roadmap2020_ICT-24_Rev_B_full.pdf Accessed 21/09/2020.

- **abilità di interazione uomo-robot**: i sistemi robotici attuali non sempre sono in grado di eseguire azioni predefinite in maniera autonoma mentre interagiscono con l'essere umano. Per essere efficace, un robot assistenziale dovrebbe garantire la propria autonomia o comunque la sicurezza in caso di controllo remoto;
- **autonomia decisionale**: i cambiamenti costanti degli ambienti reali richiedono una tecnologia solida (*robustness*) in grado di gestire dati incerti. È necessaria quindi la validazione dei sistemi robotici in ambienti e scenari realistici per verificare i loro processi decisionali in situazioni critiche.

Le persone anziane, come dimostrano in diversi studi scientifici (Ezer et al., 2009; Mast et al., 2010) hanno un atteggiamento tendenzialmente positivo nei confronti dei robot domestici, soprattutto grazie al loro potenziale contributo all'assistenza e, quindi, al supporto del prolungamento di una vita indipendente in casa. Anche in ambito sanitario è stato dimostrato che i pazienti anziani rispondono meglio ai robot che ai tablet e, inoltre, l'interazione con i robot è considerata più divertente ma anche più affidabile e accurata (Mann et al., 2015). Tuttavia, le **attitudini positive nei confronti dei robot** e i risultati incoraggianti della ricerca non escludono la necessità di un'analisi costante e aggiornata delle opinioni degli anziani sull'adozione di tecnologie per l'assistenza sia in casa che in strutture istituzionali (Vandemeulebroucke et al., 2018). Ciò è possibile anche attraverso l'inclusione degli utenti (sia anziani che caregiver) durante la progettazione delle tecnologie o del sistema/servizio assistivo e attraverso analisi qualitative e/o quantitative sugli effetti dell'uso di tecnologie robotiche a lungo termine.
Secondo Mast et al., (2015), i progetti di ricerca relativi all'assistenza robotica per anziani possono essere utili a suddividere i robot assistivi in tre macro-categorie:

- **robot senza capacità di manipolazione**: offrono servizi di informazione (Pollack et al., 2002), telepresenza (Michaud et al., 2010), stimolazione emotiva (Wada et al., 2007);
- **robot ottimizzati per un'attività specifica**: ad esempio, robot aspirapolvere, per la pulizia dei vetri o la falciatura del prato (Tribelhorn & Dodds, 2007);
- **robot multi-funzionali**: in grado di svolgere un'ampia gamma di attività sia informative che fisiche, come PR2 (Bohren et al., 2011) o Care-O-Bot (Graaf et al., 2009).

Tuttavia, le abitazioni sono estremamente eterogenee, in continuo cambiamento e non ottimizzate per i robot assistivi. L'introduzione di questi dispositivi in ambiente domestico prevede numerose sfide dal punto di vista tecnico e progettuale: la principale riguarda la navigazione autonoma e la sicurezza, in quanto i robot operano in prossimità delle persone e in spazi che possono essere stretti o con ostacoli lungo il percorso. Il rilevamento e il riconoscimento affidabile degli oggetti rappresenta un'ulteriore sfida, insieme all'interpretazione del linguaggio umano e all'eventuale apprendimento di nuove abilità.
Dal punto di vista della ricerca, molti studi si concentrano sull'identificazione di ***framework* per gli sviluppi futuri della robotica** di servizio e assistenziale (McGinn et al., 2018) mentre altri sostengono l'importanza di dover riconoscere e inserire all'interno del brief progettuale i requisiti e le esigenze specifiche e particolari delle persone anziane, non assimilabili genericamente a quelli di altri tipi di utenti. A tal proposito, Fisk et al., (2009) e Czaja et al., (2019)[29] offrono una panoramica dei principi progettuali in relazione agli utenti più anziani, con lo scopo di sistematizzare tutte le caratteristiche psicologiche e proprie dei

29 Cfr. Czaja, S. J., Boot, W. R., Charness, N., & Rogers, W. A. (2019). *Designing for older adults: Principles and creative human factors approaches*. CRC press.

fattori umani da considerare durante la progettazione. I ricercatori forniscono delle vere e proprie linee guida specifiche riguardo ai dispositivi di input/output, alla progettazione di interfacce, prodotti, ambienti e servizi, analizzando il ruolo delle tecnologie per l'assistenza e le relative questioni etiche, sociali e psicologiche ad esse correlate.
Prescott & Caleb-Solly (2017), nell'ambito del **white paper della UK Robotics and Autonomous Systems** (UK-RAS) network, delineano una vera e propria tabella di marcia per lo sviluppo della robotica assistiva e sociale, identificando i progressi necessari in termini di capacità fisiche, intelligenza artificiale e integrazione fra tecnologie al fine di generare un **ecosistema di assistenza connesso** (*connected care EcoSystem for independent living*), sostenibile ed etico, per il supporto al mantenimento di una vita autonoma in casa il più a lungo possibile.
Il mondo accademico e della ricerca nell'ambito della robotica assistiva e sociale include studi che coprono una varietà di contesti d'uso, attività di supporto, tipologie di robot e di interazione per svariate fasce di utenti (Tabella 2). Tuttavia ciò che emerge dalla letteratura è la necessità di non sostituire, bensì **integrare i sistemi di cura e assistenza** esistenti con le nuove tecnologie robotiche e digitali solo laddove si ritenga che un aiuto tecnologico non sostituisca l'**assistenza da parte di un essere umano** (Currie et al., 2015). Le opportunità e le sfide della tecnologia e della robotica per il supporto all'autonomia e all'assistenza di persone anziane e fragili riguardano, quindi, sia aspetti tecnici ma soprattutto psicologici, etici e sociali. In quest'ottica lo scopo ultimo di tali tecnologie è quello di rendere più efficienti le cure umane, arricchendo l'interazione fra le persone.

Come affermato in un recente report delle Nazioni Unite "*l'invecchiamento della popolazione presenta sfide sociali, economiche e culturali per individui, famiglie, società e comunità globale. È come scegliamo di affrontare le sfide e di massimizzare le opportunità di una popolazione anziana in crescita che determinerà il futuro dell'umanità*" (Babatunde Osotimehin, 2012, p. 11).

**Tabella 2 - Principali progetti di ricerca europei in corso relativi all'area *Assistive Robotics*.**

| Progetto | Finanziamento | Sito web | Data di inizio |
|---|---|---|---|
| **WiMi-Care** | BMBF | http://www.wimi-care.de/eng/ | 2008 |
| **SRS** | ICT | http://www.srs-project.eu/ | 2010 |
| **ACCOMPANY** | CT-2011.5.4 ICT for Ageing and Wellbeing | http://accompanyproject.eu/ | 2011 |
| **Companionable** | ICT | http://www.companionable.net/ | 2008 |
| **AALias** | AAL-2009-2 | http://www.aal-alias.eu/ | 2010 |
| **Florence** | ICT-2009.7.1. ICT & Aging: service robotics for aging well | http://www.florence-project.eu/ | 2010 |
| **Patient@home** | | http://www.patientathome.dk/ | 2013 |
| **HOBBIT** | | http://hobbit-project.eu/ | 2011 |
| **SERROGA** | ESF + Thuringian Research Ministry | http://www.serroga.de/ | 2012 |
| **ALMA** | AAL Joint program | http://www.aal-europe.eu/projects/alma/ | 2013 |
| **STIFF** | European 7th framework program | http://project.eu/2/ | 2008 |
| **DEXMART** | European Community's 7th Framework Program | | 2008 |
| **Smart Hand** | | http://www.elmat.lth.s e/~-smarthand/index.ht ml | 2007 |
| **RAPP** | RAPP FP7-ICT-2013-10 | http://rapp-project.eu | 2013 |
| **ERimAlter** | BMBF | https://www.frankfurt- university.de/fachberei che/fb4/projektefb4/e motionalerobotikimalte r.html | 2013-2014 |

Tabella 2 - I principali progetti di ricerca europei in corso nell'area *Assistive Robotics*. Fonte: Robotics 2020, Multi-Annual Roadmap, pp. 53-54. https://www.eu-robotics.net/cms/upload/downloads/ppp-documents/Multi-Annual_Roadmap2020_ICT-24_Rev_B_full.pdf Accessed 21/09/2020.

**Parole chiave**

Gerontechnologies
Autonomia domestica
Robotica Assistiva e Sociale
Ambient Assisted Living
Intelligenza Artificiale

# Capitolo 4
# Tecnologie assistive e robotica

**4.1 La ricerca scientifica delle *Gerontechnologies*: le tecnologie dal punto di vista degli anziani**

**4.2 Tecnologie assistive per l'autonomia domestica: robotica e *ageing in place***

**4.3 Assistive Robotics**
4.3.1 Socially Interactive Robotics (SIR)
4.3.2 Socially Assistive Robotics (SAR)

**4.4 Assistive robotics: casi rappresentativi**

**4.5 Robotica assistiva e anziani: le macro-aree della ricerca scientifica**
4.5.1 Il contesto delle sperimentazioni scientifiche
4.5.2 Personalizzazione e apprendimento

# CAPITOLO 4
# Tecnologie assistive e robotica

L'invecchiamento della popolazione fa sì che gli anziani stiano diventando un target prioritario per la progettazione e lo sviluppo di **prodotti e servizi tecnologici**, finalizzati al **miglioramento della qualità della vita** e al **supporto della salute** e dell'autonomia delle persone. Per tale motivo, nell'ambito dell'Universal Design, i ricercatori e i progettisti lavorano per comprendere ed analizzare tutte le esigenze di questi potenziali utenti, così da sviluppare prodotti e servizi flessibili e adattivi, che possano essere usati senza alcuna limitazione (Clarkson et al., 2013).
Un ulteriore scopo della ricerca sugli utenti più anziani riguarda la percezione delle tecnologie assistive, molto spesso viste come "costrittive", come meri strumenti di controllo a distanza, freddi e lontani dalle necessità degli utenti, che possono o potrebbero, in futuro, sostituire le cure e l'assistenza umana. Questa idea nell'immaginario collettivo è ampliata dal fatto che, sebbene idealmente le tecnologie debbano rendere un compito più semplice, efficiente, sicuro e piacevole, spesso esse rendono un'attività più lenta, pericolosa e frustrante (Rogers & Fisk, 2010).

Il ruolo della **ricerca in design**, in tal caso, è quello di mettere al centro le caratteristiche particolari di questo target di utenti, congiuntamente alle questioni etiche e psico-sociali legate all'uso delle tecnologie assistive, per far sì che siano effettivamente strumenti di supporto nello svolgimento di attività quotidiane o di aiuto per i caregiver nella somministrazione di cure e assistenza: alla stregua di prodotti e servizi tecnologici di uso comune (ad esempio, cellulari, computer, tablet, etc.) le tecnologie assistive (robot per la telepresenza, sensori per il monitoraggio di parametri fisiologici, etc.) possono aiutare gli esseri umani a **comunicare**, ad **essere indipendenti**, a compiere **attività complesse o pericolose senza mai sostituirsi al legame empatico e interpersonale che sussiste fra gli individui**. Tali tecnologie vanno concepite come potenziamento delle relazioni interpersonali e come estensione delle possibilità e abilità umane. Tuttavia, ciò è possibile solo se a monte vi è una progettazione attenta e centrata sull'uomo.

Sulla base di tali considerazioni, è interessante approfondire il tema delle *Gerontechnologies*, per mettere in luce l'attenzione di tutta la comunità scientifica nei confronti dello sviluppo di **tecnologie rispettose**, **flessibili e adatte a tutti**, anche alle persone più anziane.

## 4.1 La ricerca scientifica delle *Gerontechnologies*: le tecnologie dal punto di vista degli anziani

Il termine ***Gerontechnologies***[1] (in italiano "gerontecnologia") sta ad indicare quel campo di ricerca scientifica interdisciplinare in cui la tecnologia è orientata verso le aspirazioni, le opportunità e i desideri delle persone anziane. Tale ambito include sia la ricerca sia lo sviluppo e la progettazione di quei prodotti/servizi per il miglioramento della qualità della vita degli anziani, con lo scopo di supportarli nel mantenimento di un buono stato di salute, rendendoli partecipi della vita sociale e aiutandoli a mantenere l'indipendenza il più a lungo possibile (International Society for Gerontechnologies).
La *gerontechnology* rappresenta il **punto di incontro fra tecnologie innovative e sofisticate ed età avanzata**: il mantenimento dell'autonomia e di un buono stato di salute possono avvenire con il supporto delle nuove tecnologie a patto che queste ultime siano usabili con efficacia, efficienza e soddisfazione da parte degli anziani nel lungo termine (Lesnoff-Caravaglia, 2007).
Secondo diversi studi, le tecnologie possono risolvere o alleviare tutti quei problemi legati all'invecchiamento: le tecnologie assistive e adattive, ad esempio, possono compensare il declino di abilità fisiche e/o cognitive (Pressler & Ferraro, 2010), i sensori e le reti wireless possono supportare il **monitoraggio** fisiologico nell'ambito dell'assistenza sanitaria in ambiente domestico (Jeong et al., 2010), lo sviluppo della telemedicina può aiutare le persone nel **ricevere cure mediche a casa** (Lin et al., 2013). Inoltre, sono moltissime le tecnologie ormai tradizionali finalizzate al supporto delle principali attività in ambiente domestico e delle interazioni sociali, allo scopo di **contrastare l'isolamento** delle persone anziane: ad esempio, il forno a microonde può facilitare l'attività di cottura dei cibi (O'Brien et al., 2012) e le **tecnologie di comunicazione** come i cellulari o i computer connessi ad internet possono migliorare ed incrementare la comunicazione con amici e familiari (Chen & Chan, 2014a).
Tuttavia, accade spesso che si crei un divario, un *gap tecnologico* fra le varie generazioni, che limita soprattutto gli anziani nell'utilizzo di determinati prodotti o servizi che potrebbero effettivamente aiutarli nella vita di tutti i giorni. Infatti, nonostante gli anziani mostrino spesso un atteggiamento positivo nei confronti della tecnologia, essi possono essere spaventati o restii nell'adottare tecnologie nuove, avendo meno possibilità dei giovani di usarle (Kuo et al., 2012). Le caratteristiche uniche e particolari degli anziani richiedono una progettazione delle tecnologie che tenga conto dell'**eterogeneità** di questo gruppo di utenti.
Per comprendere in che modo l'invecchiamento possa limitare o modificare le capacità e le modalità d'uso delle nuove tecnologie, è utile partire dai **cambiamenti psicologici e fisiologici** che derivano dall'avanzare dell'età. Ad esempio, i disturbi visivi o uditivi possono influenzare la facilità d'uso percepita di alcuni dispositivi, soprattutto in caso di interfacce grafiche (smartphone, fotocamere) o audio (allarmi, comandi vocali, etc.) (Fisk et al., 2009). Il calo della sensibilità al tocco e delle abilità psicomotorie possono causare

1 "*Gerontechnology is an interdisciplinary field of scientific research in which technology is directed towards the aspirations and opportunities for the older persons. Gerontechnology aims at good health, full social participation and independent living up to a high age, be it research, development or design of products and services to increase the quality of life. Gerontechnology lives at the crossroads of advancing technology and advancing age. Good health is of great importance to all older persons and increasingly so with progressing age. The International Society for Gerontechnology encourages the development of gerontechnology*". Fonte: Bouma, 2000. http://gerontechnologie.nl/what-is-gerontechnology/ Accessed 21/09/2020.

difficoltà nell'esecuzione di movimenti accurati o nella manipolazione di oggetti molto piccoli (pulsanti molto piccoli, etc.) come richiesto da diversi dispositivi tecnologici (Cheong et al., 2013). Dal punto di vista cognitivo, l'uso di nuove tecnologie prevede l'apprendimento di nuove competenze che, in caso di declino della memoria selettiva o di altre capacità cognitive, può comportare tempi più lunghi e maggiori difficoltà di apprendimento (Lim, 2010). Infine, anche il benessere psicologico (influenzato dalla rete sociale, dallo stato di salute emotiva, etc.) e la storia personale di ogni individuo influenza il modo in cui gli anziani si approcciano e usano le nuove tecnologie (Ryu et al., 2009).
Nonostante le eventuali limitazioni psico-fisiche, l'età non limita necessariamente il numero di prodotti usati né è vero che gli anziani tendono ad evitare le nuove tecnologie. Da uno studio di O'Brien et al., (2008), ad esempio, emerge che su un elenco di 17 tecnologie comuni, gli anziani ne usano in media 12 contro le 15 usate dai più giovani. Quindi, anche se il tipo di tecnologia usata è diversa, le persone più anziane, una volta adottata una particolare tecnologia, difficilmente la abbandonano e anzi tendono ad usarla più frequentemente dei giovani. Le differenze legate all'età nell'uso di dispositivi tecnologici possono dipendere da svariati fattori quali la percezione dell'effettiva necessità di un certo prodotto, dispositivi troppo difficili da imparare, capacità fisiche e cognitive o credenze e convinzioni individuali (Rogers & Fisk, 2010). Nello specifico l'utilità percepita e la facilità d'uso percepita sono fattori determinanti per l'effettiva adozione di una certa tecnologia (Davis, 1989): i **benefici dell'uso di un certo prodotto tecnologico** dovrebbero essere chiariti prima che gli anziani adottino volontariamente una tecnologia.

Per sistematizzare tutte le esigenze psico-fisiche degli anziani che possono influenzare l'uso di una certa tecnologia e per metterle in relazione con le caratteristiche più importanti per il design di tecnologie assistive, Fisk et al., (2009) hanno sviluppato il **CREATE**[2] **Model of Aging and Technology** (Figura 1). Il modello si basa su quello di Lawton & Nahemow (1973) secondo cui il livello prestazionale dipende dalle esigenze derivanti dall'ambiente circostante in relazione alle abilità dell'individuo. Analogamente, progettare con successo una tecnologia dipende dalla corrispondenza fra le capacità dell'utente e le esigenze imposte dal sistema, oltre che dalle attività svolte. Il contesto d'uso, inoltre, può impedire o supportare interazioni di successo.

La conoscenza degli effetti fisici e psico-cognitivi dell'invecchiamento può fornire molte indicazioni al design per la progettazione di tecnologie assistive flessibili, efficaci e adatte al target specifico di riferimento. Un ottimo esempio in tal senso è rappresentato proprio dal volume "Designing for older adults" del gruppo di ricerca di Fisk et al., (2009) che fornisce le linee guida (in Tabella 1 gli elementi chiave per una progettazione centrata sugli utenti anziani) per i progettisti di sistemi tecnologici per anziani, sulla base di un'approfondita e attenta analisi della letteratura scientifica di riferimento che può avere implicazioni dirette per la progettazione e, quindi, per la sicurezza, la salute e il benessere degli anziani. In sintesi, gli sforzi della ricerca per migliorare l'uso delle tecnologie assistive, riguardano:

- **usabilità delle tecnologie attuali**: "*numerosi studi scientifici hanno evidenziato le difficoltà che gli anziani hanno nell'usare dispositivi tecnologici (…); computer (…); internet (…) ma anche sistemi bancari, bibliotecari o altri servizi. Essi hanno fornito innumerevo-*

2 The Center for Research and Education on Aging and Technology Enhancement (CREATE; www.create-center.org).

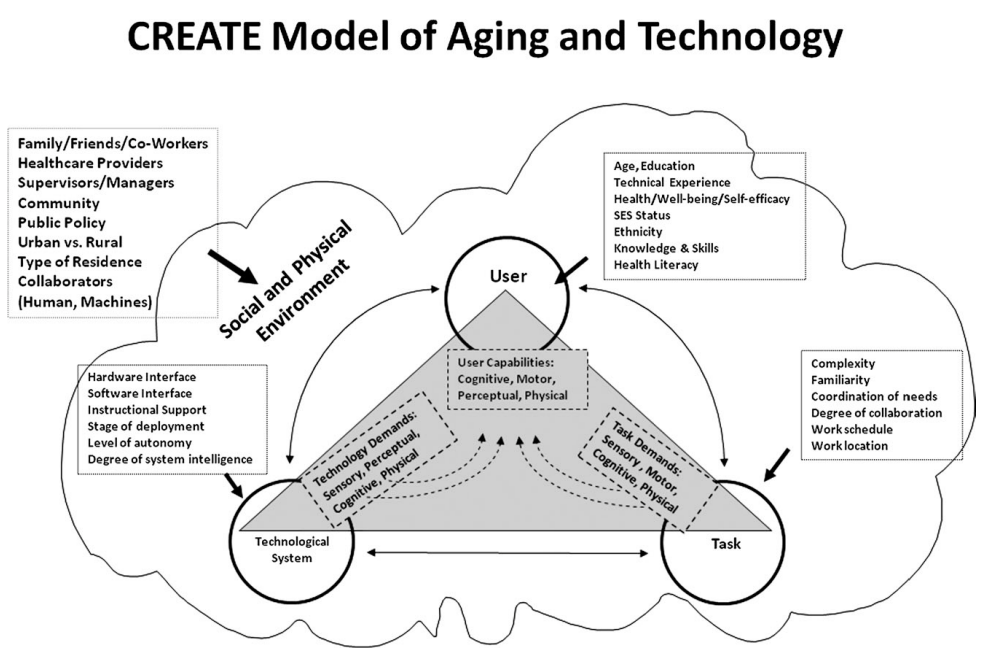



Figura 1 - Progettare tecnologie per anziani: il modello del Center for Research and Education on Aging and Technology Enhancement (CREATE; www.create-center.org). Fonte: Rogers & Fisk (2010, p. 647).

*li dati sulla natura delle difficoltà degli utenti più anziani e sui cambiamenti relativi all'età nel controllo del movimento, della percezione, nella cognizione e negli atteggiamenti predittivi di tali cambiamenti. La comprensione delle capacità e dei limiti legati all'età dovrebbe anche guidare le stesse valutazioni di usabilità. Ad esempio, le menomazioni cognitive possono ostacolare la comprensione delle istruzioni del compito, le menomazioni uditive possono ostacolare il feedback acustico uditivo e le menomazioni visive possono impedire la lettura delle informazioni sullo schermo di un computer (Fisk et al., 2009). I prossimi passi sono ulteriori informazioni sull'uso delle tecnologie da parte degli adulti più anziani nel contesto; ad esempio, per valutare l'uso a lungo termine delle tecnologie per capire come o se supportano le attività quotidiane. Allo stesso modo, l'osservazione diretta delle difficoltà di utilizzo della tecnologia per una vasta gamma di livelli di esperienza dell'utente è istruttiva sulla natura degli errori commessi in varie circostanze. Questi studi consentono di affinare il nostro modello di invecchiamento e utilizzo della tecnologia per definire le linee guida per la formazione e per il design*" (Rogers & Fisk, 2009, p. 648);

- **adeguatezza dell'attuale materiale di formazione e istruzione**: vi sono numerose domande aperte relative alla formazione nell'ambito delle tecnologie e l'invecchiamento. Esse riguardano i feedback ottimali per l'apprendimento immediato per contrastare il rifiuto all'uso delle tecnologie nel lungo termine, le tipologie di formazione e di "allenamento" all'uso della tecnologia, le preferenze dell'utente riguardo alle tipologie di interazione per la formazione in relazione alle loro abilità fisiche e cognitive, etc.;

- **comprensione delle esigenze degli adulti non soddisfatte dalle tecnologie attuali**: i designer che sviluppano tecnologie per determinati bisogni, devono progettarle tenendo conto di quei bisogni specifici. Ad esempio, una tecnologia che aiuta in caso di perdita di memoria, nel suo funzionamento deve tener conto di queste esigenze specifiche, non richiedendo eccessivo sforzo mnemonico per il suo utilizzo. Infatti, come affermano Sixsmith & Sixsmith (2000, p. 192) "*I bisogni derivano dai modi in cui le persone percepiscono il loro mondo quotidiano e da come decidono e agiscono in base alle proprie priorità autodeterminate. I modi in cui sorgono i bisogni dipendono quindi dall'individuo, ma sono anche guidati dalle norme condivise con altre persone all'interno del loro gruppo sociale (…) le soluzioni tecnologiche devono rendere adeguatamente conto della piena complessità dell'esperienza umana se vogliono essere utili*".

Le nuove tecnologie stanno conoscendo progressi incrementali nel campo del supporto e dell'assistenza agli anziani. Ciò rende ancora più importante che i progettisti ne garantiscano l'usabilità e la facilità d'uso, coinvolgendo gli utenti finali nel processo di progettazione, sia nelle fasi di ricerca preliminare che di valutazione, e sviluppando i prodotti secondo un processo iterativo. Nei paragrafi successivi sono identificate le **principali tecnologie assistive**, con un focus particolare sulla ricerca, sui principi teorici e le principali applicazioni della robotica in ambito assistenziale.

## 4.2 Tecnologie assistive per l'autonomia domestica: robotica e *ageing in place*

Le tecnologie digitali stanno conoscendo una diffusione ed uno sviluppo sempre più ampi, dovuti sia al progresso della ricerca software ed hardware sia all'incremento delle funzioni e, quindi, degli ambiti di applicazione. Le ***Assistive Technologies*** (ATs) sono definite dal WHO (World Health Organization)[3] come "*qualsiasi prodotto, strumento, attrezzatura o tecnologia adattata o appositamente progettata per migliorare le capacità e l'indipendenza di un individuo per facilitare la partecipazione e migliorare il benessere generale*". Secondo l'AAATE (Association for the Advancement of Assistive Technology in Europe)[4] "*la tecnologia assistiva è un termine per indicare qualsiasi prodotto o servizio basato sulla tecnologia, in grado di facilitare le persone con limitazioni funzionali di ogni età nella vita quotidiana, nel lavoro e nel tempo libero*".

Tuttavia queste definizioni appaiono troppo limitate all'ambito strettamente medico: Hersh & Johnson (2008) propongono una spiegazione del termine in senso più ampio, in quanto comprensivo di prodotti, modifiche ambientali, servizi e processi che consentono l'accesso e l'uso delle ATs, in particolare da parte di persone con disabilità e anziani. Le ATs, dunque, aiutano gli utenti a superare le barriere infrastrutturali per consentirne la piena partecipazione alle attività sociali, in sicurezza e con facilità. Cook & Polgar (2014) hanno proposto **cinque principi per l'efficacia delle ATs**: i servizi devono essere centrati sulla persona; l'obiettivo è consentire alla persona la partecipazione alle attività desiderate; l'erogazione dei servizi assistivi deve avvenire mediante un processo basato sull'evidenza e sull'informazione; le tecnologie assistive devono seguire norme etiche; le ATs devono essere sostenibili.

Dunque, le tecnologie assistive per anziani includono una **vasta serie di dispositivi, servizi e sistemi** sviluppati nell'ottica di integrare la tecnologia all'interno delle residenze, al

3 Cfr. https://www.who.int/disabilities/technology/en/ Accessed 04/05/2020.
4 Cfr. https://aaate.net/about-aaate/ Accessed 04/05/2020.

| | |
|---|---|
| **Percezione** | • Il gusto e l'olfatto diminuiscono con l'età anche se solo minimamente;<br>• I cambiamenti nella sensibilità cinestesica rendono gli anziani più sensibili alle cadute e più incerti nel rilevare i movimenti e la posizione del corpo;<br>• Il declino uditivo è comune, specialmente negli uomini e soprattutto per i suoni ad alta frequenza;<br>• La vista diminuisce per la maggior parte degli anziani; il declino visivo inizia ad essere evidente intorno ai 40 anni;<br>• L'abbagliamento è più problematico per gli anziani rispetto ai più giovani;<br>• Altri aspetti del declino della vista legati all'età: adattamento più lento all'oscurità, ampiezza del campo visivo ridotta, la velocità di elaborazione visiva rallentata e flessibilità percettiva ridotta. |
| **Abilità cognitive** | • La memoria di lavoro (ovvero la capacità di mantenere attive le informazioni) diminuisce con l'età;<br>• La memoria semantica (ovvero la conoscenza acquisita) non diminuisce con l'età;<br>• La memoria potenziale ricorda di fare qualcosa in futuro. Se l'attività è basata sul tempo (eseguire un'operazione in 1 ora), gli anziani mostrano deficit nelle prestazioni. Se l'attività è basata sugli eventi (quando suona l'allarme, prendi una pillola), le differenze legate all'età sono minime;<br>• Sia l'attenzione visiva selettiva (cioè la ricerca di un display) sia l'attenzione visiva dinamica (ri-orientamento del focus dell'attenzione) mostrano un declino legato all'età;<br>• Gli anziani possono trarre vantaggio da segnali per direzionare e focalizzare la propria attenzione;<br>• La cognizione spaziale (cioè il mantenimento e la manipolazione delle immagini visive) diminuisce con l'età;<br>• La comprensione della lingua resta intatta se gli anziani possono sfruttare la loro memoria semantica; si riscontrano alterazioni quando sono richieste inferenze e la memoria di lavoro è sovraccarica;<br>• La conoscenza procedurale indica come fare qualcosa. Gli anziani ricordano le procedure ben apprese ma sono più lenti e hanno meno successo nell'acquisizione di nuove procedure rispetto ai più giovani;<br>• Gli anziani, in media, elaborano le informazioni più lentamente rispetto ai giovani adulti: le differenze legate all'età sono più evidenti all'aumentare della complessità del compito;<br>• Gli anziani non riescono a coordinare più attività così bene come i più giovani. |
| **Controllo dei movimenti** | • Gli anziani rispondono più lentamente dei giovani. In generale, un anziano impiegherà tra una volta e mezza e le due volte in più per reagire rispetto a un adulto più giovane;<br>• I movimenti fatti dagli anziani tendono ad essere meno precisi e più incerti rispetto a quelli fatti dai più giovani. |

Tabella 1 - Panoramica dei fattori percettivi, cognitivi e di controllo del movimento che dovrebbero essere compresi nella progettazione per gli adulti più anziani. Rielaborata da Fisk et al., (2009, pp. 25 -26).

fine di mantenere o migliorare un buono stato di salute, la sicurezza e la qualità della vita dei residenti. Le tecnologie digitali, inclusi i **dispositivi indossabili** (wearables) e i **robot assistivi**, insieme all'**Internet of Things** (IoT), possono supportare gli obiettivi dell'invecchiamento in casa (Iecovich, 2014) facendo sì che gli anziani restino nel proprio ambiente domestico il più a lungo possibile, mantenendo autonomia e indipendenza e garantendo una valida e meno costosa alternativa alle cure istituzionalizzate (WHO, 2007).
L'IoT (Yan et al., 2008) indica la connessione di dispositivi e prodotti ad internet, inclusi elettrodomestici, apparecchi sanitari, autoveicoli, etc. Una volta connesso, ogni prodotto può archiviare ed elaborare informazioni in rete in modo indipendente ma anche comunicare con altri dispositivi appartenenti alla rete. Appare evidente, dunque, che le tecnologie IoT possono rappresentare un valido strumento a supporto dell'*Ageing in Place*, sia nell'ambito della casa intelligente che nella telemedicina e nel monitoraggio a distanza. Tuttavia, vi sono diversi in studi che mettono in luce le **problematiche delle tecnologie assistive** sviluppate per gli anziani. Infatti, talvolta manca un adattamento fra la vita quotidiana delle persone anziane, i loro bisogni e le tecnologie disponibili (Greenhalgh et al., 2015; Sanders et al., 2012). In altri casi, il basso tasso di adozione delle ATs da parte degli anziani può dipendere da una progettazione dell'interfaccia non efficiente, da preoccupazioni relative alla privacy o alla sicurezza (Yusif et al., 2016) o da barriere economiche o socio-culturali (Wang et al., 2016). Altrettante soluzioni sono identificate nella maggior inclusione degli anziani e dei caregiver formali e/o informali nei processi di progettazione, ad esempio mediante sessioni di co-design (Beringer et al., 2011), ma anche attraverso una valutazione di tali sistemi basata sull'età e sulle reali necessità degli utenti finali (Pietrzak et al., 2014).
Secondo Procter et al, (2014) l'*ageing in place* è un qualcosa che viene prodotto, che implica uno sforzo collaborativo da parte della persona anziana e delle sue reti di assistenza informale (famiglia, amici) e reti di assistenza formale (operatori sanitari, medici, terapisti). Per tale motivo è necessario far riferimento ai modelli di **Enviromental Gerontology** (EG), che analizzano e descrivono la relazione fra persone anziane e il loro ambiente socio-spaziale, incluse le disposizioni abitative e le tecnologie assistive. Il più noto è quello di Lawton & Nahemow (1973), rielaborato e sviluppato da Bridge (2008) per costituire l'HAS (Human/Activity/Space) che comprende le tre variabili indipendenti per una persona che invecchia in ambiente domestico (umano, azione, ambiente) e riconosce l'influenza dell'ambiente sulle azioni che una persona deve compiere. Carnemolla (2018) estende ulteriormente questo modello, includendo la variabile tecnologica, e sviluppando l'HAST (Human/Activity/Space/Technology) (Figura 2). Secondo tale sistema, "*un cambiamento nella salute personale (umana) influenzerà se e come un'attività può essere svolta; un cambiamento nell'ambiente costruito (spazio) influenzerà se e come viene eseguita un'attività e i tipi di tecnologia per la casa intelligente, incluso l'IoT, supporteranno e miglioreranno le relazioni tra tutte e tre le componenti teoriche. L'innovazione e le nuove tecnologie che considerano l'interdipendenza fra l'ambiente, l'autonomia e l'assistenza mentre le persone invecchiano, possono facilitare lo spostamento dei confini verso nuove configurazioni di auto-cura*" (Carnemolla, 2018, pp. 6-7).

Tale modello rappresenta un **inquadramento della tecnologia assistiva e intelligente in ambiente domestico**, utile per visualizzare le tipologie di interazioni e interconnessioni fra i vari elementi che concorrono all'efficacia delle ATs in casa. Nello specifico, il modello mette in luce il ruolo fondamentale della tecnologia per l'*Ageing in Place* e può fornire un valido contributo ai designer per una progettazione basata sulle effettive **relazioni fra persone e tecnologie**.

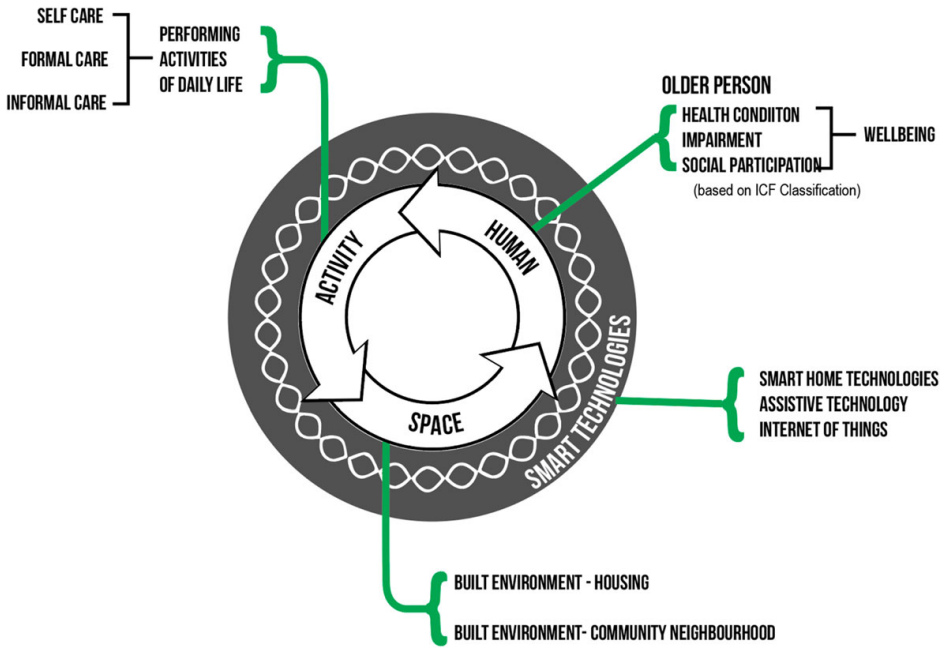



Figura 2 - Modello HAST: l'*Ageing in Place* come sviluppo dei fattori: umano/attività/spazio/tecnologia. Fonte: Carnemolla, (2018, p. 7).

Sebbene sia riconosciuto il ruolo di tecnologie digitali, dispositivi indossabili e prodotti assistivi per il mantenimento dell'indipendenza e dell'autonomia in casa, di seguito sarà affrontato nello specifico il tema della robotica assistiva e del suo ruolo nell'ambito delle case intelligenti, dell'interconnessione con altri dispositivi secondo l'IoT, ma anche in quanto elemento di supporto in strutture assistenziali e sanitarie.

L'invecchiamento della popolazione, il desiderio di rimanere fra le mura domestiche il più a lungo possibile e la necessità di prodotti e servizi che supportino gli anziani nello svolgimento delle attività quotidiane, sono alla base del rapido sviluppo degli ***assistive robots***. Sia nell'ambito della ricerca scientifica che di compagnie e aziende che commercializzano i propri prodotti/servizi, si sta assistendo ad un'ampia diffusione ma, soprattutto, ad uno studio approfondito del tema degli *assistive robot*. Questi, oltre a "*supportare le persone a fare*" possono formare con le persone "*una partnership che è in continua evoluzione per soddisfare le mutevoli esigenze dell'anziano man mano che invecchia: il robot diventa effettivamente un compagno fidato della persona. Definiamo questo meccanismo di supporto, assistenza e coinvolgimento attivo nel tempo come 'personalizzazione'*" (Saunders et al., 2015, p. 27).
I robot assistivi vengono utilizzati in moltissimi ambiti: essi possono supportare i medici e i chirurghi durante visite specialistiche o operazioni (***medical robots***), supportare i pazienti durante la riabilitazione, sostituire arti, muscoli o svolgere funzioni analoghe (***prosthetic***

***robots***); i robot possono supportare gli esseri umani durante lo svolgimento delle proprie **mansioni in industrie** metallurgiche, metalmeccaniche, automobilistiche e, comunque, in tutti quei lavori che richiedono un notevole sforzo fisico e implicano movimenti ripetitivi o molte ore in posizione eretta (ad esempio, esoscheletri); i robot, inoltre, possono supportare e migliorare l'approccio all'**educazione** e la **socializzazione**. Gli ambiti sopra riportati sono solo alcune delle molteplici aree applicative dei robot, in quanto gli "*assistive robots*" costituiscono un'area di ricerca molto ampia ma ancora non definita in maniera chiara e sistematica.
In relazione all'area generale di cura e assistenza agli anziani, sebbene sussistano alcune questioni etiche (esposte nel capitolo 8), nel corso degli anni sono stati osservati innumerevoli benefici dell'interazione fra anziani e robot sociali e assistivi. Alcuni di questi sono il miglioramento dell'umore e dello stato d'animo, la riduzione del senso di solitudine e dello stress, la riduzione della demenza e l'aumento dell'interazione sociale sia fra anziani che fra anziani e caregiver formali e informali (Broekens et al., 2009). Alcune di queste ricerche (Lisetti & LeRouge, 2004; Buckley et al., 2004) si sono concentrate sull'utilizzo di un avatar per i caregiver al fine di migliorare il **canale di comunicazione socio-emotivo** fra il datore e colui che riceve che cure. Uno dei limiti di tali ricerche è rappresentato dal fatto che l'attuale generazione di anziani (dai 65 anni in su) nelle case di cura non è "*sintonizzata sul concetto di avatar e della tecnologia in generale. Preferiscono ancora l'embodiment (incarnazione) delle cure in forma fisica*" (Khosla et al., 2012, p. 1173). Ciò rappresenta una grande sfida per la robotica assistiva che, quindi, ha dato vita ad una molteplicità di robot per la riabilitazione, la compagnia, la socializzazione e l'assistenza (ad esempio Graf et al., 2004; Pollack et al., 2002).

## 4.3 Assistive Robotics

David Feil-Seifer[5] e Maria J. Matarić[6] hanno fornito un'interessate distinzione fra le diverse **tipologie di *assistive robot*** al fine di evidenziarne le potenzialità e i possibili sviluppi futuri (Feil-Seifer & Matarić, 2005). Le categorie sono tre:

- Assistive Robotics (AR);
- Socially Interactive Robotics (SIR);
- Socially Assistive Robotics (SAR).

La definizione tradizionale di "**Assistive Robots (AR)**" riguarda tutti quegli automi in grado di fornire assistenza alle persone attraverso il contatto fisico. Secondo Feil Seifer e Mataric tale definizione è ormai obsoleta e restrittiva in quanto non tiene conto delle attuali tipologie di robot che assistono e supportano le persone anche senza contatto fisico ma attraverso l'interazione sociale: un esempio lampante è rappresentato da tutti quei robot che, in ospedale o in casa di cura, interagiscono con i pazienti senza però stabilire un contatto fisico. Alla luce di tale considerazione, quindi, è possibile definire un robot assistivo come quel prodotto che fornisce supporto ad un essere umano (Feil-Seifer & Mataric, 2005).
La "**Socially Interactive Robotics (SIR)**" include tutti quei robot i cui compiti primari sono basati su una qualunque forma di interazione. Questa tipologia di robot ha come obiettivo

5 Importante ricercatore presso la Yale University e poi professore di robotica alla University of Nevada - Reno. Sito web istituzionale: https://www.unr.edu/cse/people/david-feil-seifer Accessed 21/09/2020.
6 Celebre scienziata nell'ambito dei social assistive robots e fondatrice dell'Interaction Lab - University of Southern California. Sito web istituzionale: http://robotics.usc.edu/~maja/ Accessed 21/09/2020.

lo sviluppo di interazioni efficaci con gli esseri umani. Il termine è stato coniato da Fong, (2003) per effettuare una distinzione fra la teleassistenza e l'interazione sociale nell'ambito della Human-Robot Interaction.
La "**Socially Assistive Robotics (SAR)**" è l'intersezione fra le due categorie precedenti, in quanto include tutti quei robot che creano un'interazione efficace con gli esseri umani ma non in funzione dell'interazione stessa (come avviene nel caso dei SIR) bensì al fine di fornire assistenza o supporto agli utenti. Lo scopo dei SAR è quello di utilizzare l'interazione sociale per ottenere progressi misurabili nel campo della riabilitazione, della convalescenza, dell'educazione e dell'apprendimento, etc.

### *4.3.1 Socially Interactive Robotics (SIR)*

I *social robots* trovano le loro origini nei primi studi sui **robot ispirati agli organismi viventi** a partire, ad esempio, dalle **tartarughe robotiche** create da Walter (Holland, 1997) alla fine degli anni 40 dello scorso secolo, che sembravano interagire secondo **comportamenti sociali**. Da allora i ricercatori hanno indagato la possibilità di generare e manipolare l'interazione fra il robot e l'ambiente circostante, fra robot e robot e fra umani e robot, a partire dall'analisi di quei meccanismi di interazione sociale propri del mondo degli insetti, degli animali o degli esseri umani.
Una prima interessante definizione di *social robots* è fornita da Dautenhahn (1998, p. 27): "Agenti *socialmente intelligenti. Robot che mostrano aspetti tipici dell'intelligenza sociale di tipo umano, basati su modelli possibilmente profondi di cognizione umana e di competenza sociale*".
In seguito, Dautenhahn e Billard (1999)[7] perfezionano la definizione precedente:
"*I robot sociali sono agenti fisici che fanno parte di un gruppo eterogeneo: una società di robot o umani. Sono in grado di riconoscersi e impegnarsi in interazioni sociali, possiedono storie (percepiscono e interpretano il mondo in base alla propria esperienza) e comunicano e apprendono esplicitamente gli uni dagli altri*" (Fong et al., 2003, p. 144). Per questi robot *individuali* i fattori di interazione fondamentali sono l'**apprendimento sociale**, l'**imitazione**, la **comunicazione gestuale** e l'**espressione delle emozioni**, al fine di assumere e applicare comportamenti sociali accettabili.
Bartneck & Forlizzi, (2004, p. 592) forniscono un'ulteriore definizione di *social robot*: "*Un robot sociale è un robot autonomo o semi-autonomo che interagisce e comunica con gli esseri umani seguendo le norme comportamentali previste dalle persone con cui il robot intende interagire".* Tale definizione presuppone che un robot abbia un corpo fisico e che sia in grado si simulare le attività umane a seconda della società e della cultura circostante.

Il termine *socially interactive robots* (robot socialmente interattivi) è utilizzato da Fong, (2003) per descrivere quei robot per i quali l'interazione sociale svolge un ruolo chiave, in quanto sono in grado di stabilire un **rapporto *peer-to-peer* con l'uomo**: questi si distinguono da quei robot che si basano, invece, su un tipo di interazione più convenzionale e non equilibrata fra uomo e robot. I *socially interactive robots*, siccome assumono ruoli diversi (ad esempio, partner, colleghi, assistenti, etc.) con vari tipi di utenti, devono essere

7 Si riporta la citazione in lingua originale: "*Social robots are embodied agents that are part of a heterogeneous group: a society of robots or humans. They are able to recognize each other and engage in social interactions, they possess histories (perceive and interpret the world in terms of their own experience), and they explicitly communicate with and learn from each other*" (Dautenhahn & Billard, 1999).

adattabili e flessibili nel modulare il proprio comportamento e la tipologia di interazione in base al contesto. In tutti i casi, comunque, essi hanno **specifiche caratteristiche sociali**:

- esprimere e/o percepire le emozioni;
- comunicare con un dialogo di alto livello;
- apprendere/riconoscere modelli comportamentali di altri agenti sociali;
- stabilire/mantenere relazioni sociali;
- utilizzare segnali naturali (sguardo, gesti, etc.);
- esibire personalità e carattere distintivi;
- apprendere/sviluppare competenze sociali.

Vi sono diversi approcci per progettare i robot socialmente interattivi ma Fong ne identifica principalmente due: quello ***biologicamente ispirato*** e quello ***basato sulla funzionalità***. Con il primo, il progettista cerca di strutturare un robot che simula internamente il comportamento sociale umano o di altre creature viventi, basando l'analisi preliminare su concetti come l'etologia (ovvero lo studio degli animali nel loro ambiente naturale), la struttura dell'interazione (ovvero i sistemi percettivi e cognitivi che sono alla base dei modelli relazionali), la teoria della mente (ovvero quelle abilità sociali che consentono agli esseri umani di attribuire correttamente credenze, percezioni, sentimenti, etc. a se stessi e agli altri) e la psicologia dello sviluppo (per far sì che il robot si adatti a cambiamenti sociali naturali). Con l'approccio focalizzato sulla funzionalità, invece, il progettista crea un robot che appaia esternamente come socialmente intelligente ma il cui meccanismo interno, in realtà, è privo di ogni base scientifica naturale. I robot funzionali, quindi, devono sembrare solo superficialmente sociali e possono essere sviluppati mediante tre tecniche principali: la progettazione mediante tecniche proprie della Human-Computer Interaction (HCI) come valutazioni euristiche, test empirici con utenti etc.; quella riferita all'ingegneria dei sistemi, basata sullo sviluppo di requisiti funzionali; la progettazione iterativa, basata su cicli di test e riprogettazione finalizzati al miglioramento del prodotto sulla base delle valutazioni con utenti. In seguito all'identificazione dei diversi approcci progettuali, lo studioso definisce una tassonomia accurata dei *social interactive robots*, analizzando tutti quei **fattori chiave per lo sviluppo di un robot efficace**. I fattori sono:

**1. embodiement** (*incarnazione*): è il grado in cui un robot può influenzare e essere influenzato dall'ambiente circostante. Ciò implica che il robot possa avere un alto livello di *embodiement* pur non avendo necessariamente un corpo fisico. È importante sottolineare che, comunque, la morfologia del robot (antropomorfo, zoomorfo, caricaturale, funzionale, etc.) influenza necessariamente la tipologia di interazione che sarà in grado di stabilire e deve essere modulata in base alle funzionalità che il robot dovrà avere. Oltre al rischio identificato da Mori (1970) con la teoria della "uncanny valley", nell'ambito della HRI, un umano si relazionerà diversamente se il robot ha, ad esempio, l'aspetto di un cane (ad esempio Aibo, Sony) o di un essere umano;

**2. emotion** (*emozioni*): le emozioni sono alla base della comunicazione e delle relazioni umane e dipendono molto anche dal contesto sociale. La loro comunicazione dipende anche dall'*embodiement* e può essere effettuata in diversi modi (voce, espressioni facciali, linguaggio del corpo, etc.) in base alle caratteristiche formali del robot;

**3. dialog** (*dialogo*): il dialogo è un processo alla base della comunicazione, che implica l'utilizzo di svariati segnali sociali para-linguistici come gesti, espressività facciale, etc. I *social interactive robots* possono usare tre diversi tipi di dialogo: dialogo di basso livello (proto-linguaggio), dialogo non verbale e linguaggio naturale;

**4. personality** (*personalità*): in quanto insieme di qualità e tratti peculiari di un individuo, la personalità è definita in psicologia dalla "Big Five Inventory" (John, 1990). Per quanto

riguarda i robot, questo tema è oggetto di svariati studi ma ci sono cinque tipi di personalità più usate nei robot sociali: *tool-like* (robot simili a elettrodomestici intelligenti, affidabili ed efficienti nell'eseguire specifiche funzioni); *animale domestico o creatura zoomorfa*; *cartoon* (personalità caricaturale ed esagerata); *creatura artificiale*; *simile all'uomo*;
**5. human-oriented perception** (*Percezione orientata all'uomo*): per interagire con gli uomini i robot hanno bisogno di percepire il mondo e l'ambiente circostante;
**6. user modeling** (*modellazione dell'utente*): per stabilire una qualunque forma di interazione con gli utenti, è importante che il robot sia in grado di percepire, interpretare e reagire ai comportamenti umani. Esistono due tipi di *user modeling*: quantitativo, che valuta i comportamenti in base a metriche e parametri ben precisi; qualitativo, che identifica elementi comportamentali soggettivi attraverso l'analisi della struttura dell'interazione e sulla corrispondenza con uno scenario o una struttura di riferimento;
**7. socially situated learning** (*apprendimento sociale*): gli individui possono imparare e acquisire nuove conoscenze attraverso l'interazione con l'ambiente sociale che lo circonda e, quindi, mediante l'osservazione, il condizionamento, l'imitazione, etc. Nell'ambito della robotica, il *social-learning* è stato analizzato e testato attraverso l'interazione robot-robot ma studi più recenti hanno sperimentato anche l'apprendimento tramite l'interazione uomo-robot, ad esempio applicando sui robot tecniche di addestramento tradizionalmente usate con gli animali. Infine, un ulteriore meccanismo di apprendimento per gli esseri viventi è rappresentato dall'imitazione: data la sua complessità, questo tema è ancora in fase di esplorazione, soprattutto perché richiede che il robot abbia capacità percettive, cognitive e motorie estremamente elevate;
**8. intentionality** (*intenzionalità*): per interagire socialmente, un robot deve mostrare all'uomo che il proprio comportamento è intenzionale, sebbene non sia effettivamente intrinseco. Ciò è necessario perché gli esseri umani (Dennett, 1987) riescono a predire un comportamento attraverso tre diversi strategie: quella fisica, basata sulle caratteristiche fisiche di oggetti o dispositivi; quella progettuale, basata su fattori funzionali; quella intenzionale, utilizzata per comprendere sistemi complessi come gli esseri umani e basata sulla supposizione che un essere vivente agisca in un determinato modo perché animato da desideri e pensieri soggettivi.

Breazeal C. (2003b) fornisce un ulteriore importante contributo alla definizione dei *social robots* e all'identificazione dei loro ambiti applicativi. Il suo studio parte dall'assunto di Premack & Premack (1995), secondo cui **gli esseri umani attribuiscono *stati mentali*** (intenti, credenze, sentimenti, desideri, etc.) per descrivere il comportamento di forme geometriche che interagiscono su uno schermo e, per estensione, di ogni forma di tecnologia. Gli esseri umani, quindi, tendono ad **antropomorfizzare** ogni dispositivo tecnologico, inclusi i robot autonomi. La definizione *social robots*, dunque, include quelli a cui gli umani applicano un modello sociale per comprenderli e interagire con loro. Un robot che si mostra "**socialmente intelligente**" risulta essere più **credibile e affidabile** per le persone ma per un robot l'aderenza ai modelli comportamentali umani risulta più difficile all'aumentare della complessità del contesto e degli scenari in cui avviene l'interazione. Breazel effettua una categorizzazione dei robot sociali e delle loro applicazioni, ordinandoli a partire da quelli che hanno meno aderenza a comportamenti sociali in ambienti complessi fino a quelli in grado di avvicinarsi di più agli ambienti sociali. I robot sono divisi in:

- ***socially evocative*** (socialmente evocativi): gli esseri umani attribuiscono un comportamento sociale al robot che in realtà non "ricambia". I robot socialmente evocativi sono progettati per incoraggiare le persone ad antropomorfizzare con la tecnologia (ad

esempio, i giochi il cui l'interazione di basa sul modello sociale dell'allevamento o del rapporto con animali domestici);
- ***social interface*** (interfacce sociali): questo genere di robot è utilizzato come avatar o come mezzo di comunicazione fra le persone. È necessario, quindi, che sia in grado di comunicare e trasmettere il comportamento sociale di una persona (gesti, espressioni facciali, sguardo, etc.) ad altri esseri umani. Molto spesso il modello sociale del robot è preconfezionato o standardizzato, il che può rendere superficiale l'interazione con le persone;
- ***socially receptive*** (socialmente ricettivo): questa categoria di robot è più sensibile ai segnali sociali umani, in quanto impara dall'interazione con le persone, acquisendo abilità motorie, linguistiche, etc. Tuttavia, i robot socialmente ricettivi non si impegnano affinché le persone interagiscano con loro ma rispondono passivamente agli sforzi degli esseri umani nel volersi relazionare con loro;
- ***sociable*** (socievole): i robot socievoli hanno motivazioni e obiettivi interni. Coinvolgono proattivamente le persone dal punto di vista sociale e imparano dall'interazione con gli esseri umani. Questi robot percepiscono e riescono anche a mappare i comportamenti sociali umani.

Relativamente all'ultima categoria descritta da Breazeal, quella dei *robot socievoli*, un caso studio interessante è rappresentato dallo sviluppo e sperimentazione di **Kismet**, **robot socievole e antropomorfo**. Kismet, sviluppato dal Personal Robots Group del **MIT Media Lab** nel 1998 (un resoconto dettagliato della ricerca e progettazione è fornito da Breazeal, 2002b), è stato il primo robot in grado di **interagire emotivamente e socialmente** con gli esseri umani. Può percepire una varietà di segnali sociali e mostrare emozioni (felicità, tristezza, rabbia, calma, sorpresa, disgusto, stanchezza e stato del sonno) attraverso la capacità di direzionare lo sguardo, di controllare l'orientamento della testa e di muovere tutte le sue componenti facciali (occhi, sopracciglia, labbra, orecchie, etc.). Alcune delle abilità che gli consentono di interagire emotivamente con le persone, in ambienti sociali complessi sono la capacità di fornire feedback espressivi e comprensibili agli esseri umani (Breazeal, 2003a) e di riconoscere quelli fornitigli dalle persone (Breazeal & Aryananda, 2002).
Lo sviluppo di Kismet ha richiesto la definizione di un'architettura di sistema relativa al funzionamento del suo "**sistema nervoso sintetico**" (Figura 3) che consentisse al robot di agire coerentemente ed efficacemente. La struttura è composta da sei sotto-sistemi: il "*low-level feature extraction*" (*estrazione delle caratteristiche a basso livello*), attraverso i sensori estrae dal mondo esterno quelle caratteristiche che il "*high-level perception system*" (*livello percettivo di alto livello*) trasforma in percezioni che possono influenzare il **comportamento** ("*behaviour system*"), la **motivazione** ("*motivation system*") e i **processi motori** ("*motor system*"). Il sistema di attenzione determina quale sia lo stimolo prioritario rispetto all'ambiente circostante, così che il robot possa assumere un comportamento adeguato. Il sistema di motivazione, invece, regola le risposte emotive del robot assicurandosi il suo equilibrio e il sistema motorio mette in opera tutti questi obiettivi attraverso attuatori fisici e/o vocali. Questa architettura abbastanza basica può essere ampliata a seconda delle esigenze.
Kismet (Figura 4) è stato un progetto pioneristico, che ha dato vita ad un intero filone di ricerca sui social robot e ha portato alla progettazione, allo sviluppo e alla sperimentazione (talvolta anche alla commercializzazione) di moltissimi altri robot sociali (Figura 5), con diverse funzioni e destinati a diverse tipologie di utenti e contesti. Uno fra questi è **Jibo** (Fi-

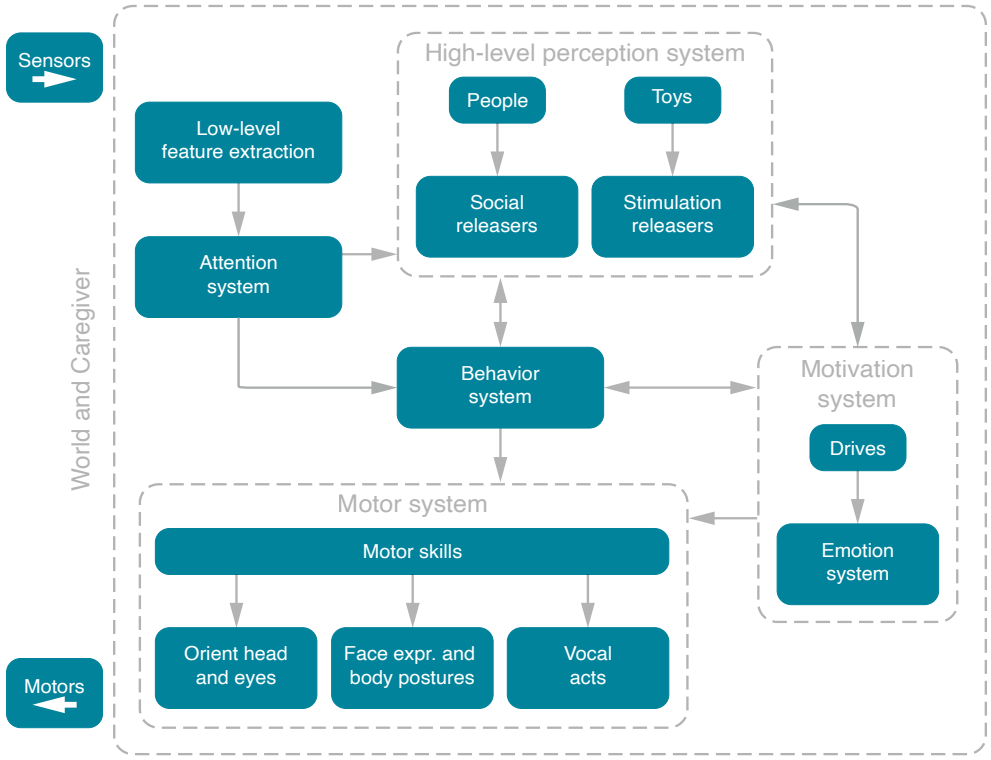



Figura 3 - Un *framework* per progettare un sistema nervoso sintetico. Rielaborato da Breazeal, (2002b).

gura 6), un **assistente-robot** che riconosce i volti, capisce ciò che gli viene detto o chiesto e risponde. Il suo obiettivo è quello di aiutare i membri della famiglia a comunicare fra loro e con altre persone, oltre che ad organizzarsi e coordinare i vari impegni.

I robot sociali che riescono ad essere molto più di un'interfaccia o di un mezzo per compiere determinati obiettivi, possono avere benefici importanti per le persone. Infatti, le abilità sociali e la comunicazione emotiva, oltre che funzionale, sono elementi in grado di migliorare le performance del robot, che apprende e impara incrementalmente da ambienti complessi, e quindi apporta contributi tangibili alle persone con cui interagisce.

Scheeff et al., (2000), nel corso dell'indagine sull'interazione uomo-robot, hanno sviluppato **Sparky**, un piccolo **robot realistico e tele-operato** che socializza attraverso gesti, suoni e movimenti. L'aspetto interessante di questo studio è la definizione preliminare di alcuni "*design goals*" (*obiettivi di design*) basati su studi scientifici precedenti e utili a mettere a fuoco le caratteristiche a cui dare assoluta priorità per progettare un robot animato e realistico, socievole e accettabile dalle persone. Gli obiettivi per lo sviluppo di un robot realistico e socialmente interattivo sono:

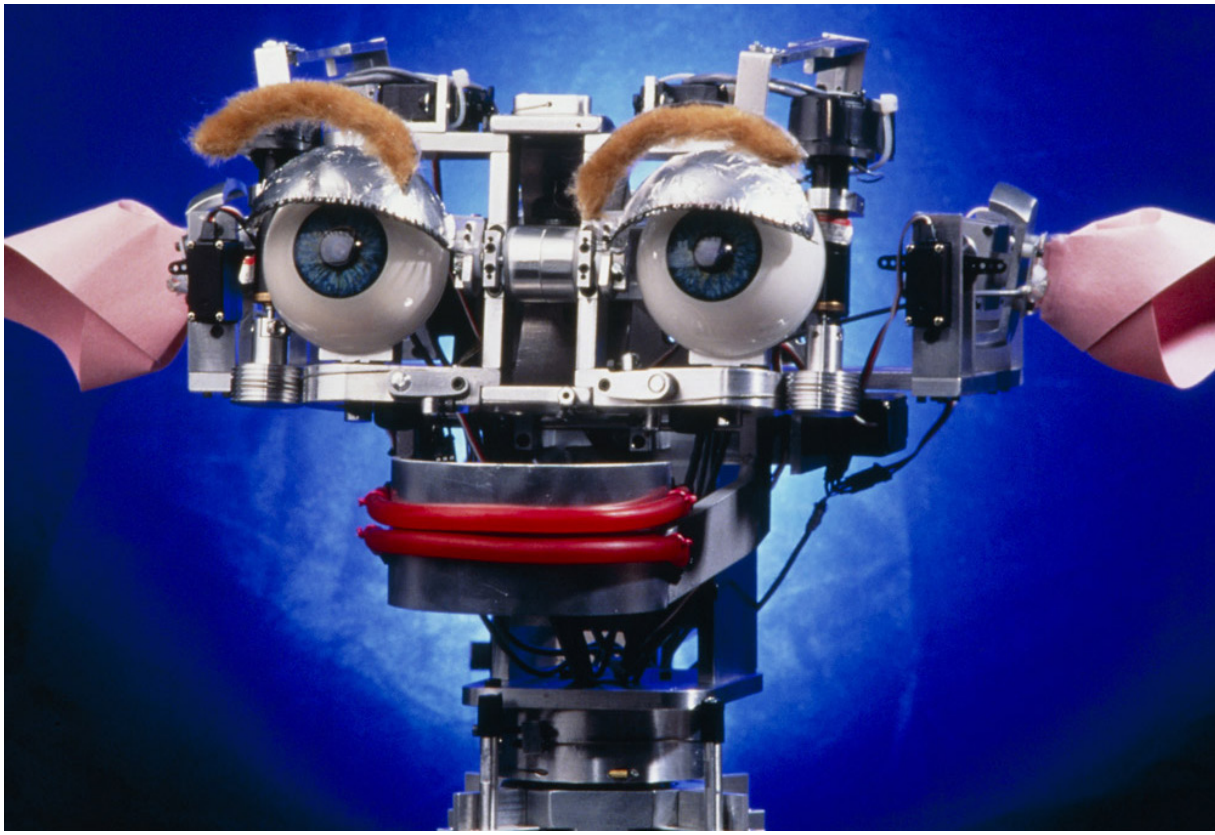


Figura 4 - “Kismet is happy”. Foto: Peter Menzel/Science Source. Fonte: https://robots.ieee.org/robots/kismet/?gallery=photo1

- **interessante e accattivante**: il robot deve attrarre e tenere l’attenzione su di sé;
- **corpo attivo e integrato**: in contrasto con le piattaforme robotiche statiche (e dotate di un’appendice, come un tablet, per comunicare), è importante che un robot socievole possa muovere quasi tutto il suo corpo per interagire e comunicare emozioni, proprio come una creatura vivente;
- **volto**: per comunicare le emozioni in maniera chiara ed efficace, l’uso di un volto è un fattore chiave;
- **movimento naturale**: è importante dare importanza alla sofisticazione del movimento del robot, affinché non sia rigido ma fluido e naturale;
- **evitare la “uncanny valley”**: per evitare che una rappresentazione troppo realistica e simile agli esseri viventi, con sottilissime imperfezioni, possa risultare inquietante, è preferibile avere rappresentazioni più semplificate invece di quelle complesse e eccessivamente realistiche;
- **tele-operazione, non Intelligenza Artificiale**: la creazione di robot autonomi e l’analisi di come gli umani interagiscono con essi è un campo ancora oggetto di indagine e

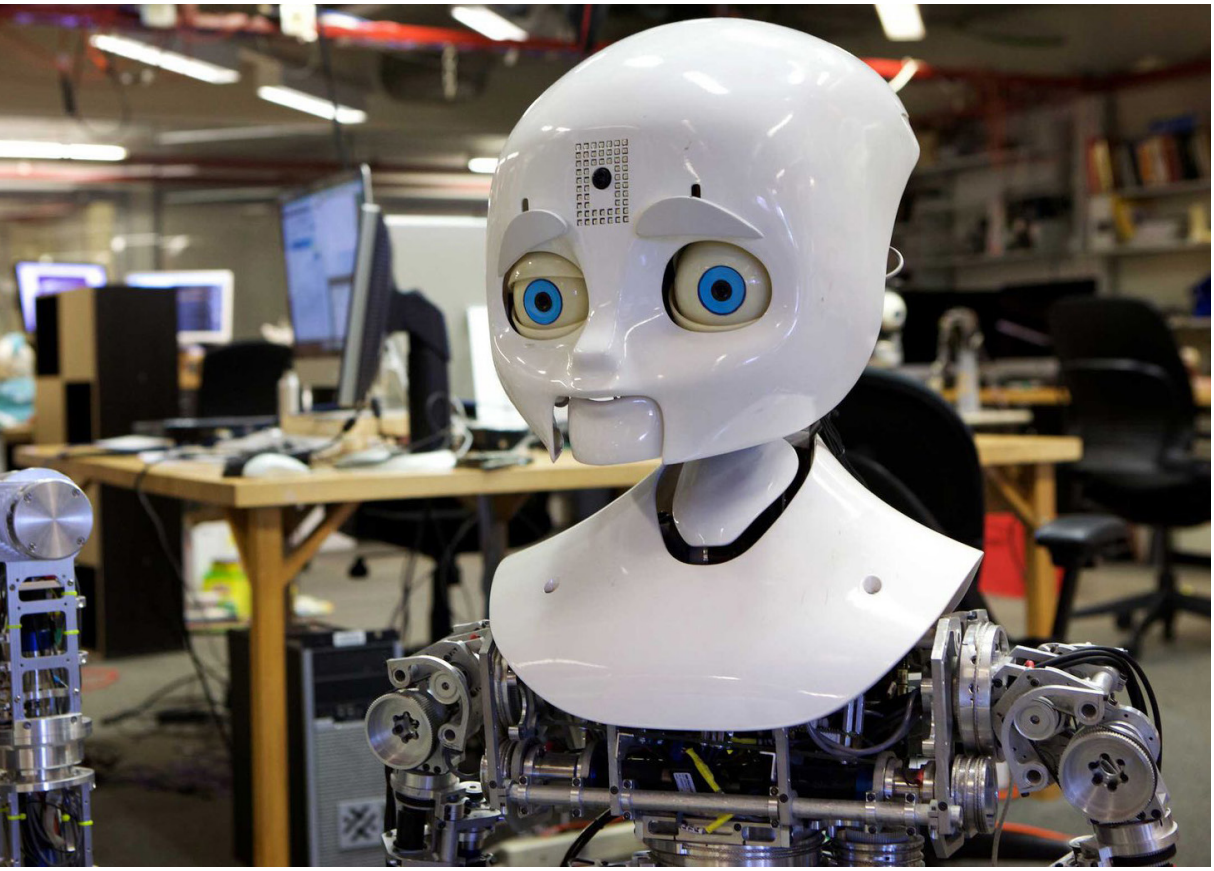


Figura 5 - (destra) - “A social robot at the MIT Media Lab” Foto: James Temple per Re/code. Fonte: https://www.vox.com/2014/12/12/11633756/boston-researcher-cynthia-breazeal-is-ready-to-bring-robots-into-the

ricerca. Per semplificare lo studio dei comportamenti complessi e della HRI con Sparky, gli studiosi hanno preferito basarsi sulla movimentazione del robot a distanza da parte di un operatore, pur non escludendo che per studi futuri l’Intelligenza Artificiale possa sostituire la tele-operazione.

La sperimentazione è stata condotta sia in laboratorio che in pubblico, attraverso interviste e osservazioni dirette. Sebbene i bambini abbiano mostrato molto più coinvolgimento degli adulti nell’interazione con Sparky, i risultati sono positivi e incoraggianti: tutti gli utenti si sono divertiti e hanno trattato il robot come una sorta di essere vivente, toccandolo, parlandogli e chiedendosi quali fossero le sue intenzioni o capacità. La ricerca condotta con Sparky, è utile per gli studi futuri, in quanto pone l’attenzione sull’importanza di **implementare i sistemi percettivi e sensoriali dei robot**, così che essi possano percepire e comprendere meglio le persone, migliorando la qualità dell’interazione con le stesse.

Indipendentemente dai contesti di riferimento, dagli ambiti applicativi e dalla tipologia di persone con cui avviene l’interazione, è evidente che le **abilità sociali e interattive** - ov-

Figura 6 - Jibo, a friendly robot. Fonti: https://robots.ieee.org/robots/jibo/ e https://www.itsmag.it/arriva-jibo-robot/

vero la così detta "*social intelligence*" (intelligenza sociale) - sono requisiti necessari da indagare e sviluppare sia per la robotica che per l'intelligenza artificiale.
Dautenhahn, (2007) esplora a fondo il concetto di **intelligenza sociale artificiale**, sia dal punto di vista di formulazioni e definizioni teoriche che di applicazioni pratiche e casi studio. La sua ricerca parte dal confronto fra quegli androidi che replicavano una o poche attività umane (ad esempio, i sofisticati congegni che, nel XVII e XVIII secolo, animavano macchine che simulavano il più realisticamente possibile le azioni umane) e la ricerca corrente sull'Intelligenza Artificiale (AI), che mira ugualmente a simulare quelle azioni ma focalizzandosi sulla flessibilità e sull'**adattabilità dell'intelligenza umana di fronte all'imprevedibilità** del mondo reale. Ciò che potrebbe rendere i robot più vicini agli esseri umani non è l'intelligenza atta a manipolare oggetti o ad approcciarsi ad altri fattori ambientali generali ma è quell'intelligenza adatta ad interagire con i conspecifici, quindi ad interpretare e prevedere le loro intenzioni e comportamenti e ad adattare i propri alle variabili sociali complesse. Siccome l'integrazione di un'intelligenza sociale rende il robot più costoso e difficile da sviluppare, Dautenhahn ipotizza una lista di possibili ambiti applicativi in cui la ri-

chiesta delle competenze sociali è crescente: i robot meno sociali sono quelli controllati da remoto (ad esempio, per lavorare nello spazio o per la sorveglianza), seguono quelli usati in ambito agricolo o per la pulizia, i robot guida/assistenti in hotel o per il turismo, i robot da intrattenimento, quelli per assistenza nelle case di riposo o in strutture assistenziali, fino ai robot da compagnia per anziani o disabili a casa, per i quali le competenze sociali sono un elemento chiave, una condizione essenziale dell'efficacia del loro ruolo. Per decidere quali abilità sociali sono richieste ad un robot, la ricercatrice identifica una serie di criteri di valutazione (Tabella 2) relativi ai vari ambiti applicativi.

Le abilità sociali di un robot diventano elemento essenziale nel caso in cui esso debba interagire ripetutamente con umani, adattare il proprio comportamento ed essere flessibile in base alle situazioni, svolgere il ruolo di assistente o fare compagnia, soprattutto se ad anziani, disabili o utenti fragili. La progettazione di un ***robot companion*** (robot da compagnia) pone molte sfide in quanto richiede un equilibrio fra l'efficacia del robot nel portare a termine i compiti e il modo in cui il suo comportamento è interpretato dagli esseri umani. Questo equilibrio è sintetizzabile, dal punto di vista teorico, in un bilanciamento fra i tre approcci scientifici nel campo della HRI (vedi capitolo di introduzione alla HRI) - ovvero ***robot-cognition centred HRI***, ***robot-centred HRI***, ***human-centred HRI*** (Dautenhahn, 2007). Sulla base di questi approcci è possibile suddividere le definizioni di *social robot* fin qui analizzate (Fong et al., 2003; Breazeal, 2002b, 2003; Dautehahn, 1998) evidenziando in quale area sia più appropriato collocarle (Figura 7).

La progettazione di robot da compagnia si posiziona a metà fra l'approccio basato sulla *robot-cognition*, ovvero sulle capacità cognitive che consentono al robot di svolgere le attività autonomamente in relazione all'ambiente circostante, e l'approccio *human-centred*, che si focalizza sull'accettabilità e l'usabilità del robot per le persone. Come per i prodotti digitali, non esiste un robot adatto a tutte le persone. Pertanto, secondo Dautenhahn, vi

| | | |
|---|---|---|
| none remote | **contact with humans** | repeated long-term physical |
| limited, clearly defined | **robot functionality(ies)** | open, adaptive, shaped by learning |
| machines tools | **role of robot** | assistants companions partners |
| not required desirable | **requirements of social skills** | essential |

Tabella 2 - Criteri di valutazione per identificare i requisiti relativi alle competenze sociali di un robot in relazione ai diversi domini applicativi. Rielaborata da Dautenhahn, (2007).

sono alcuni criteri di valutazione utili ad identificare le caratteristiche di un robot da compagnia socievole:

- il **contatto** con gli umani **a lungo termine**. Un robot da compagnia può essere una presenza costante, soprattutto in ambiente domestico. Per questo è auspicabile una personalizzazione di alcuni aspetti del robot, come il comportamento, così che questo sia adatto alle esigenze del proprietario;
- la **funzionalità** del robot è spesso **limitata allo svolgimento di determinate attività** (ad esempio, pulizia) ma le persone potrebbero essere messe nella condizione di negoziare i compiti o di espandere le abilità del robot attraverso l'apprendimento o l'aggiornamento dei software;
- il ruolo di compagno che rende il robot **più interattivo** di un oggetto o di un prodotto. Le persone possono sviluppare una qualunque forma di interazione e di relazione con il robot che varia e si evolve nel tempo, piuttosto che concepirla come una macchina "usa e getta";
- le **abilità sociali** sono fondamentali per l'**accettazione a lungo termine** di un robot da parte degli esseri umani. Lo sviluppo di linee guida o euristiche su come il robot dovrebbe comportarsi e comunicare per essere accettato come compagno sociale possono essere molto utili in tal senso.

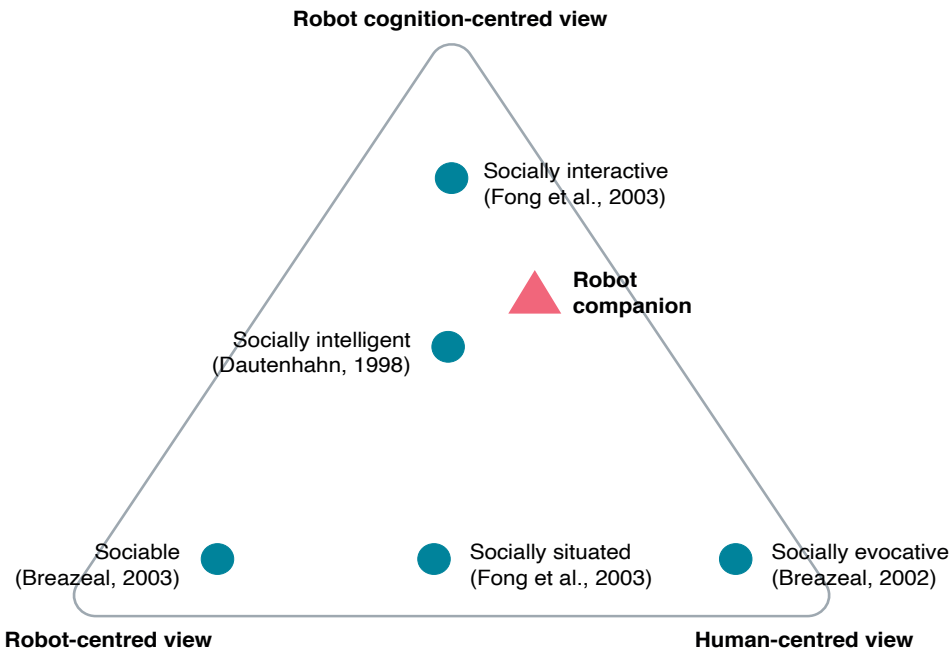



Figura 7 - Visualizzazione spaziale delle definizioni di *social robot* in relazione ai tre approcci HRI e posizionamento dei *robot companion*. Rielaborata da Dautenhahn, (2007).

Nonostante le definizioni teoriche che mirano a fornire delle linee guida o a definire i confini della robotica sociale (sia per assistenza che per compagnia e supporto alle attività quotidiane), che restano comunque molto vari e mutevoli, è importante chiarire e tener sempre conto dello stato attuale della ricerca in tal senso. La ricerca sulla robotica assistiva e sociale, infatti, è lontana dal "*mostrare abilità veramente umane in termini di attività fisiche, cognitive o abilità sociali (in termini di flessibilità, adattabilità delle capacità, buon senso, etc.). Tuttavia, nella letteratura i robot sono spesso rappresentati come amici, partner o collaboratori. Tutti termini veramente umani. Questi termini sono usati raramente in senso operativo e non hanno una vera e propria definizione (…)*" (Dautenhahn, 2007, p. 683). Sicuramente un robot per assistenza in ambiente domestico deve essere utile e aiutare le persone nell'esecuzione di compiti in sicurezza e con efficacia ma è importante che lo faccia in una maniera che sia accettabile e credibile per l'uomo. Ciò giustifica le innumerevoli **ricerche sui comportamenti sociali in robotica**, in quanto fattori che **influenzano l'interazione con l'uomo**, che ne possono determinare la naturalezza e la fluidità e, quindi, che possono definire il successo della performance.

Sulla base di tali considerazioni, è importante non dimenticare che **il comportamento del robot è il risultato del lavoro dei programmatori** e che, come afferma la stessa Dautenhahn, (2007, p. 683) "*quando gli esseri umani formano relazioni con le persone, ciò comporta investimenti emotivi, psicologici e fisiologici. Tenderemmo a fare un investimento simile verso i robot, che non ricambiano questo investimento. Un robot si preoccuperà di noi tanto o poco, nella misura in cui i programmatori lo desiderano. I robot non sono persone; sono macchine. Gli organismi biologici, ma non i robot, sono esseri senzienti, sono vivi, hanno una storia evolutiva e di sviluppo, hanno esperienze di vita che modellano il loro comportamento e le loro relazioni con l'ambiente. Al contrario, le macchine non sono né vive né senzienti; possono esprimere emozioni, fingere di legarsi, ma queste sono simulazioni, non esperienze reali che gli umani condividono. Le 'emozioni' di un robot umanoide possono sembrare umane ma il robot non sente nulla e le espressioni non sono basate su alcuna comprensione esperienziale. (…) Potremmo apprezzare questa interazione nel modo in cui godiamo del gioco di ruolo o dell'immergerci in mondi immaginari, ma bisogna essere chiari sulla natura intrinsecamente meccanica dell'interazione*".

Come afferma Turkle, (2007), infatti, i robot sono "**artefatti relazionali**", progettati per incoraggiare le persone a sviluppare una relazione con loro e ciò può portare a malintesi sull'autenticità dell'interazione (questione etica che sarà affrontata nel capitolo dedicato). Proprio in questo il ruolo del designer, in quanto progettista non solo della forma e delle funzioni, ma anche dell'interazione e della tipologia di relazioni che i robot instaurano con l'uomo, è cruciale per lo sviluppo di robot assistivi e sociali rispettosi, etici e chiari nel mostrarsi come *artefatti relazionali* il cui scopo principale è **assistere, supportare, aiutare** in maniera autentica e trasparente, sicuramente **non sostituendosi agli affetti e alle relazioni umane**.

### *4.3.2 Socially Assistive Robotics (SAR)*

Il termine "Socially Assistive Robotics (SAR)", coniato da Feil-Seifer & Mataric (2005), è basato sull'idea che l'**interazione uomo-robot priva di contatto fisico**, oltre che più essere più sicura e prestarsi più efficacemente a test e sperimentazioni, favorisce - come nel caso dello studio condotto con pazienti colpiti da ictus e in fase di riabilitazione (Winstein, 2003) - l'apprendimento di abilità e di modelli di comportamento più utili e validi a lungo termine.

Dunque, a partire dalla tassonomia proposta da Fong (2003), i due studiosi identificano le proprietà che caratterizzano un SAR:

**1. Utenti.** I SAR possono assistere una o più tipologie di utenti elencati di seguito:

- **anziani**: i robot possono fornire assistenza ad anziani con disabilità, essere di compagnia per alleviare stress e depressione o supportare la gestione delle informazioni come, ad esempio, gli orari delle case di cura;
- **individui con disabilità fisiche**: i robot possono fungere da dispositivi prostetici mobili, con le funzionalità tradizionalmente associate a sedie a rotelle o altri sistemi di supporto alla mobilità;
- **individui in stato di convalescenza**: i robot possono fornire assistenza in ospedali o case di cura;
- **Individui con disturbi cognitivi**: i robot possono assistere efficacemente bambini con disturbi di autismo, cognitivi o comportamentali;
- **studenti**: i robot stanno trovando sempre più applicazione nell'ambito dell'istruzione primaria ma possono anche incoraggiare la socializzazione fra studenti, fornire assistenza come tutor all'insegnamento, allenatori o compagni in diverse attività.

**2. Attività.** I SAR possono eseguire svariate attività, in base alla necessità degli utenti con cui interagisce, di cui le seguenti sono annoverate solo a titolo di esempio:

- **tutor**: i robot possono essere validi assistenti al supporto dell'insegnamento, soprattutto pratico. Sebbene non possano sostituire l'insegnamento umano, essi consentono al docente di focalizzarsi sulle interazioni individuali, supportandoli nel corso di esercitazioni o tutoraggi personalizzati per piccoli gruppi di studenti;
- **terapie fisiche**: i SAR trovano grande applicazione nell'ambito di attività di riabilitazione o esercizi simili, supportando gli operatori nel raggiungimento degli obiettivi riabilitativi;
- **assistenza quotidiana**: i robot possono assistere gli individui sia dal punto di vista cognitivo che fisico, per lo svolgimento delle più comuni e frequenti attività quotidiane;
- **espressione emotiva**: i SAR possono rappresentare un importante stimolo per incoraggiare l'espressione delle proprie emozioni come avviene, ad esempio, nel caso di bambini con autismo o con malattie gravi. Essi, inoltre, stimolando la comunicazione delle emozioni, possono favorire la socializzazione e l'interazione fra umani.

**3. Sofisticazione dell'interazione.** Le interazioni stabilite dai SAR possono variare per tipologia ma anche per raffinatezza e sono diverse dalla personalità mostrata dal robot. Le modalità di interazione più comuni sono le seguenti:

- **comunicazione orale**: la conversazione è una modalità di interazione naturale fra le persone e, quindi, essa sarebbe appropriata anche con i robot. Un robot, in questo caso, può utilizzare una voce umana pre-registrata o generare una voce sintetica;
- **gesti**: il linguaggio del corpo è una componente fondamentale della comunicazione umana, soprattutto quando va a completare quei significati espressi solo parzialmente con un discorso. Per tale motivo, questo tipo di interazione è molto utile per aumentare l'efficacia della comunicazione fra uomo e robot: ad esempio, in un ambiente reale, può essere molto importante per un robot puntare un oggetto o anche solo utilizzare i gesti per focalizzare l'attenzione nell'ambito di un'interazione;
- **input diretto**: la possibilità di fornire ad un robot indicazioni o informazioni in maniera diretta può essere di aiuto in quelle situazioni in cui i comandi vocali o gestuali risultano ridondanti o troppo noiosi. Può essere utile, ad esempio, fornire un input diretto al robot mediante uno schermo touch o un mouse, così da rendere efficace l'interazione uomo-robot, sebbene meno naturale. Inoltre, questa tipologia di interazione, per alcuni utenti, può essere la sola forma adatta, a causa di problemi o disabilità fisiche e/o cognitive.

**4. Ruolo degli Assistive Robot.** Gli *assistive robots* possono servire a molteplici scopi, assumendo un ruolo in base alle necessità e alle preferenze degli utenti, che possono richiedere comportamenti più o meno personalizzati o individualizzati. È importante definire correttamente il ruolo dei robot per creare, di conseguenza, un aspetto efficace in funzione della modalità di interazione che deve assumere.
Infine, un SAR deve raggiungere efficacemente gli obiettivi prefissati, adeguandosi contemporaneamente non solo alle necessità dell'utente finale ma anche a quelle degli eventuali caregiver/personale sanitario/personale educativo, etc. Oltre a "servire molti padroni", un *assistive robot* non deve prevedere alcun tipo di istruzione per l'uso ma, piuttosto, garantire l'avvio, l'autonomia e la configurazione richiedendo uno sforzo minimo da parte degli utenti.

Sulla base delle suddette proprietà è evidente che i Socially Assistive Robotics, stabilendo con le persone **interazioni sociali piuttosto che fisiche**, hanno il potenziale per migliorare la qualità della vita di moltissime tipologie di utenti, fra cui anziani, persone con disabilità fisiche e/o cognitive, con disturbi sociali o in riabilitazione. Per tali motivi l'indagine e la ricerca della Human-Robot-Interaction (HRI) nell'ambito dei SAR si diffondono rapidamente e richiedono un **impegno trans-disciplinare** da parte di innumerevoli aree (medicina, robotica, scienze sociali, neuroscienze, design, etc.).
Tapus et al. (2007) analizzano i principali ambiti di applicazione dei SAR, ovvero: assistenza agli anziani, assistenza agli individui in riabilitazione o con necessità di eseguire esercizi per il recupero fisico, assistenza a persone con disabilità cognitive e/o sociali. Siccome il **comportamento sociale** è un elemento chiave per l'obiettivo primario dei SAR, ovvero l'assistenza alle persone, Tapus et al. (2007) identificano quei fattori che influenzano l'interazione uomo-robot e la creazione da parte del robot di **relazioni coinvolgenti** con gli utenti. Gli studiosi affermano: "*Riteniamo che un robot adattivo, affidabile e user-friendly, in grado di fornire un protocollo terapeutico personalizzato, coinvolgente e motivante per i partecipanti, in ambiente scolastico, clinico e domestico, possa stabilire una relazione uomo-robot molto complessa e piuttosto completa. Per renderlo possibile, tali robot devono essere dotati di capacità di interazione human-oriented (orientate all'uomo), assumere un comportamento sociale adeguato all'utente e al contesto e focalizzare l'attenzione e la comunicazione sull'utente al fine di aiutarlo a raggiungere obiettivi specifici. Proponiamo di organizzare le sfide della Socially Assistive Robotics intorno a sei ambiti di ricerca ampi e naturalmente collegati tra loro*" (Tapus et al., 2007, p. 3)[8]. I sei ambiti sono:
**1. embodiment** (incarnazione): per *embodiment* si intende non solo l'aspetto fisico ma anche le modalità di interazione che generano significati sociali. Tale fattore, analizzato nella fenomenologia della percezione di Ponty (1963), è costituito da tre elementi principali: l'incarnazione fisica di un soggetto umano (gambe, braccia, determinate dimensioni e forme); l'insieme di abilità corporee e reazioni alle situazioni; l'insieme di conoscenze cul-

8 Si riporta la citazione in lingua originale: "*We posit that an adaptive, reliable and user-friendly hands-off robot that can provide an engaging and motivating customized therapy protocol to participants in school, clinic, and ultimately, home environments, can establish a very complex and complete human-robot relationship. To make this possible such robots must be endowed with human-oriented interaction skills and capabilities, exhibit context and user-appropriate social behavior, and focus attention and communication on the user in order to help the user achieve specific goals. We propose to organize the challenges of socially assistive robotics around six broad, and naturally inter-related, research topics: embodiment, personality, empathy, engagement, adaptation, and transfer*". (Tapus et al., 2007, p. 3).

turali e abilità che l'uomo acquisisce dal contesto socio-culturale in cui vive. Siccome è risaputo che le persone attribuiscono intenzioni, emozioni, personalità anche agli oggetti inanimati e alle macchine (Reeves & Nass, 1998), è evidente che gli aspetti sopra-elencati propri dell'*embodiment*, giocano un ruolo fondamentale nella definizione dell'interazione uomo-robot e devono essere presi in considerazione durante le fasi di progettazione e sviluppo dei robot assistivi. Breazeal, (2002b) e Goetz et al., (2002) hanno svolto studi interessanti in tal senso;

**2. personality** (personalità): la personalità è uno dei fattori che più influenzano le relazioni sociali umane. Secondo Morris (1979) i comportamenti più determinanti sono: quelli pervasivi nell'ambito della vita dell'individuo e riscontrabili nelle diverse situazioni; quelli relativamente stabili e duraturi nella vita della persona; quelli indicativi dell'unicità della persona. Secondo Woods et al., (2005) e Morris (1979), la personalità è un modello che include carattere, tratti comportamentali, emotivi, mentali e relativi al temperamento di un individuo, che si manifesta coerentemente nel corso del tempo e nei vari contesti. La personalità, quindi, è un elemento determinante nella HRI ma in letteratura è un tema ancora da dibattere e da indagare;

**3. empathy** (empatia): l'empatia, intesa come presa di coscienza dello stato interiore altrui e comprensione vicendevole delle emozioni, è un costrutto importante per le relazioni umane e per la robotica assistenziale. È stato dimostrato (Rogers, 1975), infatti, che l'empatia può favorire il miglioramento terapeutico dei pazienti, aiutandoli a guarire in tempi più brevi. Ne deriva che un *assistive robot*, pur non potendo provare empatia, possa svolgere più efficacemente il proprio ruolo se è in grado di simularla: dovrebbe essere in grado di riconoscere lo stato emotivo dell'utente e comunicare con le persone come se capisse le loro emozioni e come se queste ultime influenzassero il proprio comportamento;

**4. engagement** (coinvolgimento): per stabilire una relazione collaborativa fra uomo e robot, è importante che quest'ultimo sia in grado di capire quando la persona che assiste vuole interagire e che sappia prendere l'iniziativa in tal senso, attirando l'attenzione su di sé. Gli elementi facilitatori dell'interazione sociale possono essere i gesti, lo sguardo, le comunicazioni verbali e non verbali;

**5. adaptation** (adattamento): per adattamento si intende la capacità di un robot assistivo di apprendere (concentrandosi sia sui cambiamenti a breve termine che su quelli a lungo termine) e adattare il proprio comportamento in base alle informazioni immagazzinate. Il robot, dunque, dovrebbe essere in grado di comprendere e riconoscere lo stato d'animo, le preferenze, la personalità dell'utente e di stabilire un tipo di interazione personalizzata. Questo elemento rappresenta un fattore importante e delicato per la robotica assistiva, in quanto gli utenti a cui essa si rivolge possono avere particolari esigenze, disabilità o vulnerabilità;

**6. transfer** (trasferimento): uno degli obiettivi degli *assistive robots* è non solo di creare cambiamenti comportamentali degli utenti mentre questi ultimi interagiscono con il robot ma anche di far sì che questi comportamenti durino nel tempo e siano assunti anche durante l'interazione con altre persone. Il tema del trasferimento è ancora molto dibattuto nell'ambito della ricerca che mira a strutturare al meglio l'interazione uomo-robot per massimizzare le possibilità di trasferimento di comportamenti virtuosi.

Nell'ambito della letteratura, diversi studiosi hanno categorizzato e suddiviso i SAR secondo criteri diversi. Secondo Reiser et al., (2013) i robot sociali e assistivi possono essere divisi in due categorie, sebbene queste non siano esclusive o esaustive in relazione alla totalità di robot sociali e assistivi sviluppati fino ad oggi. Le due categorie sono: i ***service***

***robots*** (robot di servizio) e i ***companion robots*** (robot di compagnia). Nei primi prevale l'aspetto funzionale: essi hanno l'obiettivo di garantire una vita indipendente, supportare l'utente nello svolgimento delle attività quotidiane, garantire la mobilità, la sicurezza e il monitoraggio. Esempi in tale ambito sono rappresentati da **Pearl**, **un nursebot** (robot-infermiere) sviluppato da Pollack et al., (2002), **iCat** (De Ruyter et al., 2005), **RoboCare** (Bahadori et al., 2003) e **Care-O-Bot** (Graf et al., 2004). I *companion robots* sono progettati essenzialmente per **fornire benefici psico-sociali e fisici agli utenti anziani**. Pur non fornendo un tipo di assistenza fisica e funzionale, essi possono alleviare lo stress, migliorare l'umore e le capacità di comunicazione delle persone. Gli esempi principali, in questo caso, sono rappresentati da **Paro** (Wada et al., 2003), **The Huggable** (Stiehl et al., 2006) o **Aibo**, il cane-robot sviluppato dalla Sony. Come evidenziato da Heerink (2010) le due categorie possono intersecarsi e alcuni robot possono rientrare sia nell'una che nell'altra. Inoltre, per ottenere un elevato **livello di accettabilità** da parte degli utenti anziani, è auspicabile che un robot funzionale abbia le medesime abilità sociali di un *companion robot* e viceversa (Figura 8).
L'area dei robot sociali e assistivi include anche quegli ***screen agents*** per il supporto e l'assistenza agli anziani: ad esempio, Laura è un'interfaccia umanoide sviluppata per il **sistema MIT Fittrack**, che stimola gli utenti a svolgere esercizio fisico (Bickmore, 2003).

L'aumento dell'adozione di robot nei più svariati ambiti, incluso quello sanitario, può aiutare a risolvere il problema di carenza di personale e efficienza dei servizi forniti dalle imprese. Tuttavia, per quanto riguarda gli *assistive robots*, è necessario fare una distinzione fra i **robot che offrono supporto fisico o chirurgico** in ambito sanitario (sedie a rotelle sofisticate, arti robotici, robot chirurghi, etc.) e i SAR. Quest'ultima categoria, al contrario della prima, può giocare un ruolo fondamentale non solo nell'assistenza fisica ma, soprattutto, nel **contrastare i problemi psicologici e cognitivi** più frequenti nella popolazione anziana (ad esempio, solitudine, isolamento, deficit cognitivo, etc.). I SAR, infatti, sono in grado di svolgere compiti fisici ma anche di interagire socialmente, mediante interfacce che coinvolgono attivamente le persone.
Secondo Vercelli et al., (2018, p. 37) i robot potrebbero essere utilizzati nella cura degli anziani con diversi scopi: "*(1) I robot possono fungere da caregiver, ovvero assistere gli anziani; (2) possono fornire istruzioni per attività di vita quotidiana e sicurezza e/o assistere i loro caregiver nelle attività quotidiane; (3) possono aiutare a monitorare il loro comportamento e la loro salute; (4) possono fornire compagnia, includendo intrattenimento e hobby, ricordi e contatti sociali. Il robot può agire come personal trainer, per motivare l'esercizio fisico e come compagno, se può avere una buona interazione individuale*".
Se, quindi, i robot possono aiutare gli anziani ad essere indipendenti nelle proprie abitazioni e potrebbero supportare la dignità umana, potenziando le possibilità degli utenti

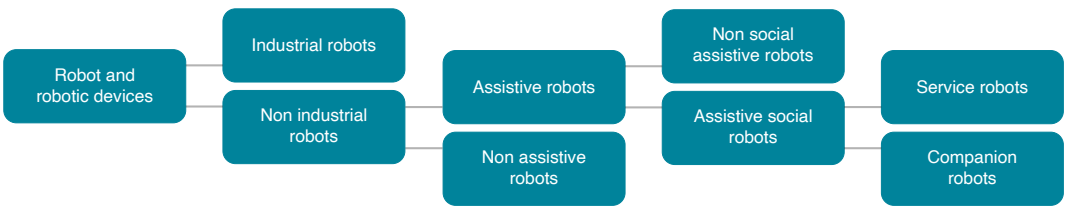



Figura 8 - Una categorizzazione generale dei robot. Rielaborato da Heerink, (2010, p. 13).

fragili, dall'altro potrebbero limitare i contatti sociali e umani, rischiando di generare un'oggettivazione degli anziani e di ridurre il controllo sulla propria vita. Le persone potrebbero sentirsi minacciate nella propria **autonomia decisionale** ancora più di quanto avvenga in relazione ai caregiver umani. Da tali considerazioni emerge la necessità di trovare il giusto equilibrio fra potenziamento e supporto delle persone anziane e garanzia dei loro diritti fondamentali, nonché protezione dagli eventuali pericoli dovuti ad una maggiore autonomia.
Lee & Riek, (2018) propongono un'ulteriore suddivisione dei SAR, mettendo in evidenza come i robot sociali e assistivi siano stati concepiti soprattutto come **tecnologie** "**di compensazione**", ovvero atte a compensare un declino fisico, cognitivo e/o psicosociale:

- **compensazione fisica**: alcuni robot mirano ad alleviare il declino fisico supportando le persone nello svolgimento di attività quotidiane (cucinare, mangiare, lavarsi, etc.) o di prevenire le cadute. Esempi in tale ambito sono Care-O-Bot o Hobbit, in grado di svolgere varie attività e dotati di corpi semi-umanoidi (con bracci robotici) che gli consentono di manipolare oggetti e svolgere svariati servizi;
- **compensazione cognitiva**: alcuni robot mirano a compensare alcuni deficit cognitivi, dalla perdita di memoria lieve fino a forme gravi di demenza. In questi casi i robot assistivi supportano la gestione dei farmaci, fungono da promemoria per appuntamenti o valorizzano il benessere cognitivo mediante interazioni quotidiane. Un ottimo esempio è rappresentato da Paro, robot zoomorfo con validate abilità terapeutiche;
- **compensazione psico-sociale**: la solitudine e l'isolamento sociale sono problemi frequenti nella popolazione anziana che possono sfociare in gravi problemi sia fisici che psico-cognitivi. In tale ambito vi sono due tipologie di robot: quelli da compagnia e da conversazione (come Paro o iCat) e quelli da telepresenza.

In sintesi, i robot assistivi e sociali possono offrire assistenza a diversi livelli: (Rich & Sidner, 2009): (a) **supportare le capacità cognitive o funzionali dell'utente** (ad esempio, promemoria e monitoraggio delle attività, aiuti alla navigazione); (b) offrire all'utente l'opportunità di **migliorare la partecipazione sociale** e il **benessere psicologico** (ad esempio, applicazioni di comunicazione e sociali, telepresenza, compagnia); (c) fornire **monitoraggio remoto e continuo dello stato di salute** dell'utente (ad esempio, sensori di rilevamento della pressione arteriosa o della caduta); (d) istruire l'utente per facilitare la **promozione di comportamenti salutari** e il raggiungimento di obiettivi relativi alla salute (ad esempio, miglioramento della nutrizione, attività fisica). Inoltre, negli ultimi anni sta crescendo l'attenzione per l'uso terapeutico dei robot sociali e assistivi, soprattutto per persone affette da demenza o da patologie specifiche come l'Alzheimer (Libin & Cohen-Mansfield, 2004). Per quanto riguarda i benefici dei SAR nell'area specifica della salute mentale e delle abilità cognitive, Rabbitt et al., (2015) hanno identificato i principali **ruoli dei robot**: **compagno** (ad esempio, SAR che lavora in modo analogo agli animali da terapia addestrati); **partner di gioco terapeutico** (ad esempio, SAR utilizzato per aiutare i bambini a sviluppare abilità clinicamente rilevanti); **allenatore o istruttore** (ad es. SAR fornisce istruzioni, incoraggiamento e supervisione agli utenti in attività come la perdita di peso o l'esercizio fisico).

## 4.4 Assistive robotics: casi rappresentativi

La letteratura scientifica fornisce svariati esempi e consente di analizzare come le diverse caratteristiche dei SAR e le loro diverse forme di interazione con gli anziani, abbiano prodotto risultati più o meno positivi nell'ottica dell'assistenza e del supporto all'autonomia degli individui.

L'aspetto morfologico dei SAR può variare moltissimo a seconda delle abilità, delle funzioni e dell'obiettivo generale del robot: l'aspetto può essere meccanico (*machine-like*), con caratteristiche che ricordano quelle umane come naso, bocca, occhi, etc. (*human-like*) o androide molto realistico, simile ad un animale (*animal-like*) per aspetto e comportamento o dalle caratteristiche miste fra meccanico e zoomorfo (DiSalvo et al., 2002; MacDorman & Ishiguro, 2006).
Johnson et al., (2020) hanno effettuato una selezione dei principali robot commerciali progettati specificamente per anziani e usati negli studi scientifici con questo target di utenti. I robot presentati variano sia per *Technology Readiness Levels* (TRL) che per ambiti applicativi (Tabella 3).
Sebbene la tabella non sia esaustiva e non mostri tutti i robot, commerciali o per uso prettamente scientifico, dedicati alla cura e al supporto delle persone anziane, essa offre un'ampia panoramica di tutti gli sforzi compiuti da aziende, ricercatori, progettisti, ingegneri, psicologi, sociologi e molte altre figure professionali, per sviluppare e far progredire la tecnologia in tal senso. La quantità di robot assistivi sviluppati e testati fino ad oggi, evidenzia la **varietà di ambiti applicativi** ma soprattutto la **complessità della loro interazione con gli anziani** che, per essere efficace, soddisfacente, eticamente e socialmente corretta e accettata, necessita di anni di studi e ricerche sia sull'utente che sulle piattaforme robotiche.

| Robot | TLR | Service capabilities | Research findings |
|---|---|---|---|
| **Companion and family robots** | | | |
| **Jibo** | **8** | Desktop, stationary home robot, social, helper (Guizzo, 2015). | |
| **Kuri** | **9** | Emotive, autonomous mobile robot, recognize voices/faces. | |
| **Aido** | **8** | Dolphin inspired, mobile home robot, home monitoring, schedule manager. | |
| **Zenbo** | **8** | Mobile, autonomous, home security, reminders. | |
| **Buddy** | **9** | Mobile, fall detection, medical reminders, easy social interaction, accessible tech; tie to family. | |
| **Elder companion robots** | | | |
| **ElliQ** | **9** | Non-mobile, desktop, elder companion to help communicate with family, reminders, entertainment, suggest exercise. | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **GeriJoy** | **9** | Care coach, 24-h emotional support, telepresence. | |
| **Mabu** | **9** | Non-mobile desktop, elder companion, personal interaction, facial recognition, learns about each patient, checks in with patient. | |
| **Telenoid** | **4** | Tele-operated android. Human communicates via robot. | Telecommunications robot that is human-like with minimal design to take on any human. Encourage communication among elders and others (Kawamura et al., 2016). |

**Pet-like companion robots**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Paro** | **9** | Soft, seal-like interactive robot. | Found to have therapeutic effects on elders (Leite et al., 2013; Shibata & Wada, 2011; Yu et al., 2015). |
| **Aibo** | **9** | Dog-like interactive robot, walks. | Identified as a possible positive tool for senior communication (Naganuma et al., 2015). |
| **Nabaztag** | **9** | Rabbit-like interactive robot, desktop, companion (Klamer et al., 2010). | |
| **Joyforall** | **9** | Soft, cat-like or dog-like interactive "robot", companion, respond to touch and petting, responds to voice. | Not as intelligent but responsive to touch and petting. Very inexpensive. |
| **JustoCat** | **9** | Soft, cat-like interactive robot, companion, respond to touch and petting, respond to voice. | Tool for dementia patients, their family and care givers; improve interaction between patient and caregivers. |
| **MiRo** | **8** | Dog-like interactive robot, biomimetic; autonomous. | |

**Mobile with no arm**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Giraff** | **4** | Telepresence, mobile skype-like interface. | Positive emotions and reduction in social isolation found (Moyle et al., 2014). |
| **Vgo** | **9** | Telepresence, mobile skype-like interface. Telepresence. | Well received by elders as a form of communication (Tsui et al., 2013; Seelye et al., 2012; Wilk et al., 2014). |
| **Kompai** | **6** | Telepresence, communicative assistant. | Weak or dependent individuals, family members, and healthcare and social caregivers' benefit (Guizzo, 2017). |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Hobbit** | **6** | Telepresence, preventing and detecting falls. | Designed to be used in home with seniors. Designed with user trails. Deployed in 18 user homes for 3 weeks (Eftring, 2016). |
| **Mobile with arm** | | | |
| **Care-O-Bot** | **6** | Telepresence, multi-task and manipulation home-assistant. | Designed to address priority issues such as mobility, self-care and social isolation (Bedaf et al., 2013; Mast et al., 2015). |
| **Personal robot 2** | **4** | Telepresence, multi-task, multi-disciplinary manipulation assistant. | Results suggested older adults were more willing to accept robot assistance for instrumental activities of daily living and enhanced activities of daily living, compared to activities of daily living (Smarr et al., 2012). |
| **Pepper** | **9** | Telepresence, multi-task, emotional and manipulation assistant. | |
| **RIBA I and II** | **4** | Robot for interactive body assistance, mobile, autonomous, transfer patients, walker. | Supports moving patients from bed to wheelchair and from prone to bed. Lift and transfer (Jeelani et al., 2015). |

Tabella 3 - Sintesi dei principali robot commerciali focalizzati sulla cura per anziani. Fonte: Johnson et al., (2020, pp. 990-991).

I primi robot socialmente assistivi hanno le sembianze di **animali domestici**, pur non richiedendo gli stessi sforzi necessari alla cura di un reale animale domestico. Essi sono stati progettati per svolgere le medesime funzioni, ovvero di **compagnia contro l'isolamento** e la solitudine e di conforto in caso di stress o depressione. Dagli innumerevoli studi scientifici e dalle sperimentazioni effettuate in diversi contesti e con utenti di diverso genere (soprattutto anziani e bambini), è stato dimostrato un **miglioramento delle capacità cognitive**, dello **stato d'animo** e dello **stato di salute psico-fisico** degli utenti in seguito alla relazione con i robot assistivi.
Un esempio interessante è rappresentato da **PARO**[9] (Figura 9), un robot dalle sembianze di una foca, progettato nel 1993 da Takanori Shibata, sviluppato in Giappone dal National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) e commercializzato nel 2004 dalla società Shibata Intelligent System Co. PARO è stato progettato per fornire tutti i benefici della ***pet therapy*** in ospedale o in strutture assistenziali, ambienti in cui l'utilizzo di animali reali può risultare difficile o complicato dal punto di vista logistico. Esso è dotato di cinque tipi sensori attraverso cui percepisce l'ambiente e interagisce con le persone: sensori tattili, di temperatura, di rilevazione di luce e di suono, di postura. PARO è in grado di distinguere luce e buio, di rispondere a comandi vocali e anche di "imparare" come comportarsi sulla base delle esperienze pregresse. Esso si muove ed emette suoni, emulando una foca reale. Come dichiarato dal sito ufficiale della PARO Robots U.S. Inc., la foca robot riduce lo

9 http://www.parorobots.com Accessed 21/09/2020.

Figura 9 - Il robot Paro. Fonte: www.parorobots.com.

stress dei pazienti e dei caregiver, stimola l'interazione fra loro, migliora la motivazione delle persone e supporta la socializzazione fra pazienti e operatori sanitari. Uno dei limiti principali di PARO, però, è che può essere utilizzato solo in strutture infermieristiche specializzate.
Sistemi meno recenti e funzionali di robot zoomorfi sono **JustoCat**[10] e **Joyforall**[11], simili a cani o gatti con pellicce morbide che reagiscono al contatto. Il robot dall'aspetto simile a quello di un cane, **MiRo**[12] (Figura 10), è invece dedicato alla **sicurezza della casa e dei proprietari**: esso è interamente programmabile ed è stato sviluppato proprio per ricercatori, educatori, sviluppatori e professionisti in ambito sanitario.
Un ulteriore esempio di robot zoomorfo è **AIBO**[13] (Figura 11), il cane robot è stato sviluppato dalla **Sony** a partire dal 1999 fino al rilascio dell'ultimo modello nel 2017. Aibo percepisce suoni e rumori, vede ciò che lo circonda e, dunque, è in grado di muoversi au-

10 http://www.justocat.com/ Accessed 21/09/2020.
11 https://joyforall.hasbro.com/en-us Accessed 21/09/2020.
12 http://consequentialrobotics.com/miro/ Accessed 21/09/2020.
13 https://us.aibo.com Accessed 21/09/2020.

Figura 10 - Il robot MiRo. Fonte: http://consequentialrobotics.com/miro/.

tonomamente. L'interazione con le persone avviene prevalentemente con comandi vocali ma il robot è in grado di reagire a stimoli esterni, provenienti non solo dalle persone ma anche dall'ambiente circostante. Esso è dotato di **Intelligenza Artificiale** (AI) connessa ad un Cloud proprietario, che gli consente di evolvere da fase di cucciolo fino all'età adulta ma anche di **configurare la propria personalità**, i propri comportamenti e il bagaglio di conoscenze sulla base delle esperienze e delle interazioni con gli esseri umani.
The **Huggable**[14] (Figura 12), un robot orso, è stato sviluppato dal **MIT Media Lab** per l'ambito sanitario, dell'educazione e della comunicazione sociale. Esso è dotato di oltre 1500 sensori, di videocamere, microfoni e attuatori di vario tipo che gli consentono di percepire e interagire con l'ambiente circostante ma anche di rendere tutta la tecnologia invisibile agli utenti, apparendo come un classico ***teddy bear***. L'orsacchiotto robot è utilizzato soprattutto in **ambito pediatrico**, per fornire **supporto socio-emotivo** sia ai bambini che alle loro famiglie. Le sperimentazioni dimostrano che, attraverso il supporto socio-emotivo, è in grado di ridurre lo stress, l'ansia e di mitigare il dolore dei piccoli pazienti.

14 https://www.media.mit.edu/projects/huggable-a-social-robot-for-pediatric-care/overview/ Accessed 21/09/2020.

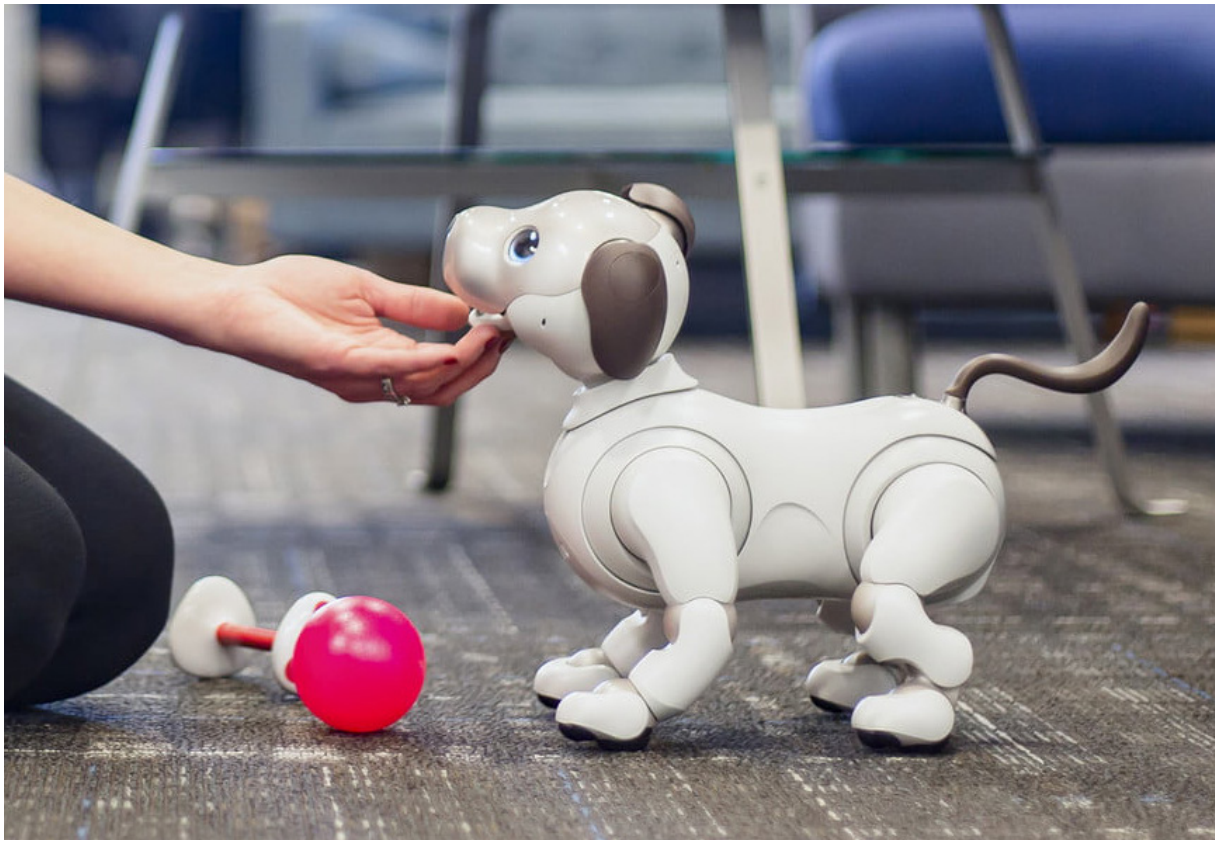


Figura 11 - Il robot AIBO. Fonte: https://www.sony.net.

Un'altra categoria di robot è rappresentata dalle piattaforme non mobili o mobili ma senza appendici come, ad esempio, braccia o manipolatori di sorta (Figura 13). Di questa fa parte **VGo**[15], un robot da telepresenza dedicato principalmente a medici e operatori sanitari per il monitoraggio degli anziani. The **Hobbit**[16], invece, è un robot per la prevenzione e il rilevamento delle cadute. **Kompai**[17] è un assistente alla comunicazione per anziani e alla gestione di parametri fisiologici da parte dei caregiver. **Giraff**[18] è un robot da compagnia e telepresenza.
Questo macro-gruppo presenta anche piattaforme più recenti, come **ElliQ**[19], **GeriJoy**[20], **Mabu**[21] e **Matilda**[22] (Figura 14), specificamente progettate come robot da **compagnia e**

15 http://www.vgocom.com Accessed 21/09/2020.
16 http://hobbit.acin.tuwien.ac.at Accessed 21/09/2020.
17 https://kompairobotics.com/robot-kompai/ Accessed 21/09/2020.
18 http://www.giraff.org/?lang=en Accessed 21/09/2020.
19 https://www.intuitionrobotics.com/elliq/ Accessed 21/09/2020.
20 http://www.gerijoy.com/ Accessed 21/09/2020.
21 http://www.cataliahealth.com/introducing-the-mabu-personal-healthcare-companion/ Accessed 21/09/2020.
22 https://www.latrobe.edu.au/reccsi Accessed 21/09/2020.

Figura 12 - Il robot The Huggable. Fonte: https://www.media.mit.edu/projects/huggable-a-social-robot-for-pediatric-care/overview/.

**assistenza** da utilizzare sia in ambito domestico che in case di cura, per favorire l'interazione e la connessione sociale e la cura emotiva degli anziani. Il loro contributo è rivolto anche ai caregiver, in quanto questi robot possono facilitare le operazioni di controllo e assistenza.
Il robot **ElliQ**[23] (Figura 15) è stato progettato dalla Intuition robotics e presentato al CES di Las Vegas del 2019. Progettato specificamente per gli anziani, ElliQ mira a supportarli nell'essere autonomi, attivi e connessi con gli altri, pur stando in casa. Grazie all'Intelligenza Artificiale e alla possibilità di connettersi con altri ***smart objects*** presenti nell'abitazione, ElliQ è sia un ***companion and social robot*** che un assistente digitale a tutti gli effetti. È in grado di avviare videochiamate, riprodurre musica e video o semplicemente mostrare foto. Ricorda gli appuntamenti e quando è il momento di assumere eventuali medicine. Sugge-

23 https://elliq.com Accessed 21/09/2020.

Figura 13 - Il robot VGo (In altro a sinistra); il robot The Hobbit (in alto a destra); il robot per telepresenza Giraff (in basso a destra); il robot badante Kompai (in basso a sinistra).

risce iniziative per tenersi attivi, come corsi, conferenze e altri contenuti digitali, imparando nel tempo sempre di più sul comportamento e la personalità del proprietario. È in grado di calmare la persona e chiamare i soccorsi in caso di **emergenza** e di offrire supporto e **stimolazione cognitiva**. ElliQ risponde alla voce, al tatto e allo sguardo dell'individuo e reagisce con movimenti e voce; l'interazione è facilitata dalla presenza di un tablet. Il suo aspetto non è umanoide né zoomorfo ma ricorda una sorta di lampada da tavolo dal design minimale: è probabile che i progettisti abbiano scelto un chiaro riferimento ad oggetti comuni e familiari agli utenti di riferimento, così da aumentare l'accettabilità del robot. ElliQ è un progetto innovativo non solo per funzionalità ma anche dal punto di vista del design e degli elementi formali che lo caratterizzano. È questo aspetto che ha mosso la ricerca di Huang & Liu (2019), volta ad analizzare l'accettabilità e **l'atteggiamento dei nuovi progettisti verso i robot assistivi per anziani**. La maggior parte delle sperimentazioni

Figura 14 - Il robot sociale e da compagnia Matilda. Fonte: https://www.latrobe.edu.au/reccsi.

sull'accettabilità dei robot, infatti, coinvolge utenti primari (i diretti destinatari della cura) o caregiver, familiari, amici e utenti secondari in generale. Non esistono, però, in tale ambito, ricerca volte ad indagare l'atteggiamento dei progettisti verso i robot, che è il fattore più determinante per le future direzioni nell'ambito della robotica assistiva. Il metodo utilizzato è il questionario UTAUT riadattato da Heerink et al., (2010) appositamente per la valutazione dell'accettabilità nella HRI. Esso è composto da 12 costrutti (Perceived enjoyment, Attitude, Anxiety, Facilitating Conditions, Intention to use, Perceived adaptability, Perceived ease of use, Perceived usefulness, Perceived sociability, Social influence, Social presence, Trust) da valutare su scala Likert a 5 punti. Ai circa 60 partecipanti, di età media 21, 38 anni, è stato quindi mostrato un video di ElliQ e, successivamente, è stato chiesto di compilare il questionario e di sottoporsi ad una breve intervista. La **combinazione di metodi qualitativi e quantitativi** ha prodotto buoni risultati: è emerso un atteggiamento positivo e di apertura dei **giovani designer** nei confronti della robotica assistiva. Per un progettista, conoscere l'opinione dei propri colleghi, oltre che degli utenti di riferimento del progetto, è un fattore importante per incrementare l'accettabilità nella HRI. Nello specifico, i costrutti relativi all'attitudine hanno prodotto risultati altissimi, indicando una totale apertura

Figura 15 - ElliQ. Il robot proattivo e sociale. Fonte: https://elliq.com.

verso la ricerca in questo campo, mentre quelli relativi all'ansia nei confronti dei robot sono stati i più bassi, mostrando che non vi è paura o timore nei confronti di tali prodotti.
Vi sono anche robot mobili e non mobili più commerciali che, oltre a rappresentare degli ottimi compagni per anziani, sono dei veri e propri **assistenti per tutta la famiglia**. Gli esempi principali riguardano **Jibo**[24], **Kuri**[25], **Zenbo**[26], **Aido**[27] e **Buddy**[28] (Figura 16): essi possono svolgere molteplici funzioni, dal supporto alla comunicazione alla sicurezza domestica.

24 https://jibo.com Accessed 21/09/2020.
25 https://www.heykuri.com/ Accessed 21/09/2020.
26 https://zenbo.asus.com/ Accessed 21/09/2020.
27 Aido Advanced Social Robot for Smart Home Inspired by Dolphins http://www.tuvie.com/aidoadvancedsocialrobotforsmarthomeinspiredbydolphins/ Accessed 21/09/2020.
28 www.bluefrogrobotics.com Accessed 21/09/2020.

Figura 16 - Il robot sociale Buddy (Fonte: https://thegadgetflow.com/portfolio/buddy-your-familys-companion-robot/) e il robot maggiordomo Kuri (a destra. Fonte: https://www.heykuri.com/).

Infine, vi sono i robot manipolatori, di cui **Pepper**[29] (Figura 17) è il più rappresentativo. Esso, oltre a fornire supporto emotivo, ha due bracci che gli consentono di afferrare e movimentare oggetti leggeri. Nella stessa categoria vi sono **Care-O-Bot IV**[30] e **Personal Robot 2**[31], **assistenti robotici mobili** in grado di supportare gli anziani in ambiente domestico con le Activities of Daily Life (ADL). **Riba II**[32] (Robobear) è invece dedicato all'ambito sanitario, in cui può sollevare pesi e aiutare i pazienti nella deambulazione.
Il robot umanoide **NAO**[33] (Figura 18), progettato dalla Aldebaran Robotics e **totalmente programmabile**, è molto utilizzato in ambito educativo, sanitario e di ricerca in vari settori. Dall'esperimento di Torta et al., (2014), si evince come NAO abbia **migliorato l'interazione uomo-robot** e l'accettazione in termini di confidenza degli utenti. Tuttavia, la maggiore preoccupazione evidenziata dallo studio riguarda gli effetti a lungo termine di questa relazione: il divertimento potrebbe infatti diminuire e, di conseguenza, anche l'efficacia dell'interazione. L'interazione a lungo termine è un tema molto indagato in letteratura e riguarda, in generale, l'evoluzione nel tempo del rapporto fra uomo e robot.

29 https://www.softbankrobotics.com/emea/en/pepper Accessed 21/09/2020.
30 https://www.care-o-bot.de/en/care-o-bot-4.html Accessed 21/09/2020.
31 http://www.willowgarage.com/pages/pr2/overview Accessed 21/09/2020.
32 https://www.riken.jp/en/news_pubs/research_news/pr/2015/20150223_2/ Accessed 21/09/2020.
33 https://www.softbankrobotics.com/emea/en/nao Accessed 21/09/2020.

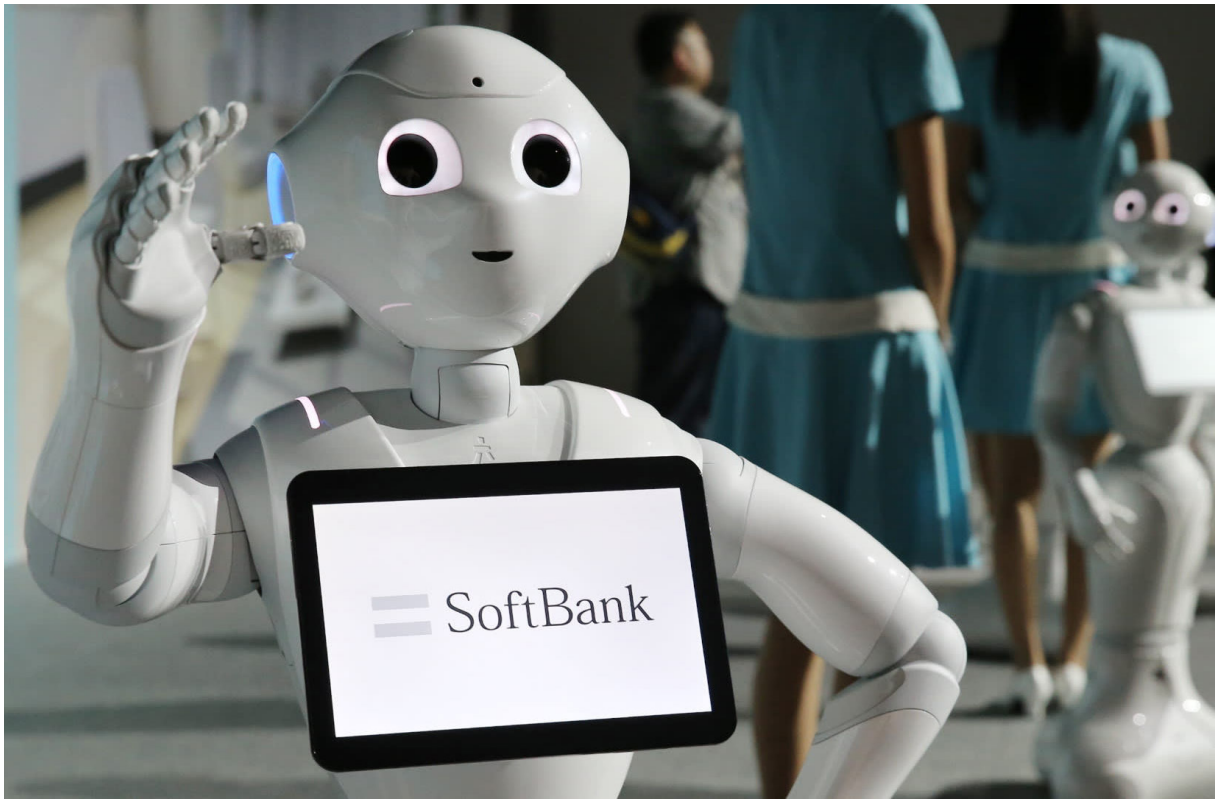



Figura 17 - Il robot Pepper. Fonte: https://www.softbankrobotics.com/emea/en/pepper.

## 4.5 Robotica assistiva e anziani: le macro-aree della ricerca scientifica

I SAR per l'assistenza agli anziani hanno lo scopo principale di **favorire l'invecchiamento in casa** e supportare il mantenimento dell'**indipendenza** il più a lungo possibile, così da arginare il problema della carenza di caregiver e di spazio all'interno delle strutture assistenziali su tutto il territorio mondiale. I robot assistivi per anziani devono prevedere un'**interazione naturale**, attraverso gesti o comandi vocali e fornire aiuto nello svolgimento delle attività quotidiane, come il lavarsi, vestirsi, nutrirsi, muoversi, afferrare o manipolare oggetti, etc.). Secondo Broekens et al., (2009) la ricerca nell'ambito dei robot per assistenza agli anziani comprende sia i robot per la riabilitazione che i *social robots*. La prima categoria riguarda prevalentemente l'utilizzo delle tecnologie robotiche per **assistenza fisica** mentre la seconda riguarda quei sistemi che possono essere percepiti come **entità sociali con capacità di comunicazione**. Oltre a queste due, un'ulteriore area di ricerca è rappresentata dai **robot assistivi sociali** (socially assistive robots) **di compagnia**: questi, spesso dalle sembianze zoomorfe, hanno l'obiettivo di migliorare il benessere psicologico e supportare gli anziani a mantenere l'indipendenza durante la loro quotidianità.

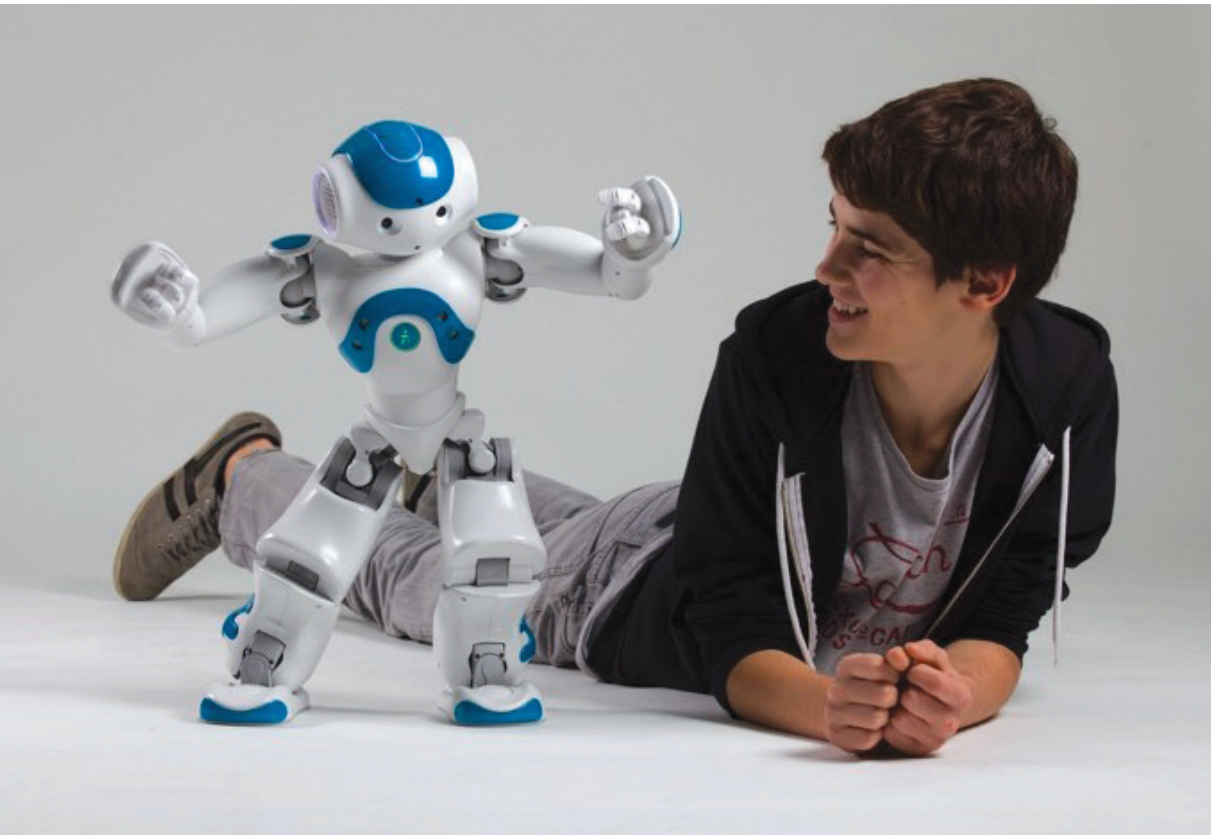


Figura 18 - Il robot umanoide NAO. Fonte: https://www.softbankrobotics.com/emea/en/nao.

Una recente revisione della letteratura relativa ai robot assistivi per anziani (Allaban et al., 2020) mette in luce le tendenze attuali della ricerca in questo campo, dividendo gli studi in tre categorie: (1) **Ambient-Assisted Living** (AAL), ovvero sperimentazioni che analizzano come le case o gli ambienti intelligenti possano supportare l'autonomia e l'invecchiamento a casa; (2) **Robot ecosystem**, ovvero quanto la sinergia fra vari robot può essere efficace nell'erogazione di svariati servizi; (3) **Social interaction**, ovvero il rischio di isolamento sociale con conseguenze psico-fisiche gravi, dovuto alle cure in casa. Secondo lo studio, la maggior parte delle ricerche viene effettuata in Asia, dove si focalizza principalmente sul supporto fisico, e in Europa, dove si concentra sull'interazione sociale e sullo sviluppo di piattaforme che possano erogare molteplici servizi agli anziani (ad esempio, Giraff, di cui si tratterà nei capitoli successivi). Le ricerche relative alla prima categoria (AAL) rappresentano il 13% a livello mondiale; quelle sugli ecosistemi robotici il 17%; l'interazione sociale copre il 29% degli studi. Sia le ICT (Information Communication Technology) in generale che la robotica rappresentano un valido supporto per promuovere l'interazione sociale e contrastare la solitudine. Gli effetti positivi sono evidenti soprattutto nel caso dell'interazione fra uomo e robot con capacità conversazionali, anche se ciò implica lo sviluppo di piattaforme sempre più sofisticate dal punto di vista di una comunicazione il più naturale

e pertinente possibile, in base all'ambiente e all'utente. Oltre ad essere un "compagno" di conversazione, il robot può aiutare l'anziano a connettersi e comunicare con amici, familiari e caregiver a distanza, promuovendo comportamenti positivi e interazioni collaborative. Sebbene i robot per la telepresenza siano ampliamente sperimentati in ambito scientifico (Clotet et al., 2015; Orlandini et al., 2016), la ricerca dimostra che c'è bisogno di un tipo di **interazione multimodale**: non limitata alla semplice comunicazione verbale ma che includa anche espressioni fisiche ed emotive. Infatti, la sperimentazione del robot multimodale "Hobbit" (Fischinger et al., 2016), in grado di comunicare anche attraverso il movimento e il tatto, ha prodotto buoni risultati. La ricerca relativa ai robot sociali e assitivi per anziani presenta tre principali direzioni da esplorare e implementare nei prossimi anni:

- **preferenze degli utenti**: conoscere le preferenze, il contesto socio-culturale e le necessità specifiche degli utenti è fondamentale affinché le persone anziane giudichino il robot adatto alla propria vita e alle loro condizioni psico-fisiche. Questo tema è stato evidenziato dai risultati di svariate ricerche, fra cui quella di Baisch et al., (2017);
- **effetto della novità a lungo termine**: se i robot non sono in grado di apprendere, l'effetto della novità può svanire in breve tempo. Per una relazione uomo-robot efficace nel lungo termine è fondamentale che il divertimento e il senso di benessere aumentino e non siano ripetitivi (Torta et al., 2014);
- **questioni etiche**: Sharkey & Sharkey (2012) hanno affrontano approfonditamente i problemi etici legati all'utilizzo crescente della robotica in ambiente domestico da parte degli anziani. Tali questioni sono discusse nel dettaglio nel capitolo dedicato al tema dell'etica in ambito HRI.

### *4.5.1 Il contesto delle sperimentazioni scientifiche*

Un ulteriore aspetto da considerare, importante sia per la focalizzazione degli obiettivi della ricerca sui robot assistivi che per il raggiungimento di risultati affidabili, è il contesto in cui si svolgono le sperimentazioni. La ricerca sui SAR fino ad oggi ha riguardato due contesti principali: la **casa**, in cui i robot assistono individui che vivono in maniera indipendente, e le **istituzioni** (ovvero case di cura, ospedali, etc.) in cui i robot assistono sia i medici e gli operatori sanitari che gli anziani. Secondo Sabanovic et al., (2015, pp. 104-105) "*gran parte della ricerca e delle valutazioni relative a queste tecnologie emergenti viene svolta in laboratori e strutture di assistenza istituzionalizzate (ad esempio case di cura) e si concentra sul trattamento e sulla riabilitazione. L'attenzione crescente all'assistenza centrata sul paziente e sulla comunità, tuttavia, sottolinea che la salute è una preoccupazione quotidiana relativa all'intero arco della vita, non solo un problema che diventa rilevante quando a qualcuno viene diagnosticata una qualunque patologia. L'impatto della salute sulla vita quotidiana - prima dello sviluppo della malattia o della necessità di cure istituzionalizzate (ovvero cure preventive) - rappresenta quindi una nuova opportunità per esplorare le applicazioni della robotica assistiva. Questo, a sua volta, fa emergere la necessità di capire come i robot possano adattarsi alla vita quotidiana delle persone e alle comunità di caregiver*." Un esempio di applicazione dei SAR per il **supporto sociale** è rappresentato dalla depressione clinica degli anziani, in quanto fattore di rischio per il declino fisico e cognitivo: i robot sociali ed assistivi sono stati ampiamente testati per far fronte alla solitudine, riducendo il senso di isolamento e favorendo la comunicazione o le attività sociali, soprattutto degli anziani che vivono autonomamente in casa. Dalle sperimentazioni effettuate in contesti istituzionalizzati (Robinson et al., 2013) risulta che i robot possono effettivamente migliorare lo stato d'animo e il senso di solitudine delle persone anziane ma, soprattutto, fornire benefici terapeutici, così da ridurre patologie come la depressione e supportare

sia l'indipendenza che una buona qualità della vita. Tuttavia, dalle sperimentazioni effettuate in contesti istituzionalizzati sono emerse anche molte problematiche etiche, sociali, psicologiche che possono determinare o meno il successo dell'applicazione dei robot in ambito sanitario e assistenziale. Ciò suggerisce che anche la ricerca e sviluppo di SAR in ambiente domestico possa condurre a importanti considerazioni etico-sociali e, quindi, richiedere una ricerca preliminare e una valutazione che tenga conto del contesto sociale e delle caratteristiche soggettive delle persone coinvolte.
Sulla base di queste considerazioni, Sabanovic et al., (2015) propongono di applicare una **progettazione centrata sull'utente** ai SAR, così d progettarli in collaborazione con le persone anziane e i caregiver e testarli e sperimentarli con i reali utenti destinatari a domicilio. Il processo utilizzato da Sabanovic è quello del **Participatory Design** (PD), che prevede il coinvolgimento attivo di tutti gli attori interessati dall'uso dei SAR: lo scopo è far emergere problemi, paure, necessità e idee per valutare le direzioni di sviluppo delle nuove tecnologie da molteplici punti di vista ma, soprattutto, fornire una migliore comprensione di progetti, metodi e usi dei SAR. Le applicazioni di tale metodo in ambito robotico sono poche ma possono generare interessanti discussioni critiche su tali piattaforme e sulle possibili conseguenze sociali o etiche. Inoltre, rendere gli **anziani più consapevoli** delle possibilità della robotica può **aumentarne l'accettazione**, dato che quest'ultima è influenzata moltissimo dall'esperienza tecnologica pregressa (Ezer et al., 2009).

### *4.5.2 Personalizzazione e apprendimento*

L'utilizzo di robot assistivi per anziani in ambiente domestico può rappresentate una risposta efficace ai problemi di invecchiamento della popolazione, soprattutto se l'anziano e i caregiver possono **personalizzare** il robot sulla base delle esigenze che possono mutare nel tempo. Il termine *personalizzazione*, in questo caso, è inteso come sinonimo di *apprendimento*: gli utenti possono **insegnare al robot** come eseguire i compiti in un determinato ambiente e quale comportamento assumere in base a queste attività. L'approccio Human-Centred, sia in ambito ergonomico/progettuale che in HRI, prevede che l'insegnamento sia intuitivo e non tecnico. Ciò può generare azioni di **co-apprendimento** e l'instaurazione di una **partnership fra anziano e robot** che, con il passare del tempo, diventa un compagno fidato che coinvolge attivamente la persona, supportandola nello svolgimento dei compiti.
Saunders et al. (2015) hanno condotto uno studio basato sulla personalizzazione di un *assistive robot* per anziani e caregiver, basato sull'insegnamento e sul co-apprendimento: non è solo l'essere umano ad insegnare al robot come risolvere un problema ma è il robot stesso a suggerire di avere abilità utili in un dato contesto. Allo stesso modo, l'utente non accetta passivamente le soluzioni proposte dal robot ma **partecipa attivamente** alla formulazione delle soluzioni, assumendo comunque un ruolo dominante nel rapporto con la tecnologia. In tal modo la relazione uomo-robot si basa sul **raggiungere insieme uno scopo**, con supporto e compagnia reciprocamente vantaggiosi. La ricerca di Saunders et al. (2015) mirano a semplificare l'interazione uomo-robot **nascondendo** all'utente **le complessità tecniche** del sistema robotico: ciò è possibile attraverso la capacità del robot di *impilare*, ovvero di sommare più atteggiamenti robotici per generare comportamenti più complessi ma semanticamente più semplici per l'utente. La semplificazione e la personalizzazione dell'interazione sono dovute a due sistemi: "teach me/show me" (insegnami/mostrami): "teach me" consente all'utente di **testare i comportamenti** del robot in relazione alle sue abilità di base e all'ambiente domestico in cui si trova; "show me" permette all'anziano di **mostrare al robot nuove azioni**, semplicemente svolgendole. Queste di-

venteranno, poi, parte delle attività "di base" disponibili nell'ambito del sistema "teach me". Un sistema così strutturato, non prevede un'etichettatura delle attività a monte ma riesce a garantire la flessibilità e la personalizzazione in base alle reali necessità della persona.
La sperimentazione è stata effettuata con il robot commerciale Care-O-bot3 in una *smart-home*, una casa sensorizzata, su 20 partecipanti dai 20 ai 67 anni, di cui la maggior parte aveva familiarità con i computer ma solo uno aveva già usato un robot. Il sistema "teach me" è stato validato secondo il seguente protocollo: è stato chiesto ai partecipanti di insegnare un comportamento al robot mediante una GUI (Graphical User Interface) con l'aiuto di uno sperimentatore. Successivamente, in autonomia, è stato chiesto ai partecipanti di testare il nuovo comportamento. Alla fine della procedura, oltre al questionario demografico è stata somministrata una versione adattata alla HRI (quella originale è per ambito HCI) della SUS (System Usability Scale; Brooke, 1996) e un questionario *ad hoc* relativo all'utilità del robot e del sistema di insegnamento. I risultati del SUS sono stati positivi, in media i partecipanti più anziani hanno trovato il sistema più difficile, anche se il questionario è stato usato per validare l'usabilità dell'interfaccia in contesto domestico e non in quello industriale, per cui è stato realmente progettato e validato. Il questionario *ad hoc*, con scala Likert da 1 a 5, ha rivelato che gli utenti hanno trovato il sistema di insegnamento e il robot utile e confortevole, mostrando la volontà di installare autonomamente il robot ma avendo la possibilità di chiedere un supporto tecnico in caso di impossibilità di risoluzione dei problemi. La validazione del sistema "show me" ha previsto che l'utente, dopo aver mostrato al robot come svolgere una determinata attività, verificasse l'effettivo successo dell'apprendimento. Sono stati somministrati nuovamente i questionari SUS e *ad hoc*, che hanno evidenziato la facilità d'uso dell'interfaccia e la fiducia dei partecipanti nell'insegnare al robot le proprie attività. Lo studio pone sfide interessanti, sia dal punto di vista della **progettazione dell'accettazione dei robot** e sulla personalizzazione della HRI che sull'adattamento e la flessibilità dei sistemi, in base alle esigenze degli utenti.

La **personalizzazione dei SAR**, insieme a fattori quali l'accettabilità, le capacità sociali, l'usabilità e la discrepanza fra le esigenze delle persone e le soluzioni offerte dai robot, sono i temi chiave analizzati da Pino et al. (2015) nello studio relativo al miglioramento dell'erogazione di cure da parte di caregiver informali, a favore di anziani e disabili. La ricerca aveva lo scopo di valutare le attitudini e le preferenze degli anziani nei confronti dei SAR. Lo studio è stato effettuato su un totale di 25 anziani (over 65), a Parigi. I partecipanti sono stati suddivisi in tre gruppi: persone sane, persone con lieve deficit cognitivo e persone affetti da demenza. Hanno preso parte alla ricerca anche i caregiver informali. I metodi usati sono il questionario e il focus group. Il questionario prevedeva una prima sezione socio-demografica, volta a raccogliere dati relativi all'età, genere, educazione, salute, esperienza e uso delle tecnologie. In seguito, le domande riguardavano l'aspetto del robot, le potenziali applicazioni, le abilità sociali del robot, l'utilità percepita e l'intenzione dell'utente ad usare il robot. Per quanto riguarda la personalizzazione, dai risultati emerge l'importanza di poter personalizzare il design generale del robot (aspetto, voce, genere), il suo comportamento, i servizi che offre o le sue capacità sociali. Tali risultati sono confermati anche dalle ricerche di Meng & Lee (2006) secondo cui, considerando l'eterogeneità delle persone anziane, progettare un robot di successo vuol dire dare peso alle preferenze dell'utente e alla comprensione approfondita delle esigenze individuali, che sono prioritarie rispetto alle possibilità tecnologiche. Inoltre, anche dal punto di vista etico (Sharkey & Sharkey, 2010) una maggior personalizzazione potrebbe supportare lo sviluppo di **robot flessibili** che garantiscano il benessere individuale senza limitare i diritti delle singole persone.

**Parole chiave**

Human-Centred Design
Ergonomics/Human Factors
Interaction Design
User Experience
Design methods

# Capitolo 5
# Ergonomia per il Design e Human-Centred Design: fondamenti teorici e operativi per la progettazione in ambito robotico


**5.1 Ergonomia/Fattori Umani: un approccio sistemico e olistico al progetto**

**5.2 Human-Centred Design: la progettazione centrata sulle persone**

**5.3 Metodi e strumenti operativi dello Human-Centred Design**

**5.4 User Experience e Interaction Design**

DEVELOP PERSONAS
CARD SORTING
FIELD VISITS
RUN A USABILITY TEST

# CAPITOLO 5
# Ergonomia per il Design e Human-Centred Design: fondamenti teorici e operativi per la progettazione in ambito robotico

Il termine ***design***, a partire dalla sua accezione inglese di *progetto/pianificazione*, assume **svariati significati** che vanno dalla concezione di qualcosa di **astratto** fino ai **processi pragmatici** necessari per raggiungerlo. Tale parola può essere quindi usata per esprimere un'intenzione rispetto a materiali, forme, processi e mercati reali ed è molto spesso utilizzata per descrivere la forza trainante del pensiero creativo, assumendo il significato di ***potere modellante***. Il design stesso, se centrato sull'utente, può produrre come risultato naturale un'**innovazione dirompente** così come un'innovazione incrementale (Giacomin, 2014).
Il design, inteso come *attività di intervento progettuale* è capacità di sintesi creativa, fattore di connessione fra diverse competenze e strumento di innovazione. "*Il ruolo del designer risiede nella sua competenza progettuale, ossia di intervento propositivo sull'esistente, basato sulla capacità di interpretare la complessità dei fattori di innovazione e di mutamento che ci circondano, e di elaborare soluzioni di intervento capaci di rispondere ai bisogni, alle aspettative e ai desideri delle persone, ma anche di proporre nuovi comportamenti e suggerire nuovi stili di vita*". (Tosi, 2018, p. 57).

Gli approcci scientifici e metodologici dell'Ergonomia per il Design e dello Human-Centred Design (HCD), ponendo l'uomo al centro della progettazione e coinvolgendo gli utenti nel processo creativo, si distinguono da molte pratiche progettuali proprio perché si focalizzano sulle persone a cui è destinato il prodotto, piuttosto che sul processo creativo del designer o sulle proprietà materiali e tecnologiche del prodotto stesso. Attraverso gli strumenti teorici e metodologici dello HCD, il design può offrire un importante contributo all'identificazione e alla valutazione delle reali esigenze degli utenti e alla loro traduzione in soluzioni progettuali. In quest'ottica, anche l'Interaction Design (ID) e la User Experience (UX), in quanto esperienza globale dell'utente prima, durante e dopo l'uso di un prodotto, possono contribuire allo sviluppo di prodotti e di sistemi interattivi realmente basati sui desideri e sulle aspettative delle persone.
In questo capitolo sono trattati i principali fondamenti teorici e operativi dell'Ergonomia/ Human-Centred Design, della User Experience e dell'Interaction Design, in quanto fattori strategici per l'innovazione in ambito robotico. I contenuti sono stati rielaborati a partire dall'approfondita lettura di questi temi condotta nell'ambito del volume *Ergonomia & Design. Design per l'Ergonomia* (Tosi, 2018)[1].

1 Cfr. Tosi, F. (2018). *Ergonomia & Design. Design per l'Ergonomia*. FrancoAngeli, Milano.

## 5.1 Ergonomia/Fattori Umani: un approccio sistemico e olistico al progetto

Il termine ***ergonomia***, dal greco ἔργον (ergon - lavoro, opera) e νομία (nomia - legge, regolamento), fu usato per la prima volta da Wojciech Jastrzebowski, naturalista polacco che nel 1857 pubblicò il primo trattato di Ergonomia in senso ampio, fornendo le basi per la disciplina attuale. Tuttavia, il termine ha assunto l'accezione contemporanea solo nel 1949, per opera dello psicologo Kennet F.H. Murrell, fondatore del gruppo scientifico che diede vita alla **Ergonomics Research Society** ad Oxford, che definì l'ergonomia come "*adattare il lavoro all'uomo*" (Karwowski, 2006, p. 206). Da allora l'Ergonomia si è evoluta come una **disciplina unica e indipendente** che si concentra sulla natura delle interazioni uomo-prodotto/sistema, viste da una prospettiva che unifica il campo scientifico, ingegneristico, tecnologico, gestionale, del design e della compatibilità uomo-sistema (termine che include svariati prodotti naturali e artificiali, processi e ambienti di vita) (Karwowski, 2005).

Ergonomia/Ergonomics è oggi, a livello globale, sinonimo di **Fattori Umani/Human Factors** e fa riferimento alla teoria e alla pratica di studiare e analizzare le caratteristiche e le abilità degli esseri umani per poi usarle per migliorare e implementare l'interazione fra le persone e i sistemi/prodotti che usano, nei contesti/ambienti in cui lo fanno (Wilson & Sharples, 2015). Infatti, la **International Ergonomics Association** (IEA)[2] definisce l'Ergonomia/Human Factors come: "*la disciplina scientifica che riguarda la comprensione/lo studio dell'interazione tra le persone e gli altri elementi di un sistema, e la professione che applica i principi teorici, i dati e i metodi per progettare con l'obiettivo di ottimizzare il benessere delle persone e la performance complessiva del sistema. I termini 'ergonomia' e 'fattori umani' sono spesso usati in maniera intercambiabile o come unico termine (ad esempio, Fattori Umani/Ergonomia - HF/E o E/HF), dalla IEA. (…) I professionisti dell'ergonomia, gli ergonomi, contribuiscono alla pianificazione, al progetto e alla valutazione di attività, compiti di lavoro, ambienti e sistemi con l'obiettivo di renderli compatibili con i bisogni, le capacità e le limitazioni delle persone*". Tale disciplina si focalizza sull'interazione fra le persone e gli elementi del sistema con il quale e nel quale svolgono le proprie attività professionali e di vita quotidiana. Questa interazione si verifica all'interno di un sistema complesso "*nel quale ogni elemento condiziona e modifica gli altri e del quale le persone fanno parte integrante con le loro caratteristiche, capacità, esigenze ed aspettative* (Tosi, 2018, p. 29).

La scienza teorica e applicativa della E/HF non ha un dominio specifico ma **integra molteplici ambiti**, usando un **approccio sistemico ed olistico** per applicare i principi e le teorie delle discipline riguardanti la progettazione e la valutazione di compiti, attività, prodotti, ambienti e sistemi. La E/HF analizza le complesse interazioni uomo-uomo e uomo/ambienti, strumenti, prodotti, attrezzature e tecnologie, tenendo conto di quei fattori fisici, cognitivi, sociali, organizzativi, ambientali che le caratterizzano (Bridger, 2018).
La **centralità dell'interazione** come focus dell'analisi dell'approccio ergonomico è messa in evidenza anche dalla sua definizione secondo la Norma ISO 9241-210:2019: "*Ergono-*

2 Cfr. https://iea.cc/what-is-ergonomics/ Accessed 15/05/2020. Si riporta il testo in lingua originale: "*the scientific discipline concerned with the understanding of interactions among humans and other elements of a system, and the profession that applies theory, principles, data, and methods to design in order to optimize human well-being and overall system performance. The terms ergonomics and human factors are often used interchangeably or as a unit (e.g., human factors/ergonomics – HF/E or E/HF), a practice that is adopted by the IEA*".

*mia: studio del fattore umano. La disciplina scientifica che riguarda la comprensione delle interazioni tra le persone e gli altri elementi di un sistema, e la professione che applica la teoria, i principi, i dati e i metodi per progettare al fine di ottimizzare il benessere umano e le prestazioni generali del sistema*".

Il complesso approccio ergonomico mira quindi alla **progettazione e alla valutazione dell'interazione uomo/sistema** e focalizza l'attenzione non sulla qualità del sistema in sé ma sulla qualità effettivamente sperimentata da uno specifico gruppo di utenti, in base ai loro bisogni, aspettative, capacità, caratteristiche e all'insieme di variabili (fisiche, ambientali, tecnologiche, culturali, organizzative) che possono influenzare quella relazione (Tosi, 2018, p. 29).

Secondo la Interational Ergonomics Association la E/HF può essere suddivisa in tre macro-categorie, con relative specializzazioni professionali (Figura 1):

- ***ergonomia fisica*:** relativa alle caratteristiche antropometriche, fisiologiche e biomeccaniche dell'uomo in relazione all'attività fisica da compiere (nello specifico, gli argomenti rilevanti in tale area sono: adattamento, distanze e accesso in relazione alle posture di lavoro, carico di lavoro, movimentazione manuale, salute e sicurezza, layout del posto di lavoro, display e controlli video, progettazione di prodotti e apparecchiature, ambienti, strumenti);
- ***ergonomia cognitiva*:** riguarda i processi cognitivi che possono influenzare l'interazione uomo/sistema, come la memoria, il ragionamento o la percezione (nello specifico, gli argomenti rilevanti in quest'area sono: elaborazione delle informazioni, percezione, processo decisionale, risoluzione dei problemi, tempo di reazione, carico di lavoro mentale, affaticamento, stress, progettazione dell'interfaccia, affidabilità, comunicazione, diagnosi dei guasti);
- ***ergonomia organizzativa (o sociale)*:** riguarda l'ottimizzazione dei sistemi socio-tecnici, delle loro strutture organizzative e dei processi (gli argomenti rilevanti in tale area sono: atteggiamenti, motivazioni, soddisfazione, progettazione del lavoro e del gruppo, orari di lavoro, ritmi, attitudine al cambiamento, comunicazione e gestione delle risorse, telelavoro, lavoro cooperativo e gestione della qualità).

Gli obiettivi attuali dell'ergonomia si sono sviluppati e ampliati rispetto alla prima definizione di Muller, (1949), per cui *adattare il lavoro* (e, in senso più ampio, le attività) *all'uomo*, implicava porre l'attenzione sulle caratteristiche del sistema e sugli effetti che esse producevano sull'uomo. Oggi, tale obiettivo si traduce nel garantire l'**usabilità** e la **qualità dell'esperienza** (in senso fisico, sensoriale, cognitivo ed emozionale) con il sistema, in termini di progettazione dell'**efficienza**, dell'**affidabilità** dello stesso e delle condizioni che garantiscono il **benessere psico-fisico ed emozionale** durante l'interazione uomo-sistema.

*"Obiettivo dell'Ergonomia è ottimizzare, ossia migliorare al massimo livello possibile, sia il benessere delle persone che la performance complessiva del sistema, attraverso interventi di valutazione e progettazione finalizzati a rendere compatibili ambienti e sistemi con i bisogni, le capacità e le limitazioni delle persone.*

*L'Ergonomia si basa dunque su un approccio complesso alla valutazione e alla progettazione dell'interazione tra le persone e i sistemi con i quali entrano in rapporto, che centra l'attenzione non sulla qualità del sistema in sé, ma sulla qualità effettivamente sperimentata dallo specifico gruppo di persone che vi entrano in rapporto, in funzione delle loro caratteristiche, capacità, bisogni e aspettative, delle attività che svolgono, e dell'insieme di variabili (fisiche, tecnologiche, ambientali, organizzative, culturali) che possono caso per caso condizionare quel rapporto."* (Tosi, 2018, pp. 29-30).

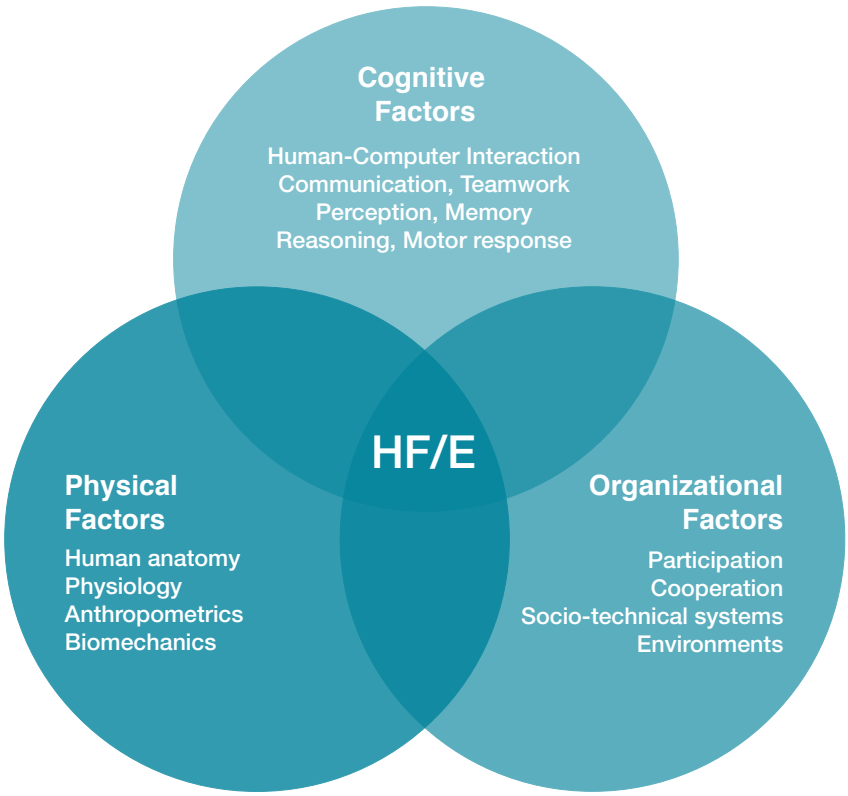



Figura 1 - I diversi domini dell'Ergonomia/Fattori Umani e le relative specializzazioni nelle diverse aree. Rielaborato da https://iea.cc/what-is-ergonomics/.

L'Ergonomia/Fattori Umani è in grado di raggiungere gli obiettivi sopra elencati attraverso una serie di metodologie di studio e di intervento. Read et al., (2018, pp. 328-330) identificano le principali caratteristiche dei metodi E/HF:

- **creatività:** l'ergonomia facilita la creatività e/o l'innovazione. Il design è un processo creativo ed è necessario mantenere tale creatività durante la progettazione, evitando l'eccessivo controllo da parte di procedure formali e standardizzate;
- **efficienza:** l'ergonomia garantisce un processo di progettazione efficiente ed efficace, che sia pratico ed economico dal punto di vista dei costi e delle risorse utilizzate;
- **olistica:** l'ergonomia supporta la progettazione coordinata di tutti gli elementi di un sistema, come interfacce, materiali di supporto, strutture dei gruppi di lavoro, etc. Data la natura sistemica della progettazione, i designer devono considerare gli effetti imprevisti delle modifiche alla progettazione sull'intero sistema e assicurarsi che quest'ultimo sia progettato per far fronte agli effetti che derivano dalle modifiche ad altre componenti del sistema stesso. In sintesi, per ridurre gli errori e promuovere l'efficienza, è importante garantire una progettazione coerente, in cui i diversi elementi del sistema sono progettati per essere compatibili e integrati;

- **integrazione:** i metodi E/HF possono integrarsi con i processi di ingegneria dei sistemi esistenti. I metodi dovrebbero essere collegati a processi di progettazione più ampi, che integrino i prodotti della progettazione al loro interno. Inoltre, dovrebbero allinearsi o essere coerenti con gli strumenti e le tecniche esistenti;
- **iterazione:** i metodi E/HF facilitano un processo progettuale iterativo. Essi hanno lo scopo di facilitare la ri-valutazione in corso dei problemi emersi durante lo sviluppo progettuale. L'iterazione è necessaria a causa della complessità dei domini indagati;
- **affidabilità:** i metodi E/HF producono risultati coerenti ogni volta che vengono applicati. L'affidabilità riguarda la ripetibilità dei risultati ottenuti da un metodo;
- **coinvolgimento degli *stakeholder*:** l'ergonomia coinvolge le parti interessate durante lo sviluppo del progetto, ovvero designer, ingegneri, dirigenti, etc. La partecipazione degli stakeholder garantisce che il progetto soddisfi le esigenze per cui è stato richiesto e, inoltre, può facilitare lo sviluppo di una conoscenza multidisciplinare che favorisca la creatività e l'innovazione;
- **strutturato:** i metodi E/HF forniscono una struttura al processo di progettazione, facilitando l'identificazione e la valutazione dell'errore umano;
- **adattabile:** l'approccio dell'ergonomia può essere adattato a diversi tipi di sistema o problemi progettuali. I metodi devono essere così flessibili da essere applicabili a sistemi complessi ma anche essere adattabili a situazioni specifiche. In tal modo possono soddisfare i requisiti del progetto e acquisire validità in base al contesto;
- **teorico:** i metodi E/HF si basano su una teoria scientifica e hanno una struttura coerente con quella dell'approccio teorico;
- **tracciabilità:** i metodi E/HF forniscono una tracciabilità dettagliata delle decisioni progettuali;
- **utilizzabilità:** i metodi E/HF sono usabili da parte di professionisti, quindi sono facili da imparare e da usare;
- **validità:** i metodi E/HF contribuiscono allo sviluppo di progetti efficaci, facendo esattamente quello che promettono di fare;
- **coinvolgimento dei lavoratori o degli utenti:** i metodi E/HF coinvolgono gli utenti nel processo di progettazione.

Perseguendo l'obiettivo primario di progettare per le persone, l'approccio ergonomico utilizza metodi per la raccolta di dati, l'analisi e la valutazione. Tali metodologie sono state sviluppate a partire da quelle proprie di altre discipline, come la psicologia, l'ingegneria, l'informatica, etc. Tuttavia, dopo decenni di esperienza teorica e pratica, il bagaglio di metodi sviluppati all'interno dell'E/HF è diventato proprio della disciplina stessa. I metodi consistono in strumenti o approcci generali che possono essere applicati in molte fasi del processo di progettazione e possono essere suddivisi in cinque macro-categorie (Wilson & Sharples, 2015, p. 15): dati sulle persone; analisi e sviluppo dei sistemi; valutazione delle prestazioni del sistema; valutazione degli effetti sulle persone e organizzazione dei programmi di gestione E/HF.
I principi e le metodologie progettuali dell'Ergonomia/Fattori Umani sono radicati in alcuni valori fondamentali (Read et al., 2018; IEA, 2019[3]): gli esseri umani come risorse; la tecnologia come strumento per aiutare gli esseri umani; la promozione della qualità della vita; il rispetto delle differenze individuali; la responsabilità verso tutte le parti interessate.

3 Cfr. https://iea.cc/what-is-ergonomics/ Accessed 15/05/2020.

## 5.2 Human-Centred Design: la progettazione centrata sulle persone

Il **collegamento fra ergonomia e design** è riconducibile alla definizione di **Human-Centred Design** (HCD) che, come afferma Tosi, (2018), è oggi in gran parte sovrapponibile a quella di ergonomia, della quale rappresenta la componente più recente e più vicina sia alla cultura che alla pratica progettuale.
Lo Human-Centred Design ha origine negli anni '70 e '80 dello scorso secolo, a partire dall'ambito della Human-Computer Interaction, dove è inizialmente definito User-Centred Design (UDC). La sua evoluzione e diffusione nel campo del design è dovuta alla crescente complessità degli oggetti d'uso e dei dispositivi tecnologici che, inoltre, hanno trasformato l'interazione da tangibile a sempre più intangibile. Su queste basi, l'UDC si è evoluto soprattutto in relazione alle metodologie di indagine e di analisi delle esigenze degli utenti, focalizzandosi sulle esperienze, sulle aspettative e sui desideri sempre più astratti e complessi, oltre che sulla valutazione dell'usabilità e qualità d'uso dei sistemi. Come afferma Maguire, (2001), l'evoluzione della pratica progettuale oltre l'Ergonomia/Fattori Umani è dovuta alla necessità dei progettisti di identificare attentamente le parti interessate e i contesti d'uso, al fine di coinvolgerli e mettere in atto i processi creativi. Inoltre, negli ultimi anni si è verificato uno spostamento dell'enfasi dei paradigmi progettuali a partire dall'E/HF verso l'usabilità, l'interazione, la progettazione empatica, l'esperienza dell'utente, il design emozionale fino al più recente paradigma "ombrello" dello HCD.

Lo Human-Centred Design è definito dalla norma ISO 9241-210:2010 - e dal suo ultimo aggiornamento del 2019 - come un "*approccio alla progettazione e allo sviluppo di sistemi che mira a rendere più usabili e utili i sistemi interattivi ponendo al centro dell'attenzione gli utenti, i loro bisogni e le loro esigenze, applicando le conoscenze e le tecniche dell'Ergonomia/Human Factors e dell'usabilità. Questo approccio innalza l'efficacia e l'efficienza, incrementa il benessere delle persone, e la soddisfazione dell'utente, l'accessibilità e la sostenibilità. Contrasta inoltre i possibili effetti avversi dell'uso sulla salute, la sicurezza e la performance* (…).
*L'usabilità dei sistemi può offrire una serie di vantaggi, tra cui una maggiore produttività, un maggiore benessere dell'utente, la prevenzione dello stress, una maggiore accessibilità e un ridotto rischio di danni."*
La stessa Norma ISO raccomanda specificamente **sei principi fondamentali** per un approccio alla progettazione centrata sull'utente:

- la progettazione si basa su una **comprensione esplicita di utenti, attività e ambienti**;
- gli **utenti** sono **coinvolti durante la progettazione** e lo sviluppo;
- il design è guidato e perfezionato da una **valutazione centrata sull'utente**;
- il **processo è iterativo**;
- il progetto si rivolge all'intera **esperienza dell'utente**;
- il team di progettazione include **competenze e prospettive multidisciplinari**.

Lo HCD, quindi, è definibile come "*un approccio alla progettazione che pone la persona come punto di partenza e obiettivo centrale di qualsiasi intervento ed è, allo stesso tempo, un approccio metodologico allo studio, alla valutazione ed alla interpretazione dei bisogni e delle aspettative - consapevoli o inespresse - delle persone, ed alla loro traduzione sul piano progettuale*" (Tosi, 2018, p. 30).
Le definizioni di *utile*, *efficace*, *efficiente*, *soddisfacente*, *apprendibile* e *accessibile* sono descritte approfonditamente da Rubin & Chisnell, (2008, pp. 4-5) in quanto concetti determinanti per l'usabilità. Rendere i sistemi più usabili e accessibili rappresenta uno dei

principali focus dello HCD che include le tecniche, i processi e i metodi per la progettazione di prodotti e sistemi usabili ma, soprattutto, sviluppati ponendo l'utente al centro dell'intero processo progettuale. Nello HCD la progettazione inizia con l'analisi dell'utente, delle sue capacità, esigenze, caratteristiche e aspettative.

Maguire, (2001, pp. 588-589) identifica i principi fondamentali dello Human-Centred Design:

- ***il coinvolgimento attivo degli utenti e una chiara comprensione delle esigenze degli utenti e delle attività.*** Uno dei punti di forza della progettazione centrata sull'uomo è il coinvolgimento attivo degli utenti finali che conoscono il contesto in cui il sistema/prodotto/servizio deve essere utilizzato. Tale processo può anche migliorare l'accettazione di un nuovo sistema/prodotto;
- ***un'analisi approfondita dell'interazione tra utente e sistema.*** È importante determinare quali aspetti di un lavoro o compito dovrebbero essere gestiti dalle persone e quali possono essere gestiti da software e hardware. Questa divisione del lavoro dovrebbe basarsi su un'analisi delle capacità umane, dei loro limiti e di una comprensione approfondita delle particolari esigenze richieste dal compito;
- ***iterazione di soluzioni progettuali.*** La progettazione iterativa comporta la ricezione di feedback da parte degli utenti finali a seguito dell'uso delle prime soluzioni di progettazione. Questi possono variare da semplici modelli cartacei di layout a prototipi con una maggiore definizione. I feedback raccolti sono utilizzati per sviluppare ulteriormente la progettazione;
- ***team di progettazione multidisciplinare.*** Lo sviluppo di sistemi incentrati sull'uomo è un processo collaborativo che beneficia del coinvolgimento attivo di varie parti, ognuna delle quali ha conoscenze e competenze da condividere. È quindi importante che il team di sviluppo sia composto da esperti con diverse competenze. Il team potrebbe quindi includere manager, specialisti dell'usabilità, utenti finali, ingegneri del software, grafici, progettisti di interazioni, centri di formazione e supporto ed esperti di attività.

Analogamente, i principi HCD identificati da Rubin & Chisnell, (2008, pp. 13-14) sono:

- ***focus immediato sugli utenti e sui compiti*****:** oltre a identificare e classificare gli utenti (reali e potenziali), è importante adottare un approccio sistematico e strutturato alla raccolta di informazioni sugli utenti. I criteri di selezione degli utenti e le metodologie per la raccolta e l'elaborazione dei dati raccolti costituiscono l'aspetto centrale dell'approccio HCD;
- ***valutazione e misurazione delle modalità d'uso del prodotto*****:** in tal caso, l'enfasi è posta sulle misurazioni del comportamento e della facilità di apprendimento e facilità d'uso, attraverso lo sviluppo e il collaudo di prototipi con utenti reali;
- ***progettazione iterativa per progettare, modificare e testare il prodotto in maniera ciclica*****:** il design iterativo consente la revisione completa e la modifica di un progetto attraverso la valutazione precoce dei modelli concettuali e delle idee progettuali. Se i progettisti non sono disponibili al ciclo iterativo, l'influenza del design iterativo è minima e puramente cosmetica. In pratica, il vero design iterativo consente di "modellare il prodotto" attraverso un processo di progettazione, valutazione, riprogettazione e nuova verifica.

I principi sopra elencati pongono l'enfasi sul **carattere pragmatico dell'approccio HCD**, che consente una traduzione immediata dei principi teorici in applicazioni metodologiche utili ad analizzare tutte le variabili che influenzano l'interazione uomo-sistema e a strutturare un processo progettuale focalizzato sugli obiettivi in relazione ai diversi contesti d'uso

e alle diverse modalità d'uso del sistema (Figura 2). Tuttavia l'approccio HCD richiede al designer un atteggiamento incline ad accettare un processo basato su valutazioni, analisi degli errori, scoperte e perfezionamenti continui. Tutto ciò affinché le preferenze e le esigenze dell'utente finale (espresse concretamente nel progetto solo in seguito alla loro valutazione) costituiscano le fondamenta del progetto.

Ai tre principi proposti da Rubin & Chisnell, (2008) è possibile affiancare quelli di Pheasant & Haslegrave, (2006, p. 14) che mettono ancora più in evidenza come il design centrato sull'utente debba necessariamente essere basato su un **processo iterativo**, che identifica i problemi e valida il progetto con gli utenti fino a quanto il prototipo non incontra le specifiche necessità del gruppo di utenti di riferimento. Lo HCD:

- **è empirico**: basa le decisioni del processo progettuale su dati certi, relativi alle caratteristiche fisiche e mentali degli esseri umani, ai loro comportamenti ed esperienze documentate;

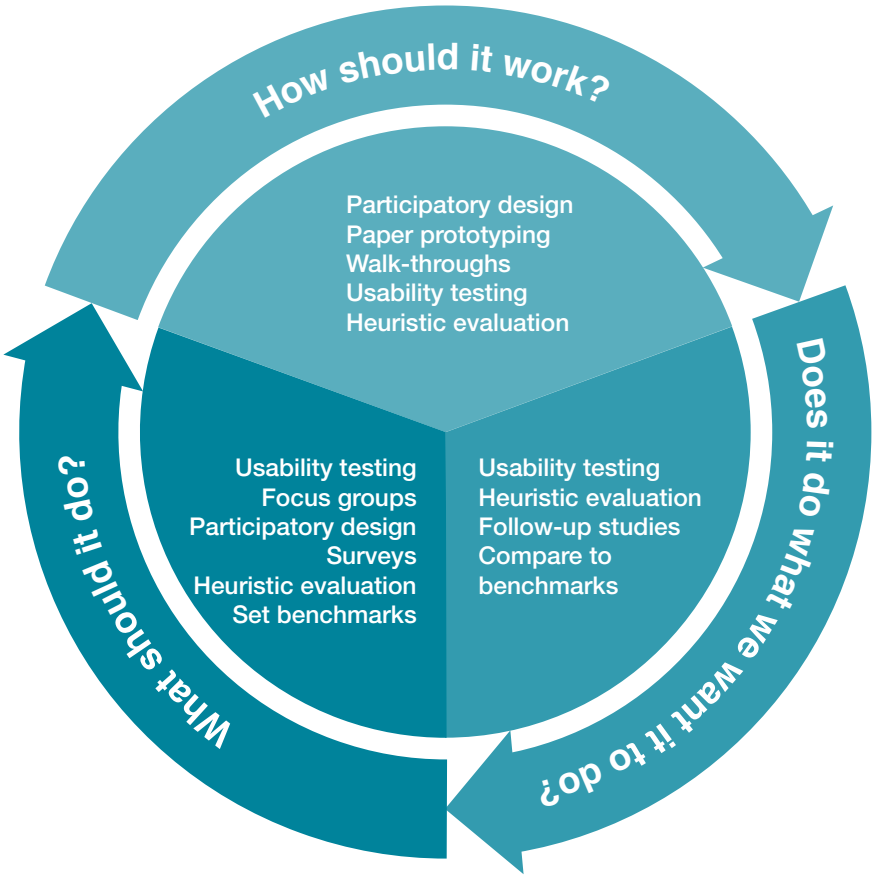



Figura 2 - Approccio Human-Centred Design. Domande e metodi per dare risposte. Rielaborato da Rubin & Chisnell, (2008, p. 15).

- **è iterativo**: è un processo ciclico in cui una fase di ricerca empirica è seguita da una fase progettuale, in cui le soluzioni sono prodotte per essere valutate empiricamente a loro volta;
- **è partecipativo**: cerca di coinvolgere gli utenti finali come partecipanti attivi nel processo di progettazione;
- **non è procrustiano**: cerca di coinvolgere le persone così come sono e non come dovrebbero essere. Intende adattare il prodotto all'utente e non viceversa;
- tiene in considerazione la **diversità umana**: cerca di raggiungere il miglior equilibrio possibile per il maggior numero di persone;
- tiene in considerazione i **compiti dell'utente**: riconosce che l'equilibrio fra prodotto e utente è specifico per ogni compito;
- **è orientato al sistema**: riconosce che l'interazione uomo-prodotto avviene nel contesto di un più ampio sistema socio-tecnologico che, a sua volta, opera all'interno di un contesto economico, politico, ambientale, etc.;
- **è pragmatico**: riconosce che possono esserci dei limiti a ciò che è possibile realizzare in alcuni casi e cerca di raggiungere il miglior risultato possibile in relazione alle condizioni imposte da tali limiti.

Tali principi sottolineano il carattere empirico dello HCD, che consente a tale approccio di focalizzare l'attenzione sia sui requisiti di carattere antropometrico sia sulle altre variabili che possono influenzare l'interazione uomo-sistema, facendo sì che i limiti di natura tecnologica, economica o di altro tipo non siano determinanti per la definizione e lo sviluppo del progetto.

La progettazione centrata sull'utente richiede innumerevoli abilità, conoscenze e informazioni sia sull'utente che sull'uso previsto. Per tale motivo, questo approccio risulta essere decisamente multidisciplinare, ovvero adottato da gruppi di lavoro composti da specialisti in diversi campi, come l'ingegneria, il marketing, la formazione, i fattori umani, la progettazione dell'interfaccia utente, etc. Molti di questi professionisti, inoltre, possiedono una formazione in ambiti complementari e sono quindi in grado di portare avanti un **lavoro interdisciplinare dinamico e integrato**.

Lo HCD oggi si distingue da molte pratiche di design tradizionali perché focalizza le domande, le intuizioni e le attività sulle persone a cui è destinato il prodotto/sistema/servizio piuttosto che sul processo creativo proprio del designer o sulle proprietà materiali e tecnologiche del prodotto. La progettazione centrata sull'uomo si basa quindi su un processo che risponde ad una **serie incrementale di domande relative al rapporto fra artefatto e persona**. A partire da tale considerazione, Giacomin, (2014, p. 613) ha sviluppato la Piramide dello Human-Centred Design (Figura 3), in cui le classiche domande *Chi*, *Cosa*, *Quando*, *In che modo*, *Perché* sono state messe in relazione all'attuale semantica del design: le domande spaziano dalla natura fisica dell'interazione uomo/prodotto/sistema/servizio al metafisico. Questa interpretazione dello HCD ha alla base i **dati scientifici** sulle caratteristiche fisiche, percettive, cognitive ed emotive, seguite da considerazioni progressivamente più complesse, interattive e sociologiche. All'apice della piramide vi è il **significato metafisico** che gli individui formano in seguito all'interazione con il design.

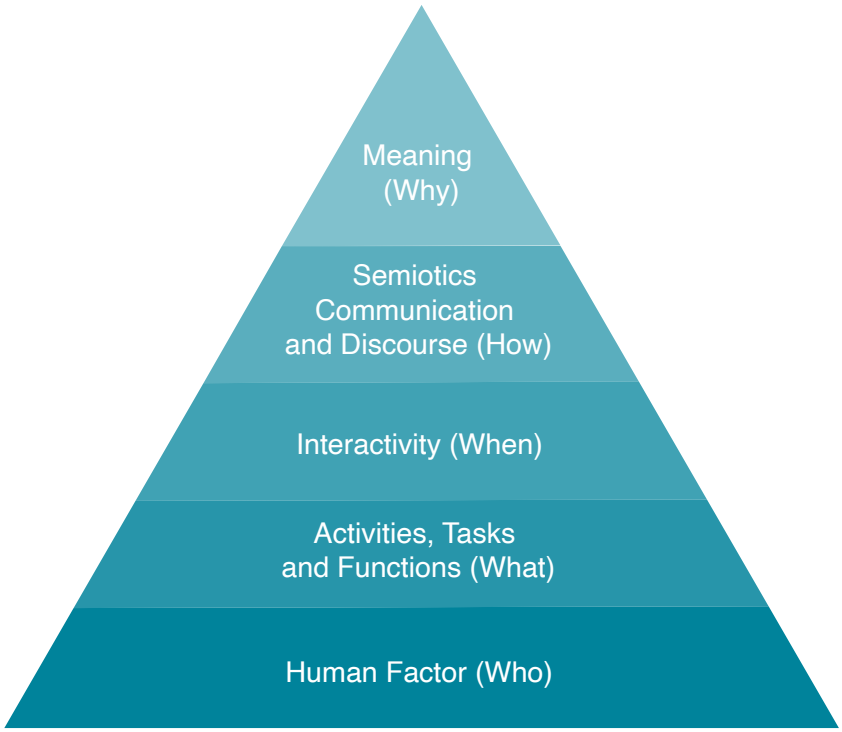



Figura 3 - La piramide dello Human-Centred Design. Rielaborato da Giacomin, (2014, p. 613).

## 5.3 Metodi e strumenti operativi dello Human-Centred Design

L'approccio HCD si basa sull'uso di tecniche che comunicano, interagiscono, empatizzano e stimolano le persone coinvolte, acquisendo una comprensione profonda dei loro bisogni, desideri ed esperienze che spesso trascendono ciò che le persone stesse realizzano.
I metodi sono stati sviluppati per **migliorare il design dei prodotti** mediante la **comprensione** e/o la **predizione dell'interazione uomo/prodotto** (Stanton, 2014). Ad esempio, lo sviluppo di tecniche di progettazione contestuale (Holtzblatt et al., 2004) ha facilitato l'analisi, la classificazione e la descrizione delle interazioni uomo-ambiente. L'uso crescente di scenari e personas ha fornito una base per la descrizione di persone e contesti (Carroll, 2000). L'attenzione sull'impegno emotivo durante la progettazione (Chapman, 2005; Norman, 2005) ha fatto sì che le metodologie dello HCD si allontanassero definitivamente dall'approccio ingegneristico iniziale.
Le metodologie oggi a disposizione dei designer aumentano e si sviluppano notevolmente, talvolta prendendo in prestito metodi da altri ambiti, come la psicologia o la sociologia. Un esempio sono le Cards di **IDEO**, (2003) o di **LUMA** (LUMA Institute, 2012) oppure i testi di Norman, (2005) o di Jordan, (2000). I metodi sono classificabili in base al loro scopo o uso previsto: alcuni consentono la raccolta di informazioni sulle persone (dati antropometrici, cognitivi, emotivi, sociologici o psicologici); altri consistono in tecniche per interagire con

le persone al fine di facilitare l'esplorazione di significati, desideri, bisogni sia con tecniche verbali che non verbali (un esempio sono le interviste etnografiche o i focus group); altri ancora riguardano l'analisi di quei processi mentali che non sempre sono accessibili in maniera diretta (ad esempio, analisi del linguaggio del corpo, osservazione diretta o analisi delle espressioni facciali); infine, molti metodi si basano sulla riflessione e sulla discussione per simulare le intuizioni, le opportunità e i possibili scenari futuri (ad esempio, il co-design o l'uso di prototipi funzionanti). In Tabella 1 e Tabella 2 i metodi e gli strumenti più comuni dello Human-Centred Design.

| Human data and models | Capture of needs, desires and meanings | Simulation of possible futures | Non-verbally based |
|---|---|---|---|
| Anthropometric data sets and models | Ethnographic interviews | Focus groups | Game playing |
| Biomechanical data sets and models | Questionnaires | Lead user design | Cultural probes |
| Psychophysical data sets and models | Day-in-the-life analysis | Co-design | Visual journals |
| Emotional data sets and models | Activity analysis | Storyboard futures | Error analysis |
| Psychological data sets and models | Cognitive task analysis | Experience prototypes | Fly-on-the-wall observation |
| Sociological data sets and models | The five whys | Para-functional prototypes | Customer shadowing |
| Philosophical data sets and models | Conceptual landscape | Role playing | Body language analysis |
| | Word-concept association | Real fictions | Facial coding analysis |
| | Think aloud analysis | | Physiological measures Electroencephalograms |
| | Metaphor elicitation | | |
| | Be your customer | | |
| | Customer journey | | |
| | Extreme users | | |
| | Personas | | |
| | Scenarios | | |
| | Brainstorming | | |
| | Contextual inquiry | | |

Tabella 1 - I metodi più comuni dello HCD, suddivisi in base alle modalità d'uso e agli obiettivi. Rielaborato da Giacomin, (2014, p. 616).

| Planning | Context of use | Requirements | Design | Evaluation |
|---|---|---|---|---|
| Usability planning and scoping | Identify stakeholders | Stakeholder analysis | Brainstorming | Participatory evaluation |
| Usability cost-benefits analysis | Context of use analysis | User cost-benefit analysis | Parallel design | Assisted evaluation |
| | Survey of existing users | User requirements interview | Design guidelines and standards | Heuristic or expert evaluation |
| | Field study/user observation | Focus group | Storyboarding | Controlled user testing |
| | Diary keeping | Scenario of use | Affinity diagram | Satisfaction questionnaire |
| | Task analysis | Personas | Card sorting | Assessing cognitive |
| | | Existing system/ competitor analysis | Paper prototyping | Critical incidents |
| | | Task/function mapping | Software prototyping | Post-experience interviews |
| | | Allocation of function | Wizard-of-Oz prototyping | |
| | | User, usability and organizational requirements | Organizational prototyping | |

Tabella 2 - I metodi dello Human-Centred Design. Rielaborato da Maguire, (2001, p. 590).

## 5.4 User Experience e Interaction Design

Secondo Rubin & Chisnell, (2008), spingendosi oltre la progettazione centrata sull'utente, è importante pensare all'**esperienza dell'utente** (User Experience - UX) nell'intero **ciclo di utilizzo di un prodotto/sistema**. "*Idealmente, l'intero processo di interazione con potenziali clienti, dal contatto iniziale di vendita e marketing e all'intera durata della proprietà fino al momento in cui viene acquistato un altro prodotto o aggiornato quello attuale, dovrebbe essere incluso in un approccio centrato sull'utente. In un tale scenario, le aziende estenderebbero la loro preoccupazione e includerebbero tutti i contatti e le interazioni pre-acquisto e post-acquisto*" (Rubin & Chisnell, 2008, p. 13).
La **User Experience** (UX) è definita dalla **Norma ISO 9241-210:2019** (e dalla versione precedente del 2010) come "*le percezioni e le risposte di una persona che risultano dall'uso e/o dall'aspettativa d'uso di un prodotto, sistema o servizio*". Le note della stessa Norma precisano che "*(1) La User Experience include tutte le emozioni, le credenze, le preferenze, le percezioni, le risposte fisiche e psicologiche, i comportamenti e i risultati degli utenti*

*che si verificano prima, durante e dopo l'uso; (2) La User Experience è una conseguenza dell'immagine del marchio, della presentazione, della funzionalità, delle prestazioni del sistema, del comportamento interattivo e delle capacità di assistenza del sistema interattivo, dello stato interno e fisico dell'utente derivante da precedenti esperienze, attitudini, abilità e personalità e dal contesto d'uso; (3) L'usabilità, quando interpretata dal punto di vista degli obiettivi personali degli utenti, può includere il tipo di aspetti percettivi ed emotivi tipicamente associati all'esperienza dell'utente. I criteri di usabilità possono essere utilizzati per valutare aspetti dell'esperienza dell'utente*".

Secondo Nielsen, (2017)[4] fra il 2017 e il 2050 le professioni legate alla UX cresceranno, occupato da 1 milione di persone a circa 100 milioni. Il motivo dell'enorme diffusione di quest'area di intervento a partire dagli anni '80 dello scorso secolo è dovuto a tre fattori principali: (1) la rivoluzione e diffusione dei PC negli anni '80, che ha spinto notevolmente verso la progettazione dell'usabilità dei prodotti e delle interfacce; (2) la rivoluzione e diffusione del web fra gli anni '90 e i 2000, che ha spinto per l'implementazione della qualità dell'interazione; (3) la diffusione mediatica della UX da parte dei media, nonostante rappresentasse una disciplina relativamente nuova.
Il termine *User Experience* è stato coniato da Norman nel 1993[5] nell'ambito del suo lavoro presso la Apple Computer ma egli stesso afferma che l'area di intervento a cui è riferito è molto più vecchia del termine stesso: è difficile segnare una linea di demarcazione fra l'E/HF e la UX, che ne costituisce oggi un ramo significativo finalizzato alla **progettazione centrata sull'uomo di sistemi interattivi** e alla **valutazione dell'esperienza e delle emozioni**. La UX esplora e valuta il modo in cui una persona si sente durante l'uso di un prodotto, ad esempio l'esperienza affettiva, gli aspetti significativi e di valore dell'interazione. Essa comprende anche l'***aspettativa* d'uso**, come sottolineato dalla prima nota dello standard, motivo per cui si discosta nettamente dalla *qualità d'uso*.
La UX, quindi, intende superare il concetto di *usabilità*, analizzando e valutando le emozioni, le percezioni o le reazioni estremamente soggettive che una persona prova prima, durante e dopo l'interazione con un prodotto/servizio. Tuttavia, come si evince dalla terza nota dello standard, la valutazione dell'usabilità può includere gli **aspetti soggettivi ed emozionali legati all'esperienza**. "*L'usabilità, ossia il grado di efficacia, efficienza e soddisfazione con cui l'uomo interagisce con la macchina, è in sintesi solo una delle componenti della User Experience: una piattaforma web può essere usabile senza garantire necessariamente un'esperienza d'uso piacevole. È importante riconoscere e comprendere i compromessi tra usabilità e obiettivi di esperienza dell'utente. In particolare, ciò consente ai progettisti di prendere coscienza delle conseguenze derivanti dal perseguimento delle loro diverse combinazioni in relazione al soddisfacimento delle esigenze dei diversi utenti. Ovviamente, non tutti gli obiettivi di usabilità e gli obiettivi di esperienza dell'utente si applicano a tutti i prodotti interattivi sviluppati*" (Brischetto, 2018, p. 76).
Hassenzahl & Roto, (2007) teorizzano la differenza fondamentale fra il punto di vista funzionale legato al termine *usabilità* e la visione più fenomenologica dell'impatto emotivo. Le persone usano i prodotti tecnici perché "hanno compiti da eseguire". Questi obiettivi sono definiti come i ***do-goals***, in quanto valutabili per le loro ***qualità pragmatiche***, secondo

4 Cfr. https://www.nngroup.com/articles/100-years-ux/ Accessed 19/05/2020.
5 La storia del termine *User Experience* è spiegata in un video dallo stesso Donald Norman https://www.nngroup.com/videos/don-norman-term-ux/ Accessed 19/05/2020.

le metriche dell'*usabilità*, ovvero dell'**efficienza**, dell'**efficacia** e della **soddisfazione**. Gli utenti, però, hanno anche bisogni emotivi e psicologici, inclusi quelli che riguardano l'identità personale, il rapporto con gli altri e la soddisfazione della propria vita. Questi sono i ***be-goals***, valutati per le loro ***qualità edoniche*** in base alle misure fenomenologiche e all'impatto emotivo. In sintesi, la UX include anche gli **aspetti fenomenologici dell'interazione** che rappresentano l'insieme degli effetti prodotti dall'**impatto emotivo a lungo termine**.
Per meglio comprendere gli innumerevoli elementi che caratterizzano la UX, è interessante rifarsi al diagramma sviluppato da Morville, (2004) che assume la forma di un ***honeycomb*** (Figura 4). In ogni cella vi sono tutti gli aspetti che caratterizzano la UX:

- **utile** (useful): i designer devono applicare la loro profonda conoscenza ed esperienza nel campo della progettazione per definire le soluzioni innovative più utili;
- **usabile** (usable): la facilità d'uso è vitale ma, da sola, non sufficiente;
- **desiderabile** (desiderabile): la ricerca per l'efficienza deve tener conto anche di altri elementi, come il valore del marchio, l'identità, l'esperienza emotiva con i prodotti;
- **reperibile** (findable): le interfacce e i prodotti devono essere facilmente reperibili, così che gli utenti possano trovare agilmente ciò di cui hanno bisogno;
- **accessibile** (accessible): esattamente come gli edifici, anche i prodotti devono essere accessibili a tutte le persone;

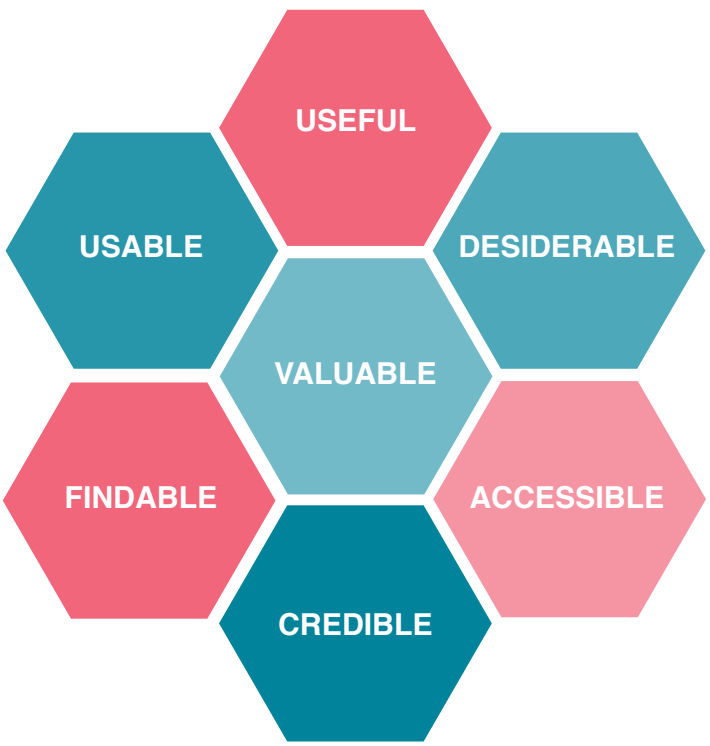



Figura 4 - L'*honeycomb* della User Experience. Rielaborato da Morville, (2004).

- **credibile** (credible): per un designer è importante comprendere gli elementi che definiscono la fiducia degli utenti;
- **prezioso** (valuable): l'esperienza dell'utente deve valorizzare la strategia e l'obiettivo dell'azienda, prodotto o servizio.

A partire dal diagramma di Morville, Revang, (2007) ha sviluppato un diagramma a ruota "**The UX Wheel**" (Figura 5) per identificare il **processo di progettazione legato alla UX**, associando obiettivi generali ad ogni considerazione soggettiva. Egli stesso spiega lo schema: "*Il valore è ciò che vogliamo ottenere attraverso la progettazione di una UX positiva; la UX positiva rappresenta un vantaggio per tutti gli attori coinvolti, sia clienti che aziende; per raggiungere questo obiettivo lavoriamo all'indietro, iniziando e finendo con la strategia della ricerca, passando attraverso e facendo una scelta su ciascuno degli elementi della ruota*". Secondo Revang la UX consiste in una serie di fasi, nel corso delle quali il designer deve focalizzarsi sui sei valori positivi della reperibilità, accessibilità, desiderabilità, usabili-

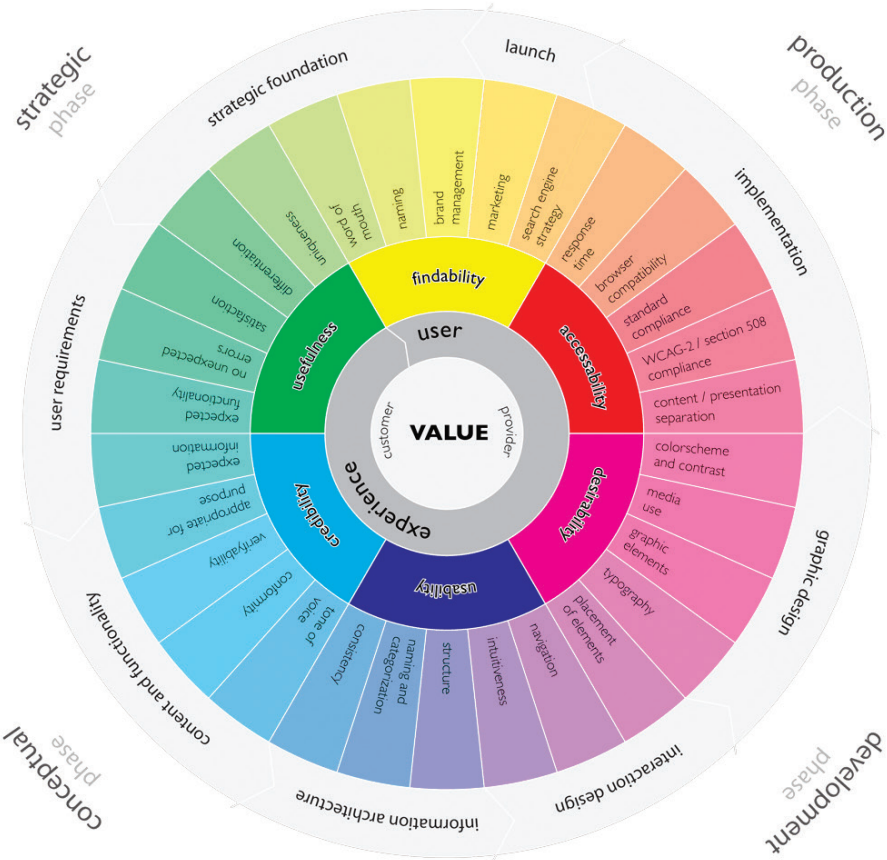



Figura 5 - The UX Wheel. Fonte: https://userexperienceproject.blogspot.com/2007/04/user-experience-wheel.html.

tà, credibilità e utilità. Molti fattori possono influenzare le varie fasi della UX e il diagramma ne mostra 30, posizionati in relazione ai sei valori positivi sopra elencati. Questo schema può aiutare i progettisti a **identificare i bisogni dei propri utenti** e a proporre soluzioni appropriate.
L'importanza di un **processo iterativo** durante la progettazione della User Experience è sottolineata anche da Hartson e Pyla, (2012) che propongono una versione più sintetica ma altrettanto esplicativa della *UX Wheel*, per focalizzare l'attenzione sui quattro elementi chiave del processo: **Analizzare**, **Progettare**, **Implementare** e **Valutare**. La fase di analisi riguarda la comprensione degli **obiettivi** e delle **esigenze** degli utenti. La progettazione si riferisce alla **creazione di idee progettuali** concettuali e al *look and feel* dell'interazione tra l'utente e il prodotto previsto. La fase di implementazione consiste nello sviluppo di interazioni più dettagliate mediante l'uso di **prototipi**, che possono avere bassa o alta fedeltà di dettagli. Infine, la valutazione riguarda diversi metodi e tecniche che possono essere utilizzati per indagare e analizzare fino a che punto il progetto proposto soddisfa le esigenze, i requisiti e le aspettative degli utenti. L'intera *Ruota* (Figura 6) corrisponde ad un ***ciclo di vita* UX iterativo**, che naturalmente è basato su obiettivi specifici. Lo schema rappresenta un processo iterativo, che non deve essere seguito arbitrariamente o in maniera lineare.
La UX si è evoluta soprattutto nell'ambito della progettazione di interfacce web, abbracciando poi tutti gli altri settori del design. Come afferma Garrett, (2010), il processo di progettazione dell'esperienza dell'utente consiste nel garantire che nessun aspetto dell'e-

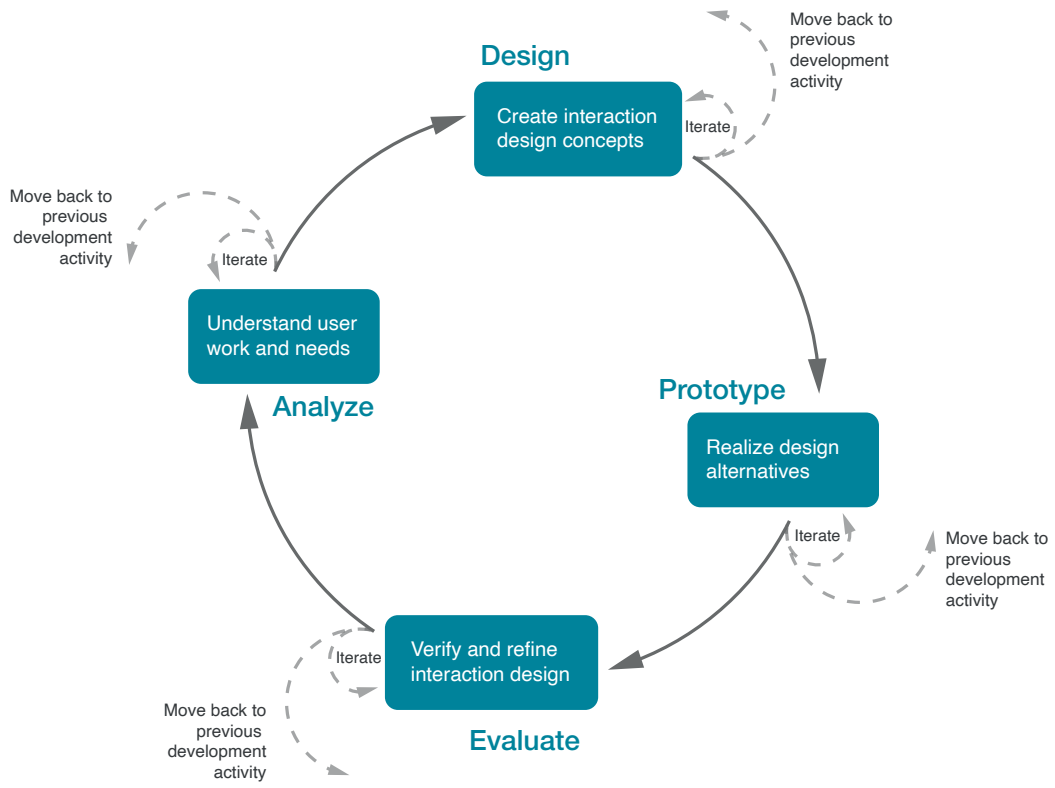



Figura 6 - The UX Cycle. Rielaborato da Hartsonn & Pyla, (2012, p. 54).

sperienza degli utenti con il prodotto avvenga senza l'intento esplicito e consapevole del designer. Quest'ultimo, quindi, deve tenere in considerazione tutte le possibili interazioni che l'utente può intraprendere, incluse le sue aspettative. Per progettare l'esperienza in maniera efficace, Garrett, (2010), rifacendosi all'esempio specifico di un'interfaccia web, propone di suddividerla in **diversi piani** che a loro volta assumono un duplice significato (uno **funzionale** e l'altro relativo alle **informazioni comunicate**):

- **superficie:** l'**interfaccia dell'utente**, ciò che la persona vede e con cui può interagire. Questo piano si basa sull'*esperienza sensoriale* creata dal prodotto finito;
- **scheletro:** lo *scheletro* dell'interfaccia, ovvero l'**organizzazione essenziale** di tutte le sue componenti finalizzato ad un uso efficace ed efficiente. Lo scheletro riguarda anche la navigazione, ovvero l'insieme di elementi che consente all'utente di spostarsi attraverso l'architettura delle informazioni;
- **struttura:** l'espressione concreta della **struttura astratta dell'interfaccia**. Dal punto di vista funzionale la struttura va progettata secondo i principi dell'Interaction Design. Dal punto di vista delle informazioni, la struttura riguarda la disposizione dei contenuti per facilitarne la comprensione;
- **scopo:** definisce in che modo le varie componenti dell'interfaccia e le sue funzioni possono essere utili al suo scopo. Dal punto di vista funzionale, lo scopo è tradotto in **specifiche tecniche** mentre dal punto di vista delle informazioni da comunicare, lo scopo assume la forma di **contenuto**;
- **strategia:** gli **obiettivi strategici dell'interfaccia**, che definiscono lo scopo. Le decisioni strategiche devono essere prese in maniera equilibrata rispetto alle esigenze e agli obiettivi degli utenti.

Questi cinque piani forniscono un quadro concettuale utile per identificare i problemi o le caratteristiche dell'esperienza dell'utente e degli strumenti da usare per risolverli. Ogni piano dipende dai sottostanti, il che significa, ad esempio, che le decisioni sul piano strategico avranno una sorta di "effetto a catena" sugli altri.

L'esperienza degli utenti si verifica in maniera **dinamica nel tempo**, in relazione ad un'interazione e all'interno di un **contesto d'uso** (Figura 7). Quindi, la UX è il risultato dell'interazione di un utente con il prodotto e con uno specifico contesto d'uso (Hartsonn & Pyla, 2012).

L'**interazione** è un fattore determinante per la User Experience e, viceversa, uno dei principali obiettivi della progettazione dell'interazione (Interaction Design - ID) è ridurre gli aspetti negativi della UX accrescendone quelli positivi (ad esempio, il coinvolgimento, il piacere d'uso, etc.). In sintesi, l'**Interaction Design** (ID) riguarda la progettazione di prodotti interattivi[6] affinché essi siano **facili, efficaci e piacevoli da usare**. Secondo la definizione di Preece et al., (2015, p. 29) *Interaction Design* significa "*progettare prodotti interattivi per supportare il modo in cui le persone comunicano e interagiscono nelle loro vite professionali e di tutti i giorni*". Secondo Winograd, (1997, p. 160) significa "*progettare spazi per la comunicazione e l'interazione umana*" mentre per Saffer, (2010, p. 4) è "*l'arte di facilitare le interazioni fra gli esseri umani e i prodotti e servizi*". Tutte le definizioni di tale disciplina enfatizzano i diversi aspetti relativi sia alla comunicazione uomo-uomo e uomo-prodotto ma soprattutto alla qualità dell'interazione e, quindi, dell'esperienza globale con un prodotto/servizio.

6 Il termine "prodotti interattivi" indica genericamente quel gruppo di sistemi, tecnologie, ambienti, strumenti, servizi, dispositivi e applicazioni interattivi.

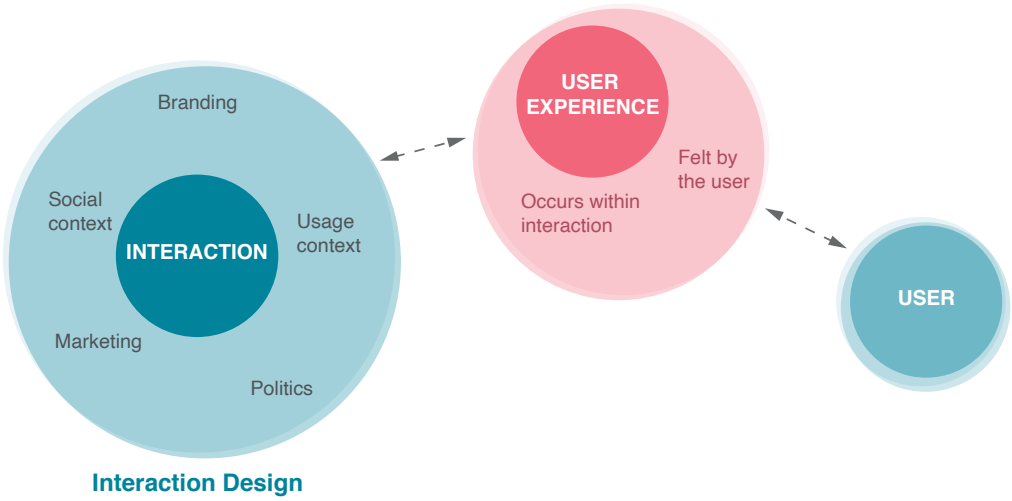



Figura 7 - La UX avviene nel corso di un'interazione in un dato contesto d'uso. Rielaborato da Hartsonn & Pyla, (2012, p. 21).

L'ID può offrire un contributo fondamentale ad innumerevoli discipline o approcci, inclusi l'E/HF, l'Ubiquitous Computing, l'ingegneria dei sistemi, la psicologia cognitiva, la Human-Computer Interaction (HCI), etc. A sua volta, può essere arricchito e assimilare tecniche e pratiche di queste stesse discipline, incluse anche tutte le aree del design (Graphic, Product, Industrial, etc.), l'ingegneria informatica, le scienze sociali o antropologiche (Figura 8). L'ID si differenzia dalla HCI e quindi dall'E/HF per scopo principale: l'HCI ha un focus molto specifico, ovvero la progettazione, valutazione e implementazione di sistemi informatici interattivi e lo studio dei principali fenomeni che ruotano attorno a tale area. L'ID, invece, ha un campo di intervento più ampio, occupandosi della teoria, della ricerca e dell'applicazione progettuale dell'esperienza dell'utente per tutte le tecnologie, sistemi e prodotti. (Preece et al., 2015).
Ci sono molti aspetti della UX che l'Interaction Design deve considerare durante il processo di progettazione di un prodotti/sistema/ambiente. Secondo Carroll, (2004) l'ID deve toccare un'area tematica molto ampia, relativa alla salute, al divertimento, al capitale sociale (le risorse sociali sviluppate attraverso la rete, i valori, gli obiettivi e le norme sociali) e all'identità culturale (ad esempio, età, etnia, stato familiare, etc.). Ad un livello più soggettivo, ci sono anche le aspettative e i significati delle esperienze con i prodotti (McCarthy & Wright, 2004). In sintesi, **ottimizzare l'interazione** fra utente e prodotto/sistema/ambiente implica la **valutazione di innumerevoli fattori interdipendenti**, inclusi il contesto d'uso, il tipo di attività, l'accessibilità, le differenze culturali e i gruppi di utenti di riferimento.

Preece et al., (2015) identificano il **processo progettuale** dell'Interaction Design, che è basato su quattro attività: **definire i requisiti**; **progettare le alternative**; **prototipare**; **valutare**. Tali attività possono influenzarsi a vicenda ed essere ripetute, secondo un **ciclo iterativo** comune allo HCD e alla UX. Inoltre, la progettazione di un prodotto interattivo, oltre a prevedere i principi di *usabilità* (efficace, efficiente, sicuro, utile, facile da imparare e da ricordare) deve seguire anche altri criteri, che Preece et al., (2015) descrivono e discu-

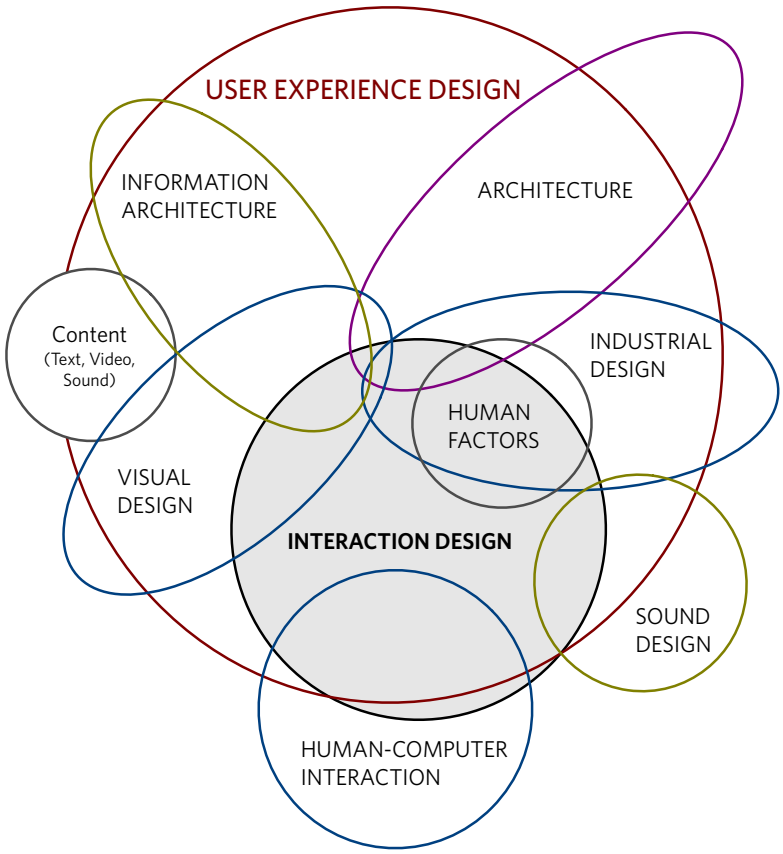



Figura 8 - Le discipline che circondano l'Interaction Design. Fonte: Saffer, (2010, p. 21).

tono approfonditamente: **visibility** (visibilità), **feedback** (risposta), **constraints** (vincoli), **consistency** (consistenza), **affordance**.
L'Interaction Design sta conoscendo larga diffusione, soprattutto nell'ambito della progettazione web, delle grandi corporazioni e nell'industria informatica, in cui una buona progettazione dell'interazione può determinare il successo o il fallimento aziendale. Vi sono numerosi studi e importanti agenzie di consulenza come la Cooper[7], il Nielsen Norman Group[8] o IDEO[9]. Essi hanno progettano prodotti, servizi e ambienti per innumerevoli clienti, fra cui la Apple.

7 Cfr https://www.cooper.com Accessed 20/05/2020.
8 Cfr https://www.nngroup.com Accessed 20/05/2020.
9 Cfr https://www.ideo.com/eu Accessed 20/05/2020.

**Parole chiave**

Robotic Factors
Coinvolgimento degli utenti
Relazioni socio-emozionali
Interazioni complesse
Design etico

# Capitolo 6
# Il ruolo chiave del design per la Human-Robot Interaction

**6.1 Ergonomia per il Design e Human-Centred Design per la Human-Robot Interaction**

6.1.1 L'approccio Robot Ergonomics/Robotic Factors: strumenti e strategie per l'innovazione in robotica

**6.2 User Experience in robotica: progettare la complessità, l'autonomia e il valore aggiunto**

6.2.1 Sfide e contributi della UX per la qualità della Human-Robot Interaction

**6.3 Design per la robotica assistiva e sociale: valori umani, reazioni emotive e potenziali benefici**

6.3.1 Design per l'interazione uomo-robot: la sfida dell'antropomorfismo

**6.4 Etica nel design e design per l'etica in robotica**

Dynamics
LIMA 002

# CAPITOLO 6
# Il ruolo chiave del design per la Human-Robot Interaction

Il **ruolo chiave del design** in quanto **strumento strategico per l'innovazione** è sottolineato dall'Unione Europea nei vari documenti sull'innovazione e la competitività (European Commission, 2013, p. 4): "*Il design è sempre più riconosciuto come disciplina e attività chiave per portare idee sul mercato, trasformandole in prodotti o servizi di facile utilizzo e accattivanti. Sebbene sia ancora spesso associato esclusivamente all'estetica, l'applicazione del design è molto più ampia. Un uso più sistematico del design come strumento per l'innovazione centrata sull'utente e orientata al mercato in tutti i settori dell'economia, complementare alla ricerca e sviluppo, migliorerebbe la competitività europea. Le analisi del contributo del design mostrano che le aziende che investono strategicamente nel design tendono ad essere più redditizie e crescono più velocemente.*
*Il design offre una serie di metodologie, strumenti e tecniche che possono essere utilizzati in diverse fasi del processo di innovazione per aumentare il valore di nuovi prodotti e servizi. Se applicato a servizi, sistemi e organizzazioni, il pensiero progettuale incentrato sull'utente guida l'innovazione del modello di business, l'innovazione organizzativa e altre forme di innovazione non tecnologica. Queste metodologie possono anche essere strumentali per affrontare sfide complesse e sistemiche, ad esempio nella riprogettazione dei servizi pubblici e nei processi decisionali strategici*".
Le tecnologie digitali e robotiche rappresentano una risorsa per supportare l'indipendenza e il benessere psico-fisico delle persone anziane. Tali tecnologie pongono il design di fronte a nuove sfide e a diverse esigenze, aspettative e necessità. In quest'ottica l'approccio metodologico dello Human-Centred Design/HCD e dell'Ergonomia per il Design possono offrire un importante contributo all'**identificazione** e all'**analisi** quei **bisogni**, **aspettative** e **necessità** che spesso sono taciti, al fine di creare **prodotti centrati sulle persone**.

L'**accettabilità della tecnologia**, soprattutto per utenti anziani e fragili, è una questione delicata, i cui parametri di valutazione offrono moltissime sfide alla ricerca in design. Infatti, l'interazione che gli utenti instaurano con le **tecnologie assistive** rappresenta quel fattore che definisce l'esperienza stessa dell'invecchiamento (Forlizzi et al., 2004). Gli anziani desiderano prodotti che appaghino i loro desideri estetici, utilizzano prodotti che soddisfano le loro esigenze funzionali ma soprattutto, quelli che supportano i valori di identità personale, dignità e indipendenza. Utilizzano i prodotti tecnologici soprattutto per compiere una serie di attività quotidiane ma anche per rimanere in contatto con familiari e amici. Per queste ragioni l'approccio ergonomico e quello dello HCD svolgono un ruolo cruciale nella **comprensione dei cambiamenti** che l'età avanzata ha sia sulla routine quotidiana che sulle

**modalità di utilizzo**, sulle **attitudini** e sulle **percezioni** nei confronti dei prodotti. Inoltre, un design centrato sull'utente costituisce uno strumento ma anche una condizione senza cui sarebbe impossibile sviluppare tecnologie robotiche e sociali nel rispetto delle svariate questioni etiche discusse approfonditamente nel capitolo 8. Oltre a porre l'accento sulle esigenze dell'utente, l'approccio HCD può sicuramente supportare una progettazione che tenga conto dei valori e diritti umani comuni a tutte le persone e dei contesti psico-sociali generali e specifici, per usarle come punti di riferimento durante l'intero processo iterativo di sviluppo e validazione.
Su queste basi, lo scopo del design è la progettazione di tecnologie robotiche basate sull'usabilità, sull'interazione efficace e intuitiva, sull'assenza di stigmatizzazione, sull'affidabilità e sulla sicurezza per garantire un'esperienza dell'utente positiva sia dal punto di vista edonico che funzionale. Gli elementi che possono influenzare l'esperienza d'uso con un sistema robotico sono numerosi: l'utente stabilisce un rapporto complesso con il robot, basato sia sul contatto fisico, sulla vista, sul tatto, sull'udito, sull'olfatto, ma anche sulla comprensione del funzionamento e dei feedback e sul grado di apprezzamento del prodotto, delle sue qualità sensoriali, emozionali, estetiche, di appartenenza e di rappresentatività sociale. Quindi, oltre agli elementi puramente legati all'uso, all'estetica o alla funzionalità, c'è anche una forte componente emozionale nel modo in cui le persone interagiscono con i prodotti (Norman, 2004), soprattutto nel caso di interazione con prodotti con una forte **componente sociale e interattiva** come gli ***assistive and social robots***.

La **componente emozionale** dell'interazione con i robot sociali e assistivi, insieme al piacere d'uso, costituisce la *motivazione intrinseca* che spinge le persone ad utilizzare sistemi, prodotti o servizi. L'approccio HCD, sostenendo che il *comportamento* e la *comprensione* vanno di pari passo e che l'uso degli artefatti è inseparabile dal modo in cui gli utenti percepiscono e interagiscono con loro nel mondo, rappresenta per i designer che si approcciano allo sviluppo di tecnologie robotiche assistive e sociali, lo strumento per progettare la *motivazione intrinseca* e tutte le variabili interdipendenti che la definiscono. "*Gli umani non rispondono alle qualità fisiche delle cose ma a ciò che significano per loro*" (Krippendorff, 2004, pp. 8-9). Il design centrato sull'utente può **progettare il significato degli artefatti**, valorizzando quelle abilità, concezioni, capacità di apprendimento, etc. che le persone apportano all'esperienza interattiva con le tecnologie. Secondo Krippendorff, (2004) la base di ogni attività progettuale sta nell'identificazione del significato che il prodotto/sistema/servizio dovrebbe offrire alle persone. Ne deriva che l'attività progettuale centrata sull'utente è multidisciplinare e coerente con l'affermazione per cui il design stesso è un approccio pragmatico ed empirico, il cui fine è dare un senso al mondo che ci circonda.

Infine, un prodotto, sistema o servizio può essere considerato **intuitivo** se può essere manipolato fisicamente con immediatezza e facilità, se i suoi stimoli sensoriali sono facilmente rilevabili, se le sue informazioni e il significato sono immediatamente evidenti e se le eventuali caratteristiche che possiede inducono emozioni o se i comportamenti intelligenti che mostra sono compatibili con lo stato emotivo della persona (Giacomin, 2014, p. 610). Il design centrato sull'uomo porta a prodotti, sistemi e servizi che sono fisicamente, percettivamente, cognitivamente ed emotivamente intuitivi. Il termine *intuitivo*, in questa sede, viene utilizzato per indicare la compatibilità degli attributi fisici e informativi del prodotto, del sistema o del servizio con l'intera gamma di caratteristiche umane, comprese le emozioni cognitive di base e superiori (Oatley et al., 2006).

## 6.1 Ergonomia per il Design e Human-Centred Design per la Human-Robot Interaction

Le relazioni fra l'E/HF e lo HCD con l'ambito robotico e della HRI possono essere analizzate a partire dai vantaggi dell'utilizzo delle metodologie HCD per la progettazione di prodotti e sistemi identificate dalla *Parte 210: Human-Centred Design for interactive systems* della Norma ISO 9241-210:2010, secondo cui un approccio alla progettazione e allo sviluppo di sistemi incentrato sull'uomo comporta notevoli vantaggi economici e sociali sia per gli utenti finali che per i fornitori e i datori di lavoro. Infatti, i sistemi altamente usabili, oltre ad ottenere un maggior successo economico, hanno costi legati al supporto molto più bassi e rischi nettamente inferiori per la sicurezza e la salute di tutti gli attori coinvolti nel ciclo di vita del prodotto/sistema stesso. Secondo la normativa di riferimento, i prodotti (e quindi anche le piattaforme robotiche) sviluppati secondo un approccio HCD possono:

- **aumentare la produttività degli utenti** e l'efficienza operativa delle organizzazioni;
- essere **più facili da capire e utilizzare**, riducendo così i costi di formazione e supporto;
- **aumentare l'usabilità** per le persone con una gamma più ampia di capacità e quindi **aumentare l'accessibilità**;
- **migliorare l'esperienza dell'utente**;
- **ridurre** il disagio e **lo stress**;
- fornire un **vantaggio competitivo**, ad esempio migliorando l'immagine del marchio;
- contribuire al raggiungimento degli **obiettivi di sostenibilità**.

Nel caso specifico di robot assistivi per anziani, l'uso di metodologie adeguate per conoscere le esigenze di tutte le parti interessate può sicuramente ridurre il rischio che essere vengano respinte dagli utenti (sia dagli anziani che dai caregiver formali e/o informali), soprattutto perché lo studio dei requisiti progettuali strettamente legato alla sola usabilità non è sufficiente a **minimizzare la resistenza** verso tali tecnologie (Dillon, 2001), che rischiano altrimenti di non raggiungere il giusto equilibrio fra le esigenze del target di riferimento nei contesti e in relazione ai compiti specifici. La scelta di una tecnologia e il suo utilizzo a lungo termine (definiti *acceptance* da Dillon, 2001) sono determinati sia dall'usabilità che da una valutazione bilanciata di una serie di fattori, quali l'utilità percepita, la piacevolezza, i costi, le dinamiche sociali, tecnologiche, etc. (Shackel, 1991). Su queste basi, il **coinvolgimento dell'utente** nell'intero processo di sviluppo e valutazione di un robot assistivo può contribuire, da un lato, a soddisfare le reali esigenze, tacite o dichiarate, ma anche far sì che tutte le parti interessate comprendano i potenziali benefici e vantaggi derivanti dall'uso delle tecnologie robotiche (Bemelmans et al., 2012) e anzi contribuiscano attivamente alla loro traduzione pratica in un progetto tangibile e testabile. Purtroppo, molti dei prodotti analizzati nell'ambito degli studi scientifici sulla robotica assistiva sono stati progettati tenendo poco conto dell'interazione molto particolare che gli anziani instaurano con il prodotto e anche delle **relazioni sociali, estetiche ed emotive** che determinano la loro soddisfazione e, quindi, l'efficacia dell'uso di tali tecnologie. I robot assistivi dovrebbero essere progettati tenendo conto dell'**ecologia degli utenti di riferimento**, ovvero come parte di un sistema molto più ampio di prodotti e ambienti a supporto degli anziani, che include anche implicazioni socio-culturali, tecniche, psicologiche oltre che funzionali ed estetiche (Forlizzi et al., 2004).
Pheasant & Haslegrave, (2006, p. 11) identificano i principali *errori* che portano sia il progettista che l'azienda a non tenere conto dei principi ergonomici. Essi sono applicabili

anche all'ambito della Human-Robot Interaction e forniscono un'importante riflessione sulle possibilità di integrazione e cooperazione fra le due discipline. Le ***Five Fundamental Fallacies*** sono:

- questo progetto è soddisfacente per me e quindi lo sarà per tutti gli altri;
- questo progetto è soddisfacente per l'utente medio e quindi lo sarà per tutti gli altri;
- la variabilità umana è così grande che non è possibile tenerne conto in ogni progetto ma ciò non è un vero problema perché le persone sono molto adattabili;
- l'ergonomia è molto dispendiosa e, dal momento che i prodotti sono scelti in base al loro aspetto estetico, le considerazioni ergonomiche possono essere ignorate;
- l'ergonomia è un'idea eccellente. Io progetto tenendo sempre l'ergonomia in mente ma faccio affidamento sul mio buon senso così non ho bisogno di fare affidamento su dati o studi empirici.

I cinque *errori* identificati ruotano intorno a due temi principali: (1) il **contrasto fra i metodi di indagine delle scienze empiriche e le metodologie creative**, basate sul *problem-solving*, proprie del design e (2) la **diversità umana**. È molto difficile confutare tali affermazioni, soprattutto in relazione alle modalità di sperimentazione e validazione delle tecnologie robotiche: come emerge dalle innumerevoli sperimentazioni condotte nell'ambito della robotica assistiva (Frennert et al., 2013; Smarr et al., 2014; Beer et al., 2012; Mast et al., 2012; Broadbent et al., 2012), i robot dovrebbero essere progettati a partire da uno sforzo di natura empatica da parte del progettista che non sviluppa un design *ad hoc* per il singolo utente ma riesce a produrre **tecnologie** abbastanza **flessibili e intelligenti** da adattarsi ed **auto-apprendere** come comportarsi e/o agire in base alla persona con cui interagiscono.

I principali ostacoli all'integrazione dell'Ergonomia/Human Factors nel processo di sviluppo delle tecnologie robotiche possono dipendere "*sia dalla specializzazione degli strumenti e delle informazioni rese disponibili dall'intervento ergonomico, sia dalle modalità con le quali vengono presentati. (…) Anche se la conoscenza dei contenuti, dei metodi e del valore strategico dell'Ergonomia è consolidata solo all'interno di settori produttivi e progettuali evoluti, i risultati delle sperimentazioni, condotte all'interno delle aziende e/o delle strutture di ricerca più avanzate, iniziano ad essere diffusi anche su pubblicazioni non specializzate facendo conoscere i loro contributi anche ai non strettamente addetti ai lavori. (…)*
*È inoltre importante sottolineare che gli strumenti teorici e metodologici prodotti dall'Ergonomia, e molti dei temi attualmente affrontati dalla ricerca ergonomica, sono in linea con i più recenti orientamenti della ricerca condotta in ambito progettuale*." (Tosi, 2018, pp. 46-47). Emergono, quindi, i segnali di un forte cambiamento, sia per la diffusione della normativa e degli strumenti propri dell'E/HF e dello HCD in svariati ambiti produttivi e/o di ricerca, sia perché le modalità di valutazione e di analisi delle esigenze degli utenti rappresentano un elemento di dibattito e di ricerca, teorico e pratico, per tutti gli attori coinvolti nel processo di progettazione.
Come afferma Giacomin, (2014) la difficoltà di adozione nel caso di prodotti, servizi e sistemi di consumo (si pensi ai numerosi robot assistivi disponibili sul mercato e testati nell'ambito di progetti di ricerca in tutto il mondo) è dovuta al fatto che il cliente non sempre adotta il punto di vista di un *utente* di un certo *prodotto*. Quindi, i metodi centrati sull'utente per lo sviluppo di un sistema non riescono a favorire l'interesse umano poiché sono eccessivamente orientati alla sola risoluzione di problemi tecnici predefiniti. La progettazione per un utente comporta l'ottimizzazione delle caratteristiche del prodotto, del sistema o del servizio in base ad una serie di piani e **schemi cognitivi fissi** (Gasson, 2003, p. 41) che danno vita a progetti efficienti solo verso o uno o più modelli d'uso predeterminati. Tali

schemi cognitivi e preconcetti fissi sono stati identificati come una debolezza da Suchman & Suchman, (2007), che li hanno analizzati anche in relazione all'interdipendenza fra il contesto e l'interazione uomo-sistema: interazioni e significati sono il risultato di un processo di comunicazione e di apprendimento che non può essere del tutto anticipato all'interno degli obiettivi fisici, percettivi e cognitivi del progetto.
L'adozione di un approccio HCD per la progettazione di prodotti interattivi e tecnologie robotiche si basa sulle **cinque attività** identificate dalla Norma ISO 9241-210:2010 (Figura 1). Una volta identificata la necessità di sviluppare un sistema, un prodotto o un servizio e dopo aver deciso di utilizzare un approccio Human-Centred, durante la progettazione di qualsiasi sistema interattivo si svolgono quattro attività di progettazione incentrate sull'uomo:

- **pianificare** il processo HCD;
- comprendere e specificare il **contesto di utilizzo**;
- specificare i **requisiti dell'utente**;
- produrre **soluzioni progettuali**;
- **valutare** il progetto.

Tali attività sono strettamente interdipendenti e non implicano un processo rigoroso e lineare bensì uno iterativo, in cui ogni attività utilizza dati, informazioni e output prodotti da altre attività. Queste tengono conto delle innumerevoli sfide di un processo HCD, come la **varietà dei bisogni** degli utenti e delle parti interessate che devono essere presi in

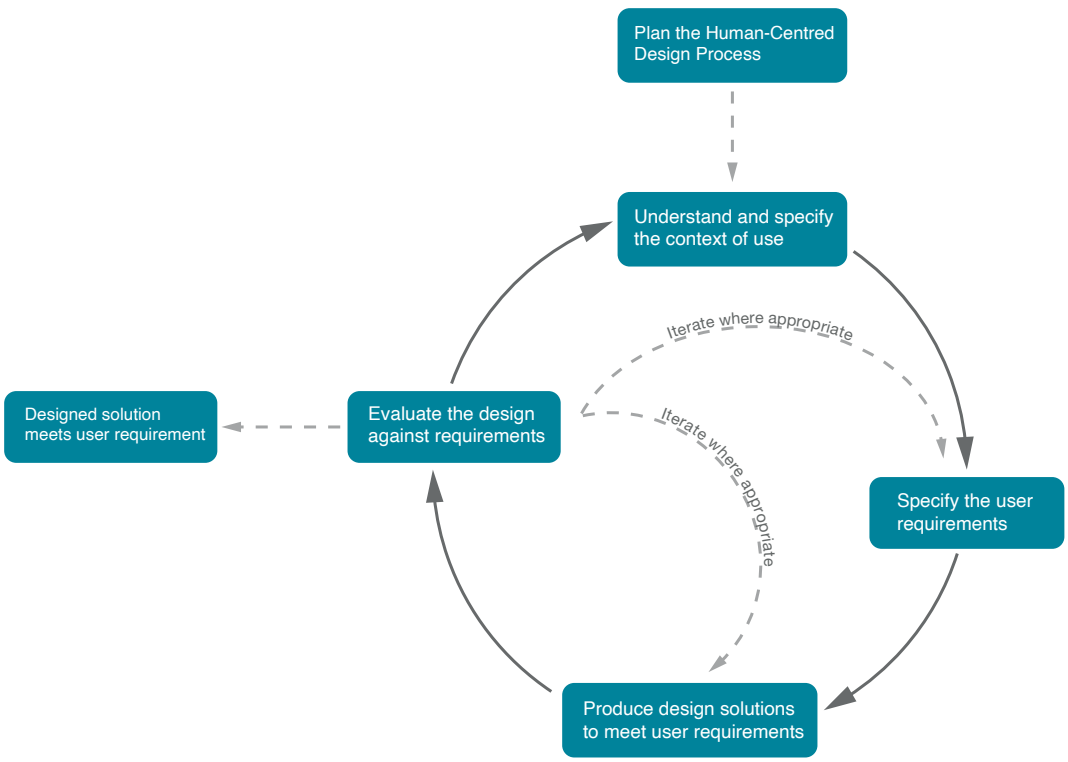



Figura 1 - L'interdipendenza delle attività dello Human-Centred Design. Rielaborato da ISO 9241-210:2010.

considerazione, la varietà di **contesti d'uso e di attività** in relazione ai gruppi di utenti, e la possibile contraddizione fra le esigenze degli utenti e quelle degli stakeholder. Inoltre, il processo iterativo tiene conto del fatto che alcuni requisiti emergono solo quando è disponibile una soluzione proposta e che le attività sopra elencate possono essere applicate per ottenere feedback sui concetti di progettazione iniziali prima che i requisiti siano finalizzati. La valutazione di prototipi grezzi e modelli di potenziali progetti supporta una comprensione più profonda delle esigenze degli utenti, oltre a fornire un **feedback** iniziale sui concetti di progettazione. Inoltre, i robot sociali ed assistivi rappresentano degli agenti socialmente intelligenti (Dautenhahn & Billard, 1999), per cui l'**interazione uomo/robot** si basa sia su fattori pratici e tangibili come l'usabilità, l'interazione fisica, la qualità e facilità d'uso ma soprattutto su **complessi elementi sociali, cognitivi ed emotivi** che generano interazioni ed **esperienze astratte ed ineffabili**, strettamente influenzate anche dal contesto. Questa tipologia di interazione e di esperienza, se progettata secondo l'approccio HCD, può generare quel significato metafisico che è la chiave **dell'accettazione sociale** e del successo (sia in termini commerciali che di qualità dell'esperienza dell'utente e volontarietà d'uso), che è all'apice della piramide dello HCD proposta da Giacomin, (2014).

### *6.1.1 L'approccio Robot Ergonomics/Robotic Factors: strumenti e strategie per l'innovazione in robotica*

La diffusione di **robot sociali e interattivi**, considerati non più come meri prodotti passivi ma come **entità sociali** che possono interagire con uomo e ambienti e manipolare a loro volta oggetti, sistemi e/o interfacce, fa sì che alcuni ricercatori nel campo del design suggeriscano un collegamento fra la progettazione di spazi e prodotti d'uso e di robot sociali e assistivi. Inoltre, la progettazione di un prodotto o di un sistema accessibile, facile da usare e soddisfacente per gli utenti, dipende necessariamente dal contesto, ovvero dal fatto che lo specifico gruppo di utenti ha specifici obiettivi, deve compiere specifici compiti in uno specifico ambiente (ISO 9241-210:2010). Su queste basi Mohan et al., (2015) introducono il termine ***robotic factors*** (fattori robotici) e definiscono l'ergonomia dei robot come "*lo studio dell'attività del robot per le prestazioni complessive del sistema al fine di aumentare la consapevolezza delle capacità dei robot nelle decisioni progettuali attraverso le varie discipline coinvolte in tale processo*" (Sosa et al., 2018, p. 2323). Ciò implica l'integrazione dei robot come una sorta di *popolazione speciale* che deve essere inclusa nelle fasi di ricerca e valutazione preliminare per ampliare lo sviluppo di nuove applicazioni robotiche appositamente progettate per l'interazione sociale con gli esseri umani nelle situazioni quotidiane.

L'integrazione dell'Ergonomia/Fattori Umani in ambito HRI ha portato Sosa et al., (2018) a proporre un approccio chiamato "Robot Ergonomics" destinato a robotici, designer, architetti, ingegneri al fine di supportare la loro collaborazione nella progettazione, da un punto di vista ergonomico, di spazi e prodotti innovativi adatti a diverse tipologie di utenti ma anche di robot (assistivi, sociali, da compagnia, etc.). Per sistematizzare le basi di questo approccio, essi hanno **riformulato** le famose **leggi della robotica di Asimov** (1950):

- **prima legge di progettazione dei robot:** "*Un ambiente o un prodotto progettato per gli utenti di un robot è innanzitutto un progetto centrato sull'uomo e non deve mai presentare inconvenienti, minacce, ostacoli, fastidi o danni agli utenti umani*";
- **seconda legge di progettazione dei robot:** "*Un ambiente o un prodotto deve essere adatto ai robot sociali e supportare la loro attività, garantendo accessibilità, funzionalità, protezione e interazioni intuitive con gli utenti umani, tranne nei casi in cui tale supporto sarebbe in conflitto con la prima legge*";

- **terza legge di progettazione dei robot:** "*Un ambiente o un prodotto progettato per gli utenti di robot deve cercare di ridurre al minimo le esigenze computazionali, la complessità e i costi, tranne nei casi in cui tali criteri sarebbero in conflitto con la prima o la seconda legge.*" (Sosa et al., 2018, pp. 2323-2324).

L'**ergonomia**, fornendo parametri, misure e regole empiriche che devono essere interpretate e applicate dai progettisti, non è prescrittiva, il che può avere una doppia valenza: da un lato **supporta la libertà progettuale** e creativa nel processo di design, dall'altro i difetti ergonomici sono una causa molto comune di "cattivo design" che può minare l'efficacia, l'efficienza e la soddisfazione nell'uso dei prodotti quotidiani (Norman, 2013). Pertanto l'approccio "Robot Ergonomics" mira alla **formulazione sistematica** di metodi, tecniche e **strumenti di progettazione** che guidino i **robotici**, i designer di prodotto e di interni ma non limitino la loro libertà creativa nel produrre soluzioni innovative. La struttura dell'approccio è costituita da tre elementi/direzioni: caratteristiche umane; robot o protesi (ovvero elementi manipolatori dei robot); oggetti e interfacce. A partire da questi sono stati estratti alcuni principi di progettazione per applicare l'approccio ergonomico e dello Human-Centred Design alla robotica (Sosa et al., 2014; Mohan et al., 2015; Nansai et al., 2015; Tan et al., 2015):

- **priorità:** i bisogni e le necessità umane rappresentano le basi per l'ergonomia del robot, definendo lo spazio e impostando la gamma di possibilità progettuali (date dalle dimensioni fisiche, dalle caratteristiche estetiche, culturali e semantiche);
- **chiarezza:** durante la progettazione di un robot è fondamentale progettare una sequenza completa ed esaustiva di azioni esplicite, non basandosi sull'eventuale buon senso dell'utente ma tenendo conto di riconoscimento visivo, approccio fisico e contatto, equilibrio, apprendimento, etc.;
- **integrazione:** i robot devono essere progettati tenendo conto sia di criteri quantitativi (dimensioni, peso, etc.) sia di criteri qualitativi (qualità sensoriali, contesto culturale di riferimento, etc.);
- **adeguatezza:** i robot sono progettati per operare in diversi contesti, relazionarsi con vari dispositivi ed avere anche capacità espressive e sociali. Questa loro multifunzionalità fa sì che ci sia sempre una gamma di soluzioni più appropriate per un determinato contesto o utente;
- **riconfigurazione:** i principi di riconfigurazione possono essere usati per integrare funzioni in diversi spazi o per manipolare oggetti diversi;
- **semplicità:** la complessità deve essere ridotta al minimo e il design deve perseguire la resilienza e l'adattabilità a lungo termine.

La visione di una progettazione integrata che valuti nel complesso tutti i fattori legati all'utente e all'ambiente in cui il robot deve operare rappresenta sicuramente una sfida e un'interessante opportunità per gli studi futuri. Infatti, uno dei limiti principali dell'applicazione di robot assistivi in ambienti reali è l'**incongruenza** fra le **dimensioni** e le **possibilità di manipolazione del robot** degli spazi/oggetti domestici e l'**assetto ambientale** definito dall'utente in base alle proprie necessità e preferenze. Tuttavia, questa è solo una delle molteplici facce della HRI, la cui area di ricerca spazia e mette in relazione le discipline più varie, soprattutto quelle che consentono di analizzare l'uomo e le sue relazioni con altri uomini e con altre entità sociali. Un ulteriore aspetto da trasferire da altre aree alla HRI è quello psicologico: le **esigenze psicologiche** degli utenti sono infatti un elemento base nella ricerca preliminare secondo l'approccio HCD e UX che possono garantire l'accettazione

e l'uso efficace a lungo termine dei robot soprattutto in spazi privati e da parte di utenti anziani o fragili. Questo tema è affrontato da Pollmann & Fronemann, (2018) che trasferiscono un approccio progettuale basato sulle necessità (*Need-based Design*) (Sheldon et al., 2001) in ambito HRI, dando vita al *UXellence® Framework*. Lo scopo è progettare strategie di interazione per l'**accettabilità di robot sociali** a partire dall'integrazione di metodi di ricerca sull'utente per identificare le esigenze rilevanti già nelle prime fasi del processo di progettazione. Il *framework* è composto da dieci esigenze/bisogni psicologici dell'utente:

- **sicurezza:** necessità di una struttura, assenza di pericolo e indipendenza da circostanze esterne;
- **priorità:** identificare gli **elementi significativi**;
- **espressione di sé:** sviluppare il proprio carattere e mostrarlo agli altri;
- **correlazione:** sentirsi vicini a coloro che sono importanti;
- **popolarità**: essere popolare e apprezzato dagli altri;
- **concorrenza:** essere migliore degli altri;
- **salute fisica:** mantenere il proprio benessere;
- **competenza:** sentirsi in grado di padroneggiare le sfide, il che include l'autonomia;
- **influenza:** realizzare qualcosa nel proprio ambiente e con gli altri;
- **stimolazione:** curiosità ed esplorazione di cose nuove.

I ricercatori hanno applicato questo approccio alla progettazione di robot assistivi per anziani, allo scopo di fornirgli un'esperienza complessivamente positiva durante l'interazione con il robot. Lo studio è interessante in quanto mette a confronto i bisogni dell'utente emersi dai risultati di **metodi quantitativi** (interviste, questionari, focus group) con la **valutazione dell'atteggiamento** di quegli stessi utenti nei confronti di tre tipologie di robot attraverso esperimenti psicologici.

## 6.2 User Experience in robotica: progettare la complessità, l'autonomia e il valore aggiunto

La robotica, nell'immaginario comune, appare come un qualcosa di complesso e futuristico. Complici anche le innumerevoli speculazioni cinematografiche e letterarie, **i robot trasmettono una certa difficoltà d'uso** o paura di non comprendere le modalità di interazione (Frennert et al., 2013; Deutsch et al., 2019). La robotica, dunque, genera la stessa domanda che Norman, (2010, p. 6) si pone sulla tecnologia: "*Perché il termine tecnologia è venuto principalmente a indicare elementi che causano confusione e difficoltà? Perché tanta difficoltà con le macchine?" Il problema sta nell'interazione delle complessità delle tecnologie con le complessità della vita. Le difficoltà sorgono quando ci sono conflitti tra i principi, le esigenze e il funzionamento della tecnologia con i compiti che siamo abituati a fare e con le abitudini e gli stili del comportamento umano e dell'interazione sociale in generale"*. Le tecnologie attuali sono arrivate ad elaborare informazioni complesse e hanno generato reti di comunicazione globali che producono interazioni complesse. Quindi, seguendo le affermazioni di Norman, (2010), il compito del design è **evitare la *cattiva progettazione*** che ha come risultato una **complessità immotivata** e può generare quel disagio emotivo che si associa inevitabilmente alla **tecnologia moderna**. Ciò non significa eliminare la complessità, bensì trovare il **giusto equilibrio**, poiché gli umani stessi talvolta la ricercano, seppure in forma non eccessiva ma al livello giusto per non annoiarsi ed interessarsi a qualcosa.

La tecnologia, soprattutto nel caso di **prodotti altamente interattivi e sociali come i robot**, ha un **rapporto complesso con l'esperienza**, che può essere descritto attraverso una serie di aspetti interconnessi fra loro. Il sistema *Technology as Experience* di McCarthy & Wright, (2004) può supportare i designer durante la progettazione di robot assistivi, per visualizzare l'esperienza non come una somma di fattori (usabilità, utilità, soddisfazione, etc.), ma da un punto di vista generale, nella sua totalità. Questo *framework* può essere usato per catturare l'intera gamma di esperienze con prodotti interattivi e si basa su quattro livelli (chiamati *thread*) che compongono l'esperienza in senso olistico: ***livello sensuale*** (legato al coinvolgimento fisico, simile al *livello viscerale* identificato da Norman, 2004); ***livello emozionale*** (riguarda il modo in cui le emozioni sono interconnesse con le situazioni in cui vengono provate dalla persona); ***livello compositivo*** (riguarda la parte più narrativa dell'esperienza, il modo in cui si svolge e quale significato gli da la persona); ***livello spazio-temporale*** (lo spazio e il tempo in cui l'esperienza avviene e come questi elementi la influenzano). Tenere in mente questi livelli durante la progettazione di un robot sociale e assistivo, rappresenta un metodo efficace per progettare e analizzare la UX e l'interazione dal punto di vista delle sensazioni dell'utente, secondo una struttura equilibrata che mette in relazione gli aspetti viscerali, cerebrali ed emozionali dell'interazione. Un ulteriore contributo che il design dell'interazione può offrire alla robotica sta nell'identificazione delle **principali modalità di interazione possibili**, individuate da Preece et al., (2015): **instructing** (istruire), quando gli utenti forniscono istruzioni al sistema attraverso la digitazione di comandi, selezione di opzioni, comandi vocali, gesti, premendo pulsanti o una combinazione di questi; **conversing** (conversare), quando gli utenti dialogano con il sistema attraverso testo o voce; **manipulating** (manipolare), quando gli utenti interagiscono con oggetti fisici o virtuali manipolandoli, ad esempio, tenendoli in mano, chiudendo o posizionando qualcosa; **exploring** (esplorare), quando gli utenti si muovono all'interno di uno spazio fisico o virtuale, il che fa sì che prendano confidenza con il sistema, incluse le tecnologie dotate di sensori. Tali modalità non sono esaustive né si escludono a vicenda. Durante il processo di progettazione può essere utile descrivere le attività e le modalità di interazione nell'ambito del contesto d'uso.

In quanto agenti dotati di una certa intelligenza, i robot sociali e assistivi mettono in luce la questione della **consapevolezza**: se i robot sono chiamati ad eseguire quelle attività troppo difficili, pericolose, dispendiose o quasi impossibili per gli essi umani è importante che gli utenti siano pienamente consapevoli e possano controllare efficacemente le azioni robotiche. A tal proposito, Saffer, (2010, p. 197) afferma che: "*Il dovere di questi agenti intelligenti sarà quello di eseguire attività che sono impossibili o che richiedono troppo tempo per gli esseri umani. (…) Questi agenti monitoreranno il nostro comportamento e raccoglieranno e utilizzeranno le informazioni per noi prima che ne abbiamo bisogno. Controlleranno i nostri dispositivi, le nostre case e persino la nostra salute fisica. (…) Naturalmente, avere agenti semi-autonomi in roaming online che fanno cose di cui l'utente può essere solo vagamente consapevole è una prospettiva spaventosa. Gli utenti vorranno assicurarsi che questi agenti non stiano facendo cose sbagliate per loro conto. I designer delle interazioni che saranno coinvolti nella creazione di questi agenti dovranno anche progettare i mezzi affinché gli utenti possano supervisionare e controllare i loro agenti. Questa è una sfida progettuale che attende ancora di essere esplorata a fondo*". Quindi, i designer dell'interazione devono essere consapevoli a loro volta di due fattori durante la progettazione di un robot, ovvero **autonomia** e **interazione sociale**. L'autonomia offre al robot la possibilità di agire per conto dell'utente senza un eccessivo controllo diretto. Allo stesso modo alcuni robot sono progettati specificamente per interagire con gli esseri uma-

ni: in tal caso sono innumerevoli i fattori che entrano in gioco e che possono influenzare notevolmente il processo di progettazione, discussi ampiamente nel capitolo relativo alla *socially assistive robotics*.
È chiaro che i robot socialmente interattivi e assistivi presentano notevoli potenzialità, il che li porterà ad avere un ruolo sempre più importante nella vita di tutti i giorni, per un numero sempre maggiore di persone. In quest'ottica il ruolo e le sfide del design diventano più impegnative e stimolanti, in quanto non riguardano solo gli **aspetti estetici o pratici** (usabilità, facilità d'uso, etc.) ma si focalizzano sul **valore aggiunto a lungo termine** che queste tecnologie possono fornire alla vita delle persone. L'approccio dello Human-Centred Design (HCD) e della User Experience (UX), quindi, rappresentano fattori chiave per progettare tecnologie robotiche che garantiscano un'esperienza dell'utente positiva (Lindblom & Andreasson, 2016) nel **rispetto delle persone e delle complesse questioni etiche** di cui si è tratterà nel capitolo 8.
L'importanza crescente di una visione centrata sull'uomo e della UX in ambito Human-Robot Interaction (HRI) è dimostrata dalle svariate **tecniche di valutazione** (ad esempio, Weiss et al., 2009a; Bartneck et al., 2009, e altre di cui si tratterà in seguito) sviluppate per analizzare fattori quali l'usabilità, sicurezza, fiducia, affidabilità, etc. Tuttavia, il fatto che la HRI sia un'area di ricerca ancora giovane e in crescita, fa si che le tecniche di valutazione **non siano standardizzate** e che non esistano framework di valutazione esaustivi (Dautenhahn, 2007): capita, quindi, che alcuni elementi vengano sperimentati accuratamente mentre altri vengono tralasciati. Sebbene alcuni metodi di valutazione siano presi in prestito dall'ambito più strutturato della Human-Computer Interaction (HCI), che fornisce diversi spunti soprattutto in relazione allo HCD e alla UX, un approccio transdisciplinare (che includa anche l'area psicologica, sociologica, etc.) può contribuire notevolmente a migliorare l'impatto etico-sociale e l'efficacia dei robot sociali e assistivi. Infatti, lo sviluppo di metodi di valutazione strutturati può supportare l'identificazione di tutti quei fattori che vanno necessariamente indagati nella fase di ricerca preliminare e che costituiscono le basi su cui costruire il progetto o, in senso più ampio, la visione dell'**esperienza generale dell'utente con i robot**. Su queste basi la visione Human-Centred, in sinergia con le competenze specifiche degli altri ambiti di ricerca, può guidare la progettazione di robot che non incutano timore, preoccupazione o paura nelle persone ma che riescano invece a soddisfare i loro bisogni, le loro aspettative e necessità, facilitando lo svolgimento delle attività, migliorando la qualità della vita e favorendo la comunicazione e le interazioni sociali fra individui, nel rispetto dei bisogni emozionali, sociali dei singoli e dei gruppi di persone, delle loro credenze e valori umani. L'esperienza dell'utente, in questo caso, sarebbe progettata secondo quella che Dautenhahn et al., (2013)[1] hanno definito come la sfida cruciale per la HRI, ovvero "*sviluppare robot che facilitino l'emergere di interazioni uomo-robot che siano allo stesso tempo efficienti (secondo i requisiti originali della loro area di utilizzo prevista), ma anche accettabili per le persone e che soddisfino le esigenze sociali ed emotive dei loro singoli utenti, nel rispetto dei valori umani*".

1 Cfr. http://www.interaction-design.org/encyclopedia/human-robot_interaction.html Accessed 07/05/2020.
Si riporta la citazione in lingua originale: "*HRI is the science of studying people's behavior and attitudes towards robots in relationship to the physical, technological and interactive features of the robots, with the goal to develop robots that facilitate the emergence of human-robot interactions that are at the same time efficient (according to the original requirements of their envisaged area of use), but are also acceptable to people, and meet the social and emotional needs of their individual users as well as respecting human values*" (Dautenhahn, 2013).

### *6.2.1 Sfide e contributi della UX per la qualità della Human-Robot Interaction*

Bartneck et al., (2009) affermano che molti ingegneri o professionisti nello sviluppo di robot non hanno una conoscenza sufficiente delle metodologie finalizzate all'analisi dei vari **aspetti psico-cognitivi e relazionali** dell'uomo: ciò li porta a condurre **sperimentazioni non ben strutturate** per verificare i diversi aspetti della HRI rischiando, in alcuni casi, di non dare la giusta importanza o priorità a determinati aspetti del design del robot. Anche Alenljung & Lindblom, (2015) mettono in luce tale questione identificando **quattro tendenze nella ricerca in ambito HRI** (per robot sociali e interattivi) in relazione al ruolo e alla rilevanza della UX:

- **la UX viene usata come concetto per affermare che qualcosa è positivo** (Kim & Multu, 2014). Di conseguenza, l'esperienza dell'utente viene usata come **slogan** per evidenziare che alcuni aspetti devono essere studiati o fino a che punto una certa funzione ha un impatto positivo sull'esperienza con il robot;
- **la UX è spesso trattata in maniera superficiale e raramente i suoi aspetti più profondi sono trattati nella HRI** (Xu et al., 2012): la validità del progetto è a rischio se non si affronta quest'ultimo in tutta la sua complessità, analizzando tutte le molteplici sfaccettature della UX;
- **gli aspetti della UX sono spesso omessi in favore dello studio degli elementi relativi al robot** (Holthaus & Wachsmuth, 2014), come ad esempio la sua influenza sull'utente invece dell'interazione che si genera fra i due;
- **la valutazione della UX è di grande importanza anche se molto spesso le indagini vengono condotte dopo l'interazione effettiva**, quando il soggetto ha tempo di riflettere sulle varie attività e, quindi, può essere influenzato nel fornire le sue risposte (Johnson et al., 2014).

Su queste basi Lindblom & Andreasson, (2016) propongono una serie di sfide per la ricerca nella valutazione e nella progettazione della UX in ambito robotico, traendo molti spunti progettuali e metodologici dal campo dello HCD e della HCI:

- **challenge 1:** necessità di adottare un **processo di progettazione iterativo nella HRI**. La maggior parte degli studi, infatti, usa il processo iterativo con fini esplorativi, cioè per ottimizzare i comportamenti e le performance robotiche ma tralasciando gli aspetti più legati all'esperienza dell'utente. Un processo iterativo in ambito robotico è molto difficile non solo per i **costi elevati di prototipazione** ma anche perché, come affermano Lohse et al., (2014), i robot rappresentano un processo di ingegneria che include componenti hardware e software relativi a varie aree di ricerca come la navigazione, la percezione sociale, la modellizzazione cognitiva le abilità sociali, etc. il problema principale in tal caso è la "riusabilità", ovvero l'integrazione di strutture software fra le diverse piattaforma robotiche e ciò ostacola un processo UX iterativo. Tuttavia, gli stessi Lohse et al., (2014) propongono un *framework* per l'impiego di robot autonomi nel processo di progettazione iterativa, secondo una prospettiva human-centred;
- **challenge 2:** necessità di **incorporare obiettivi UX** per garantire un'esperienza dell'utente positiva. La UX deve essere sistematicamente progettata e valutata. Gli obiettivi della UX dovrebbero essere definiti dall'analisi dell'uso di un sistema e dovrebbero rappresentare ciò che è importante per gli utenti, inclusi elementi quali effetti desiderati, facilità d'uso, apprendibilità, accettazione, reazioni emotive, etc. Purtroppo questo processo non è molto applicato in ambito HRI per mancanza di tempo o di risorse;
- **challenge 3:** la necessità per gli sviluppatori di robot di **acquisire conoscenze sulla corretta valutazione della UX**, sia dal punto di vista pratico che teorico. Le tecniche

esistenti sono state introdotte a partire da altri ambiti, come HCI, psicologia cognitiva o fattori umani: tuttavia esse vanno adattate e modificate per adattarsi alle specificità della UX in ambito HRI. Esempi interessanti, in tal senso, sono il sistema USUS di Weiss et al., (2011) e lo studio di Young et al., (2011) che presenta un quadro di valutazione della UX da un punto di vista olistico, enfatizzandone le qualità edoniche. Mancano, però, delle linee guida concrete su cui basare la struttura delle metodologie e la loro applicazione.

Una progettazione adeguata e sistematica della UX, a partire dalle tre sfide di base di cui sopra, può sicuramente contribuire ad un'esperienza positiva e al **rispetto dei valori socio-etici** degli utenti con i robot sociali e interattivi in moltissimi ambiti applicativi, non solo in quello assistivo. Una migliore esperienza con i robot è utile ai fini della ricerca relativa alle principali sfide in HRI ma può contribuire soprattutto ad aumentare l'uso e l'efficacia di robot sia come assistenti in casa che come supporto ai caregiver in residenze sanitarie o strutture assistenziali. L'aumento dell'uso di robot implica una crescita delle possibili applicazioni di tale tecnologia al di fuori dell'ambiente accademico e della ricerca, il che si traduce in un'esplorazione di possibili applicazioni in ambienti specifici e quindi ad un **incremento di possibili contributi della ricerca** in quei contesti.

Da uno studio sul campo, Kahn & Germak, (2018) evidenziano come l'applicazione delle metodologie HCI e UX in ambito HRI possa portare vantaggi reciproci ad entrambe le discipline. Essi sostengono che la progettazione della UX può essere di supporto nel sottolineare la rilevanza della valutazione di robot sociali e interattivi e può essere utile nel fornire nuovi strumenti per indagare le problematiche relative alla HRI. Ciò li porta ad aderire alla visione di Ahmad et al., (2017) secondo cui la HRI e la robotica sociale possono essere intese come sotto-categorie della HCI che ruotano intorno alla progettazione, implementazione e valutazione di sistemi robotici, sia in ambienti controllati che in contesti reali. Questo implica una connessione del processo di progettazione iterativo della UX con il miglioramento della pratica e della conoscenza in ambito UX e HCD degli sviluppatori di robot. Per questo motivo Kahn & Germak, (2018) propongono un approccio pratico per identificare due questioni chiave per la HRI: **come creare un'esperienza dell'utente positiva in modo sistematico** (nel campo dei robot di servizio per questa ricerca specifica) e **come sottolineare le applicazioni utili per i robot sociali e interattivi in generale**, fornendo **linee guida tratte dalle *lezioni apprese*** (*lessons learned*) durante i loro casi studio. Essi applicano una metodologia pratica (combinata dai modelli di Weiss et al., 2011; Alenljung et al., 2017) per stabilire le possibili applicazioni dei robot sociali e interattivi in un determinato ambiente, progettando secondo le esigenze dell'utente. Il metodo si basa proprio su una fase preliminare di ricerca sugli utenti (customer journey map, osservazione, focus group) per poi definire i requisiti e organizzare sistematicamente un processo di progettazione. Per identificare e analizzare le funzionalità del robot nel contesto di riferimento sono stati costruiti una serie di scenari. Sulla base dei risultati ottenuti dalla ricerca preliminare, il design del robot ha previsto un'indagine accurata sui seguenti temi: **accettabilità robotica in relazione all'antropomorfismo**, ***affordance*** e corrispondenza fra l'aspetto del robot e le aspettative dell'utente, **adattabilità del robot al contesto d'uso** e **aspetti di matrice ergonomica**. Infine, la fase di validazione finalizzata all'osservazione degli aspetti di usabilità e UX è stata condotta attraverso una **combinazione di metodi qualitativi** (osservazione diretta) **e quantitativi** (questionari, ad esempio Godspeed). I risultati di questo studio supportano un'integrazione dei metodi iterativi propri della HCI e UX all'interno della HRI.

L'esistenza, seppur in numero ridotto, di studi teorici e applicativi sui vari aspetti della UX in ambito robotico mette in luce l'importanza, per gli sviluppatori di robot sociali e assistivi (sia ingegneri che designer o altre figure professionali incluse nel loro sviluppo) di essere in grado di determinare "*quali fattori o elementi che influenzano la UX sono appropriati per un determinato scopo, ovvero quali fattori dovrebbero essere evitati e quali sono necessari per migliorare la motivazione dell'utente a cooperare e interagire con il robot. Se i ricercatori non hanno preso in considerazione le dimensioni della UX e, di conseguenza, non hanno definito quali tipi di esperienze saranno generate e che tipo di sentimenti dovrebbero essere suscitati, allora l'influenza effettiva dei fattori o degli elementi che influenzano la UX rimane poco chiara. Pertanto la ricerca, compresi gli studi o le valutazioni sulla UX, dovrebbe andare oltre i sentimenti di base, ovvero oltre la semplice affermazione che la UX complessiva è più o meno positiva o negativa.*" (Anlenljung et al., 2019, p. 13). Tali considerazioni avvalorano l'ipotesi di ricerca 3[2], per cui risulta evidente la necessità di uno strumento che favorisca lo sviluppo di sistemi, *framework*, architetture metodologiche per supportare la formazione dei designer sulle variabili per l'accettabilità, per aiutarli ad orientarsi (su basi scientifiche) nel complesso ambito dell'interazione uomo-robot e guidarli in una progettazione consapevole della UX secondo un approccio HCD.

## 6.3 Design per la robotica assistiva e sociale: valori umani, reazioni emotive e potenziali benefici

Dal punto di vista dell'ergonomia/fattori umani, la Human-Robot Interaction è finalizzata allo studio di come il robot possa completare un'attività in modo accettabile e confortevole (Dautenhahn et al., 2007). Dautenhahn et al., (2006) si basano sulla constatazione che la maggior parte degli studi sulla HRI e, in particolare, sul movimento dei robot utilizzati in ambienti lavorativi o domestici, sono focalizzati sulla **sicurezza dei movimenti** stessi e dei percorsi intrapresi dai robot (all'interno di ambienti in cui coesistono con gli esseri umani). Tali studi non tengono in considerazione il **comfort umano** in relazione alla presenza di un robot. Per *comfort* si intende la pianificazione dei **percorsi del robot** in modo che questi ultimi siano **socialmente accettabili e leggibili dagli esseri umani**. Inoltre, vanno valutati gli aspetti dell'accessibilità, il campo visivo, la postura, la direzione dello sguardo, la distanza relativa al robot e i potenziali movimenti condivisi.
Soprattutto in relazione agli utenti anziani, la Human-Robot Interaction va analizzata e progettata tenendo conto dell'eterogeneità di questo gruppo di utenti: infatti, l'età può accrescere le distanze e le differenze all'interno di questa categoria, in quanto comporta anche una diversità di esperienze di vita e di condizioni di salute psico-fisica (Frennert et al., 2013). La complessità di questo target fa si che i robot non siano efficaci e soddisfacenti per tutti: i potenziali utenti potrebbero non volerli o non averne bisogno (Koskinen et al., 2011) o queste nuove tecnologie potrebbero essere sviluppate imponendo dei vincoli che, al contrario, definiscono a priori il tipo di persona che ne potrà beneficiare (Latour & Woolgar, 2013). I robot non sono neutrali ma **contengono valori** incorporati al loro interno, spesso definiti dallo sviluppatore secondo la sua personale immagine dell'utente tipo.

2 L'ipotesi di ricerca 3: La progettazione dell'accettabilità di un robot avviene in base a fattori diversi per ingegneri e designer. Sarebbe utile, per i designer, conoscere le variabili dell'accettazione e le loro inter-relazioni dal punto di vista dell'HRI, così da poter implementare il bagaglio di informazioni preliminari utili alla traduzione dell'accettabilità in un progetto tangibile.

Invece, l'interazione anziano-robot, come la più generale interazione uomo-robot, dipende dalle **percezioni** e dalle **interpretazioni delle persone sul ruolo che il robot andrà a svolgere** ed è influenzata dalle aspettative e dalle preferenze individuali che devono necessariamente essere indagate e poste al centro del processo progettuale.

Per quanto riguarda l'ambito del design e dell'ergonomia in robotica, Multu et al., (2006b) propongono una classificazione della progettazione della Human-Robot Interaction in tre dimensioni: **attributi del robot** (ad esempio, aspetto e carattere); **fattori personali dell'utente** (ad esempio, età, genere e modelli mentali dei robot); **natura del compito svolto** (ad esempio, compiti competitivi o collaborativi).
Nass et al., (1995) hanno manipolato la *personalità* di un computer per studiarne gli effetti sull'interazione uomo-computer, evidenziando come la *personalità* del computer potesse essere creata facilmente (e quindi come gli umani rispondessero socialmente ai computer indipendentemente da quanto credono che questi abbiano personalità) grazie alla tendenza che ha l'uomo ad assegnare personalità e qualità umane ad agenti non umani. Su queste basi, Goetz et al., (2003) hanno studiato l'influenza di due **diverse personalità dei robot** sul comportamento degli utenti rispetto alle istruzioni fornite dal robot per lo svolgimento di determinate attività: è emerso che l'aspetto e il carattere del robot dovrebbero essere progettati in base alla natura del compito da eseguire. Anche Broadbent et al., (2007) hanno mostrato che le **reazioni emotive delle persone**, rispetto ai robot, dipendono dal comportamento di quest'ultimo. Allo stesso modo, anche fattori estremamente soggettivi che caratterizzano l'utente, quali l'età, il genere e l'esperienza tecnologica possono influenzare moltissimo l'interazione uomo-robot (Dautenhahn et al., 2005).

Nonostante i **potenziali benefici** della robotica in ambito assistenziale e i decenni di ricerca in tale ambito, gli anziani adottano raramente i robot assistivi nella loro vita (Lee & Riek, 2018). I ricercatori nel campo della HRI hanno identificato diverse ragioni alla base del **basso tasso di adozione** di tali dispositivi:

- gli attuali robot assistivi sono **difficili da usare per le persone anziane** e, spesso, non sono adatti all'ambiente in cui sono installati (Robinson et al., 2014);
- l'hardware impedisce l'adozione dei robot assistivi perché le persone hanno **paura di apparire strane** o di distinguersi eccessivamente dagli altri a causa dell'aspetto strano delle tecnologie (Riek, 2017);
- molti anziani hanno **attitudini negative nei confronti dei robot assistivi** a causa della stigmatizzazione o di altri stereotipi simili (Lee et al., 2016).

Per risolvere tali problematiche e aumentare l'accettazione dei robot assistivi da parte degli anziani, molti studi si concentrano sulla loro inclusione all'interno dei processi di progettazione. In tal modo gli anziani possono esprimere non solo le loro opinioni sull'invecchiamento e le sue conseguenze ma anche le preferenze, le aspettative e le necessità personali nei confronti dei robot. Tuttavia, secondo Lee & Riek, (2018), questi studi seguono un modello di invecchiamento focalizzato sul deficit dell'anziano, ovvero sulle disabilità che essi possono sviluppare nel tempo e sulle relative *perdite*. Secondo i due ricercatori: "*questa inquadratura tende a limitare le possibilità di progettazione per i robot. Ad esempio, due dei tipi più dominanti di robot assistivi esistenti hanno aspetti semi-umanoidi o zoomorfi e sono destinati a ricoprire ruoli di servizio o di accompagnamento. Tuttavia ci sono una miriade di altre possibili morfologie e ruoli per i robot nella vita degli anziani che restano poco esplorati*" (Lee & Riek, 2018, p. 2). Di conseguenza, essi propongono un approccio progettuale alternativo per studiare l'invecchiamento in ambito HRI: il metodo si basa sull'analisi

di come un modello sociale di invecchiamento (tratto dalla sociologia, Anastasiou & Kauffman, 2013) e un **modello di successo dell'invecchiamento** (tratto dalla gerontologia, Jeste et al., 2013) potrebbero riflettersi sui robot assistivi per l'invecchiamento. Entrambi gli approcci, infatti, definiscono l'invecchiamento come **esperienze olistiche multidimensionali**. Sulla base di tali considerazioni, Lee & Riek, (2018) hanno condotto interviste e discussioni con utenti, confermando che gli anziani percepiscono le disabilità come un fattore importante ma non determinante dell'invecchiamento e che vorrebbero un robot assistivo che sia simpatico, attivo, che ascolti e che sia personalizzabile. I robot sociali e assistivi, quindi, non vengono concepiti come meri sistemi di supporto allo svolgimento di determinate attività: l'interazione uomo-robot, in tal caso, diventa un mezzo per riconquistare le eventuali perdite causate dall'invecchiamento e per far sì che gli anziani possano godere del livello più elevato di **qualità di vita** possibile. La HRI, in relazione alle persone anziane, in quanto ambito in costante evoluzione e oggetto di innumerevoli e complesse ricerche, può adottare approcci tradizionalmente appartenenti ad altre discipline, al fine di mettere in discussione o ridefinire quegli assunti o concezioni non sempre certe riguardo all'invecchiamento e alle percezioni che i destinatari finali hanno delle tecnologie assistive.

### *6.3.1 Design per l'interazione uomo-robot: la sfida dell'antropomorfismo*

In relazione alle principali sfide del design e dell'ergonomia/fattori umani in ambito robotico, è interessante porre l'attenzione su una delle principali sfide in HRI secondo Feil-Seifer & Mataric, (2009), ovvero l'**antropomorfismo**. Nonostante le persone tendano ad antropomorfizzare gli oggetti, inclusi i robot (Duffy, 2003), la maggior parte degli utenti rifiuta l'idea di avere **robot umanoidi** per svolgere diversi compiti propri degli esseri umani (Ray et al., 2008) e ciò è stato spiegato da Mori, (1970) con la teoria della ***uncanny valley***. Secondo lo studioso la reazione delle persone all'aspetto sempre più umano di un robot cambia rapidamente passando da empatia a rifiuto nell'esatto momento in cui l'aspetto del robot si avvicina troppo a quello di un vero essere umano, senza però duplicarlo esattamente (Figura 2). L'antropomorfismo robotico, quindi, potrebbe non portare necessariamente ad attitudini più favorevoli verso i robot da parte degli utenti.
Lo sviluppo e il progresso tecnologico, insieme alla possibilità di riprodurre più fedelmente aspetto ed espressioni umane, hanno attirato nuovamente l'interesse della comunità scientifica sulla teoria di Mori. Molti studiosi hanno avanzato ipotesi a suo sostegno, come dimostrato approfonditamente da MacDorman et al, (2009). Di recente Goudey & Bonin, (2016) hanno dimostrato che un aspetto parzialmente antropomorfo può migliorare l'accettazione dei robot da parte di persone con esperienza tecnologica mentre può ridurne l'accettazione da parte di altri. Il tema dell'antropomorfismo è molto dibattuto in ambito robotico, tanto da costituire una dimensione dell'accettabilità testata e analizzata in diverse sperimentazioni (Bartneck et al., 2007; MacDorman et al., 2008): tuttavia il tema è molto complesso, in quanto influenzato anche da elementi come il contesto d'uso, l'età, la cultura, la personalità, le attività dell'utente.

## 6.4 Etica nel design e design per l'etica in robotica

Un ***buon design*** non sta ad indicare esclusivamente la progettazione di prodotti o servizi che aiutano gli utenti a completare i loro compiti in maniera efficace, efficiente, soddisfacente e piacevole. Il processo progettuale, oltre ai requisiti relativi al contesto, agli utenti e all'analisi delle attività, dovrebbe porre l'attenzione anche sull'altra accezione del termine

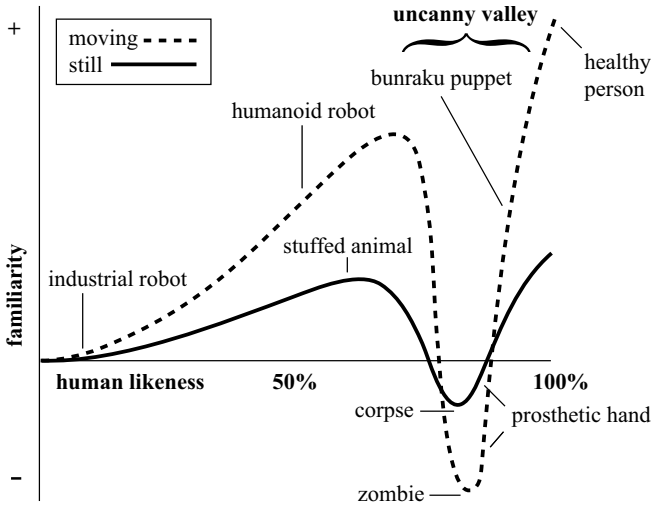



Figura 2 - La *uncanny valley* (*valle misteriosa*) di Mori, che ipotizza la relazione fra la somiglianza umana e la familiarità percepita: la familiarità aumenta con la somiglianza umana fino a raggiungere una *valle misteriosa* causata dalla sensibilità alle imperfezioni percepite in forme quasi umane. Fonte: Mori, (1970, p. 33).

*buono*: ovvero **giusto, etico, morale**. L'etica non è il modo in cui i progettisti distinguono il *buon design* dal *cattivo design* ma implica una riflessione da parte dei progettisti sulle **conseguenze legate allo sviluppo e** quindi **all'uso** da parte delle persone di un loro prodotto/servizio/sistema/ambiente. Con la diffusione dei robot sociali o assistivi, degli agenti intelligenti, di dispositivi in grado di tracciare i movimenti, lo stato di salute, le informazioni personali di ogni individuo, le questioni etiche legate al progetto diventano sempre più profonde e significative.
Saffer, (2010, p. 213) afferma che **l'etica riguarda il processo decisionale umano**, ovvero **il *perché* e il c*ome* gli umani prendono le proprie decisioni**. In sintesi, è il processo decisionale attraverso il quale le persone valutano qual è la cosa giusta da fare in determinate circostanze. "*Essere un designer richiede dei principi, perché i progettisti dell'interazione guidano le interazioni tra le persone attraverso i prodotti e i servizi che creano. Alcune persone meritano di più rispetto ad altre? Va bene rendere il prodotto buono per alcune persone, ma meno per altre? Questi sono i tipi di problemi che, consapevolmente o (di solito) inconsapevolmente, i progettisti affrontano in ogni momento e che richiedono al progettista l'applicazione di solidi principi per essere risolti.*
*I principi, per i designer dell'interazione, sono costituiti da una serie complessa di elementi, tra cui le convinzioni personali del designer, i codici etici di organizzazioni professionali come la Industrial Designers Society of America (IDSA) e gli standard governativi e sociali per la sicurezza e l'usabilità. Senza una serie di propri principi, i designer possono trovarsi ad adottare le credenze e i valori delle aziende per cui lavorano e questo può essere pericoloso. È necessario un equilibrio tra l'etica dei designer e l'etica delle organizzazioni che li assumono.*" (Saffer, 2010, p. 213).

Il rapporto fra utenti e designer si basa sull'estrema **fiducia**. Ogni volta che i primi usano prodotti o servizi progettati da un designer, si affidano a quest'ultimo confidando che abbia sfolto il proprio lavoro in maniera etica (si pensi a tutti i prodotti a cui le persone affidato dati personali, dati relativi al proprio stato di salute, conti bancari, etc.). È quindi compito dei designer assumere consapevolezza e rispettare questa fiducia.

Il teorico del design Buchanan, (2001) afferma che **progettare è determinare qual è la cosa giusta da fare considerando i vincoli dati**. Molto spesso i progettisti discutono approfonditamente di una varietà di principi, come quelli tecnici, della composizione, dell'usabilità, dell'estetica, senza però soffermarsi sui *primi* principi del design, quelli su cui il lavoro stesso del progettista si fonda, ovvero le questioni etiche e le conseguenze del progetto che possono sollevare interrogativi sullo scopo finale e sul valore stesso della professione. **Il design è fondato sulla dignità umana e sui diritti umani**: questi temi andrebbero considerati in relazione a tutti i prodotti progettati, per capire in che modo tali prodotti possono avere successo o fallire, possono sostenere o far progredire la dignità umana. "*Dovremmo considerare cosa intendiamo per dignità umana e in che modo tutti i prodotti che realizziamo hanno successo o falliscono nel sostenere e nel far progredire la dignità umana. E dovremmo riflettere attentamente sulla natura dei diritti umani - lo spettro dei diritti civili e politici, economici, sociali e culturali - e su come questi diritti sono direttamente influenzati dal nostro lavoro. Le questioni relative alla dignità umana e ai diritti umani forniscono una nuova prospettiva per esplorare i molti problemi morali ed etici che stanno alla base delle professioni progettuali*" (Buchanan, 2001, p. 37).

Nel campo della robotica assistiva per anziani o persone fragili, queste domande assumono un valore fondamentale per il progettista e le eventuali risposte positive o negative rappresentano il cardine su cui basare una progettazione centrata sull'utente. Mettendo in relazione le questioni etiche in ambito robotico discusse nel capitolo 8 (come il rischio di stigmatizzazione, della perdita di autonomia e libertà personale, di inganno emotivo o di riduzione di contatto umano) con la riflessione di Buchanan, (2001) è possibile estrapolare **l'obiettivo principale dello Human-Centred Design in relazione alla Human-Robot Interaction**: mantenere la dignità e il rispetto dei valori umani attraverso un approccio progettuale che pone al centro dell'attenzione gli utenti, i loro bisogni e le loro esigenze. Solo su queste basi lo HCD può, come afferma lo standard ISO, *innalzare l'efficacia e l'efficienza, incrementare il benessere delle persone, e la soddisfazione dell'utente, l'accessibilità e la sostenibilità. Contrastare inoltre i possibili effetti avversi dell'uso sulla salute, la sicurezza e la performance.*

Riprendendo la riflessione di Buchanan, (2001), spesso i progettisti dimenticano il significato e la piena forza delle parole *design centrato sull'uomo* in quanto affermazione fondamentale della dignità umana che **conferisce al design la responsabilità di una continua ricerca di ciò che può essere fatto per sostenere e rafforzare la dignità degli esseri umani** mentre conducono la propria vita in varie circostanze sociali, economiche, politiche e culturali.

***Progettare è fare scelte etiche, quindi il design è etico.***

**Parole chiave**

Accettabilità robotica
Variabili dell'accettabilità
Human-Computer Interaction
Relazione empatica
Valutazione olistica

# Capitolo 7
# Strategie e contributi dello Human-Centred Design per l'accettabilità in robotica

**7.1 Le dimensioni dell'accettabilità nella HRI**

**7.2 Le principali variabili per l'accettabilità di robot assistivi e sociali**
- 7.2.1 L'intenzione all'uso: le variabili dell'accettabilità secondo il modello De Graaf & Allouch
- 7.2.2 L'importanza dei fattori socio-demografici per l'acceptance in HRI

**7.3 Accettabilità robotica dal punto di vista dell'Ergonomia/Fattori Umani**
- 7.3.1 Antropomorfismo e adattabilità: elementi chiave per l'accettabilità robotica
- 7.3.2 Accettabilità dei robot assistivi: la complessa interazione caregiver-paziente-robot

**7.4 Accettabilità delle tecnologie robotiche e User Experience**
- 7.4.1 La UX in robotica come concetto poliedrico: strategie di ricerca e di valutazione dell'esperienza
- 7.4.2 Fiducia ed empatia nella HRI: le relazioni con la User Experience e l'Ergonomia per il Design

# CAPITOLO 7
# Strategie e contributi dello Human-Centred Design per l'accettabilità in robotica

Il termine *acceptance* (accettabilità) trova molteplici definizioni in letteratura, in relazione alle diverse interpretazioni che gli studiosi hanno dato al suo significato (ad esempio, Tscheligi & Bernhaupt, 2004; Wu et al., 2005). Nell'ambito dei modelli per l'accettazione (Lee et al., 2003) della tecnologia il termine sta ad indicare se un sistema o un'applicazione vengono effettivamente usati dopo una prima fase esplorativa. Più è alto il livello di accettazione, più frequentemente una tecnologia sarà utilizzata.

La robotica si presenta come una potenziale soluzione per migliorare la qualità della vita dell'anziano e dei servizi ad esso forniti, supportandone la mobilità, le possibilità di comunicazione, favorendo l'inclusione sociale e aumentando la sicurezza reale e percepita. Se, in un prossimo futuro, i robot saranno usati dalla maggior parte degli anziani o degli utenti fragili, è fondamentale che questi ultimi siano aperti a tali tecnologie assistive e che i robot siano accettati dal maggior numero possibile di utenti (Heerink et al., 2009). Tuttavia, come asserito da Forlizzi et al., (2004), molti dei prodotti tracciabili nell'ambito della letteratura sulla **robotica assistiva**, sono stati progettati tenendo poco in considerazione delle **relazioni sociali, estetiche ed emotive che gli anziani andranno ad instaurare con il prodotto**.
Gli elementi caratteristici dei futuri prodotti robotici assistivi non devono basarsi esclusivamente sulla funzionalità e sull'efficienza in relazione al completamento degli obiettivi: essi devono includere anche quelle interazioni basate sull'**attrattività**, sulla **convenienza** e sull'**assenza di stigmatizzazione**. Per tutti gli utenti ma, nello specifico, per utenti anziani e fragili, sono fondamentali elementi come l'**accessibilità**, la **facilità d'uso**, l'**affidabilità**. Una conseguenza collaterale, inoltre, è rappresentata dal naturale ampliamento delle competenze necessarie alla progettazione di robot assistenziali e, quindi, dalla necessaria collaborazione in team di molteplici figure professionali, come psicologi, sociologi, designer, etc. L'accettabilità della tecnologia, soprattutto per utenti anziani e fragili, è attualmente una questione delicata, i cui parametri di valutazione offrono moltissime sfide alla ricerca in design. Infatti, l'interazione che gli utenti instaurano con i robot assistivi e tutte le tecnologie ad essi correlate, rappresenta quel fattore che definisce l'esperienza stessa dell'invecchiamento.

La ricerca di Forlizzi et al., (2004), focalizzata su come **l'invecchiamento produca dei cambiamenti** non solo sulla routine quotidiana degli anziani ma anche sulle modalità di utilizzo, sulle attitudini e sulle percezioni nei confronti dei prodotti, è condotta attraverso la

ricerca etnografica. Tale metodo qualitativo, proprio dell'antropologia e delle scienze sociali, è stato assimilato dal design: esso prevede l'osservazione diretta delle persone nel loro contesto abituale, per rilevare e comprendere tutta una serie di comportamenti, processi, abitudini e dinamiche socio-culturali tacite, così da indagare in che modo le persone creano relazioni di significato con i prodotti. Nel loro studio Forlizzi et al., (2004) applicano il metodo dell'osservazione e dell'intervista semi-strutturata su 17 utenti anziani che vivono in residenze private nell'area di Chicago, negli Stati Uniti. L'indagine è finalizzata ad analizzare l'interazione fra utenti e su quanto i prodotti supportino o ostacolino le loro attività quotidiane. Gli utenti sono suddivisi in due gruppi: i *well elders*, di età compresa fra i 68 e i 79 anni, che non soffrono di ridotta mobilità, con piene facoltà cognitive ed in grado di aver cura della propria casa con pochissimo aiuto esterno; i *declining elders*, di età compresa fra gli 80 e i 90 anni, che sperimentano ridotta mobilità e capacità cognitive compromesse a tal punto da avere problemi nell'esecuzione di attività di manutenzione domestica. Questi ultimi, durante le interviste, hanno posto l'attenzione su come l'invecchiamento abbia modificato radicalmente il loro modo di compiere le attività quotidiane e su come i prodotti su cui facevano affidamento non fossero più utilizzabili o accessibili. I risultati dell'analisi offrono un quadro generale sulle **modalità di interazione** che si instaurano **fra anziani e nuovi prodotti tecnologici**: "*Gli anziani sono unici nei loro rapporti con i prodotti per diversi motivi. Innanzitutto, hanno generalmente meno motivi per interagire con i nuovi prodotti. La riduzione del reddito, la contrazione nello spazio fisico e la riduzione dell'interazione sociale limitano le opportunità di creare relazioni con nuovi prodotti. La mobilità ridotta o limitata crea anche meno opportunità per gli anziani di interagire con i nuovi prodotti. In secondo luogo, gli anziani possono adottare o ignorare i prodotti in base al modo in cui questi ultimi rafforzano l'identità e i valori personali, in particolare durante la transizione verso case più piccole e nuove comunità. Ad esempio, casalinghi, oggetti d'arte, mobili, vestiti e gioielli forniscono un chiaro messaggio alla comunità su chi sia un anziano e persino sullo status goduto nel corso della sua vita. In terzo luogo, a volte i prodotti progettati specificamente per gli anziani (in particolare i prodotti per l'assistenza) sono stigmatizzanti e umilianti. Questi prodotti, spesso, non vengono affatto utilizzati o sono modificati per servire usi marginali. Ciò può creare un divario tra anziano e ambiente, talvolta provocando pericolo e isolamento*" (Forlizzi et al., 2004 p. 38)[1]. Infine, la ricerca etnografica consente di rispondere a quelle domande, le cui risposte aiutano a costruire un quadro sociologico interessante per la ricerca in design ed il relativo sviluppo di prodotti per gli utenti in questione: *perché gli anziani vogliono i prodotti? In che modo gli anziani usano i prodotti? In che modo i prodotti supportano i valori importanti per la popolazione anziana?* Gli anziani, dunque, desiderano prodotti che appaghino i loro **desideri estetici**, utilizzano prodotti che supportano le loro **esigenze funzionali** ma soprattutto, quelli che rispettano i **valori di identità personale**,

1 Si riporta la citazione in lingua originale: "*Elders are unique in their relationships with products for several reasons. First, elders generally have fewer reasons to make relations with new products as they age. Reduction in income, contraction in physical space, and reduction of social interaction limit opportunities to define relations with new products. Reduced or limited mobility also creates fewer opportunities for elders to interact with new products. Second, elders may adopt or ignore products based on how they reinforce personal identity and values, particularly during the transition to smaller homes and new communities. For example, housewares, art objects, furniture, clothes, and jewelry provide a clear message to the community about who an elder is and even the status enjoyed in adult life. Third, sometimes products designed specifically for elders (particularly assistive products) are stigmatizing and demeaning. These products are often not used at all or are modified to serve marginal uses. Product breakdowns like these create a gap between elder and environment, sometimes resulting in danger, isolation, and eventually institutionalization*" (Forlizzi et al., 2004 p. 38).

**dignità** e **indipendenza**. Utilizzano i prodotti tecnologici soprattutto per compiere una serie di attività quotidiane ma anche per rimanere in contatto con familiari e amici. Ne deriva che "*se gli anziani riuscissero a capire in che modo i prodotti assistivi possono aiutarli a rimanere indipendenti, è probabile che prendano in considerazione l'uso di apparecchi acustici, protesi dentarie, deambulatori e sedie a rotelle. Senza la comprensione di ciò, c'è una resistenza nell'acquisto e utilizzo di tecnologie assistive*" (Forlizzi et al., 2004, p. 38).

Infine, secondo Forlizzi et al., (2004) i prodotti robotici dovrebbero essere progettati come parte di un **sistema più ampio di prodotti e ambienti a supporto degli anziani** e, soprattutto, tenendo conto delle loro implicazioni socio-culturali, oltre che dei fattori funzionali e di forme estetiche familiari. È fondamentale che l'interazione uomo-robot, nel caso di utenti anziani, sia sempre focalizzata sui valori della dignità e dell'indipendenza: i robot e, in generale, le tecnologie assistive, riescono a non sminuire l'indipendenza degli anziani se, ad esempio, consentono a questi ultimi di avviare la maggior parte delle interazioni con il sistema-prodotto e se agevolano un utilizzo **flessibile e accessibile**. Inoltre, le tecnologie robotiche dovrebbero essere adattive: i progettisti devono tener conto della grande varietà di valori ed esigenze degli utenti di riferimento che cambiano nel tempo; i prodotti, dunque, dovrebbero fornire supporto per le necessità attuali ma anche soluzioni adatte ai cambiamenti futuri, facendo si che le proprie forme e funzioni si estendano, amplino e mutino nel tempo.

L'accettabilità robotica, oltre all'aspetto ***ecologico***, presenta molteplici sfaccettature che contribuiscono a rendere questo tema complesso e profondamente vario. L'interazione uomo-robot, infatti, non avviene al di fuori della società ma, anzi, si integra all'interno della stessa e può sia determinare che essere influenzata dalle svariate relazioni ed interconnessioni presenti all'interno di una specifica comunità. A tal proposito, Salvini et al., (2010) sostengono che l'accettabilità dipenda dall'**accettazione sociale del robot** da parte di altri, da questioni legali e da problemi socio-etici. La relazione fra individuo e robot sociale assistivo è quindi influenzata notevolmente dagli atteggiamenti delle altre persone nei confronti di quello stesso robot. L'importanza delle influenze sociali per l'efficacia dei robot assistivi rende necessaria l'analisi dei bisogni e delle necessità dei diretti destinatari dei servizi offerti ma anche di tutte quelle persone che gravitano intorno a tale rapporto. Infatti, è importante che tutte le parti interessate comprendano i **potenziali benefici** e vantaggi dei robot per poterli accettare (Bemelmans et al., 2012). Un fattore determinante per le relazioni umane e sociali è rappresentato dall'**ambiente**: analogamente questo può svolgere un ruolo importante nel favorire o sfavorire l'accettazione di un determinato robot. A tal proposito, Kidd et al., (2006) affermano che un contesto socio-materiale che sia di supporto è importante per l'accettazione di un robot in ambito sanitario.

## 7.1 Le dimensioni dell'accettabilità nella HRI

I fattori che influenzano l'accettazione della tecnologia, come si evince dagli innumerevoli modelli di valutazione quantitativa esistenti (ad esempio TAM, UTAUT e tutte le loro varianti - vedi capitolo 9), sono moltissimi. È risaputo, inoltre, che le prime emozioni e atteggiamenti positivi delle persone nei confronti dei robot possono influenzare notevolmente l'interazione e l'esperienza con gli stessi (Broadbent et al., 2010) e che le percezioni nei confronti dei robot sono utili al fine di prevederne l'accettazione (Heerink et al., 2010; Stafford et al., 2010). I modelli di accettazione della tecnologia sono stati originariamente sviluppati nell'ambito

della Human-Computer Interaction e, nella maggior parte dei casi, utilizzati per la valutazione di un'interfaccia digitale o di nuove tecnologie in ambito lavorativo e industriale. Molti studiosi, però, hanno lavorato alacremente per convertire i costrutti e l'**affidabilità** di questi metodi nell'ambito della HRI (un esempio notevole è rappresentato dall'Almere TAM sviluppato da Heerink et al., 2010 per l'ambito robotico). Tra i fattori predittivi dell'accettazione, presenti nel TAM ma analizzati anche in ambito robotico (Ezer et al., 2009; Smarr et al., 2011; Beer et al., 2017), vi sono la **facilità d'uso percepita** (Perceived Ease Of Use - PEOU) e l'**utilità percepita** (Perceived Usefulness - PU). Inoltre, la PU e la PEOU sono state confermate come variabili predittive dell'accettazione anche nello studio condotto da Ezer et al., (2009). Oltre che dai costrutti legati all'usabilità, l'accettabilità in ambito robotico è influenzata da aspetti relazionali e sociali. Ciò implica la valutazione del livello in cui un utente si trova a proprio agio nel relazionarsi (ad esempio, conversare o interagire) con un robot e quanto ritenga credibili le sue **abilità sociali**. Tale credibilità è data da elementi quali l'**espressione** (Leite, 2007), la **percezione delle emozioni** da parte del robot (Breazeal & Aryananda, 2002) e il comportamento dell'utente durante l'interazione con il robot.
Nello specifico, la ricerca di Beer et al. (2017), evidenzia come **attitudine**, utilità percepita, facilità d'uso, **divertimento** e **influenza sociale** siano fattori determinanti per l'intenzione d'uso (ITU) e, quindi, per l'accettabilità dei robot. Questi fattori, inoltre, possono variare notevolmente in seguito all'interazione diretta con un robot assistivo: vedere un robot, assistere all'esecuzione di svariati compiti ed attività può aiutare gli anziani ad elaborare uno scenario in cui, nella propria abitazione, sono assistiti e supportati da piattaforme robotiche e, inoltre, può aumentare la facilità d'uso percepita. Inoltre, da questa e da ricerche precedenti (Smarr et al., 2014) è emersa l'importanza delle percezioni sull'affidabilità per l'accettazione: gli anziani hanno espresso tolleranza e ritenuto accettabile che un robot commettesse errori durante l'apprendimento, in quanto riconoscevano questo processo come simile a quello di un essere umano. La tolleranza persiste finché il robot non viene percepito come inefficiente, quindi non in grado di svolgere un determinato compito. Ciò suggerisce che esista un interessante compromesso fra errori del robot ed efficienza, ovvero una **soglia di tolleranza** più o meno ampia da parte degli utenti anziani.
L'**esperienza tecnologica** precedente e, nello specifico, l'esperienza con i robot, può influenzare molto l'accettazione, sia per quanto riguarda gli anziani ma anche nel caso di utenti più giovani.

In sintesi, è possibile affermare che la ricerca sull'accettabilità dei robot o *social agents* può essere divisa in due macro-sezioni: **accettazione funzionale**, quindi in termini di **utilità e facilità d'uso** (Forlizzi et al., 2004; Pineau et al., 2003; De Ruyter et al., 2005; Looije et al., 2006) e **accettazione sociale**, che include l'**espressività**, le **capacità comunicative**, l'**antropomorfizzazione** e la **relazione emotiva** che si instaura fra individuo e robot/interfaccia (Forlizzi, 2005; Wada & Shibata, 2007; Bickmore et al., 2005). In relazione alla seconda area di ricerca, è importante introdurre il concetto di **abilità sociale *percepita***: in fase di programmazione vengono fornite al robot alcune capacità sociali che, però, durante l'interazione reale con l'uomo possono non essere interpretate come abilità sociali e, viceversa, alcuni comportamenti del robot in ambiente reale potrebbero essere intesi dall'uomo come elementi propri di un atteggiamento sociale. Inoltre, nell'interazione uomo-uomo le competenze sociali molto sofisticate e una valutazione sociale positiva portano ad una buona considerazione dello stato sociale di un individuo e alla sua accettazione in società (Evans, 1992; Haslett, 1990).

Secondo Heerink, (2010) è ipotizzabile che l'accettabilità in ambito HRI possa funzionare in maniera simile e, quindi, dipendere dalle abilità sociali percepite del robot. Già Breazeal, (2003b) ha indagato a fondo questo tema, analizzando l'effetto positivo che le **abilità conversazionali** del robot hanno sulla sua interazione con l'uomo. Per quanto riguarda l'interazione con gli anziani, Forlizzi, (2005) ritiene fondamentale il ruolo della socialità dei robot per la loro accettazione e ciò è stato ampiamente dimostrato dagli esperimenti di Wada e Shibata su Paro, in cui addirittura le abilità sociali e comunicative (anche in termini emotivi) hanno fatto sì che la foca-peluche fosse considerata più facile da usare *a priori*, e quindi accettata dalle persone, sia sane che con disabilità cognitive, sia in ambito domestico che in strutture assistenziali. Per validare l'ipotesi di Heerink, (2010) è necessario affidarsi alla **psicologia sociale** e utilizzare uno strumento di valutazione delle abilità sociali per poi riportare queste ultime in ambito HRI. Il più noto è il Social Skills Rating System (SSRS), sviluppato nel 1990 per valutare le abilità sociali di bambini e di giovani studenti, poi ampliato e migliorato dagli stessi autori (Gresham et al., 2011) nel Social Skills Improvement System - Rating Scales (SSIS - RS). Il sistema identifica le abilità sociali più importanti: **comunicazione**, **cooperazione**, **asserzione** (proattività), **responsabilità**, **empatia**, **impegno**, **autocontrollo**. Molte di queste abilità sono riscontrabili anche nella letteratura relativa all'interazione uomo-robot: Breazeal, (2000; 2003b) ha studiato i temi della cooperazione, intesa come collaborazione fluida e capacità di adattamento del robot alle necessità mutevoli della persona, e dell'empatia, intesa come la capacità del robot di riconoscere le situazioni e le esperienze positive o negative dell'umano nonostante non possa realmente *sentire*. Il tema dell'**empatia** è molto evidente anche nelle sperimentazioni condotte su Paro (Shibata et al., 1996) o sull'orsacchiotto robotico The Huggable (Jeong et al., 2015; Stiehl et al., 2006). De Ruyter et al., (2005) hanno analizzato il tema dell'**autocontrollo** e della **responsabilità**, intese come capacità del robot di assumere consapevolezza dei propri successi o fallimenti e che in caso di errori sia in grado di scusarsi: questo tema può influenzare la fiducia e l'affidabilità del robot agli occhi dell'individuo. I temi della comunicazione e della pro-attività sono altrettanto cruciali per la HRI: la **comunicazione** è alla base di qualsiasi relazione, anche fra uomo-uomo e deve essere appropriata alle esigenze degli utenti. Analogamente, la pro-attività del robot dipende da tipologia di utenti, contesti e attività: in misura eccessiva o messa in atto fuori luogo essa potrebbe generare ansia, come dimostrato dagli studi di Nomura et al., (2006).

Un approccio interessante all'analisi dell'accettazione dei sistemi robotici da parte degli anziani è stato presentato da Neunast et al., (2010) e sviluppato nell'ambito del progetto SEN-TAF (Technology-Acceptance by the Elderly to Increase Independence). Il progetto mira a formulare raccomandazioni preliminari sulle caratteristiche che i sistemi robotici a supporto degli anziani dovrebbero avere per essere accettati: l'obiettivo è stato raggiunto attraverso la formulazione di **scenari applicativi** per i robot, visualizzati attraverso animazioni e simulazioni per verificare il modello di accettazione definito in via preliminare. Contemporaneamente, l'accettazione viene valutata sulla base di altri fattori quali l'aspetto, le modalità di interazione, etc. Il fulcro dell'approccio sta nell'indagare di tutti quei fattori favorevoli all'accettazione durante lo sviluppo della tecnologia, prima che questa sia effettivamente sviluppata e messa sul mercato. In seguito ad un questionario e all'identificazione di scenari applicativi per i robot assistivi, i ricercatori hanno strutturato un **modello di accettabilità** basato sui seguenti costrutti:

- **functionality** (funzionalità): tutte le caratteristiche di tipo tecnico e legate alle attività da eseguire;

- **dependability** (affidabilità): affidabilità percepita del sistema ovvero precisione, velocità, etc.;
- **learability** (apprendimento): la facilità con cui l'utente si aspetta di apprendere l'uso corretto ed efficiente del sistema. Questo costrutto è influenzato dal livello di esperienza, dal contesto, dalla complessità dell'interazione e da fattori interni all'utente;
- **usability** (usabilità): dipende dall'interfaccia, dalla compatibilità con altri sistemi, dalla qualità dell'uso del sistema in sé, etc.

Sebbene il metodo sia stato testato su una quantità troppo piccola di partecipanti per essere validato, includendo solo il robot zoomorfo AIBO, l'approccio è interessante in quanto evidenzia la necessità di metodi standardizzati che consentano ai progettisti e agli sviluppatori di valutare l'accettazione dei robot assistivi e sociali nelle fasi preliminari del progetto e non solo in seguito alla realizzazione dei prototipi o dei prodotti ingegnerizzati.

## 7.2 Le principali variabili per l'accettabilità di robot assistivi e sociali

Analizzando le contemporanee teorie comportamentali, fra cui ad esempio la Teoria dell'Azione Ragionata (Ajzen and Fishbein, 1975) la Teoria del Comportamento Pianificato (Ajzen, 1991), si evince che il fattore dell'**intenzione** è un buon predittore dei comportamenti umani. L'intenzione, ovvero l'intenzione ad eseguire un comportamento, è definita da tre variabili fondamentali:

1. le **conseguenze del comportamento**, che possono essere positive o negative;
2. l'**approvazione del comportamento** da parte di altri individui o gruppi sociali;
3. i **fattori che possono facilitare o ostacolare** l'esecuzione del comportamento.

Secondo De Graaf & Allouch, (2015) queste variabili possono essere traslate nell'ambito della HRI e, nello specifico, applicate al campo dell'accettazione dei robot sociali. Le variabili proprie dell'intenzione, in ambito robotico, corrispondono rispettivamente a:

1. user's evaluation/attitudinal beliefs: la valutazione e l'attitudine dell'utente relativa all'uso di un robot;
2. social normative beliefs: le convinzioni normative sociali che l'utente detiene sull'uso di un robot;
3. contextual factors: i fattori contestuali che svolgono un ruolo durante l'uso di un robot.

### *7.2.1 L'intenzione all'uso: le variabili dell'accettabilità secondo il modello De Graaf & Allouch*

**1. Credenze attitudinali (*attitudinal beliefs*):**

Le credenze attitudinali comprendono la **valutazione favorevole o sfavorevole di uno specifico comportamento** da parte dell'utente. Tale variabile è stata analizzata sia nelle prime teorie comportamentali (Ajzen & Fishbein, 1975) che nelle più recenti teorie e metodologie per la valutazione dell'accettabilità delle tecnologie (Hassenzahl & Tractinsky, 2006). Le credenze attitudinali, in ambito tecnologico e robotico, sono composte sia da aspetti edonici che utilitaristici: entrambi concorrono alla definizione della motivazione che spinge l'utente a svolgere una determinata attività, quindi ad usare un prodotto, ed entrambi influenzano la User Experience.

Per quanto riguarda i **fattori utilitaristici** (*utilitarian attitudes*), le principali variabili sono state identificate dal TAM (Davis, 1989) come utilità percepita (**PU** - *Perceived Useful-*

*ness*) e facilità d'uso percepita (**PEOU** – *Perceived Easy Of Use*). Queste sono predittrici dell'intenzione all'uso (**BI** - *Behavioral Intention to Use*) come dimostrato da Lee et al., (2003). Inoltre, la facilità d'uso percepita (**PEOU** – *Perceived Easy Of Use*) influenza l'utilità percepita (**PU** - Perceived Usefulness), l'atteggiamento d'uso (**ATT** - *Attitude Toward Use*), l'intenzione d'uso (*Intention to Use*) e l'uso effettivo (**Use**), (Heerink et al., 2010). Ciò significa che il robot, oltre ad essere facile da usare, deve essere all'altezza della funzionalità prevista, quindi deve agire in maniera appropriata relativamente al contesto e alle abilità che *promette* di avere. Secondo Broadbent et al., (2009) l'adattabilità percepita (**PA** - *Perceived Adaptiveness*) - ovvero la capacità del robot di adattarsi alle esigenze mutevoli dell'utente - influenza le variabili sopra elencate (intenzione e atteggiamento verso l'uso) e il godimento (**ENJ** - *Enjoyment*). Un'ulteriore variabile che influenza l'accettabilità è l'intelligenza del robot, ovvero la valutazione effettuata dall'utente del livello di intelligenza del robot (Bartneck et al., 2009).

Per quanto riguarda i **fattori edonici** (*hedonic attitudes*), le variabili che più influenzano l'accettabilità sono il divertimento (**ENJ -** *Enjoyment*), ovvero il sentimento di piacere associato all'uso del robot (Heerink et al., 2010), e l'attrattiva (**ATR** - *Attractiveness*), ovvero la valutazione positiva dell'aspetto fisico del robot (Lee et al., 2003). Ulteriori variabili sono l'antropomorfismo (**ANTR** - *Antropomorphism*), ovvero la tendenza dell'uomo ad attribuire credenze e comportamenti umani agli oggetti (Duffy, 2003), il **realismo** (Realism), ovvero il livello in cui gli utenti credono che il robot si comporti realisticamente (Bartneck et al., 2009), la **socievolezza** (Sociability), ovvero la convinzione degli utenti che il robot possieda le capacità sociali, emotive e cognitive necessarie per essere *socialmente adatto* (Breazeal, 2003a) e la **compagnia** (Companion), ovvero la possibilità che l'utente instauri una relazione con il robot (Dautenhahn et al., 2005).

**2. Convinzioni normative sociali (*social normative beliefs*)**
Le convinzioni sociali includono sia la disposizione che una persona ha nei confronti dei robot (*personal norms*) sia quell'insieme di credenze, atteggiamenti e comportamenti propri di un gruppo di individui (*social norms*).
L'accettabilità dei robot è influenzata dall'**immagine sociale** di questi ultimi (Rogers, 2010) che può avere un effetto positivo o negativo anche sull'utilità, la facilità d'uso, l'attitudine e l'intenzione all'uso. In generale i cinque attributi della tecnologia identificati da Rogers, (2010) nel suo "Diffusion of Innovations", ovvero vantaggio relativo, complessità, compatibilità, possibilità di prova, osservabilità, possono influenzare l'accettazione.

**3. Fattori contestuali (*contextual factors*)**
Tra i fattori esterni che influenzano l'accettazione della tecnologia vi sono le **credenze di controllo** (*control beliefs*), ovvero la convinzione di un individuo relativa alla presenza di fattori che possono facilitare o ostacolare l'esecuzione di un comportamento (Ajzen, 1991). Per quanto riguarda l'accettazione in ambito robotico vi sono tre variabili principali delle credenze di controllo: il **controllo comportamentale percepito** (**PCB** - *Perceived Behavioral Control*), che influenza la facilità d'uso, l'intenzione d'uso e l'uso effettivo (Venkatesh, 2000); l'**ansia nei confronti del robot** (**ANX** - *Anxiety towards robots*), che influenza la facilità d'uso percepita (Nomura et al., 2008); le **esperienze relative ai robot** (*Related Experiences*), sia dirette attraverso interazioni fisiche sia indirette, tramite media, articoli e altre fonti, che possono influenzare l'intenzione d'uso e l'uso effettivo (Bartneck et al., 2006).

### *7.2.2 L'importanza dei fattori socio-demografici per l'acceptance in HRI*

L'utente, con le sue necessità, aspettative, abilità psico-fisiche e background socio-culturale ha un ruolo fondamentale sull'accettabilità dei sistemi robotici. Tutte le sue caratteristiche (che non includono gli aspetti legati al giudizio individuale) diventano **elementi moderatori** che modificano l'influenza e l'interdipendenza fra i diversi costrutti analizzati. Secondo l'UTAUT gli elementi moderatori sono l'**età**, il **genere** e l'**esperienza** con la tecnologia. Altri fattori, identificati da Sun & Zhang, (2006b) sono: **volontarietà**, compiti e **condizioni facilitanti** (fattori organizzativi); obiettivi, **abilità sociali** e **adattabilità** (fattori inerenti alla tecnologia); **capacità cognitive**, **background culturale**, età, genere, **atteggiamento affettivo**, esperienza, **condizioni fisiche** (fattori individuali). Broadbent et al., (2009) e Scopelliti et al., (2005) hanno mostrato che gli anziani, rispetto a persone più giovani, tendono ad antropomorfizzare di più, ad essere più influenzati dalle opinioni sociali e ad avere più emozioni negative verso i robot. Van Dijk, (2006) ha dimostrato che il livello di accettazione delle persone anziane e la **motivazione** ad usare dispositivi tecnologici aumenta quando le persone scoprono gli effettivi benefici e l'utilità delle loro funzioni. Il livello di istruzione e/o di esperienza con la tecnologia influenzano l'accesso e l'accettazione delle nuove tecnologie (Czaja et al., 2006). Infatti, un livello di istruzione più alto e una maggior esperienza tecnologica fanno sì che le persone possano avere più **familiarità** e fare più affidamento sulle esperienze passate, dimostrandosi più aperti nell'accettare di usare un robot (Sun & Zhang, 2006b). Anche Kuo et al., (2009) hanno esplorato l'influenza dell'età e del genere sull'accettazione dei robot assistivi. Nello specifico, è stato testato Charles, un robot sociale destinato all'ambito sanitario e in grado di misurare la pressione arteriosa. Dal confronto delle attitudini e reazioni degli utenti prima e dopo l'interazione con il robot, è emerso che vi è una scarsa differenza in base all'età (il primo gruppo di partecipanti era fra i 40 e i 60 anni, il secondo gruppo aveva più di 65 anni) ma vi è un'influenza significativa del genere: gli uomini hanno un atteggiamento più positivo nei confronti del robot rispetto alle donne.
Un'esperienza maggiore di interfacce e avatar digitali può influire molto sull'accettazione in quanto gli utenti hanno maggiori probabilità di riconoscere **atteggiamenti umani** nei robot (Katz et al., 2015). Ne consegue che i fattori socio-demografici possono influenzare le seguenti variabili determinanti dell'accettazione:

- ***attitude towards use*** (l'attitudine, in robotica, è la valutazione positiva o negativa dell'uso del robot da parte dell'utente);
- ***use intention*** (l'intenzione di utilizzo, in robotica, è la disponibilità dell'utente a usare il robot);
- ***actual use*** (l'uso effettivo è determinato dalle due variabili precedenti).

Tuttavia, l'influenza dei fattori socio-demografici è piuttosto complessa, in quanto molti di questi elementi sono interconnessi. Inoltre, il background individuale, l'educazione e le esperienze con le tecnologie dei futuri anziani saranno diversi: "*Oggi le persone acquisiscono conoscenze tecnologiche più profonde e hanno imparato a utilizzare dispositivi tecnici per tutta la vita. Pertanto, il punto di vista degli anziani nel 2030, ad esempio, sarà certamente diverso da quello degli anziani di ora. Il modo in cui le persone percepiscono i robot è anche soggetto a fattori psicologici, che riguardano anche elementi sociodemografici*" (Flandorfer, 2012, p. 3). In una recente revisione della letteratura, Flandorfer, (2012) identifica le principali **variabili socio-demografiche** analizzate negli studi sull'accettazione dei robot assistivi. Esse sono:

- **età:** secondo le sperimentazioni di Giuliani et al., (2005) e Mc Creadie & Tinker, (2005) l'età può influenzare le **strategie di risoluzione dei problemi** in relazione all'uso dei

dispositivi tecnologici. Le probabilità di arrendersi di fronte ad un problema aumentano con l'avanzare dell'età e quindi è probabile che gli anziani abbiano più difficoltà dei giovani nell'approcciarsi a nuove tecnologie. Secondo gli studi di Scopelliti et al., (2005) le persone anziane sono più **diffidenti** nei confronti delle nuove tecnologie e le ritengono troppo complicate, il che genera una **risposta emotiva più negativa** nei confronti dei robot rispetto ai giovani;

- **genere:** dagli studi di Scopelliti et al., (2005) emerge che le donne sono più scettiche e hanno più paura di dipendere dalle tecnologie assistive rispetto agli uomini. Un atteggiamento più positivo degli uomini nei confronti dei robot assistivi è stato dimostrato anche da Bemelmans et al., (2010) e da Kuo et al., (2009). Tuttavia Gaul et al., (2010) hanno dimostrato che, nel caso di robot che monitorano i parametri fisiologici, le donne sono più propense all'uso in quanto più coscienziose e attente rispetto al monitoraggio della propria salute;
- **istruzione e esperienza tecnologica:** Heerink, (2011) ha analizzato come un livello di istruzione più alto corrisponda ad una maggior **facilità d'uso percepita** delle tecnologie assistive. Anche Sorri & Leinonen, (2008) hanno scoperto che anziani con maggiore esperienza tecnologica sono più propensi ad usare robot assistivi;
- **status familiare:** Cortellessa et al., (2008) hanno mostrato che gli anziani che vivono con il proprio partner trovano utili i robot assistivi per i promemoria legati alla salute o alle attività quotidiane più di coloro che vivono da soli. Anche Sorri & Leinonen, (2008) hanno dimostrato che i coniugi in salute hanno più probabilità di accettare la tecnologia assistiva all'interno della propria abitazione;
- **background culturale:** la nazionalità può influenzare l'accettabilità dei robot assistivi come dimostrato da Cortellessa et al., (2008) e da MacDorman et al., (2008).

Sulla base di questo contesto teorico, lo studio di De Graaf & Allouch, (2015) hanno evidenziato quali sono le variabili che più influenzano l'accettazione della tecnologia e, quindi, dei robot sociali. La validazione del modello proposto (Figura 1) è stato condotto con il robot NAO, della Aldebaran Robotics, su 60 partecipanti. Dalla ricerca sono emersi i fattori che influenzano maggiormente le variabili principali, evidenziati in Tabella 1.

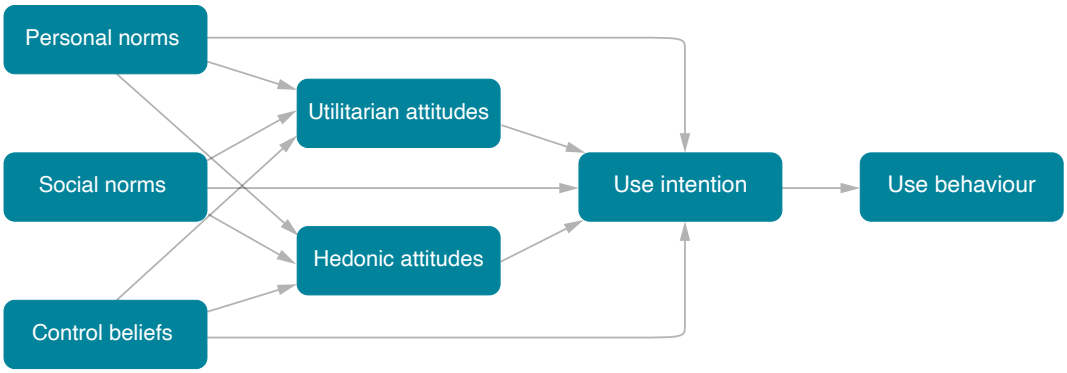



Figura 1 - User acceptance model: le inter-relazioni fra variabili dell'accettazione validate totalmente e parzialmente nel corso delle sperimentazioni. Rielaborato da De Graaf & Allouch, (2015, p. 220).

| Variabili dipendenti | Variabili predittive |
|---|---|
| **Actual use** | Enjoyment, use intention, usefulness, companionship, social influence, attitude towards robots, robot related experienced, perceived behavioral control, attitude towards robots, gender. |
| **Use intention** | Use attitude, adaptability, usefulness, ease of use, enjoyment, anthropomorphism, companionship, social influence, robot related experiences, perceived behavioral control, attitude towards robots, personal innovativeness, age, and gender. |
| **Use attitude** | Usefulness, ease of use, adaptability, enjoyment, anthropomorphism, sociability, social influence, anxiety towards robots. |
| **Usefulness** | Ease of use, adaptability, enjoyment, attractiveness, anthropomorphism, sociability, social influence, image, robot related experiences, gender. |
| **Ease of use** | Enjoyment, attractiveness, sociability, social influence, robot related experiences, perceived behavioral control, anxiety towards robots, personal innovativeness. |
| **Adaptability** | Realism, sociability. |
| **Intelligence** | Realism. |
| **Enjoyment** | Adaptability, attractiveness, anthropomorphism, sociability, anxiety towards robots, age, nationality. |
| **Attractiveness** | Anthropomorphism. |
| **Anthropomorphism** | Sociability, perceived behavioral control, age, gender, nationality. |
| **Realism** | Intelligence, anthropomorphism. |
| **Sociability** | Intelligence, realism, nationality. |
| **Companionship** | Anthropomorphism, realism, gender. |
| **Social influence** | Anthropomorphism, age. |
| **Image** | Social influence. |
| **Perceived Behavioral Control** | Enjoyment, robot related experiences, anxiety towards robots, nationality. |
| **Anxiety Towards Robots** | Enjoyment, robot related experiences, attitude towards robots, age, gender. |
| **Robot related experiences** | Nationality. |
| **Attitude towards robot** | Anthropomorphism, robot related experiences, age, gender, nationality. |

Tabella 1 - Le variabili indipendenti che, sulla base della letteratura scientifica, possono determinare l'utilizzo e l'accettazione dei *social robots* e che influenzando le variabili dipendenti. Rielaborato da De Graaf & Allouch, (2013, pp. 1481-1483; 2015, p. 197).

## 7.3 Accettabilità delle tecnologie robotiche dal punto di vista dell'Ergonomia/ Fattori Umani

L'accettazione della tecnologia da parte dell'utente è definita da Dillon, (2001, p. 1105)[2] come "*la volontà dimostrabile all'interno di un gruppo di utenti di impiegare la tecnologia per supportare lo svolgimento dei compiti per i quali è stata progettata*".
In letteratura sono presenti molteplici studi relativi all'accettabilità delle nuove tecnologie robotiche assistenziali, con differenti metodologie di valutazione della stessa, in relazione alla disciplina scientifica di riferimento. Nell'ambito dei fattori umani, lo studio progettuale è finalizzato a **minimizzare la resistenza alle tecnologie** e questo tema si è diffuso moltissimo in ambito ergonomico, ampliando elementi tradizionali, quali usabilità o abilità all'uso, fino a coprire fattori come l'accettabilità e la volontà all'uso (Dillon, 2001). Quindi, l'interesse si è spostato dallo studio degli **usi non intenzionali** o non appropriati del prodotto all'analisi di quei **fattori che influenzano l'adozione di tecnologie** da parte di utenti che hanno un certo margine di scelta. La ricerca nell'ambito dei fattori umani, attraverso lo sviluppo e la sperimentazione di modelli attraverso cui testare gli elementi che plasmano l'accettazione, cerca di direzionare il processo di progettazione e implementazione dei prodotti così da ridurre al minimo il rischio di resistenza o rifiuto da parte degli utenti (Dillon, 2001).

A partire dagli anni Novanta dello scorso secolo, gli studiosi hanno teorizzato l'accettazione della tecnologia, affrontando tale questione prima dal punto di vista degli **attributi percepiti delle innovazioni** (Rogers, 1995), poi attraverso la valutazione dell'usabilità nella **Human-Computer Interaction** (ad esempio, Nielsen, 1993) fino a giungere ad un collegamento diretto fra **usabilità e accettabilità** con Shackel, (1991).
Rogers definisce l'innovazione come "*un'idea, una pratica o un oggetto che viene percepito come nuovo da un individuo o da un'altra unità di adozione*" (Rogers, 1983, p. 14). Secondo i suoi studi (Rogers, 2010), sono cinque le caratteristiche delle innovazioni, così come percepite dagli utenti, che aiutano a determinare la loro accettazione:

- **vantaggio relativo** (*relative advantage*): l'innovazione viene percepita come migliore delle altre disponibili. Il vantaggio è misurato in termini economici, di prestigio sociale, di convenienza e di soddisfazione;
- **compatibilità** (*compatibility*): l'innovazione viene percepita come coerente con i valori sociali e le norme degli utenti di riferimento;
- **complessità** (*complexity*): l'innovazione viene percepita come facile da capire e da usare;
- **sperimentabilità** (*trialability*): la possibilità di provare una tecnologia prima di impegnarsi ad utilizzarla;
- **osservabilità** (*observability*): la misura in cui i vantaggi di un'innovazione sono chiaramente visibili.

Un'innovazione che offre vantaggi relativi, alta compatibilità con le pratiche esistenti, bassa complessità di comprensione e utilizzo, possibilità di essere provata preliminarmente e chiari vantaggi rispetto alle altre disponibili, sarà adottata più rapidamente e si diffonderà più velocemente. L'importanza di fattori quali la *complexity* e la *triability*, si evince dagli

2 Si riporta la citazione in lingua originale: "*User acceptance can be defined as the demonstrable willingness within a user group to employ information technology for the tasks it is designed to support*" (Dillon, 2001, p. 1105).

innumerevoli studi riscontrabili in letteratura scientifica sull'usabilità e sui metodi di valutazione e sperimentazione delle interfacce e dei sistemi di prodotti con utenti.
L'ipotesi di una stretta **interconnessione fra usabilità e accettabilità delle nuove tecnologie**, è stata avallata per la prima volta da Shackel, (1991), secondo cui, nell'ambito della HCI, la scelta di un prodotto da parte degli utenti è determinata non solo dall'usabilità dello stesso ma da una *valutazione bilanciata* di una serie di fattori: quanto è utile il sistema-prodotto, se è adatto allo scopo e se all'utente piacerebbe usarlo, quanto costa, sia in termini economici che di conseguenze personali, sociali, logistiche, etc. che può avere l'utilizzo di quel prodotto. Pur non fornendo una correlazione matematica e oggettiva fra questi elementi, Shackel suggerisce la loro associazione secondo il paradigma mostrato in Tabella 2. Il paradigma, quindi, suggerisce che la buona progettazione di un sistema-prodotto preveda l'interazione dinamica e bilanciata fra i fattori sopracitati e, in sintesi, fra quelli che sono gli elementi chiave di ogni interazione utente-sistema: utente, compito/attività, strumenti, ambiente. È chiara la correlazione fra i fattori evidenziati da Shackel e le cinque caratteristiche di accettabilità delle nuove tecnologie espresse da Rogers.

Secondo Richardson, (1987) vi sono **fattori estrinseci ed intrinseci** che possono determinare l'accettabilità. Essi sono di due tipi: le **caratteristiche delle tecnologie** accettabili (*characteristics of acceptable technologies*), ovvero quelle identificate da Rogers, (2010) e le **caratteristiche degli utenti** che accettano (*characteristics of accepting users*). Queste ultime, con riferimento allo studio di Alavi & Joachimsthaler, (1992) sono: **stile cognitivo** (i modi in cui gli individuo elaborano e usano le informazioni); tratti della **personalità** (biso-

| | |
|---|---|
| **Utilità** | Il prodotto servirà allo scopo in maniera funzionale? |
| **+** | |
| **Usabilità** | Il prodotto sarà usato con successo dagli utenti? |
| **+** | |
| **Piacevolezza** | L'utente riterrà il prodotto idoneo? |
| devono essere in equilibrio fra loro, in un compromesso con i | |
| **Costi** | Quali sono i costi economici e di gestione?<br>Quali sono le conseguenze sociali e logistiche? |
| per condurre alla decisione relativa alla | |
| **Accettabilità** | A conti fatti, la miglior alternativa possibile per l'acquisto. |

Tabella 2 - Rielaborata da Shackel, (2009, p. 340).

gno di successo, livello di difesa, controllo e propensione al rischio delle persone); variabili demografiche (età ed educazione); **variabili** proprie dell'utente (formazione, esperienza e coinvolgimento).

Per quanto riguarda le ricerche condotte sull'accettazione dei robot assistivi da parte degli anziani, Pino et al., (2015, p. 2) evidenziano che "*gli studi (…) hanno dimostrato che diverse variabili correlate al robot sembrano influenzare positivamente l'accettazione della tecnologia e l'intenzione di utilizzare questi sistemi, ad esempio: l'utilità percepita (ad esempio, facilitare l'erogazione di cure, migliorare la sicurezza a casa) (Arras & Cerqui, 2005; Scopelliti et al., 2005); godimento percepito (ad esempio, piacere associato al suo uso); aspetto del robot (ad esempio con dimensioni ridotte e aspetto amichevole); socialità percepita (ad esempio robot attento, empatico, intelligente, che mostra capacità comunicative simili all'uomo) (Dautenhahn et al., 2005; Broadbent et al., 2010; Heerink et al., 2010; Wu et al., 2012); adattamento percepito (ad esempio robot controllabile e comportamento prevedibile) (Dautenhahn et al., 2005; Scopelliti et al., 2005).*
*Al contrario, altri fattori relativi al robot sono stati identificati come aventi un impatto negativo sull'accettazione della SAR: mancanza di fiducia nel robot (ad esempio, problemi di sicurezza) (Scopelliti et al., 2005); robot che trasmette una rappresentazione negativa di potenziali utenti a causa di un'estetica stigmatizzante (ad esempio, supponendo che l'utente sia isolato, dipendente e/o fragile) (Hirsch et al., 2000; Neven, 2010); requisiti di spazio per il robot (ad es. dimensioni o massa importanti del sistema) (Scopelliti et al., 2005; Young et al., 2009); aspetto del robot (ad esempio riluttanza verso i robot umanoidi) (Arras & Cerqui, 2005; Dautenhahn et al., 2005; Wu et al., 2012); problemi di accessibilità (ad esempio tecnologia percepita troppo complessa, costi elevati) (Young et al., 2009); e preoccupazioni etiche (ad esempio riduzione del contatto sociale, sostituzione della presenza umana) (Arras & Cerqui, 2005; Dautenhahn et al., 2005; Harmo et al., 2005; Scopelliti et al., 2005; Sparrow & Sparrow, 2006; Wu et al., 2012). L'influenza di singoli fattori come età, genere, capacità cognitive, livello di istruzione, esperienza tecnologica, background culturale, sull'accettazione della SAR è stata affrontata anche in alcuni studi (Scopelliti et al., 2005; Broadbent et al., 2010; Flandorfer, 2012)*".
Molti di questi fattori sono stati valutati attraverso **metodologie standard o strutturate *ad hoc***. Nello specifico, per l'ambito della robotica, come analizzano Heerink et al., (2009) sono stati utilizzati innumerevoli metodi, a partire da quelli **euristici** (Clarkson et al., 2007), alle **prove su prototipi** (Yanco et al., 2004b), ai **test per la classificazione** (Riek & Robinson, 2008), alla misurazione di **feedback fisiologici** (Dautenhahn & Werry, 2002) fino ad un adattamento del TAM - Technology Acceptance model (Davis, 1989) che consente non sono di fornire informazioni sulla probabilità di accettazione di una tecnologia specifica, ma anche sulle influenze alla base delle tendenze di accettazione (De Ruyter et al., 2005). Mancano, però, modelli di accettazione della tecnologia specificamente sviluppati per quei sistemi che possono essere percepiti come entità sociali, come un robot, e nello specifico per utenti anziani e fragili. Quegli elementi che influenzano l'**accettazione di un'entità sociale** non sono mai stati adattati e rielaborati all'interno di un modello di accettazione della tecnologia (Heerink et al., 2009). Tuttavia, essendo quella dell'accettazione una tematica complessa e ampiamente multidisciplinare, ogni aspetto della letteratura fornisce una chiave di lettura diversa rispetto a quegli elementi che consentono all'utente di accettare o rifiutare la tecnologia. La **complessità** di tali questioni rende dunque improbabile che l'analisi condotta attraverso una sola delle tante variabili in gioco possa dipendere dal livello di accettazione che la tecnologia riceverà dagli utenti di riferimento.

### *7.3.1 Antropomorfismo e adattabilità: elementi chiave per l'accettabilità robotica*

Secondo Duffy, (2003) l'accettazione e l'efficacia di un robot sociale dipendono dal **livello di antropomorfismo,** ovvero di caratteristiche facciali come naso, occhi, palpebre e labbra che il dispositivo possiede. Queste qualità, oltre ad essere fisiche, si mostrano anche attraverso i **comportamenti**, ovvero mediante il movimento di tali parti del corpo in risposta all'interazione con gli esseri umani. Ciò può aiutare le persone a sentirsi più coinvolte nella relazione con il robot (Goetz et al., 2003). Le **espressioni emotive**, utilizzate congiuntamente o in sostituzione della comunicazione verbale, possono influenzare il comportamento delle persone: è verosimile che le risposte emotive delle persone ai comportamenti del robot siano simili a quelle che avvengono nell'interazione uomo-uomo. Gli esseri umani rispondono positivamente ad un approccio allegro o entusiasta: un robot più animato, che trasmette atteggiamenti positivi, avrà più facilità di interazione con le persone. Tuttavia, un robot sociale dall'aspetto e dal comportamento troppo simile all'uomo potrebbe minacciare l'identità stessa degli umani (Ackerman, 2016; Ferrari et al., 2016). In generale, ogni interazione prevede lo scambio di feedback fra due o più utenti. Tale feedback può essere sotto forma di suono, discorso, espressioni facciali, colori o immagini: nel caso dei robot sociali o da conversazione/compagnia è stato dimostrato che l'accettabilità è influenzata dalla loro **capacità di adattarsi a diverse tipologie di feedback** e di adattare la modalità di interazione in base all'utente e al contesto. I robot, dunque, devono saper comprendere i diversi segnali usati dagli umani per comunicare e devono anche saper trasmettere emozioni e concetti secondo modalità similari (Mavridis, 2015). Anche lo sguardo può migliorare l'interazione e, quindi, le prestazioni richieste all'essere umano per svolgere un compito (Multu et al., 2009).

Per i designer è fondamentale **conoscere tutti quei fattori che determinano l'accettazione dei robot assistivi** e che sono necessariamente diversi da quelli che determinano l'uso a lungo termine di computer, smartphone o altre tecnologie nettamente più semplici e meno soggette a cambiamenti radicali. Come affermano Beer et al., (2011, p. 11) "*i progettisti dovrebbero essere consapevoli delle dimensioni dell'accettabilità da parte degli utenti, poiché è stato dimostrato che le tecnologie radicali non sono accettate altrettanto facilmente delle innovazioni incrementali. Le variabili che hanno dimostrato di essere predittive dell'accettazione di innovazioni incombenti, potrebbero non applicarsi ai robot personali radicali*".

### *7.3.2 Accettabilità dei robot assistivi: la complessa interazione caregiver-paziente-robot*

Il rapporto fra caregiver-paziente-robot è oggetto di molte ricerche in quanto l'accettazione delle piattaforme robotiche assistive dipende anche dal loro **supporto alle relazioni sociali** e interpersonali di tutti gli attori coinvolti nella cura e nel monitoraggio dei più anziani nelle case di cura e in ambiente domestico. Infatti, è stato dimostrato che i caregiver hanno un atteggiamento positivo nei confronti dei robot che incoraggiano la **comunicazione**, l'**attività** e il **divertimento**. Tuttavia, anche i pazienti anziani dovrebbero percepire tali dispositivi come utili e adatti alle loro reali esigenze (Casey et al., 2016). Secondo De Graaf et al., (2016, p. 462) "*Il livello di valutazione delle persone su un robot, dopo un primo abbassamento, aumenterà di nuovo man mano che gli utenti acquisiranno esperienza e familiarità con esso*". Inoltre, "*Per valutare l'accettabilità è importante esplorare il modo in cui le persone sperimentano, comunicano e percepiscono i robot nei loro ambienti sociali*

*e fisici, nonché il modo in cui le persone vedono i diversi ruoli rivestiti dai robot (Katz et al., 2015). Quindi, in base all'esperienza soggettiva e individuale, tutti questi fattori cambiano, insieme al senso di comfort provato durante l'interazione: come affermano Share & Pender, (2018) le persone potrebbero avere maggiori probabilità di utilizzare i robot se si sentissero a proprio agio con loro o addirittura affini a loro. Tuttavia, dovrebbero essere prese in considerazione diverse questioni etiche, come l'autonomia, la scelta e il senso di controllo quando i robot vengono introdotti in contesti di cura o spazi domestici*" (Poberznik & Merilampi, 2019, p. 149). L'influenza reciproca dell'**ambiente** e del **contesto sociale** sull'interazione anziano/utente fragile - robot è alla base dello studio di JaYoung et al., (2010) che hanno sviluppato il sistema DRE (Domestic Robot Ecology) per analizzare l'**accettabilità a lungo termine dei robot assistivi in casa**. Questo *framework* mette in luce le relazioni dinamiche che si instaurano nel tempo fra i robot domestici e l'ambiente in cui agiscono, che include gli esseri umani. Attraverso una sperimentazione condotta negli Stati Uniti su 30 famiglie con il robot per la pulizia Roomba della iRobot[3] hanno analizzato in maniera olistica il modo in cui i proprietari hanno accettato il robot a lungo termine. Infatti l'ambiente fisico (mobili, pavimenti, interno della casa) e sociale (stile di vita, attività della famiglia) hanno influenzato la natura dell'interazione fra umani e robot e viceversa. Ad esempio, alcune persone hanno spostato i mobili per garantire un uso ottimale del robot per la pulizia e alcune hanno condiviso foto del robot con amici e conoscenti: i diversi attori sociali si sono rapportati in maniera diversa e a svariati livelli con Roomba e la presenza del robot ha modificato le attività eseguite o ha introdotto nuove attività che prima non esistevano. Ad esempio, l'uso del robot aspirapolvere ha fatto si che gli utenti riducessero il disordine sul pavimento più spesso in modo da garantire una pulizia efficace. Sebbene questo studio sia relativo all'introduzione in casa di un robot specificamente progettato per le pulizie, è verosimile che un **cambiamento delle attività e delle interazioni** si presenti anche nel caso di utilizzo di robot più complessi, percepiti come entità sociali ma comunque influenti e influenzabili dal contesto, dagli utenti e dalle situazioni d'uso specifiche.

## 7.4 Accettabilità delle tecnologie robotiche e User Experience

L'efficacia dei robot assistivi dipende molto dalla loro accettazione da parte dell'anziano (Turchetti et al., 2011) ma un terzo delle tecnologie assistive viene solitamente abbandonato dopo un anno di utilizzo (Gurley & Norcio, 2009). Ciò rende evidente l'importanza di **progettare in funzione dell'accettabilità dei robot** che devono coesistere con gli esseri umani in svariati contesti. Secondo Frennert et al., (2013, p. 303) i robot devono essere concepiti come "*parte di un sistema più ampio di prodotti e ambienti entusiasmanti. Vi sono prove sufficienti secondo cui devono essere considerate le implicazioni sociali e culturali, nonché la funzionalità multipla e universale (Forlizzi et al., 2004). In effetti, la ricerca ha suggerito che è importante valutare le aspettative e le esigenze di una serie di parti interessate (persone anziane, famiglia, personale medico) (Broadbent et al., 2009)*". Su queste basi, la ricerca di Heerink et al., (2010) definisce l'accettazione come fattore determinato dall'influenza sociale, dall'utilità e facilità d'uso percepite, dagli atteggiamenti e la fiducia dell'utente nei confronti dei robot e dal piacere d'uso percepito. Anche Young et al., (2009) sostengono che le **percezioni soggettive degli utenti** siano determinanti per il loro effettivo utilizzo.

3 https://www.irobot.it/roomba/ Accessed 07/05/2020.

Dunque, l'efficacia dei robot assistivi e sociali, in termini di interazione uomo-robot fluida e naturale, è determinata da una User Experience (UX) globalmente positiva. La UX non è un fattore integrato all'interno dei prodotti o dei sistemi ma è il risultato dell'interazione: dipende dallo stato interno dell'utente, dagli attributi del robot e dalla situazione e contesto particolare in cui l'interazione si svolge (Hartson & Pyla, 2012). Ciò significa che non è possibile garantire una determinata esperienza all'utente poiché essa dipende dallo stato interno soggettivo dell'individuo. Tuttavia, progettando un'**interazione di alta qualità** con gli utenti di riferimento e in relazione al contesto d'uso specifico, è possibile avere un certo impatto sulla UX finale (Alenljung et al., 2018). È per questo motivo, inoltre, che la UX è difficile da definire ma facile da identificare (Lindblom & Andreasson., 2016) e affinché sia positiva essa deve essere accuratamente progettata in relazione a tutti i fattori che concorrono alla definizione della HRI. **La UX**, in tal senso, **rappresenta un fattore chiave per l'accettabilità e la diffusione dei robot nei più svariati ambiti sociali** (Hassenzahl, 2013). La crescente complessità delle interazioni uomo-robot fa sì che l'esperienza con tali prodotti dipenda non solo da aspetti funzionali o edonici ma, soprattutto, da elementi emozionali e sociali: ciò aumenta l'interesse per lo sviluppo di robot con caratteristiche e qualità simili agli esseri umani, che consentono un'interazione più fluida e intuitiva e favoriscano l'istaurazione di **rapporti significativi** con i robot. Questi ultimi, se socialmente interattivi e assistivi, possono evocare sentimenti di diversa natura e intensità: un utente può sentirsi motivato ad usare un robot, può provare sfiducia ma contemporaneamente curiosità nei suoi confronti, può trovare un robot adatto alle sue esigenze dopo averlo usato per molto tempo anche se all'inizio lo ha percepito come strano o complicato, etc.

Per i designer è importante **identificare la sensazione da suscitare durante l'interazione con il robot** (che ovviamente non può prescindere dall'identificazione degli utenti e del contesto di riferimento) e progettare consapevolmente il robot assistivo tenendo in mente quelle sensazioni e valutando, durante tutto il processo iterativo, se è possibile che l'uso del robot generi l'esperienza desiderata nell'utente (Alenljung et al., 2018). Inoltre, come asserito dalla stessa Alenljung et al., (2018, p. 2) "*Dal punto di vista del design dell'interazione, i robot sono unici nel senso che costituiscono un artefatto digitale che non solo fornisce dispositivi di input e output che consentono agli utenti di accedere ai contenuti digitali, ma sono anche in grado di sentire e agire direttamente sull'ambiente fisico e sociale condiviso con gli utenti*". Per tale motivo, la ricercatrice ha utilizzato il robot umanoide NAO per una **valutazione qualitativa** di tutti quegli aspetti che caratterizzano **l'interazione uomo-robot dal punto di vista socio-emotivo**. Fra questi è stato analizzato soprattutto il tatto che, in quanto fattore chiave dell'interazione sociale umana (Montagu, 1986), ha iniziato a ricevere sempre più interesse in ambito HRI: far sì che un robot senta, comprenda e risponda al tocco, significa strutturare un'interazione più intuitiva con gli esseri umani. Lo scopo dello studio, ispirato a quelli precedenti condotti da Hertenstein et al., (2009) riguarda il modo in cui gli umani sperimentano il tipo di interazione basata sul tatto, come trasmettono emozioni mediante il tocco e quanto ciò possa influenzare la loro esperienza. L'esperimento, condotto su partecipanti fra i 20 e i 30 anni, ha prodotto risultati interessanti. Le esperienze negative con il robot - soprattutto con l'interazione basata sul tatto - hanno riguardato il fatto che gli utenti si sentivano insicuri, strani o avevano paura di danneggiare il robot, date le sue piccole dimensioni. Ciò ha influenzato le **modalità di interazione tattile** che, in generale, non ha facilitato l'**espressione di emozioni** da parte degli utenti. Le esperienze positive, invece, dipendevano dalla sensazione di divertimento e di piacevolezza in seguito all'interazione con NAO. In sintesi, dallo studio emergono quattro dimensioni positive im-

portanti per gli utenti nell'interazione con il robot: **sicurezza**, **naturalezza**, **facilità d'uso** e **divertimento**. Queste quattro dimensioni possono essere considerate come fattori chiave da tenere in considerazione durante la progettazione di robot sociali e assistivi, affinché questi siano accettati dall'utente e garantiscano una UX positiva. Lo studio conferma che la valutazione della UX deve considerare l'**interazione generale** e non può essere effettuata esclusivamente attraverso metodi quantitativi (e, quindi, semplicemente chiedendo agli utenti come è stata la loro esperienza). Inoltre, moltissimi elementi influiscono sull'esperienza dell'utente il che rende difficile se non impossibile valutarla come un aspetto isolato, senza tener conto della complessità di fattori che la determinano (si pensi alle condizioni soggettive e interne dell'utente, alle credenze e attitudini nei confronti dei robot, alle tipologie di azioni da compiere, etc.). Anche il comportamento, l'aspetto e le dimensioni del robot influenzano il suo rapporto con le persone e, quindi, l'esperienza di queste ultime. Infine, anche la risposta del robot e la multi-modalità condizionano la UX: questi due aspetti sono notoriamente influenti nelle interazioni emotive in ambito HRI. Un'eccessiva rigidità o mancanza di risposta da parte del robot, congiuntamente al design morfologico (e quindi, ad esempio, dei materiali che influenzano l'esperienza tattile), determinano una certa reazione da parte degli utenti. Un'interfaccia multi-modale consente uno scambio emotivo più fluido e naturale: l'utilizzo esclusivo della voce, del tatto o di una singola modalità per esprimere emozioni, può apparire come un vincolo e condizionare negativamente l'esperienza dell'utente e, di conseguenza, l'accettabilità del robot.

### *7.4.1 La UX in robotica come concetto poliedrico: strategie di ricerca e di valutazione dell'esperienza*

Come per l'usabilità, in ambito robotico manca un **modello metodologico universalmente accettato per valutare la UX**: spesso, questa è analizzata combinando strumenti di raccolta dei dati quantitativi post-interazione (interviste o questionari) e qualitativi durante l'interazione. La UX è fortemente influenzata dagli obiettivi, dall'ambiente, dalle persone e dal prodotto stesso: tutti questi fattori hanno un impatto notevole sull'esperienza di una persona (e sulle sue emozioni) durante l'uso di un prodotto/sistema. Nonostante l'attenzione crescente in ambito HRI per lo sviluppo di un'esperienza positiva per le persone che interagiscono con un robot, soprattutto in ambito domestico, la UX in HRI è valutata usando metodologie proprie dell'area della Human-Computer Interaction (Weiss et al., 2009b). Le difficoltà di valutazione della UX in ambito HRI dipendono soprattutto dal fatto che l'esperienza di un utente con il robot è fortemente influenzata dall'atteggiamento del singolo individuo e dall'opinione generale della società. Un esempio di sforzo della ricerca in tal senso è rappresentato dallo studio di Weiss et al., (2009b), descritto nel paragrafo dedicato al questionario *Attrakdiff*, che analizza fino a che punto l'esperienza dell'utente è correlata alla sua accettazione all'interno della società (impatto sociale) e indaga se i metodi HCI siano efficaci per la valutazione dell'esperienza con un robot. In linea generale, la valutazione della UX in ambito robotico prevede un **mix di differenti metodologie**, sia standard che strutturate appositamente in base a utenti e contesto: ciò può consentire una **valutazione olistica dell'esperienza dell'utente** e l'identificazione di tutti quei fattori (credenze personali, esperienza pregressa, influenza sociale) che, a livelli diversi, concorrono alla definizione di un'esperienza unica e fortemente soggettiva per ogni individuo.
Su queste basi è possibile affermare che la UX, in relazione ai prodotti interattivi (come i dispositivi tecnologici, inclusi i robot) appare come un concetto poliedrico, caratterizzato da tutti quegli elementi che concorrono a determinare l'esperienza della persona sia da un punto di vista **pragmatico** (ad esempio, possibilità di raggiungere gli obiettivi con efficacia,

facilità d'uso, etc.) sia da un punto di vista **edonico**, in termini di stimolazione (crescita personale, apprendimento di nuove abilità, etc.), identificazione (espressione personale) e evocazione (ricordi, etc.) (Hassenzahl & Tractisnky, 2006).
Secondo Hassenzahl & Tractisnky, (2006) la **ricerca corrente** sulla UX ha tre aspetti:

- **UX come concetto che va oltre lo strumento:** gli attuali modelli di valutazione della qualità di un prodotto dovrebbero includere tutte quelle esigenze non strumentali, in modo da tradurle in qualità del prodotto/sistema, in concetti operativi che possono arricchire l'interazione in ambito HRI e HCI. Ad esempio, le misure standard di usabilità in termini di efficacia ed efficienza dovrebbero essere estese attraverso concetti come quello del divertimento, etc.;
- **UX correlata alle emozioni** in relazione agli aspetti positivi di un'esperienza, così da supportarli. Il sistema affettivo è molto influente per i **processi decisionali** e gli studi in tal senso, soprattutto in ambito HCI, rivelano l'importanza per gli agenti digitali di rilevare e adattarsi alle risposte affettive umane. La ricerca sulla UX riconosce l'importanza delle emozioni e si preoccupa di analizzare il ruolo dell'**affetto come mediatore** nell'uso della tecnologia. Inoltre, secondo i ricercatori è auspicabile che la ricerca in UX si focalizzi sulle emozioni positive spostandosi dal punto di vista tradizionale di *tentare di evitare la frustrazione e le conseguenze negative*;
- **UX influenzata dal prodotto dall'utente** secondo determinati elementi che caratterizzano una specifica situazione. Infatti, l'esperienza dipende sia da caratteristiche proprie del prodotto che dagli stati interni dell'utente (umore, aspettative, obiettivi, etc.) che si estendono nel tempo e che hanno un inizio e una fine. Il punto di vista *esperienziale* presuppone che tutti questi elementi siano correlati per interagire e modificarli a vicenda, dando come risultato l'esperienza dell'utente reale. La domanda che scaturisce da queste considerazioni è: *i designer possono progettare un'esperienza, ovvero esercitare un controllo su tutti gli elementi rilevanti per ottenere un'esperienza positiva?*

Ognuno di questi aspetti può offrire un contributo nei modi in cui i progettisti comprendono e analizzano l'interazione degli utenti con la tecnologia, inclusi i robot assistivi. Questi dovrebbero essere progettati tenendo in considerazione le relazioni sociali, estetiche ed emotive che gli anziani andranno ad instaurare con il prodotto. Attraverso la User Experience, l'utente stabilisce un **rapporto complesso con il sistema** prodotto-servizio, basato sul contatto fisico, sulla vista, sul tatto, sull'udito, sull'olfatto, ma anche sulla comprensione del funzionamento e dei feedback, e sul grado di apprezzamento del prodotto, delle sue qualità sensoriali, emozionali, estetiche, di appartenenza e di rappresentatività sociale. Oltre agli elementi puramente legati all'uso (*usability*), all'estetica o alla funzionalità, c'è anche "*una forte componente emozionale nel modo in cui i prodotti sono progettati e utilizzati (…) l'aspetto emozionale del design potrebbe essere molto più determinante per il successo di un prodotto rispetto alle sue componenti pratiche*" (Norman, 2004, p. 5). Dunque, **i concetti di usabilità e di esperienza sono inseparabili**, soprattutto nel caso di interazione con prodotti con una forte componente sociale e interattiva come gli *assistive robots*. Gli elementi chiave dei prodotti robotici assistivi non devono basarsi esclusivamente sulla funzionalità e sull'efficienza del completamento degli obiettivi: essi dovranno includere anche quelle interazioni basate sull'attrattività, sulla convenienza e sull'assenza di stigmatizzazione. Per tutti gli utenti ma, nello specifico, per utenti anziani e fragili, sono fondamentali elementi come l'accessibilità, la facilità d'uso, l'affidabilità. L'accettabilità della tecnologia, soprattutto per utenti anziani e fragili, è attualmente una questione delicata, i cui parametri di valutazione offrono moltissime sfide alla ricerca in design (Forlizzi et al., 2004). Siccome gli anziani si relazionano in maniera specifica ai prodotti tecnologici e in particolare ai robot,

è fondamentale che la HRI sia focalizzata sempre sui **valori della dignità** e dell'**indipendenza** e che i prodotti siano adattivi, ovvero tengano conto della grande varietà di valori ed esigenze degli utenti di riferimento che cambiano nel tempo. Una UX positiva influisce notevolmente sull'accettazione quindi, dal punto di vista dei fattori umani, lo studio progettuale deve essere finalizzato a minimizzare la resistenza alle tecnologie da parte degli anziani, ampliando elementi propri dell'approccio ergonomico tradizionale, quali usabilità o abilità all'uso, fino a coprire fattori come l'accettabilità e la volontà all'uso.

A definire la UX globale nell'ambito della HRI non sono solo attributi propri del prodotto, definiti nel corso della progettazione, ma anche quegli attributi soggettivi interni all'utente e il contesto in cui l'interazione avviene. Similmente, il concetto di UX abbraccia sia qualità pragmatiche (i ***do-goals*** legati ai compiti da eseguire con efficacia, efficienza e soddisfazione) e edoniche (i ***be-goals*** legati ai bisogni psicologici ed emozionali degli utenti) (Hassenzahl & Roto, 2007). I risultati del presente studio avvalorano la tesi per cui **la UX negli assistive robots deve essere una questione centrale,** soprattutto durante la fase preliminare di ricerca e poi di sviluppo progettuale del robot. Essa deve essere considerata come un fattore complesso che può influenzare il successo o il fallimento dello scopo del robot se non analizzato appropriatamente durante la fase di valutazione e progettazione.

### *7.4.2 Fiducia ed empatia nella HRI: le relazioni con la User Experience e l'Ergonomia per il Design*

La valutazione della qualità della Human-Robot Interaction, dal punto di vista dell'accettabilità e dell'usabilità, è un tema molto discusso nell'ambito della ricerca: a causa della molteplicità e varietà di robot con cui gli umani si rapportano, è stato affermato (Steinfeld et al., 2006) che è difficile definire una serie di metriche e di strumenti comuni per valutare la HRI. Inoltre, sia nel design che in robotica cresce l'attenzione per i metodi di valutazione e per i fattori che influenzano la User Experience (Keizer et al., 2019), intesa come l'insieme di quegli aspetti socio-cognitivi e affettivi che una persona sperimenta durante l'interazione con un robot (quindi le qualità edoniche, le reazioni delle persone, il desiderio di un uso ripetuto e il piacere dell'"interazione). In robotica i fattori che influenzano la UX sono vari, fra cui la **compatibilità fra robot e personalità dell'utente** finale (Lee et al., 2006), l'**empatia** (Cramer et al., 2010) e l'**aspetto** (Wu et al., 2012).

Nello specifico l'empatia, in termini di congruenza fra la risposta affettiva dell'utente e comportamento del robot, può avere effetti positivi sugli atteggiamenti degli utenti nei confronti dei robot (Brave et al., 2005), determinando un'esperienza positiva e, quindi, supportando efficacemente le attività di assistenza, di facilitazione sociale o terapeutiche che un robot è chiamato a compiere. Quindi la risposta socialmente appropriata del robot all'esperienza affettiva dell'uomo è determinante per la soddisfazione dell'utente ma anche per la sua fiducia verso le capacità del robot di soddisfare richieste e necessità.
Tuttavia, una **reazione *empatica*** da parte del robot presuppone la **comprensione dello stato interno dell'utente** nonché una valutazione dell'esperienza individuale profondamente personale, il che lascia un ampio margine di errore. Per tali ragioni la ricerca sta analizzando attentamente quanto le risposte emozionali incongrue o sbagliate, a seconda delle circostanze, possano influenzare negativamente la valutazione del robot da parte delle persone (Cramer et al., 2010). Sulla base di tali considerazioni è possibile identificare quegli elementi che concorrono a generare la relazione empatica uomo-robot e che, quindi, contribuiscono allo sviluppo della User Experience: la **capacità empatica perce-**

**pita**, la **fiducia** (*trust*) in termini di **affidabilità** (*dependability*) e **credibilità** (*credibility*) e la **vicinanza** (*closeness*). A questi è possibile aggiungere le attitudini negative, misurabili attraverso la scala NARS, che possono influenzare il comportamento e quindi le variabili sopra elencate. La fiducia rappresenta un elemento importante nella costituzione del rapporto uomo robot, soprattutto nel caso in cui questi ultimi mostrassero un certo livello di intelligenza attraverso le loro funzionalità (Ishak & Nathan-Roberts, 2015): in tal caso, infatti, le persone percepiscono i robot come agenti autonomi e non più come semplici dispositivi non intelligenti e con tipi di interazione prevedibile, alla stregua delle tecnologie assistive tradizionali. La fiducia è definita come la volontà di un essere umano di fare affidamento sulle azioni di un agente autonomo (cioè una tecnologia assistiva intelligente) i cui comportamenti non sono controllati direttamente da un individuo (Seligman, 1998). Secondo Hancock et al., (2011) la fiducia, soprattutto in caso di team uomo-robot è poliedrica e influenzata dinamicamente dall'ambiente oltre che da umani e robot. Inoltre, "*considerando che l'ergonomia culturale è un campo crescente dei fattori umani, è importante notare che prove minime nella ricerca HRI hanno dimostrato che la cultura dell'essere umano è uno dei fattori che influenzano la fiducia in queste relazioni*" (Hancock et al., 2011, p. 66). Tuttavia, nonostante l'uomo, con il suo background culturale, influenzi il rapporto di fiducia con il robot, è quest'ultimo il principale fattore che inibisce la fiducia ma anche quello su cui è più possibile lavorare, attraverso una ricerca e una progettazione adeguata, volta ad **implementare gli aspetti che più determinano la fiducia**.
Su tali basi, Hancock. et al., (2011) identificano i tre **modelli comuni per l'analisi della fiducia** uomo-robot:

- **trasparenza:** è un modello di fiducia usato nell'ergonomia secondo cui qualsiasi oggetto dovrebbe **mostrare la sua funzione all'interno del proprio design** (Lyons, 2013) così che l'utente capisca immediatamente quali sono le capacità di un oggetto prima di interagirvi. Ciò implica che un'interazione efficace e soddisfacente dipenda dalla capacità del design di un robot di rappresentare la sua utilità e ciò che può fare per l'utente. La trasparenza in HRI è intesa sia in termini di comunicazione chiara attraverso l'intelligenza artificiale o espressioni emotive sia attraverso il suggerimento delle proprie funzionalità e della corretta interazione. Se un individuo non è in grado di prevedere cosa può fare un robot o se ha false aspettative o frustrazioni, la fiducia può diminuire così come, di conseguenza, l'uso della tecnologia;
- **feedback:** un utente dovrebbe **ricevere conferma delle proprie azioni** da parte del sistema (Fischer et al., 2013). Il robot, quindi, dovrebbe comunicare ciò che sta facendo in tutte le fasi dell'attività sia attraverso comunicazione verbale che su display. È stato dimostrato che più feedback fornisce il robot più aumenta la fiducia (Lyons, 2013);
- **teoria delle emozioni:** essa si basa sulla conoscenza tacita secondo cui un utente deve rendere un'interazione con un prodotto/interfaccia più rapida e corretta possibile (Breazeal & Scasselllati, 2002). Dunque, l'espressione sintetica delle emozioni è un mezzo importante per migliorare la comunicazione, la cooperazione uomo-robot e quindi la fiducia. Ne consegue che i robot dovrebbero fornire espressioni emotive per rendere l'interazione più semplice ed efficace, anche perché i robot esistenti sono in grado di mostrare le **emozioni universali convenzionalmente riconosciute**, ovvero felicità, tristezza, rabbia, paura, disgusto e sorpresa (Ekman & Friesen, 1971).

Allo stato attuale il concetto di fiducia in ambito HRI appare molto dibattuto e caratterizzato da confini labili, il che si traduce non solo in diverse concettualizzazioni teoriche del temine ma anche in diversi criteri e metodologie di valutazione della stessa. Come emerge dalla

revisione della letteratura in tale ambito di McMurray et al., (2017) il concetto di fiducia è definito e misurato in vari modi, talvolta in base alle caratteristiche funzionali della tecnologia, come l'utilità o le capacità di apprendimento, talvolta da un punto di vista sociologico o della sicurezza degli utenti, etc. È fondamentale che designer, stakeholder, ingegneri e altre figure professionali addette allo sviluppo di soluzioni robotiche assistenziali abbiano una **comprensione più profonda delle dimensioni dell'empatia e della fiducia** in ambito HRI, sia in termini di fattori determinanti per l'adozione e il successo dell'uso di robot assistivi da parte degli anziani, sia in quanto elementi importanti nel fornire una direzione progettuale, etica, sociale allo sviluppo di tali tecnologie.

**Parole chiave**

Roboetica
Valori universali
Dignità umana
Principi etici
Responsabilità sociale

# Capitolo 8
# Etica in robotica

**8.1 Etica in ambito robotico: teoria e principi fondamentali**

**8.2 Roboetica per la robotica assistiva**
- 8.2.1 Potenziale riduzione della quantità di contatto umano
- 8.2.2 Oggettivazione e perdita di controllo del robot
- 8.2.3 Perdita di privacy e di libertà personale
- 8.2.4 Inganno emotivo (emotional deception) e infantilizzazione (infantilization)
- 8.2.5 Attaccamento emotivo (emotional attachment)
- 8.2.6 Il ruolo chiave dei valori umani per l'etica in robotica

**8.3 Robotica, intelligenza artificiale e umani: potenzialità e scenari futuri**
- 8.3.1 I robot ci ruberanno il lavoro?

# CAPITOLO 8
# Etica in robotica

Il crescente utilizzo di robot sociali e assistivi in ambiente domestico comporta l'incremento delle **questioni etiche** ad essi correlate sia in **ambito scientifico/tecnologico** che **umanistico.**
In questo capitolo è analizzato il tema dell'etica in ambito robotico e della ***roboetica*** in relazione ai robot sociali e assistivi. Lo scopo della ricerca presentata in questa sede è di individuare le principali questioni etiche dibattute dai ricercatori nel mondo, mettendole in relazione con i potenziali benefici dell'uso di robot per l'assistenza e la sicurezza degli anziani. In seguito, la ricerca si focalizza sulle **potenzialità** e gli **scenari futuri della robotica** al fine di mostrare i possibili e i complessi scenari di interazione uomo-robot, affrontandone anche gli aspetti tecnico-scientifici e sociali, che saranno determinanti per le questioni etiche e che possono offrire innumerevoli spunti di riflessione ai ricercatori e ai designer. A partire da queste considerazioni, è stato possibile individuare le principali **sfide del** design in ambito robotico ma, soprattutto, comprendere quale possa essere il **contributo dello HCD** nella prevenzione o nell'offrire soluzioni alle svariate questioni etiche.

## 8.1 Etica in ambito robotico: teoria e principi fondamentali

Le prime questioni etiche in ambito robotico sono state discusse nel 2001 a Tokyo nel corso del Italy-Japan Workshop "**Humanoids: a Techno-Ontological approach**" e al "Opening Workshop ICRA" da Josè M. Galvan (2003).
Gli aspetti tecnici, legali, sociali e psicologici della robotica sono discussi in quella che è chiamata *roboetica* (*roboethics*), area di dibattito nata in seguito al primo simposio internazionale sulla roboetica del 2004 e così definita: "*La roboetica è un'etica applicata il cui obiettivo è lo sviluppo di strumenti scientifici/culturali/tecnici che possono essere condivisi da diversi gruppi e credenze sociali. Questi strumenti mirano a promuovere e incoraggiare lo sviluppo della robotica per il progresso della società umana e degli individui e per aiutare a prevenire il suo abuso contro il genere umano (Veruggio, 2004)*"[1] (Operto, 2011, p. 76).
In quell'occasione è stato anche istituito dalla IEEE Robotics and Automation Society un

1 Si riporta la citazione in lingua originale: "*Roboethics is an applied ethics whose objective is to develop scientific/cultural/technical tools that can be shared by different social groups and beliefs. These tools aim to promote and encourage the development of robotics for the advancement of hu- man society and individuals, and to help preventing its misuse against humankind*" Operto, (2011, p. 76).

**comitato tecnico sulla roboetica** (Technical Committee on Roboethics)[2], con lo scopo di strutturare un programma per l'analisi delle implicazioni etiche della ricerca robotica, per promuovere la discussione e condividere strumenti utili fra ricercatori, filosofi, produttori, robotici, etc. Per definire una ***roadmap* della roboetica**, nel 2005 l'EURON (European Robotics Research Network) ha finanziato il progetto Euron Roboethics Atelier (Veruggio, 2006).
A partire dal primo simposio a riguardo, l'interesse verso le questioni etiche in robotica è cresciuto, come dimostrato dalle numerose conferenze, seminari e progetti di ricerca dedicati (ad esempio, Ethicbots, 2006-2008[3]; CARE - Coordination Action for Robotics in Europe, 2008[4]), che dimostrano anche la necessità di indicazioni etiche e **linee guida** relative al ruolo e all'interazione uomo-robot nella società. Come asserito da Veruggio et al., (2016), il recente sviluppo di robot in grado di cooperare con gli esseri umani (soprattutto nei campi più critici come la medicina) e dotati di elevate capacità di apprendimento e di decisione, aprono una serie di questioni legali, morali e sociali che diventeranno sempre più urgenti.
Lo sviluppo di **robot sempre più potenti e multifunzionali** (ad esempio, i robot umanoidi dotati di livelli più o meno complessi di intelligenza artificiale) amplifica le preoccupazioni etiche che fino a pochi decenni fa apparivano puramente teoriche e che, invece, oggi sono assolutamente pratiche e riguardano i più svariati ambiti: ingegneria, linguistica, logica, biologia, filosofia, giurisprudenza, storia naturale, antropologia, letteratura, arte e design.

La roboetica, come tutte le etiche applicate (ad esempio, bioetica, etica informatica, etc.) dovrebbe essere **coerente con le norme e i valori universalmente condivisi** che delimitano l'azione umana e ne guidano i processi decisionali, espresse da istituzioni come le Nazioni Unite, l'Organizzazione Mondiale della Sanità, la FAO, L'UNESCO, la World Medical Association, etc. Nella "Roadmap Roboethics" del progetto EURON (Veruggio, 2006) i ricercatori evidenziano come, dal punto di vista socio-etico, nel prendere decisioni sulla progettazione, sullo sviluppo e sulle applicazioni di una nuova tecnologia (ad esempio, quella robotica) i progettisti, produttori e utenti finali dovrebbero seguire le regole comuni a tutti gli esseri umani, indicate nella **Carta dei diritti fondamentali dell'Unione Europea** (EU, 2000)[5], ovvero: dignità umana e diritti umani; uguaglianza, giustizia ed equità; benefici e danni; rispetto della diversità culturale e del pluralismo; non discriminazione e non stigmatizzazione; autonomia e responsabilità individuale; consenso informato; privacy e riservatezza; solidarietà e cooperazione; responsabilità sociale; condivisione dei benefici; responsabilità verso la biosfera; analisi costi/benefici obbligatoria (i problemi etici devono essere considerati come parte di un'analisi costi/benefici adeguata); valorizzazione del potenziale della pubblica discussione. Altri principi da applicare alla robotica possono essere tratti dal codice dell'etica in ambito informativo, il cui acronimo è PAPA: Privacy; Accuracy (*precisione*: chi è responsabile dell'autenticità, fedeltà e accuratezza delle informazioni?); Property (*proprietà*: chi possiede le informazioni?); Accessibility (*accessibilità*: quali informazioni una persona o un'organizzazione ha il diritto di ottenere e a quali condizioni?). Altri principi sono: non strumentalizzazione; non discriminazione; consenso informato ed

2 Cfr. https://www.ieee-ras.org/robot-ethics Accessed 11/05/2020.
3 Cfr. https://cordis.europa.eu/project/id/17759/it Accessed 11/05/2020.
4 Cfr. http://www.robotics-care.eu Accessed 11/05/2020.
5 Cfr. https://ec.europa.eu/info/aid-development-cooperation-fundamental-rights/your-rights-eu/eu-charter-fundamental-rights_it Accessed 11/05/2020.

equità; senso di reciprocità; protezione dei dati. A questi si accompagnano le questioni legate alla sicurezza e all'affidabilità, che rappresentano i temi più importanti dei codici etici. Infine, dal punto di vista tecnico, i comitati professionali sono già al lavoro per definire degli **standard che garantiscano l'aderenza dei nuovi robot ai principi etici e legislativi**. A livello internazionale, la ISO (International Organization for Standardization)[6] sta lavorando alla definizione di standard tecnici per la robotica: il comitato **WG1** ***vocabulary*** compila i termini e le definizioni di tutti gli standard relativi ai robot; il **WG3** ***industrial safety*** ha lo scopo di garantire la sicurezza nella progettazione e costruzione di robot e di salvaguardare il personale durante tutte le operazioni con i robot; il **WG7** ***personal care safety*** sviluppa standard per la sicurezza dei robot per la cura personale; il **WG8** ***service robots*** sviluppa standard per la sicurezza dei robot di servizio.

La roboetica è sicuramente lontana dall'essere un'area consolidata, ovvero universalmente accettata e standardizzata e applicata nella progettazione, nella produzione e nell'uso dei robot. La **standardizzazione della roboetica** richiede l'applicazione di quest'ultima in ambienti umani, soprattutto in quelli più sensibili, e la sua accettazione dalla maggior parte delle culture, così da poter essere **adattata** alle varie situazioni particolari. Da un punto di vista epistemologico ed ontologico la roboetica rende necessaria una riflessione approfondita sui concetti di intelligenza, conoscenza, coscienza, autonomia, libertà, etc. sia da parte dei professionisti che progettano e sviluppano robot, sia da parte di filosofi, sociologi, esperti di scienze umane o etica: la novità della disciplina fa sì che la comunità scientifica relativa sia l'autrice del proprio destino, definendo le direzioni da intraprendere a livello internazionale.
Sulla base di queste considerazioni, la roboetica deve apportare benefici alla robotica inquadrando la ricerca in stretto collegamento con gli utenti finali e con la società (Veruggio, 2016). Un esempio virtuoso di collaborazione interdisciplinare e di coinvolgimento delle masse è rappresentato dal progetto **Open Roboethics Initiative** (ORi)[7] il cui scopo è beneficiare del potere della collaborazione di massa (come nel caso dei contenuti di Wikipedia) per far sì che designer, progettisti, ingegneri e utenti possano condividere e accedere liberamente ai contenuti della robotica, contribuendo così anche alla discussione su temi etici e sociali.
Dal punto di vista applicativo la roboetica ha due metodologie di base (Wallach et al., 2008):

- **metodologia roboetica top-down**: le regole del comportamento etico desiderato del robot sono programmate e incorporate nel suo sistema, previa formulazione delle stesse secondo le principali teorie etiche. In pratica, i progettisti selezionano una teoria etica, analizzano e suddividono un compito in più attività secondarie così da organizzarle gerarchicamente e ottenere l'output desiderato, ovvero i comportamenti desiderati nelle varie situazioni particolari;
- **metodologia roboetica bottom-up**: si presuppone che i robot abbiano adeguate capacità di calcolo e intelligenza artificiale per adattarsi ai diversi contesti ed essere in grado di percepire, apprendere e pianificare le azioni sulla base dei dati rilevati. In questa metodologia la conoscenza accumulata viene usata per specificare la singola attività da eseguire e non l'architettura generale del comportamento.

6 Cfr https://www.iso.org/home.html Accessed 11/05/2020.
7 Cfr http://www.openroboethics.org Accessed 11/05/2020.

Secondo Tzafestas (2018) affinché un robot sia in grado di mettere in atto un comportamento etico sono necessari entrambi gli approcci: la macchina dovrebbe essere un ibrido fra le due metodologie.
La moralità del robot può essere classificata in uno dei seguenti livelli (Wallach et al., 2008; Tzafestas, 2016):

- **moralità operativa** (operational): la responsabilità morale spetta interamente al progettista e all'utente del robot;
- **moralità funzionale** (functional): il robot ha la capacità di esprimere giudizi morali senza istruzioni top-down da parte degli umani e i progettisti non possono prevedere totalmente le azioni del robot e le loro conseguenze;
- **moralità completa** (full): il robot è talmente intelligente da scegliere in maniera autonoma le azioni da compiere e quindi ne è pienamente responsabile.

Queste tre tipologie di moralità sono mostrate in Figura 1, dove è visibile come all'aumentare dell'autonomia e della sensibilità etica del robot aumenta anche il suo livello di moralità.
Il campo della robotica è molto vasto sia da un punto di vista tassonomico (si pensi alla suddivisione fra *industrial robots*, *service robots*, *humanoid robots*, *assistive robots*, *surgical robots*, etc. e a tutte le sottocategorie che includono) che applicativo (all'interno di una stessa categoria, esistono innumerevoli tipologie di robot molto specifiche, con funzioni specifiche e destinati a contesti particolari). La comunità scientifica ha trattato il tema della roboetica in relazione ad ognuna delle principali categorie robotiche (ad esempio, Malle et al., 2015; Esposito et al., 2016; Li et al., 2019), identificandone le relative questioni legali,

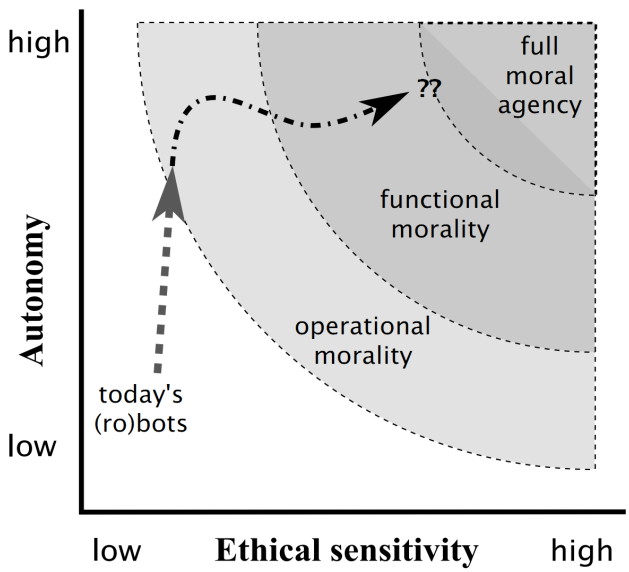



Figura 1 - I livelli di moralità robotica (operativa, funzionale, completa) in relazione all'autonomia e alla sensibilità etica del robot. Fonte: https://wonderfulengineering.com/future-robots-will-have-moral-and-ethical-sense/.

sociali e morali. In questo capitolo sarà approfondito esclusivamente il tema dell'etica in relazione ai robot sociali e assistivi per utenti fragili e anziani, con i necessari riferimenti alle questioni etiche più generali e universali.

## 8.2 Roboetica per la robotica assistiva

La storia della robotica è ricca di affermazioni relative ad un immaginario futuro in cui i robot, intelligenti e super avanzati, coopereranno fianco a fianco con gli esseri umani, supportandoli in numerose attività. Tuttavia "*adottare una prospettiva centrata sull'assistenza agli anziani può far luce in maniera produttiva e sorprendente su una letteratura scientifica attualmente dominata dalle affermazioni dei robotici. Ciò ci permette di iniettare una dose di realismo tanto necessaria, in una letteratura caratterizzata da affermazioni e esagerate o utopiche, sottolineando l'importanza dei bisogni sociali ed emotivi delle persone anziane* (…) *in ogni compito relativo alla loro cura.* (…) *riteniamo che non sia etico tentare di sostituire i 'simulacri' robotici con una vera interazione sociale*" (Sparrow & Sparrow, 2006, p. 143). Sebbene l'affermazione di Sparrow & Sparrow possa sembrare eccessivamente anti-robotica, essa va intesa come un efficace mezzo per raggiungere il fine ultimo degli autori: attirare l'attenzione sui temi dell'assistenza agli anziani e sulla robotica analizzandoli nel contesto più ampio degli atteggiamenti sociali verso gli anziani. Infatti, i robot non vanno intesi come una soluzione al problema della cura di fasce di popolazione più deboli: il confronto fra l'attuale entusiasmo per la robotica e la storia delle cure istituzionalizzate per gli anziani suggerisce che la ricerca sulla robotica assistiva merita di essere condotta se i diretti destinatari di tali tecnologie le ritengono utili e sono **intenzionati ad utilizzarle**, analogamente al processo decisionale con cui si acquista un elettrodomestico, un assistente digitale o un robot per le pulizie domestiche.
La **domanda di ricerca** principale **dal punto di vista etico**, in relazione ai diritti e ai valori umani condivisi è: ***dobbiamo preoccuparci dei robot usati per la cura e l'assistenza agli anziani?*** Tale domanda riguarda non solo gli utenti primari, ovvero i diretti beneficiari delle cure, ma anche tutti gli attori coinvolti come i caregiver, i familiari e la società in generale. È noto che non tutti gli anziani riescono a mantenere una mente e un fisico attivo fino ad un'età avanzata, motivo per cui possono avere problemi di mobilità, che gli impediscono di svolgere le attività quotidiane più semplici, perdita di memoria o essere a rischio di cadute, incidenti domestici, non ricordarsi posti o appuntamenti, soffrire di isolamento e solitudine per la scarsa possibilità di partecipare alla vita sociale. In sintesi, le tre macro-categorie dell'assistenza robotica agli anziani sono: **assistenza**, **monitoraggio** e **compagnia**. In relazione a queste ultime vanno affrontate le implicazioni etiche e sociali dell'uso di queste tecnologie.
Analogamente alle metodologie di valutazione e agli approcci progettuali, anche le questioni etiche in ambito robotico sono estrapolate a partire dalle **implicazioni socio-etiche** già affrontate nel campo della Human-Computer Interaction, in seguito alla **diffusione massiva dei computer** e dei sistemi informatici sia in ambiti professionali che nella vita privata di tutti i giorni. A partire dalla HCI, Friedman & Kahn (2003) identificano i valori umani fondamentali implicati nella progettazione delle nuove tecnologie e, quindi, anche in quella della robotica assistiva. Essi sono: benessere umano, proprietà, privacy, libertà da pregiudizi, usabilità universale, autonomia, fiducia, consenso informato, responsabilità, identità, calma, sostenibilità ambientale.
Dagli studi sulle implicazioni etiche della robotica assitiva emerge la necessità di includere l'utente nel processo di progettazione, soprattutto nelle fasi di indagini preliminari empiri-

che, teoriche e concettuali (Lin et al., 2012). Le ricerche e le prove con utenti, nell'ottica di un approccio iterativo alla progettazione, sono fondamentali dal punto di vista delle qualità o abilità pratiche o edoniche dei robot, ma sono anche un valido strumento per affrontare e riflettere con i principali utenti di queste tecnologie sulle questioni e preoccupazioni etiche e sociali. Inoltre, i designer e gli ingegneri lavorano per realizzare robot intelligenti, adatti, rispettosi e flessibili in base alle necessità degli utenti di riferimento, ma la **regolamentazione** di questi dispositivi spetta ai politici e alle amministrazioni: le loro decisioni sono importanti per definire, ad esempio, le esigenze dei caregiver in relazione agli sforzi fisici o cognitivi per l'assistenza agli anziani o il miglior compromesso fra il senso di dignità e indipendenza e il contrasto all'isolamento e alla solitudine. Inoltre, se in futuro i robot svolgeranno la maggior parte dei lavori faticosi e ripetitivi, ricordando i farmaci o le cure, occupandosi delle faccende domestiche, etc. essi potranno consentire ai familiari e agli anziani di avere più tempo libero da trascorrere insieme (Torresen, 2018).

Il mondo accademico affronta ampiamente tali questioni, sia ricercando degli **standard** o l'istituzione di **linee guida per la progettazione** di robot assistivi, nel rispetto di determinati valori o problemi etici, sia proponendo ulteriori implicazioni e argomenti che molto spesso si generano a partire da un caso studio specifico ma che possono trovare applicazione anche in contesti o con utenti più in generale. Nel 2011, l'agenzia governativa britannica EPSRC (Engineering and Physical Sciences Research Council) ha proposto una regolamentazione dei robot (interessante anche in relazione ai robot assistivi) secondo le seguenti norme (EPSRC, 2011; Bryson et al., 2017):

- **i robot sono strumenti multiuso**. I robot non devono essere progettati per uccidere o danneggiare gli esseri umani;
- **gli umani**, non i robot, **sono agenti responsabili**. I robot dovrebbero essere progettati, per quanto possibile, per conformarsi alle leggi esistenti e ai diritti e libertà fondamentali, inclusa la privacy;
- **i robot sono prodotti**. Dovrebbero essere progettati utilizzando processi che garantiscano la loro sicurezza e protezione;
- **i robot sono manufatti**. Non dovrebbero essere progettati in modo ingannevole per sfruttare gli utenti vulnerabili ma la loro natura di macchina dovrebbe essere chiaramente comunicata;
- dovrebbe essere **identificata** una **persona** con **responsabilità legale** per un robot.

Più nello specifico, Veruggio et al., (2016) e il gruppo di ricerca del progetto Euron Roboethics Atelier identificano alcune delle principali questioni etiche per gli *assistive robots*:

- i pazienti possono **attaccarsi emotivamente** ai robot, al punto che qualsiasi tentativo di distaccarli può causare un disagio significativo;
- i robot non saranno in grado di **rispondere alla rabbia e alla frustrazione dei pazienti**, se non richiedendo **aiuto umano**. Ad esempio, un paziente può rifiutare di assumere il farmaco offerto dal robot, gettarlo sul pavimento e persino tentare di colpire il robot;
- un robot può essere chiamato da più di un utente e non avere la possibilità di **dare priorità alle richieste**, causando così rabbia e frustrazione.

Inoltre, lo sviluppo di sistemi wireless e in cloud e la connessione dei robot alla rete e fra loro, consentono un'interazione uomo-uomo a distanza attraverso servizi come la telepresenza o teleassistenza e l'interazione robot-robot in relazione alla condivisione di dati e all'apprendimento cooperativo. Ciò porterà allo sviluppo di robot e sistemi collegati in cloud sempre più complessi e intelligenti, in grado di collaborare a distanza e di connettere team multidisciplinari ed eterogenei con applicazioni relative alla sicurezza, alla sorveglianza, al

monitoraggio. Ai chiari vantaggi di queste applicazioni (efficienza, sicurezza, capacità di gestione su larga scala, etc.) si affiancano alcuni rischi quali l'importanza dell'**affidabilità** di questi sistemi, gli eventuali **imprevisti**, **l'uso scorretto dei dati**, la **vulnerabilità dei sistemi** (si pensi agli hacker) o le preoccupazioni sulla **privacy**.

Le regole e le riflessioni sopra descritte rappresentano un ottimo punto di partenza per la definizione di standard specifici della robotica sociale e assistiva: tale argomento, però, va indagato e analizzato approfonditamente sia dal punto di vista teorico che pratico/applicativo. Secondo Casey et al., (2016) le questioni più urgenti, soprattutto nel caso di robot che assistono persone affette da demenza, includono: cambiamento o modifica della natura dell'assistenza; sostituzione dell'assistenza umana; autonomia dell'essere umano nell'ottica di eventuali restrizioni poste dal robot per la sicurezza; impatto negativo sulla dignità; attaccamento emotivo dell'utente e/o eccessiva dipendenza dal robot; preoccupazioni legate alla sicurezza e alla privacy.
Feil-Seifer & Mataric (2011) applicano il modello etico, consolidato in ambito medico, di Beauchamp & Childress (2001) per identificare alcuni **principi etici fondamentali nell'ambito dei SAR** (Socially Assistive Robotics): (1) **beneficenza** (beneficence): dovrebbero agire nel miglior interesse del paziente; (2) **non maleficenza** (non-maleficence): rispondono al principio "prima di tutto, non fare del male", per cui gli non dovrebbero danneggiare un paziente; (3) **autonomia** (autonomy): dovrebbero dare la possibilità al paziente di prendere una decisione basata sull'assistenza informata e non forzata; (4) **giustizia** (justice): equa distribuzione delle scarse risorse sanitarie.
Sharkey & Sharkey (2012) identificano sei questioni etiche, mettendole in relazione con i potenziali benefici dell'uso di robot per l'assistenza e la sicurezza degli anziani. Esse sono: (1) potenziale riduzione della quantità di contatto umano; (2) aumento dei sentimenti di oggettivazione e perdita di controllo; (3) perdita di privacy; (4) perdita di libertà personale; (5) inganno e infantilizzazione; (6) circostanze in cui gli anziani dovrebbero essere autorizzati a controllare i robot.

### *8.2.1 Potenziale riduzione della quantità di contatto umano*

L'invecchiamento, spesso, si traduce in una perdita di contatto sociale e umano. Secondo Sparrow & Sparrow (2006) l'uso di robot per il sollevamento, il trasporto o la pulizia domestica comporterebbe comunque una **riduzione di contatto umano da parte degli anziani**, in quanto eliminerebbe una preziosa **opportunità di interazione sociale** fra l'operatore/addetto alle pulizie e la persona anziana. Anche Sharkey & Sharkey (2010) ritengono che le attività *dull and dirty* (noiose e sporche) rappresentino comunque una buona opportunità di socializzazione, elemento ritenuto importante in relazione al benessere e alla qualità della vita degli anziani. Secondo alcuni studi, infatti, un'**ampia rete sociale** può ridurre lo stress, rappresentando una protezione verso il rischio di demenza senile (Saczynski et al., 2006). Anche dalla ricerca longitudinale di Robert Waldinger (2015)[8], direttore del progetto durato oltre 75 anni "Harvard Study of Adult Development", è emerso che "*il segreto di una vita felice e in salute sono le relazioni sociali profonde e sincere*".
Naturalmente tutti hanno e avranno sempre bisogno del contatto umano e dell'interazione sociale, quindi è importante che la tecnologia possa supportare questi bisogni sociali e

8 Cfr. https://www.ted.com/talks/robert_waldinger_what_makes_a_good_life_lessons_from_the_longest_study_on_happiness Accessed 12/05/2020.

rendere le persone più connesse e comunicative fra loro. Un robot, infatti, potrebbe **aumentare il contatto sociale** sperimentato dagli anziani, permettendogli di raggiungere con maggior facilità e frequenza i luoghi di incontro sociale (Sharkey & Sharkey, 2012).

### *8.2.2 Oggettivazione e perdita di controllo del robot*

Molto spesso l'attenzione dell'assistenza robotica si concentra su un miglioramento e supporto al caregiver, rischiando di tralasciare quello che dovrebbe essere lo scopo principale di tale servizio: migliorare la qualità della vita degli anziani. I robot progettati per sollevare, alimentare, assistere gli anziani al posto dei caregiver possono accrescere il problema dell'oggettivazione (Kitwood, 1997), quel fenomeno che si verifica anche nei casi in cui gli assistenti umani trattano le persone anziane (specialmente quelle affette da demenza) in maniera insensibile, come se non fossero senzienti. Allo stesso tempo, però, la tecnologia robotica potrebbe diminuire la dipendenza degli anziani dalle persone che si occupano di loro: per alcuni compiti (soprattutto quelli noiosi, faticosi o pericolosi) molti anziani preferirebbero essere aiutati dai robot. Inoltre, per quanto sia piacevole aiutare gli altri, è spiacevole avvertire di essere un peso per le altre persone e molti ricavano un senso di dignità dal gestire i propri bisogni fondamentali da soli, motivo per cui spesso si chiede aiuto ad una macchina: questo è il motivo per cui molti chiedono consiglio o informazioni su internet su come risolvere un problema o compiere azioni complesse piuttosto che chiedere ad altre persone (Torresen, 2018).
Il diritto fondamentale in discussione, in questo caso, è la **dignità umana**: quest'ultima non sempre è garantita dall'assistenza umana anzi, purtroppo talvolta viene calpestata proprio da coloro che dovrebbero avere cura delle persone più anziane e fragili. Queste situazioni potrebbero essere migliorate attraverso l'uso della robotica per implementare l'autonomia e la sicurezza delle persone. È possibile che proprio gli anziani, soprattutto per i compiti più intimi come la cura personale, il bagno o gli spostamenti da una stanza all'altra, potrebbero preferire un robot, una tecnologia quasi invisibile che possa rappresentare un'estensione delle proprie abilità (Sharkey & Sharkey, 2012).
Tuttavia, l'**indipendenza** pone un'ulteriore questione etica: quanto controllo sul robot dovrebbe essere consentito ad una persona anziana? Il controllo può dipendere dalle sue capacità mentali o dallo stato clinico? Inoltre, chi è responsabile di eventuali incidenti o danni dati dall'uso di un robot? Secondo Sharkey & Sharkey (2012) la risposta sta nel **giusto equilibrio** fra il potenziamento dell'individuo, che può essere più mobile e autonomo, e la protezione dello stesso da situazioni o conseguenze pericolose. Si tratta, quindi, di trovare l'equilibrio fra il benessere psicologico degli anziani, una loro maggiore autonomia e indipendenza e la protezione del loro benessere fisico dai pericoli.

### *8.2.3 Perdita di privacy e di libertà personale*

La questione della privacy riguarda soprattutto i robot per il monitoraggio o la telepresenza che potrebbero consentire una maggiore sicurezza degli anziani nella propria casa ma anche offrire l'opportunità di visite specialistiche o di comunicazione virtuale in teleconferenza con medici, caregiver o familiari.
Da alcuni studi emerge che gli anziani tollerano la diminuzione della privacy in cambio di una maggiore **autonomia domestica** (Jacelon & Hanson, 2013; Towsend et al., 2011). Tuttavia siccome molti anziani non hanno grande familiarità con la tecnologia, potrebbe esserci un divario fra la **comprensione effettiva del livello di privacy** e dell'**effettivo consenso prestato**. Le domande principali in questo caso sono: *chi dovrebbe avere accesso alle informazioni rilevate e per quanto tempo dovrebbero essere conservate? I familiari*

*dovrebbero essere autorizzati a firmare il diritto alla privacy degli anziani? In caso di situazione pericolosa, il robot dovrebbe avere l'autorità di intervenire direttamente o solo segnalare il rischio?* Inoltre, se i robot devono migliorare il benessere e la sicurezza, dovrebbero essere degli aiutanti autonomi e personalizzabili, che non influenzano o invadono in alcun modo l'intimità dell'ambiente domestico. Le stesse preoccupazioni riguardano gli ambienti domotici intelligenti, connessi in cloud, alla rete e anche a tecnologie robotiche. Anche in questo caso un'analisi dei rischi e dei benefici dell'assistenza robotica può portare alla ricerca di un equilibrio in base all'utente specifico. A tal proposito Orpwood et al., (2008) hanno sviluppato una casa intelligente per una persona affetta da demenza sforzandosi di sviluppare sistemi che aumentino la sicurezza dell'individuo ma che non lo privino del tutto di controllo. Analogamente, una personalizzazione sensibile dei robot per il monitoraggio potrebbe rivelarsi il modo migliore per raccogliere i vantaggi offerti dalla robotica, senza ridurre la qualità della vita degli anziani (Forlizzi et al, 2004).

### *8.2.4 Inganno emotivo (emotional deception) e infantilizzazione (infantilization)*

L'inganno si verifica quando vengono comunicate informazioni false a beneficio del comunicatore (Arkin et al., 2011), il che implica anche che un agente sociale possa indurre **false credenze** in un altro o che possa omettere alcune informazioni. L'**inganno** può essere **involontario o volontario**: quest'ultimo può essere anche attuato a fin di bene, come ad esempio l'effetto placebo in medicina. Nel campo della robotica l'inganno avviene quando i robot assistivi mostrano un comportamento sociale che spesso non corrisponde alle loro reali capacità (Sharkey e Sharkey, 2012). In tal caso il robot può suscitare false aspettative nelle persone, che però non possono essere realmente soddisfatte. Inoltre, molto spesso sono l'aspetto e/o il comportamento del robot ad ingannare l'utente, anche in maniera involontaria. I robot sono dotati di abilità sociali e di comportamenti emotivi per migliorare le loro capacità di comunicare con le persone, rendere più efficace il servizio di assistenza e quindi migliorare la qualità della vita degli utenti (Kirby et al., 2010). La questione dell'inganno emotivo, quindi, ha un duplice aspetto: gli anziani riconoscono emozioni nelle espressioni robotiche, il che è considerabile come un inganno in quanto il robot è incapace di provare emozioni (Fulmer et al., 2009). Dall'altro lato, però, esprimere emozioni è un requisito fondamentale per un robot interattivo di successo (Breazeal & Scassellati, 1999) e gli anziani potrebbero trarre un reale beneficio sia fisico che psicologico dal comportamento emotivo del robot (Cacioppo & Patrick, 2008).
Le preoccupazioni etiche, quindi, riguardano l'uso prolungato di questi prodotti: le loro espressioni emotive e l'inganno che ne consegue, possono far sì che l'utente provi davvero emozioni e abbia aspettative non realistiche, affidandosi eccessivamente al robot come assistente senza esercitare le proprie facoltà di giudizio. È importante definire le priorità della ricerca in tal senso, così da prevenire e affrontare le questioni etiche già in fase di sviluppo e progettazione dei robot.

Il problema dell'**infantilizzazione** è strettamente correlato all'inganno: ciò si verifica quando incoraggiare gli anziani ad interagire con i robot da compagnia, che sono assimilabili a dei giocattoli, possa avere l'effetto di infantilizzarli. Tuttavia, alcuni studi hanno dimostrato che alcune bambole (analogamente ai robot da compagnia simili a peluche o ad animali) possono rappresentare dei veri e propri **catalizzatori per la reminescenza e la conversazione** in caso di persone affette da **Alzheimer** (Cayton, 2006). Secondo Sharkey & Sharkey (2012) è comunque possibile prevedere scenari in cui i robot sociali da compagnia

possano migliorare la qualità della vita degli anziani, senza necessariamente ridurne i contatti umani: i robot possono fungere da **facilitatori sociali** o portare ad un **aumento delle interazioni fra anziani** o fra anziani e caregiver, riducendo lo stress e la depressione, come dimostrato dagli innumerevoli studi con il robot zoomorfo PARO (Wada & Shibata, 2006). Inoltre, l'uso di robot sociali da compagnia non implica necessariamente un'infantilizzazione: probabilmente, interagire con i robot è socialmente più accettabile che giocare con bambole o simili e gli anziani possono essere più predisposti ad usare i robot da compagnia: "*Gli anziani sentivano un 'permesso sociale' ad usare i robot, percepiti come un'attività molto apprezzata e appropriata agli adulti*" (Turkle et al., 2006, p. 354).

### *8.2.5 Attaccamento emotivo (emotional attachment)*

L'attaccamento emotivo è la somma degli **episodi di coesione** che una persona sperimenta con altre persone o oggetti (Huber et al., 2016). Esso dipende dall'esistenza di fattori di coesione, ovvero valori, preferenze, carisma, attrattiva, reciprocità e apertura. Le persone possono attaccarsi emotivamente ai robot in quanto sono in grado di attaccarsi anche agli oggetti (Keefer et al., 2012). Per quanto riguarda i robot assistivi, è stato dimostrato che un'**interazione a lungo termine** potrebbe portare all'instaurarsi di una **relazione emotiva** con i robot (Torta et al., 2014). Tale questione diventa sempre più urgente, soprattutto con le nuove scoperte e i crescenti sviluppi nel campo dell'Intelligenza Artificiale (AI). In relazione agli anziani, la domanda principale riguarda quanto essi riescano a **controllare le emozioni nei confronti dei robot** e quanto questa tipologia di interazione vada assecondata. La ricerca si è concentrata sui robot che suscitano un attaccamento nell'utente attraverso il loro comportamento: come afferma Van Maris (2020), siccome i robot sociali e assistivi sono sempre più complessi e avanzati aumenta la probabilità che formino legami emotivi con loro. Se da un lato il legame può supportare l'obiettivo di impiego della tecnologia assistiva, addirittura rendendola più efficace, bisogna considerare che il **distacco** potrebbe essere molto **problematico** o comunque causare disagio emotivo. Sicuramente il processo di ricerca e di progettazione Human-Centred può supportare il dispiegarsi di tali questioni etiche: una conoscenza approfondita delle necessità e delle preoccupazioni tacite delle persone, attraverso il loro coinvolgimento nel processo di sviluppo dei robot, può ridurre i potenziali limiti delle tecnologie. La ricerca di Vandemeulebroucke et al., (2018b) propone un metodo di analisi etica basata sul peso predominante dei destinatari dell'assistenza nelle discussioni relative ai robot assistivi.

L'inganno e l'attaccamento emotivo aprono un'ulteriore discussione relativa alla progettazione **dell'illusione dell'*animacy*** dei robot assistenziali e, quindi, l'inganno dovuto al fatto che essi sembrino **realmente vivi e senzienti**: "*Sta diventando più facile realizzare robot che sembrano capirci e persino sembrare come noi. Ci sono robot umanoidi che possono camminare, parlare e persino stringerti la mano. Ci sono robot in grado di riconoscere le espressioni emotive umane e di mostrare segnali emotivi. Esistono robot in grado di riconoscere determinati individui. Ci sono robot zoomorfi che rispondono all'affetto e che sembrano aver bisogno di cure. Sono stati compiuti sforzi considerevoli verso lo sviluppo di robot con cui le persone amano interagire e desiderano passare il tempo. Contemporaneamente, gli sviluppi nel campo della robotica stanno raggiungendo il punto in cui i robot-caregiver e i robot da compagnia per i membri vulnerabili della società stanno diventando una possibilità reale. Prima di effettuare progressi troppo rapidi nell'ambito dei robot assistivi, è importante considerare i problemi etici nel consentire o addirittura nell'incoraggiare i membri più giovani e più anziani della società a pensare di poter stabilire relazioni con i robot. Le persone anziane sono spesso sole e bisognose di compagnia e contatto sociale.*

*Alcuni sostengono che un robot possa essere un sostituto amichevole e, allo stesso tempo, rassicurare le famiglie assenti sul benessere del loro parente anziano, monitorando e comunicando il suo stato di salute. La malattia di Alzheimer lascia molti anziani confusi, bisognosi di aiuto per le attività quotidiane e di qualcuno che risponda alle loro domande. È stato suggerito che un robot potrebbe svolgere questo ruolo. È probabile che i robot per gli anziani (…) siano progettati in modo tale che il loro aspetto, i loro movimenti e le loro interazioni ne favoriscano l'attribuzione di stati mentali. Lo scopo sarebbe quello di fornire ai robot funzionalità sufficienti per incoraggiare gli utenti a stabilire una relazione con loro. Ciò rappresenta una forma di inganno ed è eticamente accettabile? (…) Quali sono i vantaggi e gli svantaggi di incoraggiare credenze antropomorfe negli anziani o nei giovani?*" (Sharkey & Sharkey, 2011, pp. 32 -33).

### *8.2.6 Il ruolo chiave dei valori umani per l'etica in robotica*

L'urgenza di questi temi è evidente anche per il crescente numero di conferenze relativamente nuove come l'**International Conference on Robot Ethics and Standards 1** e i nuovi standard etici in robotica e AI (Winfield, 2019). Nel 2017 (Boden, 2017)[9] sono stati pubblicati una serie di **principi etici** che dovrebbero rappresentare la base dei nuovi standard etici in robotica. In sintesi essi sono: i robot e le intelligenze artificiali (IA) **non dovrebbero nuocere**, pur essendo **privi di parzialità** e inganno; dovrebbero **rispettare i diritti umani** e le **libertà**, compresa la **dignità** e la **privacy**, promuovendo nel contempo il benessere; dovrebbero essere **trasparenti e affidabili**, garantendo nel contempo che il luogo della responsabilità e della responsabilità rimanga con i loro progettisti o operatori umani. Altrettanto interessante è la crescente frequenza delle pubblicazioni in tale ambito, chiare prove di una crescente consapevolezza dell'urgente necessità di principi etici per la robotica e l'IA. Ma, sebbene costituiscano una base importante e necessaria, i principi non sono pratica. Gli standard etici sono il prossimo importante passo verso una *governance* etica in robotica e AI (Winfield & Jirotka, 2018).

Le questioni etiche riguardano molto da vicino gli utenti fragili, ovvero anziani e disabili fisici/cognitivi che si trovano ad essere aiutati e supportati da robot assistivi. Questo tipo di utente, spesso, non ha molta confidenza o esperienza delle nuove tecnologie e, per tale motivo, può essere maggiormente influenzata dal punto di vista della sicurezza psico-fisica. Ulteriori implicazioni etiche riguardano la **riduzione del contatto umano**, la perdita della **libertà personale**, la perdita della **privacy**, le questioni riguardanti la **responsabilità**, l'**infantilizzazione**, l'**inganno emotivo** e l'**attaccamento emotivo** (Sullins, 2012; Kolling et al., 2013).

Tuttavia tali problematiche sono solo una faccia della medaglia: per ogni aspetto negativo, infatti, è possibile trovare un riscontro positivo, il che rende tali questioni ancora più complesse. Ad esempio, se da un lato i robot sociali possono ridurre il contatto con gli altri esseri umani, dall'altro possono fornire opportunità di conversazione, sia con robot che con esseri umani. Da un lato, i robot potrebbero portare alla perdita di controllo e di libertà personale, dall'altro possono anche offrire agli anziani l'opportunità di gestire autonomamente il proprio benessere e ridurre i rischi correlati alla solitudine (Van Maris, 2020).

La diffusione di queste tecnologie, inoltre, può influenzare e **modificare le pratiche e i comportamenti sociali** associati alle azioni che compiono. In tal caso la domanda di ricerca principale è: *come controllare la direzione in cui si svilupperanno le tecnologie robo-*

9 Cfr. https://alanwinfield.blogspot.com/2017/12/a-round-up-of-robotics-and-ai-ethics.html Accessed 13/05/2020.

*tiche, specialmente da un punto di vista etico?* Secondo molti studiosi i valori, le norme culturali e sociali determineranno notevolmente la progettazione e lo sviluppo dei robot che, a loro volta, trasmetteranno agli esseri umani i valori socio-culturali di cui sono portatori (Sabanovic, 2010). Ciò significa che i **fattori sociali e culturali** (norme, morale, credenze, etc.) **influenzano la progettazione**, il funzionamento, l'applicazione, l'uso e la valutazione di robot e altre tecnologie.

Nel complesso, la simbiosi fra umani e robot raggiungerà livelli più elevati integrazione e la roboetica è un requisito fondamentale per assicurare che questa **simbiosi** sia **sostenibile**, etica e proficua per l'uomo (Tzafestas, 2018). Su queste basi, in riferimento al pensiero di Sparrow & Sparrow (2006) discusso all'inizio di questa sezione, è importante considerare, coltivare e, se necessario, formare la sensibilità e la **responsabilità sociale** verso il tema dell'assistenza agli anziani affinché vengano concepiti e progettati robot che possano supportare il benessere, l'autonomia e l'indipendenza degli anziani che scelgono di averli all'interno delle proprie abitazioni. Il metodo principale per conoscere l'opinione pubblica su un dato tema è sicuramente il sondaggio. Un modo per accrescere l'interesse verso determinati temi e aumentare il bagaglio di riflessioni teoriche o proposte pratiche per le questioni etiche è la discussione e il confronto sia fra professionisti, ricercatori, imprenditori che fra persone comuni, specialisti dell'assistenza e diretti destinatari della stessa. A tal proposito, la Open Roboethics Initiative ha effettuato una serie di sondaggi per affrontare alcune preoccupazioni etiche relative ai robot assistivi per anziani, attraverso la discussione e la collaborazione di utenti da tutto il mondo. I sondaggi hanno lo scopo di rispondere ad alcune importanti, anche se non esaustive, domande per la roboetica:

- ***I robot per l'assistenza personale isoleranno gli anziani ancora di più o gli consentiranno di socializzare di più?*** Secondo i risultati del sondaggio (2014)[10] le persone sono tendenzialmente ottimistiche nei confronti della robotica assistiva: molti ritengono che i robot possano aiutare gli anziani a socializzare con altre persone attraverso sistemi di teleconferenza o svolgendo il ruolo di facilitatore sociale. Una piccola minoranza teme che i caregiver umani vengano sostituiti da quelli robotici: a tal proposito è chiara la tendenza a voler ricevere aiuto e supporto dal robot senza rinunciare alle cure umane. Molti dei partecipanti, infatti, userebbero volentieri un robot assistivo come promemoria per le medicine, per monitorare la sicurezza ambientale o per le faccende domestiche ma anche per essere aiutati a muoversi in casa o a manipolare oggetti più o meno pesanti;
- ***Qual è il livello di interazione con un robot socialmente accettato per un utente anziano?*** La maggior parte dei partecipanti non ritiene di dover stabilire un livello o limite, in quanto elemento puramente soggettivo. Una buona parte ritiene che l'interazione con un robot è accettabile finché l'anziano interagisce regolarmente anche con gli essi umani (si ripropone in questo caso la riflessione precedente sulla paura che i robot sostituiscano i caregiver umani).

La definizione di **strutture legislative** e/o di **linee guida universali** e condivise, relativamente alle questioni etiche sui robot sociali e assistivi discusse precedentemente, potrebbe contribuire allo sviluppo di metodologie standard per la valutazione etica. Un caso

10 Cfr. https://openroboethics.org/results-robots-will-enable-seniors-to-socialize-more-says-readers/#more-10768 Accessed 11/05/2020.

interessante, anche se non relativo all'area dell'assistenza agli anziani, è rappresentato dalla **Ethical Acceptability Scale** (Scala di Accettabilità Etica), sviluppata per consentire la valutazione di problemi etici nell'uso della terapia con robot per i bambini con autismo (Peca, 2016). Lo strumento, su scala Likert a cinque punti, è composto da dodici *item* sviluppati da un team di psicologi, etici, terapisti e ingegneri. Una parte di essi si focalizza specificamente sull'uso di robot per la terapia di bambini con autismo mentre l'altra metà affronta le questioni etiche in robotica in termini generali.

## 8.3 Robotica, intelligenza artificiale e umani: potenzialità e scenari futuri

Sin dalle prime invenzioni tecnologiche, il mondo della letteratura e del cinema ha esplorato a fondo l'idea di un futuro con tecnologie sempre più avanzate: dalla società distopica di **Fritz Lang** in *Metropolis* (1927), alle visionarie opere di **Asimov** (dagli anni '30 agli anni '90) alcune delle quali tradotte in lungometraggi (*Io Robot,* 2004), alle oltre 200 pellicole sui temi della robotica e dell'intelligenza artificiale, come *Robocop* di P. Verhoeven (1987), *Star Wars* di **G. Lucas** (dal 1977), *2001 Odissea nello spazio* di **S. Kubrick** (1968), *A.I. - Intelligenza Artificiale* di **S. Spielberg** (2001), *Her* di S. Jonze (2013). Attraverso film e romanzi gli autori, oltre a mostrare possibili e complessi scenari di interazione uomo-robot, affrontando spesso anche gli aspetti tecnico-scientifici e sociali, hanno indagato anche le questioni etiche, trattandole attraverso le loro trame e offrendo innumerevoli **spunti di riflessione** alla società e ai ricercatori.
Oltre ai registi e agli scrittori, anche importanti esponenti del mondo accademico e imprenditori di spicco hanno commentato pubblicamente i possibili sviluppi delle tecnologie robotiche e AI e le relative questioni socio-etiche. Il celebre fisico e cosmologo **Stephen Hawking** nell'intervista alla BBC (2014)[11] "Humans, limited by slow biological evolution, couldn't compete and would be superseded by A.I." ha argomentato come le forme di AI fin ora sviluppate siano molto utili ma avverte sulle possibili conseguenze della creazione di qualcosa che possa uguagliare o superare l'intelligenza umana. Anche il fondatore della Microsoft Corporation **Bill Gates** (2015)[12] e l'imprenditore (fondatore di aziende come PayPal, Tesla, Hyperloop, OpenAI) e inventore **Elon Musk** (2014)[13] concordano sulla necessità di doversi porre domande e preoccupazioni circa l'intelligenza artificiale e la robotica. Sicuramente questi commenti hanno accresciuto la **consapevolezza** del grande pubblico sulle preoccupazioni etiche relative alle future tecnologie robotiche intelligenti, generando molte risposte anche da parte del mondo della ricerca su come poter sviluppare robot e AI riducendo o eliminando i possibili impatti negativi. È doveroso precisare che, sebbene il mondo del cinema o gli investimenti al limite dell'utopico di aziende come la Neuralink o la OpenAI di Musk trasmettano un'idea di robotica estremamente avanzata e intelligente, i progressi reali sono ancora molto lontani dal raggiungere livelli così fantastici e astratti.
Tuttavia, la robotica è un settore in forte espansione, in cui sia l'ambito accademica che quello imprenditoriale stanno investendo moltissimo. Il rapporto Mckinsey (2013) "Advances that will transform life, business, and the global economy" annovera la *advanced robo-*

11 Cfr. http://www.bbc.com/news/technology-30290540 Accessed 12/05/2020.
12 Cfr. http://www.bbc.com/news/31047780 Accessed 12/05/2020.
13 Cfr. https://www.theguardian.com/technology/2014/oct/27/elon-musk-artificial-intelligence-ai-biggest-existential-threat Accessed 12/05/2020.

*tics* (*robotica avanzata*) fra le **cinque tecnologie rivoluzionarie che trasformeranno la vita**, il mercato del lavoro e l'economia globale. Infatti, negli ultimi decenni i robot industriali hanno svolto prevalentemente lavori troppo rischiosi, pericolosi o difficili per gli umani: essi, essendo costosi, ingombranti e poco flessibili spesso sono stati imbullonati al suolo o comunque recintati per proteggere i lavoratori, rappresentando dei validi strumenti di lavoro da usare esclusivamente in ambienti professionali ma non prevedendo la possibilità di una coesistenza sicura all'interno degli spazi umani.

Negli ultimi anni i robot più avanzati hanno conosciuto innumerevoli miglioramenti: hanno ***sensi* più sviluppati**, riescono a percepire lo spazio, le persone circostanti e persino le espressioni emotive altrui, sono più flessibili e adattabili, più facili da programmare e più intelligenti, grazie ai progressi dell'intelligenza artificiale (AI) e della comunicazione macchina-macchina e uomo-macchina. Questi progressi possono rendere la cooperazione uomo-robot in ambito lavorativo più sicura ma anche più produttiva. Lo sviluppo nella ricerca porta anche a **protesi o esoscheletri robotici**, a tutta un'area destinata all'assistenza che può aiutare, assistere, rendere più sicura e migliorare la qualità della vita delle persone. Lo sviluppo crescente della ricerca nel campo della robotica a cui stiamo assistendo segna la fine della segregazione di tali tecnologie ai meri ambiti industriali o all'interno di recinzioni e la cui interazione con l'uomo è limitata alla manutenzione. C'è una crescente richiesta, da parte del mercato, di robot sociali e autonomi e un'apertura, da parte della società, verso l'utilizzo di macchine sicure e affidabili da usare quotidianamente nella cooperazione e l'assistenza umana (Veruggio et al., 2016).

A seconda dei contesti d'uso e delle abilità è possibile suddividere i robot in alcune macro-categorie, ognuna delle quali lascia spazio a riflessioni sui possibili scenari futuri dell'interazione uomo-robot. I **robot industriali** (industrial robotics), sono riconosciuti dalla ISO 8373:2012[14] "Vocabulary" come un "*automatically controlled, reprogrammable, multipurpose manipulator, programmable in three or more axes, which can be either fixed in place or mobile for use in industrial automation applications*". Le applicazioni tipiche sono l'assemblaggio, la verniciatura, la saldatura e tutte quelle attività ripetitive e faticose che possono compiere con resistenza, velocità e precisione. I robot industriali possono essere semplici bracci robotici, celle di lavoro o addirittura intere linee di assemblaggio robotizzate. Essi alleviano gli esseri umani da lavori di routine, noiosi o pericolosi, apportando grandi benefici economici e produttivi. I problemi etici e sociali riguardano la paura della perdita del lavoro, anche se la robotica stessa ha creato nuove figure professionali e nuovi posti di lavoro, con grandi potenzialità di sviluppo e di ricchezza per aziende e lavoratori.

I **robot di servizio** (service robotics) sono in crescita e stanno avendo larga diffusione (IFR Robotics Report, 2014). Essi hanno varie forme (umanoidi, con ruote, bracci, gambe, etc.), sistemi di percezione (vista, ultrasuoni, radio, etc.) e di manipolazione (mani, sonde, pinze, etc.). La loro applicazione è sia professionale, quindi di supporto o aiuto a operatori umani, sia personale, per il supporto o lo svolgimento di attività in casa, come il lavaggio, la stiratura, le pulizie, etc. La **Boston Dynamics**[15] è un'azienda leader a livello globale nella produzione di robot mobili che affrontano le sfide più ardue in campo robotico. I loro team

14 Cfr. https://www.iso.org/standard/55890.html?browse=tc Accessed 11/05/2020.
15 https://www.bostondynamics.com Accessed 13/05/2020.

di ingegneri e scienziati raggiungono livelli di eccellenza nel controllo dinamico, nell'equilibrio, nei design sofisticati, nell'elettronica e nei software all'avanguardia che consentono di sviluppare robot ad alte prestazioni, dotati di percezione, capacità di navigazione autonoma e intelligenza. Ad esempio, il loro *mobile robot Spot*, dotato di quattro gambe e un di braccio meccanico, è talmente agile da riuscire a salire le scale, attraversare terreni accidentati ed è così snodato e preciso da navigare in sicurezza in ambienti chiusi: la sua agilità è stata messa alla prova in numerosi video ufficiali della compagnia (ad esempio il video disponibile su Youtube "Boston Dynamics Spot hands-on: new dog, new tricks")[16].

La **robotica chirurgica** (surgical robotics) permette di effettuare interventi chirurgici poco invasivi con precisione e accuratezza. Per comprendere il grande cambiamento che la chirurgia ha conosciuto grazie alla robotica, è possibile pensare alle procedure neurologiche delicate e impossibili da attuare senza il supporto robotico. La rinomata rivista Nature[17] attua una panoramica delle principali innovazioni robotiche e delle loro potenzialità in ambito chirurgico: il **robot *Da Vinci*** della Intuitive Surgical[18] - California o il **robot Senhance**[19] della TransEnterix - North Carolina consentono ai chirurghi di assumere il controllo di più bracci robotici per raggiungere con maggior precisione e sicurezza le aree più difficili. L'***Ingestible origami robot***[20] sviluppato dal MIT di Boston in collaborazione con l'Università di Sheffield e il Tokyo Institute of Technology rappresenta una tecnologia robotica chirurgica ancora più all'avanguardia: inserito all'interno di una capsula ingestibile quasi microscopica, il piccolo robot può fuoriuscire dalla stessa e, controllato da remoto, può navigare nel corpo umano per riparare piccole ferite o somministrare farmaci in zone specifiche. Gli *origami robot* sono in grado di modificare la propria forma in base alla necessità e, alla fine dell'utilizzo, si biodegradano. I video sul canale Youtube del MIT "Robot Origami: Robot self-folds, walks, and completes tasks"[21] così come J. Paik (esperta di *soft robotics*) al TED Talk "Origami robots that reshape and transform themselves"[22] li descrivono approfonditamente.

La **biorobotica** (biorobotics), basata sullo studio delle funzioni biologiche e cerebrali, ha innumerevoli applicazioni, dallo sviluppo di nuovi dispositivi (macro, micro e nano) per la diagnostica, la riabilitazione o le protesi. Si pensi alle potenzialità aperte dagli arti o **organi artificiali**, dai **sensi artificiali** (come occhi o orecchie) o dalla *human-augmentation*, come nel caso degli **esoscheletri**. Hugh Herr, *bionic designer* del MIT, costruisce protesi per gambe, ginocchia e con microprocessori per garantire ai pazienti velocità, equilibrio e un'andatura normale. Egli ha dato una prima dimostrazione di una protesi a controllo neuronale al TED Talk del 2014 "The new bionics that let us run, climb and dance"[23].

16 Cfr. https://www.youtube.com/watch?v=bmNaLtC6vkU Accessed 13/05/2020.
17 Cfr. https://www.nature.com/articles/d41586-019-02874-0 Accessed 13/05/2020.
18 https://www.intuitive.com/en-us Accessed 13/05/2020.
19 https://www.senhance.com Accessed 13/05/2020.
20 Cfr. http://news.mit.edu/2016/ingestible-origami-robot-0512 Accessed 13/05/2020.
21 Cfr. https://www.youtube.com/watch?v=ZVYz7g-qLjs Accessed 13/05/2020.
22 https://www.ted.com/talks/jamie_paik_origami_robots_that_reshape_and_transform_themselves?utm_campaign=tedspread&utm_medium=referral&utm_source=tedcomshare Accessed 13/05/2020.
23 https://www.ted.com/talks/hugh_herr_the_new_bionics_that_let_us_run_climb_and_dance?utm_campaign=tedspread&utm_medium=referral&utm_source=tedcomshare Accessed 13/05/2020.

I **robot da esterni** (outdoor robotics) possono essere usati per le esplorazioni o in caso di circostanze pericolose, che rendono difficile agli umani lavorare o addirittura vivere. Esempi sono i robot da miniera, da carico, per l'agricoltura, il salvataggio di persone o la protezione ambientale. In mare i robot possono essere utili per la ricerca, il recupero di persone o oggetti, ispezioni e manutenzioni. Vi sono poi i robot per l'esplorazione spaziale o le operazioni da remoto. La **NASA** (National Aeronautics and Space Administration)[24] spiega tutti i vantaggi dell'uso di robot per determinate missioni spaziali, dalle minori preoccupazioni relative alla sicurezza, ai costi inferiori fino ai casi in cui i robot possono svolgere molte attività troppo pericolose o difficili per gli astronauti[25]. Alcuni dei robot più noti usati dalla NASA sono i ***Mars Rovers***, ***Puffer*** (robot leggerissimo su due ruote che può appiattirsi e chinarsi per esplorare zone molto strette), *BRUIE* (robot in grado di galleggiare o muoversi al di sotto di superfici ghiacciate), ***Hedgehog*** (un robot a forma di cubo, adatto a muoversi a bassissima gravità perché salta anziché rotolare, progettato per esplorare piccoli corpi come asteroidi o comete).

I **robot per l'educazione** (educational robots) sono strumenti utili per **insegnare la tecnologia** e visualizzarla in 3D. I giovani usano costantemente computer e dispositivi digitali per studio o intrattenimento, consumando esperienze reali e virtuali. La robotica non può sostituire le relazioni umane ma sicuramente, come tutte le altre tecnologie, andrà a modificarne le caratteristiche. Per tale motivo la robotica in ambito educativo è vista come uno strumento di apprendimento delle discipline tradizionali (matematica, progettazione, scienze e relativi esperimenti, fisica, disegno, etc.) attraverso metodologie e tecnologie moderne. Un esempio interessante è rappresentato dal **LEGO Mindstorms NXT**[26], un kit robotico programmabile che consente ai docenti di scuole elementari e medie di insegnare le basi della matematica e della programmazione oltre che di lavorare sul miglioramento delle abilità sociali, cognitive, creative e di problem solving.

I **robot per l'assistenza** potrebbero contribuire alla cura degli anziani svolgendo ruoli di maggiordomi o servitori, in quanto un'alta percentuale di persone anziane o fragili ha bisogno di supporto quotidiano dispendioso in termini di servizi igienici, doccia e/o vestiario, essere sollevati dal letto o addirittura nutriti e molte altre attività. I robot ad attivazione vocale potrebbero essere molto utili in alcune di queste circostanze, accrescendo l'autonomia individuale tramite il recupero di cibi e bevande, l'apertura di porte o manipolazione di oggetti ed elettrodomestici. I robot potrebbero svolgere i compiti di routine legati alla cura degli anziani, come le pulizie domestiche (robot aspirapolvere), la cura del giardino (robot tosaerba), etc. Inoltre, i robot potrebbero supportare il monitoraggio a distanza dei pazienti, per garantire la loro sicurezza e quella dell'ambiente circostante, come i campanelli o pulsanti di allarme attuali ma più efficienti e intelligenti. Possono consentire al caregiver di osservare e muoversi nell'ambiente da remoto (telepresenza) o addirittura di manipolare oggetti e controllare parametri a distanza.
Infine, i **robot umanoidi** pongono numerose sfide ma anche problemi etici e legali. Il loro ruolo si basa soprattutto sull'intelligenza artificiale, sul livello di autonomia nello svolgimento dei compiti e quindi sulla loro **capacità di apprendere**, ovvero di adattarsi all'ambiente

24 https://www.nasa.gov Accessed 13/05/2020.
25 Cfr. https://spaceplace.nasa.gov/space-robots/en/ Accessed 13/05/2020.
26 https://www.lego.com/en-us/themes/mindstorms?domainredir=mindstorms.lego.com Accessed 13/05/2020.

circostante, alle persone e di distinguere i loro stati emotivi o fisici, modellando il proprio comportamento. È verosimile che la loro applicazione (supporto agli operatori umani) riguardi tutti quegli ambiti in cui è necessario un aspetto umano ma in cui le attività da svolgere sono faticose, pericolose o ripetitive per le persone. Le questioni etiche in questo caso sono molteplici: oltre a quelle relative alla privacy e alla sicurezza, ci sono i problemi legati alla personalità del robot, alle modalità di interazione e di comunicazione fra uomo e robot. L'umanoide ***Sophia***, sviluppato dalla Hanson Robotics, è il più famoso e avanzato robot dotato di **intelligenza artificiale** nel mondo, come è possibile vedere dai video sul suo canale Youtube[27]. Essendo un sistema estremamente sofisticato di ingegneria e AI, *Sophia* è usata soprattutto nel campo della ricerca nella Human-Robot Interaction: ad esempio, è stata usata nell'ambito del progetto ***Loving AI***[28], con lo scopo di comprendere come i robot possono adattarsi alle esigenze degli utenti attraverso lo sviluppo interno e interpersonale.

### *8.3.1 I robot ci ruberanno il lavoro?*

Una paura diffusa fra le persone è che la robotica e l'intelligenza artificiale possano consentire alle aziende e alle organizzazioni di sostituire il lavoro umano con macchine o algoritmi intelligenti. Ciò ha rappresentato un timore per decenni ma è stato dimostrato, attraverso l'esperienza con le precedenti innovazioni informatiche, che l'introduzione delle nuove tecnologie e dell'automazione crea molti più posti di lavoro rispetto a quelli persi (Morgenstern, 2016). Secondo Norman (2004) nel corso della storia **ogni nuova ondata tecnologica ha spostato i lavoratori** ma il risultato totale è stato un **aumento della durata media e della qualità della vita** per tutti, portando anche ad un aumento dei posti di lavoro, sebbene di natura diversa rispetto a quelli precedenti. Secondo Negenborg et al., (2008) l'uso di robot industriali può essere considerato un'alternativa all'attuale delocalizzazione della produzione merci in paesi stranieri, assicurando così posti di lavoro nei paesi di produzione. Tuttavia, come affermano Salvini et al., (2010), questi problemi vanno affrontati durante la progettazione della tecnologia. Il che rende "*necessario creare una nuova visione sociale abbastanza potente da eguagliare il potenziale delle nuove tecnologie nella nostra vita. La misura in cui saremo in grado di farlo determinerà se vivremo un nuovo rinascimento o un periodo di grandi sconvolgimenti sociali nel prossimo secolo (Christaller et al., 2006)*" (Salvini et al., 2010, p. 457).

Un recente studio pubblicato sulla nota rivista *Nature*, mostra che le persone (da osservatori esterni, parlando di altre persone) preferiscono che i lavoratori siano sostituiti nelle proprie mansioni da un essere umano piuttosto che da un robot ma, quando si tratta di loro stessi, preferiscono essere sostituiti da un robot: ciò è dovuto sicuramente alla naturale tendenza dell'uomo ad effettuare **confronti sociali** con i propri simili per valutare la propria autostima e le proprie capacità. Essere rimpiazzato da un robot, quindi, dovrebbe apparire meno minaccioso o comunque minare meno all'immagine positiva di sé rispetto alla sostituzione umana. Alla luce del progresso tecnologico, però, le persone vedono la differenza di capacità fra sé e i robot come permanenti, percependole come minacce per le loro prospettive professionali e per il futuro dell'economia in generale (Granulo et al., 2019). Ciò dimostra la **complessità di meccanismi psicologici e sociali** che questa tematica è in grado di innescare sia a livello europeo che globale.

27 Cfr. https://www.youtube.com/channel/UCToMOeQsY37qXDgmegkXf7g Accessed 13/05/2020.
28 Cfr. https://lovingai.org 13/05/2020.

Tuttavia, la robotica avanzata rappresenta sicuramente un investimento per le aziende nelle economie in via di sviluppo, dato l'alto tasso di automazione. La capacità dei robot di svolgere moltissime tipologie di lavoro a basso costo potrebbe incoraggiare le aziende globali a riportare parte della produzione verso le economie avanzate e in queste ultime i lavoratori potrebbero trovare molte più opportunità nello sviluppo, nella manutenzione o nella cooperazione con i robot. Inoltre, una crescente automatizzazione dei lavori manuali potrebbe dare ancora più importanza all'educazione e alla **riqualificazione dei lavoratori** per posti di lavoro con **competenze più elevate** (Mckinsey Report, 2013). La visione generale non riguarda la sostituzione degli umani da parte di robot autonomi e più a basso costo, bensì l'uso di robot efficienti e sicuri per migliorare la qualità della vita ed innalzare il livello di formazione e qualifica professionale delle persone. Ecco lo scenario proposto dal Mckinsey Report nel 2013 (p. 69): "*Immagina un mondo in cui robot avanzati eseguono con competenza e a basso costo la maggior parte delle attività fisiche. Immagina di essere un manager dentro un impianto di produzione nel 2035. Nel tuo impianto, le lesioni sono praticamente inaudite. (…) un piccolo gruppo di specialisti altamente qualificati supervisiona migliaia di robot, interagendo naturalmente con la forza lavoro dei robot per produrre merci con velocità e precisione senza precedenti* (…) *Quando viene introdotto un nuovo prodotto o un miglioramento del design, gli operai della fabbrica addestrano i robot a seguire nuove routine, utilizzando semplici interfacce touch-screen, dimostrazioni e persino comandi verbali. Gran parte della giornata è dedicata all'ottimizzazione dei processi e dei flussi e persino all'assistenza nella progettazione dei prodotti in base a ciò che si vede nella fabbrica e ai dati generati.* (…) *vedi robot di servizio che effettuano consegne e puliscono pavimenti e finestre. All'esterno, i robot raccolgono la spazzatura e sostituiscono i lampioni rotti*.

*In un mondo di robotica avanzata, i chirurghi sono assistiti da sistemi di chirurgia robotica in miniatura, riducendo notevolmente sia il tempo necessario per le procedure sia la loro invasività. Anche il recupero è più rapido. Le persone che soffrono di paralisi a causa di lesioni spinali sono in grado di camminare di nuovo con l'aiuto di esoscheletri robotici direttamente collegati al sistema nervoso*."

È verosimile che un aumento dell'automazione possa portare ad importanti conseguenze sociali e politiche: l'aumento dell'automazione delle attività porterà ad un orario di lavoro più breve. "*Tuttavia, vediamo che la distinzione fra tempo libero e lavoro diventa gradualmente meno evidente e che possiamo svolgere il nostro lavoro quasi da qualsiasi luogo. I telefoni cellulari e la banda larga di danno l'opportunità di lavorare tutto il giorno. I requisiti per essere competitivi con gli altri fanno sì che molti oggi lavorino più di prima, anche se con meno sforzo fisico rispetto al passato. Sebbene l'intelligenza artificiale contribuisca al continuo sviluppo della tecnologia e delle tendenze sopra descritte, dovremmo contemporaneamente sperare che gli agenti automatizzati possano eseguire alcuni dei nostri compiti e fornirci quindi anche del tempo libero*" (Torresen, 2018, p. 4).

Per quanto riguarda i lavoratori che attribuiscono la perdita dei posti di lavoro all'introduzione di robot autonomi nelle aziende, è importante sottolineare la necessità del miglioramento delle competenze e la riqualificazione delle proprie abilità professionali, così da garantire ai lavoratori **nuove competenze difficili da automatizzare** (ad esempio, abilità sociali o emotive, etc.) (Waytz & Norton, 2014) ma anche riducendo le conseguenze psico-sociali legate alla percezione di un'obsolescenza delle proprie capacità e quindi alla preoccupazione crescente per il proprio futuro economico (Granulo et al., 2019). Inoltre tale questione rappresenta un'ulteriore sfida per le politiche e gli enti che guidano gli interventi nel campo della ricerca del lavoro e che, quindi, dovrebbero guidare e proporre le nuove direzioni e

specialità per le future occupazioni, per gli enti preposti alla sicurezza in ambito lavorativo, che possono valutare l'efficacia della sostituzione robotica nelle mansioni più a rischio o che necessitano di estrema precisione e sicurezza e identificare quei compiti in cui, su base cooperativa, il robot può rappresentare un'estensione e un "aumento" delle abilità umane (si pensi, ad esempio, alla chirurgia).

Le potenzialità dei robot in generale e, nello specifico, dei robot sociali e assistivi sono evidenti: essi avranno una diffusione crescente e rivestiranno ruoli molteplici sia nell'ambito della ricerca, che in quello professionale o privato. Tuttavia, come asserito da molti studiosi fra cui Norman, (2004), Christaller et al., (2006), Salvini et al., (2010) i valori e **le credenze etiche della società si riflettono all'interno delle tecnologie** che, a loro volta, li trasmettono alle persone. Sulla base di tali osservazioni, è evidente il ruolo chiave dei designer, dell'efficacia dei loro approcci e metodologie progettuali, per lo sviluppo di tecnologie assistive realmente centrate sull'uomo, che siano costruite prima con rispetto dei diritti umani fondamentali per poi adattarsi in maniera flessibile, in base alle diverse situazioni ai valori, alle credenze, alle aspettative e ai desideri dei singoli utenti, supportando la loro indipendenza e assistendoli nel miglioramento del benessere e della loro qualità di vita. In quest'ottica gli approcci scientifici e metodologici dello **Human-Centred Design** e dell'**Ergonomia per il Design**, di cui si è trattato nei capitoli precedenti, possono fornire un contributo fondamentale.

**Parole chiave**

Human-Robot Interaction
Design Patterns
Metodi di valutazione
Technology Acceptance Models
Framework standard

# Capitolo 9
# Human-Robot Interaction: fondamenti teorici, strumenti e strategie operative

**9.1 La Human-Robot Interaction**

**9.2 Progettare la Human-Robot Interaction: approcci teorici e applicativi**

**9.3 La rete scientifica dell'HRI: principali convegni e conferenze**

**9.4 Metriche di valutazione e pianificazione delle sperimentazioni in HRI**
- 9.4.1 Robot sociali e assistivi: l'importanza della valutazione della Human-Robot Interaction

**9.5 Metodologie di valutazione della Human-Robot Interaction**
- 9.5.1 TAM (Technology Acceptance Model) e TAM 2
- 9.5.2 UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology) e UTAUT 2
- 9.5.3 STAM - Senior TAM
- 9.5.4 Almere TAM
- 9.5.5 USUS (Evaluation Framework for Human-Robot interaction)
- 9.5.6 Godspeed Questionnaire Series (GQS)
- 9.5.7 NARS (Negative Attitude toward Robots Scale) e RAS (Robot Anxiety Scale)

**9.6 Metodi e strumenti di valutazione della User Experience in ambito robotico**
- 9.6.1 AttrakDiff 1 e AttrakDiff 2 Questionnaire
- 9.6.2 User Experience Questionnaire (UEQ)
- 9.6.3 meCUE Questionnaire

# CAPITOLO 9
# Human-Robot Interaction: fondamenti teorici, strumenti e strategie operative

Un robot è definito come "*una macchina autonoma in grado di aiutare gli umani (ad es. come collega che aiuta in fabbrica, per pulire, cercare e soccorrere in caso di catastrofi), disponibile in varie forme e dimensioni che può essere simile all'uomo*" (EU, 2015, p. 14)[1]. Oltre alla definizione standard, riscontrabile nei migliori dizionari, ai fini della ricerca in ambito HRI è utile includere nella sfera di significato del termine *robot* anche i cosiddetti *screen agents* o *relational agents*, ovvero quei **sistemi e interfacce digitali che mostrano una certa personalità e interagiscono con l'essere umano** (Shinozawa et al., 2003; Bartneck et al., 2004; Shinozawa et al., 2005).
Il drammaturgo ceco Karel Capek, (1920) è considerato il primo ad aver introdotto il termine *robot*, all'interno della sua commedia "Rossum's Universal Robot". Storicamente, gli esseri umani hanno costruito machine semi-autonome (spesso capolavori di ingegneria ed orologeria) sin dall'antica civiltà Greca o Egizia. Nessuna di queste macchine può essere considerata come precorritrice degli attuali robot industriali quanto, piuttosto, come antenata di quei robot finalizzati all'assistenza personale, usati come domestici o per le pulizie, oppure per divertimento, compagnia e sicurezza. È per tale motivo che l'esistenza dei robot e il loro arrivo all'interno delle abitazioni private in tutto il mondo non ha rappresentato una sorpresa o uno shock per gli esseri umani. Naturalmente, ciò non significa che i robot siano stati accettati e si siano integrati immediatamente nelle vite, nei contesti e, come nel caso delle protesi più evolute, nei corpi degli umani. Inoltre, **l'adozione massiva di robot** in moltissimi ambiti (da quello assistenziale/sanitario a quello domestico o sociale) ha generato innumerevoli dubbi e paure, sollevando questioni etiche, socio-politiche e psicologiche che, a loro volta, hanno portato alla formulazione di svariate domande di ricerca da parte di studiosi di ogni area scientifico-disciplinare. Il primo grande scrittore ad occuparsi delle questioni etiche e sociali relative all'interazione uomo-robot è stato Asimov, (1950), con la pubblicazione delle **tre leggi della robotica**:

- un robot non può ferire un essere umano o, per inazione, permettere a un essere umano di fare del male;
- un robot deve obbedire agli ordini impartiti dagli esseri umani, tranne nei casi in cui tali ordini sarebbero in conflitto con la prima legge;

1 Si riporta la citazione in lingua originale: "*An autonomous machine which can assist humans (e.g. as a coworker helping on the factory floor, cleaner, search and rescue in disasters), comes in various shapes or sizes, and can be human-like*" (EU, 2015, p. 14).

- un robot deve proteggere la propria esistenza purché tale protezione non sia in conflitto con la prima o la seconda legge.

Più tardi, lo stesso Asimov aggiunse la quarta legge (conosciuta come *legge zero*): nessun robot può danneggiare l'umanità né permettere che, a causa del proprio mancato intervento, l'umanità riceva danno.
In relazione ai robot sociali e assistivi per anziani, le leggi di Asimov implicano che un robot debba essere in grado di **discriminare il bene e il male per l'anziano**, in relazione alla situazione specifica. Essi non dovrebbero rappresentare un pericolo per sé o per gli altri (ad esempio, essendo troppo ingombranti o pesanti e causando per questo incidenti) ma dovrebbero essere progettati per **prevenire gli eventuali danni**. Le tre leggi hanno posto le basi delle innumerevoli questioni psicologiche, etiche, sociali, economiche, politiche legate al ruolo dei robot nei vari contesti applicativi e soprattutto alla **tipologia di interazione** che essi possono instaurare con gli esseri umani. La relazione fra robot ed esseri umani è così diversa dalle altre relazioni uomo-macchina e così complessa da avere un proprio ambito di studi teorici e applicativi. L'area di ricerca relativa all'interazione uomo-robot (Human-Robot Interaction) rappresenta oggi un campo vastissimo ed estremamente complesso, in cui lavorano svariate figure professionali e che prevede metodologie specifiche, alcune delle quali ancora in via di definizione.
In questo capitolo sono descritte le principali **teorie della Human-Robot Interaction** (HRI) e i principali **metodi** utilizzati dai ricercatori per la sua **valutazione**, con un focus trasversale sulla robotica assistiva e sociale per utenti anziani e fragili.

## 9.1 La Human-Robot interaction (HRI)

La Human-Robot Interaction (HRI) è definita come *"lo studio interdisciplinare delle dinamiche di interazione tra uomo e robot. I ricercatori e i professionisti specializzati in HRI provengono da una varietà di settori, tra cui l'ingegneria (elettrica, meccanica, industriale e design), l'informatica (interazione uomo-computer, intelligenza artificiale, robotica, comprensione del linguaggio naturale e visione artificiale), le scienze sociali (psicologia, scienze cognitive, comunicazione, antropologia e fattori umani), e le discipline umanistiche (etica e filosofia)"* (Feil-Seifer & Mataric, 2009, pp. 1-2)[2].
La Human-Robot Interaction, quindi, si occupa di **comprendere, progettare e valutare sistemi robotici utilizzabili dagli esseri umani** (Goodrich & Schultz, 2008). Una prima importante tassonomia della HRI è stata proposte nel 2004 da Yanco & Drury (2004a), aggiornata poi da altri studiosi. Il fattore indispensabile per l'interazione fra uomini e robot è la *comunicazione*, che assume diverse forme ed è influenzata dalla *prossimità* fra i due attori coinvolti. Secondo Goodrich & Schultz, (2008) la **comunicazione** e, quindi, l'interazione uomo-robot può essere divisa in due macro-categorie generali: interazione a distanza e interazione in prossimità. L'**interazione in remoto** prevede che gli esseri umani e i robot non siano collocati nello stesso spazio, al contrario di quella in prossimità, che prevede **un'interazione fisica in presenza**. Oltre a questa prima dicotomia, esistono altre

2 Si riporta la citazione in lingua originale: "*Human-robot interaction (HRI) is the interdisciplinary study of interaction dynamics between humans and robots. Researchers and practitioners specializing in HRI come from a variety of fields, including engineering (electrical, mechanical, industrial, and design), computer science (human-computer interaction, artificial intelligence, robotics, natural language understanding, and computer vision), social sciences (psychology, cognitive science, communications, anthropology, and human factors), and humanities (ethics and philosophy*)" (Feil-Seifer & Mataric, 2009, pp. 1-2).

tre categorie di comunicazione/interazione uomo-robot: **mobilità** (interazione remota con robot mobili controllabili a distanza), **manipolazione fisica** (o interazione in prossimità con robot mobili, che può includere il contatto fisico) e **interazione sociale** (che comprende gli aspetti sociali, emotivi e cognitivi dell'interazione).
A partire dall'approfondita revisione di Goodrich & Schultz, (2008), più recentemente Sheridan (2016) ha proposto di suddividere la HRI in quattro aree applicative:

- **controllo e supervisione dei robot in compiti di routine**: i robot in quest'ambito, definiti *telerobot*, possono eseguire automaticamente una serie limitata di azioni programmate, rilevare informazioni dall'ambiente circostante e comunicarle all'operatore umano. Esistono molti robot che svolgono compiti in **catene di montaggio**, molto diffusi ad esempio nell'ambito della produzione automobilistica. In quest'area la ricerca relativa all'HRI ha l'obiettivo di migliorare la cooperazione uomo-robot, ad esempio con tecniche di osservazione dei soggetti umani attraverso marcatori visibili all'operatore robotico (Shah et al., 2011). Le principali sfide riguardano l'estensione dei compiti oltre la catena di montaggio (ad esempio, ritiro e consegna pacchi usata da Amazon, consegna di medicinali, pulizia, attività agricole automatizzate, etc.) e soprattutto la **sicurezza**, l'**ottimizzazione** della pianificazione, l'insegnamento, il **controllo e il monitoraggio** dei robot da parte dei lavoratori umani;
- **controllo remoto di veicoli spaziali, aerei o terresti per l'esecuzione di compiti in ambienti pericolosi o inaccessibili**: i robot in quest'area sono definiti *teleoperatori* e possono manipolare o muoversi attraverso il controllo remoto di un operatore umano. La ricerca in tale ambito, soprattutto dal punto di vista dei fattori umani, riguarda la **semplificazione delle interfacce di controllo** e visualizzazione. La sfida DARPA (Defence Advanced Research Projects Agency)[3] rappresenta lo stato dell'arte dei telerobot e delle loro potenzialità relative all'intervento in caso di disastri o situazioni troppo pericolose per gli esseri umani. In area medica, i telerobot chirurgici come il sistema DaVinci[4] consentono un'assoluta precisione per interventi chirurgici;
- **veicoli automatizzati in cui vi sono passeggeri umani**. La DARPA "Grand Challenge" (2007)[5] relativa ai veicoli autonomi e l'auto a guida autonoma prodotta da Google (progetto *Waymo*, 2009)[6] hanno dimostrato la fattibilità di veicoli guidati dall'intelligenza artificiale (AI). Nonostante le dimostrazioni di fattibilità, questo settore richiede ancora ricerche e studi a causa della **complessità** delle situazioni relative al traffico automobilistico ancora troppo difficili da comprendere per un AI. La ricerca, soprattutto dal punto di vista dei fattori umani, riguarda non solo le auto ma anche i veicoli aerei o su rotaie;
- **interazione sociale uomo-robot**, inclusi i robot per intrattenimento, insegnamento, assistenza ad anziani, bambini o utenti fragili. Di questo tema, oggetto della ricerca dottorale, si tratterà approfonditamente nei capitoli successivi.

Feil-Seifer & Mataric, (2009) identificano **le principali sfide della ricerca in ambito HRI**, ovvero:

- **rilevamento e percezione multi-modale**. In ambito HRI percepire, comprendere e reagire in tempo reale alle complesse attività umane è una sfida importante, sia dal punto di vista della **sofisticazione della tecnologia percettiva** (sensori, visione artificiale,

3 Cfr. https://www.darpa.mil/program/darpa-robotics-challenge Accessed 2/06/2020.
4 Cfr. https://www.intuitive.com/en-us/products-and-services/da-vinci/systems Accessed 2/06/2020.
5 Cfr. https://www.darpa.mil/about-us/timeline/-grand-challenge-for-autonomous-vehicles Accessed 2/06/2020.
6 Cfr. https://waymo.com Accessed 2/06/2020.

etc.) che della **capacità di elaborazione dei dati** raccolti (ad esempio, distinzione dei dati linguistici e visivi, rilevamento delle espressioni etc.). Esempi robotici interessanti in tal senso sono Kismet (Breazeal & Scassellati, 2000), che riesce a rilevare e imitare le espressioni facciali o ASIMO (Sakagami et al., 2002), l'umanoide che ha un sofisticato sistema di percezione uditiva e visiva;

- **design e fattori umani**. Il design del robot è un elemento chiave per la HRI che trova le sue origini nell'area teorica e applicativa della Human-Computer Interaction (HCI) ma presenta una serie di differenze dovute all'incarnazione fisica nel mondo reale del robot. Le aree più esplorate in tale ambito sono l'**incarnazione fisica** (*embodiment*), l'**antropomorfismo** (*antropomorphism*) e la **semplicità o complessità** del design;
- **robotica evolutiva e epigenetica**. Quest'area di ricerca si concentra sullo sviluppo di macchine intelligenti dotate della capacità di **acquisire autonomamente competenze** e informazioni;
- **robotica sociale, di servizio e assistiva**. La robotica di servizio o assistenza riguarda l'applicazione robotica in domini come l'ufficio, la riabilitazione, l'assistenza sanitaria (robot che svolgano la funzione di sedie a ruote, esoscheletri, bracci per la riabilitazione o movimentazione dei pazienti, per accompagnamento alla deambulazione, etc.) o l'educazione mentre la robotica sociale si concentra sulle modalità di interazione sociale uomo-robot. La definizione di robotica assistiva (AR) si è notevolmente ampliata negli ultimi anni, soprattutto con il passaggio dall'assistenza esclusivamente fisica ad un nuovo tipo di interazione sociale priva di contatto, che ha definito l'area della robotica sociale e assistiva (SAR) di cui si è trattato approfonditamente nel capitolo 4;
- **robotica per l'educazione**. La robotica è un eccellente strumento per l'apprendimento e l'educazione scientifica, tecnologica, ingegneristica e matematica. Gli educatori usano i robot sia con bambini che con studenti di scuole superiori o università anche per insegnare l'**approccio progettuale** e sviluppare **abilità trasversali** come quella del *problem solving*.

Le ultime tendenze in ambito robotico vedono l'applicazione di svariate tipologie di robot in un ambiente che non è più solo quello industriale, finalizzato all'esecuzione efficace ed efficiente di un compito prestabilito e in cui la relazione uomo-macchina non prevede empatia o il coinvolgimento emotivo degli utenti. I nuovi scenari applicativi sono molteplici e, fra questi, il **contesto domestico** rappresenta il definitivo passaggio da una robotica dell'automazione o comunque legata all'ambito produttivo ad una **robotica privata**, che rende tali tecnologie disponibili per i singoli individui esattamente come gli altri dispositivi digitali. In questi contesti, quindi, il fattore più importante delle singole attività da portare a termine è un altro, ovvero l'**interazione sociale, emotiva, funzionale** con l'uomo. Ciò implica anche una maggior attenzione, da parte dei ricercatori, verso metodi di valutazione e comprensione della HRI e il tentativo di definire dei parametri di riferimento per molti aspetti della HRI che sono difficili da misurare: ad esempio, è semplice stabilire se vi è contatto visivo fra un robot e un uomo ma è difficile valutare la reazione di quest'ultimo allo sguardo e al comportamento del robot. Oltre alla necessità di metodi di valutazione e strumenti di progettazione adeguati, la complessità crescente della HRI genera anche numerose questioni etiche e legali. Tutti questi temi saranno affrontati nei capitoli successivi.

## 9.2 Progettare la Human-Robot Interaction: approcci teorici e applicativi

La HRI è un'area estremamente **transdisciplinare**, che prevede la sinergia fra competenze in robotica, ingegneria, informatica, psicologia, linguistica, etologia, design e molte

altre discipline. Il fattore chiave che definisce la HRI è proprio l'interazione con le persone. Dautenhahn, (2007) identifica tre approcci alla ricerca in ambito HRI, indipendenti fra loro ma che non si escludono a vicenda. Essi sono:

1. ***robot-centred HRI***: intende il **robot come entità autonoma** che persegue i propri obiettivi sulla base delle proprie motivazioni, emozioni, etc. In questo caso, l'interazione con le persone serve esclusivamente a soddisfare i bisogni del robot, dettati dalla sua **architettura interna** e finalizzati alla sua sopravvivenza nell'ambiente esterno. Un esempio riguarda lo sviluppo dei sensori e attuatori motori o di strutture di regolazione delle motivazioni e delle interazioni con l'ambiente sociale esterno;
2. ***human-centred HRI***: la ricerca analizza come il robot può adempiere alle sue attività in modo accettabile e comodo per l'uomo. L'analisi riguarda la reazione delle persone all'aspetto e al comportamento, indipendentemente dalla sua architettura interna. Le sfide in tal senso sono molteplici e, ad esempio, riguardano: trovare un design equilibrato e coerente fra comportamento e aspetto del robot; progettare **comportamenti socialmente accettabili**; sviluppare nuovi metodi per la progettazione e la valutazione dell'HRI; identificare le **esigenze di individui** e gruppi di soggetti ai quali un robot potrebbe adattarsi e rispondere; evitare la *uncanny valley* (Mori, 1970). Questo approccio riguarda anche la nota *media equation* (Reeves & Nass, 1996), secondo cui le persone tendono ad antropomorfizzare e a trattare socialmente le macchine, quindi a trattare i computer e, per estensione, tutti i prodotti digitali inclusi i robot, come fossero persone;
3. ***robot cognition-centred HRI***: interpreta il **robot come un sistema intelligente**, ovvero come una macchina in grado di decidere e affrontare i problemi autonomamente, in relazione ai compiti che deve svolgere. Questo approccio, incentrato sulle abilità cognitive del robot, apre scenari di ricerca relativi alle architetture cognitive, di **apprendimento** e di **risoluzione dei problemi** dei robot.

Molto spesso, la scelta drastica di uno degli approcci sopracitati, può portare ad uno squilibrio nella progettazione e nella definizione dei requisiti essenziali del robot. Il rischio è di ottenere un design (inteso non solo dal punto di vista morfologico/formale ma anche funzionale, comportamentale, sociale) sbilanciato verso uno o più fattori che non si integrano fra loro, generando un miscuglio non omogeneo. D'altro canto, la combinazione dei tre approcci necessita di un'integrazione fra le varie discipline coinvolte durante l'intero ciclo di vita del robot.

Nell'ambito della Human-Robot Interaction vi sono dei problemi e delle questioni ricorrenti, che aprono molteplici sfide progettuali ai team multidisciplinari, composti da designer, ingegneri, sviluppatori, psicologi, sociologi, etc. Per la progettazione della HRI può essere utile identificare dei ***design patterns***, concetto introdotto da Alexander (1977)[7] nell'ambito dell'architettura ma applicabile in anche in ambiti diversi. Secondo Alexander un *pattern* descrive un **problema che si verifica ripetutamente in un determinato contesto** e la relativa **soluzione**, elaborata in maniera tale da essere **scalabile e flessibile in base alle situazioni** più svariate. In questo modo, è possibile usare il nucleo fondamentale della soluzione ma in modi e in contesti sempre diversi. Per Chung et al., (2004, p. 233) "*i design patterns rappresentano un format per catturare e condividere la conoscenza*" e possono

7 Si riporta la citazione in lingua originale: "*pattern describes a problem which occurs over and over again in our environment, and then describes the core of the solution to that problem, in such a way that you can use this solution a million times over, without ever doing it the same way twice*" (Alexander, 1977, p. 10).

"*supportare la pratica diffondendo nuove tecniche di interazione*": è per la sua **flessibilità** che tale concetto ha trovato larga applicazione in diversi settori, fra cui l'ingegneria, l'informatica, il computing ubiquo, e anche l'interaction design e l'ambito dell'usabilità (Preece, 2015).

Kahn et al., (2008) propongono una metodologia di applicazione del concetto di *design patterns* alla HRI. Per questa area specifica, gli elementi fondamentali che caratterizzano un *pattern* sono:

- i pattern sono il più possibile **astratti**, allo scopo di consentire la formulazione di diversi interventi per trovare la soluzione del problema;
- i pattern possono essere **combinati per formare pattern più generali**;
- i pattern con meno complessità sono spesso **ordinati gerarchicamente** in schemi più complessi;
- i pattern corrispondono e caratterizzano gli **aspetti interazionali degli esseri umani e il loro mondo fisico o sociale** (cioè, sono in realtà modelli di interazione umana con creature viventi o con il mondo sociale).

Secondo Kahn et al., (2008) il rischio principale nella formulazione e nell'applicazione dei pattern è l'eccessiva rigidità: non è sufficiente identificare il problema, il contesto e generare la soluzione per produrre un pattern che, invece, deve essere *vivo*, flessibile, adattabile e scalabile. Per esplorare questi concetti, i ricercatori hanno sperimentato un robot umanoide sociale (Robovie, di cui si tratterà approfonditamente nei capitoli successivi) in grado di conversare ed interagire con le persone. L'obiettivo dell'esperimento era di mettere a sistema una serie di situazioni sociali così che le persone che interagivano con Robovie arrivassero a considerarlo effettivamente come un'entità sociale. Ne sono state ricavate quattro ipotesi, da cui sono scaturiti otto *design patterns*. Le ipotesi (o elementi principali dello studio) sono:

- **conoscenze esperienziali** acquisite osservando utenti e robot;
- conoscenza empirica e filosofica su quali siano i **costrutti fondamentali nell'interazione uomo-uomo**;
- **creazione iterativa** di *design patterns* basati sull'interazione uomo-robot;
- uso di **esperienze comuni** di interazione tra umani.

Di conseguenza, gli otto *patterns* ricavati e validati sono:

- **introduzione iniziale**. Questo *pattern* utilizza un repertorio verbale e comportamentale ampiamente scritto e convenzionalmente stabilito;
- **comunicazione didattica**. Questo *pattern* è relativo alla trasmissione di informazioni da uno all'altro;
- **in movimento insieme**. L'allineamento dei propri movimenti fisici con quelli degli altri, come accade quando si cammina insieme, rappresenta un *pattern*;
- **interessi e storia personale**. Ciò include la condivisione dei propri interessi e storia personale con gli altri e l'essere conosciuti e conoscere gli altri attraverso tale condivisione;
- **recupero dagli errori**. Questo *pattern* crea il potenziale per l'uomo e il robot di mantenere un affiatamento sociale anche dopo un errore;
- **conversazione reciproca**. Questo è un *pattern* per la socialità che può prevenire le ingiustizie;
- **intimità fisica**. Questo *pattern* consente di rivendicare la propria posizione morale.

I *pattern* descritti per la socialità dei robot sembrano avere un certo livello di validità, sebbene non siano esaustivi (Alexander aveva identificato ben 253 *design patterns* per l'archi-

tettura). Questa metodologia, in sinergia con la ricerca sempre più ampia, approfondita e transdisciplinare nel campo dell'interazione uomo-robot e delle sue innumerevoli variabili e sfaccettature, può contribuire sicuramente a progettare interazioni più efficaci e di successo.
Anche da un punto di vista psicologico, oltre che progettuale, nel corso degli anni si è verificato uno spostamento paradigmatico della robotica da principi centrati sulla macchina verso quelli orientati all'uomo (Breazeal, 2002a): la centralità delle caratteristiche umane all'interno dei processi tecnologici rispecchia la **complessità degli esseri viventi**. Pertanto "*la diversità degli esseri viventi è una delle caratteristiche principali contenute nelle creature artificiali. Le creature artificiali hanno una propria individualità distinta, che si manifesta nella progettazione e nelle configurazioni comportamentali del robot. Allo stesso modo in cui le persone e gli altri esseri viventi differiscono l'uno dall'altro per vari parametri, come peso e altezza, reazioni comportamentali e carattere, emozioni e cognizione, abilità e strategie di coping, anche le creature robotiche possono essere distinte le une dalle altre. Da un punto di vista psicologico, i robot sono in grado di svolgere ruoli diversi, rappresentando un compagno umano, un educatore, un esploratore, un intrattenitore, un addetto alla riabilitazione, un assistente medico e persino uno psicologo*" (Libin &Libin, 2004, pp. 1789-1790). La molteplicità delle attività umane in cui sono potenzialmente coinvolti i robot rende necessaria l'applicazione della ricerca psicologica in tale ambito, in quanto l'interazione uomo-robot include anche gli aspetti comunicativi, emotivi, sociali e cognitivi e non solo quelli strettamente legati all'usabilità e alla funzionalità. Su queste basi, Libin &Libin (2004) hanno effettuato una prima suddivisione dei robot (Tabella 1) secondo due criteri: la **configurazione comportamentale**, data dai **gradi di libertà** e di **intelligenza** (complessità dell'intelligenza artificiale o dei software interni al robot); le **proprietà fisiche** e l'**aspetto morfologico** dei robot. Da un punto di vista strettamente psicologico, quindi, i robot possono essere suddivisi in: robot per l'assistenza (in cui i parametri ergonomici che influenzano la qualità delle prestazioni sono un elemento chiave) e robot interattivi (per cui l'approccio psicologico è determinante per il successo delle varie applicazioni).

I robot interattivi sono progettati per comunicare a livello *personale* con gli esseri umani, diventando dei veri e propri *partner artificiali* (Libin, 2001). Le principali caratteristiche dei partner robotici sono tre:

- **imitano un comportamento di vita reale** (umano o animale);
- **modellano movimenti**, **espressioni emotive** e **comportamenti cognitivi** sulla base di quelli umani o animali;
- **comunicano con le persone a vari livelli**: tattile, cinestetico, sensoriale, emotivo, cognitivo e sociale.

Tali parametri sono utili al fine di sviluppare un robot coinvolgente, da applicare sia in ambito educativo che riabilitativo, ludico o terapeutico. Secondo Libin, (2001) l'interazione uomo-robot rappresenta un sistema interattivo complesso (Complex Interactive System - CIS), in cui l'interazione è multimodale e mediata sia dal contesto tecnologico che da quello sociale. Nell'ambito del CIS i robot si configurano come: **agenti interattivi** (ovvero *embodied digital agents* che coesistono e interagiscono con l'uomo nello stesso spazio-tempo) per cui la qualità dell'interazione definisce l'efficacia della loro applicazione; robot che rispettano il **principio di *equifinalità***, ovvero che modificano la propria configurazione in modo da adattarsi all'infinita varietà di individualità umane; **interfacce multi-modali**, così che la comunicazione fra persona e robot porti alla corrispondenza unica fra la configurazione comportamentale del robot e il profilo individuale di una persona.

| ROBOT | | | PERSON | |
|---|---|---|---|---|
| **Type** | **Physical appearance** | **Behavioral configuration** | **Need** | **Benefit** |
| **Assistive robots** | | | | |
| **Industrial robots** | Machine-like appearance adjusted to the specifics of an executing function. | Consists of basic physical movements with the purpose of providing mostly motor or sensory based activities. | To perform hard labor and hazardous work. | Increase in productivity. |
| **Research robots** | | | To expend and refine human sensors. | Ability to obtain new scientific data. |
| **Military and rescue robots** | | | To act in life-threatening situations. | Safety of human beings. |
| **Medical robots** | | | To carry out diagnostics and treatment of the human body. | Health maintenance. |
| **Service robots** | | | To help in performing activities of daily living. | Housekeeping. |
| **Interactive stimulation robots** | | | | |
| **Social robots** | Antropomorphized appearance or animated form of existing and non-existing beings or objects. | Imitation of human facial expressions and complex gestures with social meaning or modeling basic emotional states and life-like behaviors. | To provide company. | Communication. |
| **Recreational robots** | | | To stimulate engagement in educational process. | Positive stimulation through entertainment. |
| **Educational robots** | | | To entertain. | Enrichment of learning skills. |
| **Rehabilitation robots** | | | To recover from injury or to compensate for existing disability. | Medical treatment and aids through rehabilitation. |
| **Robots with therapeutic potential** | | | To alleviate negative mental states and psychological dysfunction. | Therapy of negative states and behaviors. |

Tabella 1 - Classificazione dei robot in relazione ai bisogni e ai benefici apportati agli umani. Rielaborato da Libin &Libin, (2004, p. 1790).

## 9.3 La rete scientifica dell'HRI: principali convegni e conferenze

La HRI è un'area di ricerca relativamente **giovane ma attiva** e in **forte espansione**, come testimoniato dalle svariate conferenze, simposi, workshop organizzati a livello globale e dai risultati della ricerca scientifica pubblicati in molteplici riviste e giornali scientifici.
Una delle conferenze più rappresentative di questo ambito è la **IEEE RO-MAN** (International Workshop on Robot and Human Interactive Communication)[8], nata nel 1992 in Giappone, che mira a fornire uno scambio interdisciplinare per i ricercatori nel campo specifico dell'interazione e comunicazione uomo-robot. Sempre la IEEE, annualmente dal 2006, ospita un simposio di specialisti in HRI (IEEE Robotics and Automation Society, 2015).
La **Computer/Human Interaction Conference** (CHI)[9] è fra le più importanti conferenze relative alla HCI che accoglie ogni anno oltre 2000 professionisti e accademici del settore. Parte della conferenza è dedicata alla HRI, in quanto settore strettamente legato all'interazione uomo-computer.
La **ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction** (HRI)[10], nata nel 2006, prevede contributi da ricercatori in informatica ed ingegneria ma anche da altri campi come la psicologia, l'antropologia e l'etica.
La **International Conference on Development and Learning** (ICDL)[11] riunisce ricercatori in informatica, robotica e psicologia per condividere progressi scientifici relativi all'apprendimento cognitivo e dello sviluppo. Focalizzata sulla Robotica evolutiva ed epigenetica, la conferenza mira a offrire contributi sull'applicazione delle conoscenze sullo sviluppo umano per migliorare l'apprendimento e lo sviluppo delle macchine intelligenti e della loro interazione con le persone.
Vi sono, poi, una serie di conferenze generali sulla robotica e l'intelligenza artificiale, come la **International Conference on Robotics and Automation** (ICRA)[12], una delle più importanti conferenze relative alla robotica e all'automazione che include molti temi propri della HRI come la *Human-Centered Robotics* o *l'Ubiquitous Robotics*.
La **International Conference on Intelligent Robots and Systems** (IROS)[13] è un'altra fra le più importanti conferenze di robotica e sistemi intelligenti. Istituita nel 1988 e tenutasi ogni anno, esplora le frontiere tecnologiche in robotica e le macchine intelligenti con workshop, dibattiti, forum e discussioni fra professionisti e ricercatori da tutto il mondo.
La **Association for the Advancement of Artificial Intelligence** (AAAI)[14] organizza annualmente una conferenza dedicata all'intelligenza artificiale e simposi annuali (*Spring and Fall Symposia*) che trattano di molteplici aree relative alla HRI (ad esempio, robot di servizio, robot assistivi, etc.).
Infine, l'**International Symposium on Experimental Robotics** (ISER)[15] è un simposio biennale tenutosi a partire dal 1989 e relative alla ricerca teorica e pratica in robotica.

8 Link all'ultima conferenza organizzata nel 2020: http://ro-man2020.org Accessed 21/09/2020.
9 Link all'ultima conferenza organizzata nel 2020: https://chi2020.acm.org Accessed 21/09/2020.
10 Cfr. https://dl.acm.org/conference/hri Accessed 21/09/2020. Link all'ultima conferenza organizzata nel 2020: https://humanrobotinteraction.org/2020/ Accessed 21/09/2020.
11 Link all'ultima conferenza organizzata nel 2020: https://cdstc.gitlab.io/icdl-2020/ Accessed 21/09/2020.
12 Link all'ultima conferenza organizzata nel 2020: https://www.icra2020.org Accessed 21/09/2020.
13 https://www.ieee-ras.org/conferences-workshops/financially-co-sponsored/iros Accessed 21/09/2020.
14 https://www.aaai.org Accessed 21/09/2020.
15 Link all'ultima conferenza organizzata nel 2020: http://iser2020.org/about-iser Accessed 21/09/2020.

## 9.4 Metriche di valutazione e pianificazione delle sperimentazioni in HRI

La Human-Robot Interaction (HRI) è un campo in continua evoluzione che richiede, per le molteplici sperimentazioni condotte dagli studiosi, l'applicazione di metodi di valutazione appropriati (Bartneck et al., 2008). Inoltre, con il crescente numero di robot che trovano applicazione nei più svariati settori (metalmeccanico, assistenziale, medicale, etc.) si rende sempre più necessaria la **definizione di metodi appropriati per la valutazione** della HRI. Attualmente, molti dei metodi utilizzati sono presi in prestito da altri ambiti, quali la psicologia e le scienze sociali (Kidd & Breazeal, 2005) ma, nonostante la HRI abbia elementi in comune con l'area dell'interazione uomo-computer e uomo-uomo, l'ampia diffusione delle piattaforme robotiche rende necessaria una **specializzazione** dei metodi di valutazione per la progettazione della loro interazione con gli esseri umani.
Yanco, (2002) ha affermato che la valutazione, soprattutto nel caso di robot assistivi, può essere effettuata attraverso test con utenti e il confronto con situazioni in cui è un altro essere umano a svolgere il servizio di assistenza. L'attendibilità delle sperimentazioni in HRI può essere confermata attraverso studi in ambiente reale a lungo termine e/o attraverso un **approccio ecologico** all'uso di robot basati su una progettazione Human-Centred (Forlizzi et al., 2004).
Feil-Seifer & Mataric, (2009) analizzano i principali parametri di valutazione in ambito robotico in generale, nel campo dell'interazione sociale e dell'assistenza da parte di robot. Gli elementi principali della HRI da valutare sono: **sicurezza** (uno dei domini più importanti nonché punto di riferimento per gli studi in robotica) e **scalabilità** (all'aumentare dei contesti applicativi si rende necessaria la scalabilità e l'adattabilità dei robot in diversi ambienti reali). La valutazione del robot in quanto **entità sociale** è un altro punto critico della HRI, i cui principali parametri di valutazione sono:

- **autonomia**: può portare allo svolgimento efficace dei compiti ma anche all'esecuzione di comportamenti indesiderati, può arricchire e rendere stimolante l'interazione sociale con un robot ma ancherenderla poco tollerabile. Per questo motivo è importante che l'autonomia sia parziale o comunque **regolabile** a seconda del contesto, delle attività e degli utenti di riferimento;
- **imitazione**: il test di Turing, (1950), da cui è stato sviluppato il Total Turing Test (Harnad, 1989) consente di valutare se un'intelligenza artificiale può **ingannare un utente** umano facendogli credere di essere umano. Ciò ha posto le basi per la valutazione dell'imitazione in quanto **parametro fondamentale** per la HRI. L'imitazione può essere efficace ma anche controproducente a seconda degli ambiti applicativi e degli utenti;
- **privacy**: a causa della natura artificiale la presenza di un robot viene percepita come meno invasiva di quella umana, tuttavia essa influisce sul senso di privacy di un utente (Kahn et al., 2007). Questa è un'ulteriore area, strettamente correlata a **questioni etiche e legali**, oggetto di ricerca e valutazione in HRI.

Per quanto riguarda i **robot assistivi**, i principali parametri di riferimento per la valutazione della HRI sono:

- **successo in relazione al caregiver umano**: la valutazione dell'effetto di un robot che assiste un utente si basa principalmente sul confronto dei risultati con quelli ottenuti da un caregiver umano. Quando possibile, si applicano metriche di valutazione esistenti, come nel caso della riabilitazione, della cardiochirurgia, etc. Tuttavia, la soddisfazione dell'utente e la sua motivazione rappresentano una metrica efficace e fondamentale per la valutazione dell'efficacia del servizio di cura prestato dal robot;

- **analisi costi/benefici**: l'analisi dell'esecuzione di un compito da parte del robot può rappresentare un ottimo strumento di valutazione della complessità e della sofisticazione delle sue capacità sociali e assistive. L'analisi costi/benefici può essere un punto di riferimento per stabilire il successo dei sistemi robotici;
- **impatto sui caregiver**: l'obiettivo dell'automazione è aumentare la produttività e l'efficienza dell'assistenza e semplificare il lavoro dei caregiver. L'impatto del robot su questi ultimi fattori è, quindi, un ottimo strumento di valutazione del successo di una piattaforma robotica;
- **soddisfazione dell'utente**: è un aspetto fondamentale per il successo dei robot assistivi. Esistono svariati questionari per la sua valutazione, alcuni dei quali saranno analizzati successivamente;
- **misurazioni della qualità della vita**: la valutazione degli effetti di un particolare servizio di assistenza deve essere valutato in relazione alla qualità della vita generale (QoL) dell'utente (Wood-Dauphinee, 1999) per verificare un effettivo aumento della QoL generale percepita dall'utente;
- **impatto sul ruolo nella comunità/società**: l'uso di robot può avere un impatto sulla comunità di utenti di riferimento, modificandone le dinamiche in positivo o in negativo. Pertanto questo ambito rappresenta un'importante metrica di valutazione in HRI.

La progettazione di studi sperimentali di qualità con **risultati verificabili e affidabili** è una grande sfida per l'HRI (Bartneck et al., 2009). Bethel & Murphy, (2009) distinguono quattro metodi principali di valutazione della HRI:

- **self-assessment** (autovalutazione): include misure psicometriche e si basa su questionari o sondaggi, attraverso cui i partecipanti forniscono una **valutazione personale** di come si sono sentiti riguardo ad una situazione, ad un oggetto o ad un'interazione. Oltre ai problemi di affidabilità, questo metodo è eccessivamente orientato alla prospettiva ingegneristica, non affrontando il problema dell'interazione e delle influenze sociali;
- **observation or behavioral measures** (osservazione dei modelli comportamentali): talvolta questi metodi sono usati in concomitanza con le misure di autovalutazione per ottenere una validità convergente. Infatti, il rischio dei metodi che coinvolgono l'osservazione è il cosiddetto "effetto Hawthorne" (Elmes et al., 2006), ovvero quel fenomeno per cui gli utenti che sanno di essere osservati modificano i loro comportamenti. Per ovviare a questo problema, sia Heerink et al., (2010) che Kanda et al., (2008) hanno integrato nei loro modelli per misurare l'accettazione anche misure di autovalutazione (per ottenere la validità coerente dei modelli);
- **psychophysiology measurements** (misure psicofisiologiche): la misurazione dei parametri psico-fisiologici può supportare la validità delle altre valutazioni;
- **task performance metrics** (metriche relative all'esecuzione dei compiti): l'uso delle metriche sulle prestazioni si sta diffondendo molto in ambito HRI, soprattutto nei casi in cui il robot interagisce con più di una persona o con un team (Steinfeld et al., 2006).

Bethel & Murphy, (2010) ripropongono l'analisi sulle principali metodologie di valutazione (aggiungendone una quinta, ovvero l'intervista) e forniscono una panoramica molto approfondita sulla pianificazione, progettazione ed esecuzione degli studi nella HRI. Affinché una sperimentazione sia valida, bisogna utilizzare almeno due metodi di valutazione: in caso contrario, il rischio è di ottenere risultati falsati da percezioni o sensazioni momentanee o influenzati da altri fattori. Lo strumento di valutazione più usato è l'autovalutazione, soprattutto attraverso la somministrazione di questionari. Tuttavia, a volte i ricercatori introducono altri metodi di valutazione come osservazioni o analisi di videoregistrazioni, misurazioni

psicofisiologiche e/o metriche di valutazione dei compiti. In riferimento allo stato dell'arte fra gli studi in HRI, uno dei più completi è quello condotto da Dautenhahn et al., (2006) in cui sono state usate autovalutazioni, interviste non strutturate e osservazioni video, oltre al successivo follow-up che ha consentito l'elaborazione di risultati statisticamente significativi. In un altro importante studio, Kulic & Croft, (2007) hanno usato svariate misurazioni psicofisiologiche che hanno garantito l'affidabilità dei risultati.
Secondo Bethel & Murphy (2010, p. 350) uno studio di successo in HRI deve prendere in considerazione diversi fattori (Figura 2): "*Quando si pianifica e si progetta uno studio sull'uomo in HRI, è necessario considerare le seguenti domande: Quale tipo di studio sarà condotto (entro quali soggetti, modello misto, ecc.)? Quanti gruppi ci saranno nello studio? Quanti partecipanti per gruppo saranno richiesti? Quali metodi di valutazione verranno utilizzati (autovalutazione, misure comportamentali, interviste, misure psicofisiologiche, esecuzione delle attività, etc.)? Quale tipo di ambiente e spazio è necessario per condurre lo studio (campo, laboratorio, virtuale, etc.)? Quale tipo di robot verrà utilizzato? Quanti diversi tipi di robot verranno utilizzati? Quale tipo di attrezzatura sarà necessaria (computer, apparecchiature di verifica, dispositivi di registrazione, etc.)? Come verranno gestiti gli imprevisti e i guasti? Quali tipi di compiti eseguiranno i partecipanti (protocollo dello studio)? Come verranno reclutati i partecipanti per lo studio? Che tipo di assistenza è necessaria per condurre lo studio?*".

### *9.4.1 Robot sociali e assistivi: l'importanza della valutazione della Human-Robot Interaction*

L'invecchiamento della popolazione ha fatto sì che nascessero sempre più tecnologie volte al supporto dell'autonomia della vita quotidiana degli anziani, al fine di garantire loro l'**indipendenza** il più a lungo possibile. Il crescente impiego di robot assistivi per utenti anziani genera svariate sfide e apre scenari nuovi anche per l'ambito ricerca scientifica in molteplici discipline. Allo stesso tempo, si rende necessario lo sviluppo di **framework strutturati** appositamente per la valutazione e l'analisi dell'interazione uomo-robot, dell'esperienza degli utenti in seguito a questa interazione e anche di quelle caratteristiche funzionali e/o formali che, generando un **insieme** sempre più **complesso e interdipendente**, influenzano e determinano l'**accettabilità** dei robot assistivi e sociali da parte degli utenti. È importante sottolineare, inoltre, che la valutazione degli *assistive robots* specificamente progettati per utenti anziani, presuppone strumenti e metodi adeguati agli utenti di riferimento: gli over 65, infatti, instaurano interazioni con le nuove tecnologie secondo modalità totalmente differenti da quelle di altri utenti come, ad esempio, i nativi digitali. Come sostengono Shore et al., (2018, p. 3) "*I modelli di accettazione della tecnologia (TAM) si sono evoluti per descrivere l'accettazione da parte degli utenti delle applicazioni tecnologiche (Venkatesh & Davis, 2000) e sono strumenti per mettere in relazione l'uso previsto degli utenti con il loro effettivo utilizzo dei dispositivi. (…) Possono anche essere utilizzati per descrivere i fattori che spiegano le intenzioni degli utenti all'uso di un dispositivo (Heerink et al., 2010). Gli sviluppi più recenti dei modelli di accettazione della tecnologia misurano specificamente l'accettazione da parte degli anziani di dispositivi tecnologici, ad esempio computer, telefoni cellulari, robot sociali assistivi (Almere e STAM)*".

Alcune ricerche (Scopelliti et al., 2004; Giuliani & Fornara, 2005; Zajicek & Arnold, 1999) hanno dimostrato che i prodotti e le applicazioni sviluppati per gli anziani spesso non vengono utilizzati da questi ultimi a causa di fattori specifici come la **pressione sociale** (la stigmatizzazione, ad esempio) o la **mancanza di adattamento ai cambiamenti fisici e/o**

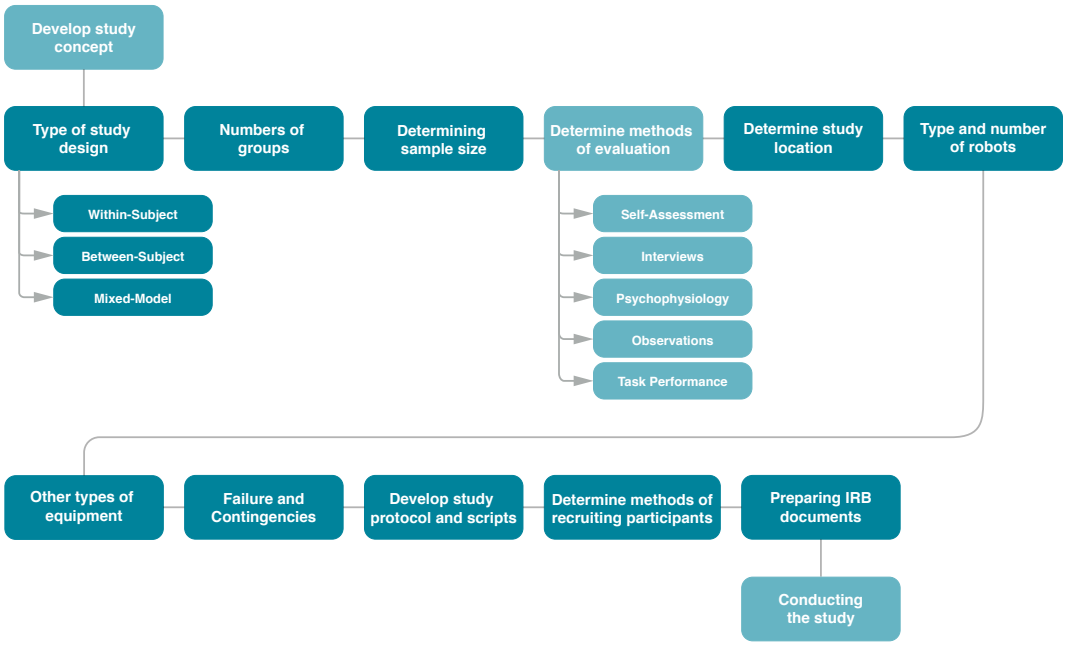



Figura 2 - Gli elementi necessari per pianificare, progettare ed eseguire studi e valutazioni con utenti in ambito HRI. Rielaborato da Bethel & Murphy, (2010, p. 350).

**cognitivi** di questo gruppo specifico di fruitori. È fondamentale identificare tali fattori, al fine di comprendere appieno le modalità di interazione, di accettazione e l'esperienza degli anziani con le nuove tecnologie e, nello specifico, con i robot.

## 9.5 Metodologie di valutazione della Human-Robot Interaction

La Human-Robot Interaction è un campo in forte espansione e, pertanto, richiede una **costante sperimentazione** volta a definire metodi forti e affidabili ma anche appropriati alla **molteplicità di contesti e di utenti** con cui i robot si trovano ad interagire. Secondo Kidd & Breazeal, (2005) i due vincoli principali di tali metodi sono la mancanza di un bacino di utenti sufficientemente ampio, che ne rappresenti la totalità e la varietà, e la mancanza di metodi *multipli* che conferiscano validità alle sperimentazioni. Inoltre, l'origine di tali metodologie è da ricondurre al campo della Human-Computer Interaction ma, siccome l'interazione con i robot differisce molto e include molteplici fattori nuovi rispetto a quella con i computer o le interfacce digitali, sussiste la necessità di **identificare i costrutti più adeguati** all'ambito in oggetto. Yanco et al., (2004b) hanno proposto alcune linee guida per la valutazione del livello di interazione uomo-computer o uomo-robot, in relazione ai robot da utilizzare in situazioni di pericolo. Sim & Loo, (2015) propongono una suddivisione delle principali metodologie, distinguendo fra ***assessment methodologies*** e ***evaluation methodologies***. Le prime sono:

- **process-oriented**: orientate al processo;
- **diagnostic approach**: identificano le aree per il miglioramento continuo e a lungo termine della HRI;

- **ongoing**: in corso, in quanto prevedono processi di formazione e apprendimento per migliorare l'HRI;
- **continous**: continue, in quanto richiedono molto tempo.
- Le seconde, invece, sono:
- **product-oriented**: orientate al prodotto;
- **judgmental approach**: sono finalizzate alla formulazione di un giudizio o di una valutazione;
- **final**: sono orientate al riassumere tutti i punteggi e le valutazioni dell'HRI;
- **dicrete**: non richiedono un periodo di tempo significativo.

Le ricerche relative ai robot assistivi, sociali, interattivi o prettamente funzionali hanno evidenziato come gli esseri umani tendono a creare legami con i robot secondo gli stessi meccanismi che regolano le relazioni fra uomo e uomo. Ciò implica il coinvolgimento di fattori affettivi, emozionali, comunicativi e sociali non quantificabili in maniera analoga all'analisi di elementi come l'usabilità, l'efficacia o l'efficienza.
Uno dei primi modelli che analizza la probabilità di accettazione di una tecnologia ma anche le influenze alla base di questa accettazione è il **TAM** (poi ampliato nel TAM 2) sviluppato da Davis, (1989) e seguito dall'**UTAUT** (poi ampliato nell'UTAUT 2), sviluppato da Venkatesh et al., (2003) in seguito allo studio su otto modelli teorici basati sull'applicazione dell'intenzione e dell'uso come variabili dipendenti chiave. Esse sono: (1) Theory of Reasoned Action - TRA; (2) Motivation Model; (3) Theory of Planned Behaviour - TPB; (4) TAM; (5) una combinazione di TAM e TPB; (6) Model of Perceived Control Utilization (PC); (7) Innovation Diffusion Theory; (8) Social Cognition Theory.
Per quanto riguarda il concetto di comunicazione non-verbale uomo-robot, Kanda et al., (2008) hanno sviluppato un modello per analizzare la variabilità dei comportamenti amichevoli degli esseri umani in base all'aspetto estetico dei robot. Vi sono, poi, fattori legati alla valutazione della HRI in ambito terapeutico e assistenziale come l'**adattamento comportamentale** e la **flessibilità del robot**. Inoltre, la validità di questi metodi dipende, in molti casi, dalla veridicità delle informazioni raccolte dagli utenti, ad esempio, e le risposte fornite durante la somministrazione di questionari, etc. Di conseguenza, sono state sviluppate tecniche di **valutazione a lungo termine** degli stessi metodi HRI: Bethel & Murphy, (2009) hanno condotto **studi psico-fisiologici**, identificando le correlazioni fra i diversi segnali acquisiti, così da ottenere risultati affidabili e precisi. Per quanto riguarda le metodologie di valutazione della HRI con utenti anziani, Chen & Chan, (2014b) hanno sviluppato lo **STAM**, ampliando il TAM con fattori specifici relativi alle persone over 65 e, nello specifico, all'ambito delle *gerontechnologies*. Heerink et al., (2009) hanno sviluppato l'**Almere TAM** (basato sull'accettazione sociale e funzionale) in quanto non riteneva l'UTAUT adeguatamente sperimentato per questa tipologia di utenti. L'aspetto emotivo e il valore dell'empatia nella HRI sono stati affrontati da Leite et al., (2013) che hanno sviluppato un modello specifico per valutare quanto il **comportamento empatico del robot** influisca positivamente sulla sua percezione da parte degli utenti. Anche Cramer et al., (2010) hanno affrontato tale questione, misurando su scale quantitative le variabili della *perceived ability*, *trust* (*dependability*, *credibility*) e *closeness*. Moshkina & Arkin, (2005) hanno applicato **modelli etologici ed emotivi** (ovvero il TAME - Traits, Attitude, Moods and Emotions) per valutare e progettare le tipologie di interazione uomo-robot a lungo termine. La **corrispondenza fra la personalità** dell'utente e quella del robot è un fattore determinante per l'accettazione: Tapus & Mataric (2008) hanno proposto un modello di valutazione basato sull'apprendimento del robot e sul suo adattamento alle mutevoli esigenze, necessità e aspettative dell'utente.

Dal punto di vista dell'approccio Human-Centred Design, è possibile affermare che l'accettazione dei robot è correlata e dipendente dalla sua **coerenza con i modelli mentali** degli utenti. Sulla base di questo assunto, Riek & Robinson (2008) hanno sviluppato un metodo per calcolare il valore della **Ease Of Classification** - EOC (facilità di classificazione). Secondo i ricercatori, gli utenti che si rapportano ad un robot sociale effettuano tre tipi di classificazione: *Type Classification* (cos'è?), *Role Classification* (come devo interagire con questo robot?), *Behavioral Classification* (questo robot ha un comportamento adeguato al suo ruolo?). Essi ritengono che la rapidità con cui gli utenti riescono a classificarli influisce direttamente sull'accettazione sociale del robot. Bartneck et al., (2009) hanno analizzato l'influenza dell'intelligenza percepita, della sicurezza percepita, dell'antropomorfismo, della piacevolezza e dell'animazione sull'accettazione di robot sociali (nello specifico iCat e Robovie). Sulla base di questi cinque fattori, ha strutturato il questionario **Godspeed**. Vi sono, inoltre, metodologie di valutazione non primarie che possono rappresentare un valido supporto ai metodi HRI. La stessa Ease of Classification (EOC) o le ricerche di Kanda et al., (2008) sulle interazioni uomo-robot non verbali rappresentano valide metodologie di valutazione non primaria.

In letteratura esistono numerosi metodi per la valutazione dell'interazione, della User Experience e dell'accettabilità delle tecnologie. Molti di questi metodi hanno recentemente trovato applicazione e, in alcuni casi, sono stati adattati o riformulati allo scopo di valutare i nuovi robot assistivi e sociali.
In questo capitolo sono descritti i principali **modelli di accettabilità della tecnologia** e di **valutazione generale della HRI** (Figura 3), con un focus specifico sulla loro applicazione con **utenti anziani** e in ambito robotico. Successivamente, in maniera analoga, sono descritte le principali metodologie di **valutazione della User Experience in ambito tecnologico e robotico**, con un focus sulla misurazione di tutti quegli elementi che concorrono a costituire l'esperienza dell'utente e a definire l'*acceptance* nell'ambito della HRI come, ad esempio, usabilità, fiducia e *dependability*, attitudine positiva e/o negativa nei confronti dei robot.

### *9.5.1 TAM (Technology Acceptance Model)*

Sviluppato da Davis, (1989), il modello TAM analizza il modo in cui le persone arrivano ad accettare e ad utilizzare una tecnologia. Esso si basa sulla **Teoria dell'Azione Ragionata** (*TRA - Theory of Reasoned Action*) e sulla **Teoria del Comportamento Pianificato** (*TPB - Theory of Planned Behavior*). La prima, sviluppata da Ajzen & Fishbein, (1975) si basa sull'assunto che i comportamenti di un individuo siano mediati dalla sua predisposizione nei confronti di quella specifica azione. Essa si focalizza su due fattori che influenzano l'intenzione nel compiere un'azione: a) La ***motivazione personale*** (*attitude*), ovvero l'atteggiamento nei confronti dell'effetto che avrà l'azione; b) la ***norma soggettiva*** (*subjective norm*), ovvero le influenze sociali che determinano la motivazione ad assumere un determinato comportamento. Il modello attua una distinzione fra credenze, attitudini, intenzioni e comportamenti come mezzo per valutare l'atteggiamento di una persona. I due fattori analizzati dalla TRA non sono sufficienti a prevedere efficacemente il comportamento dell'individuo, in quanto tutti gli elementi che sono fuori dal controllo dell'individuo possono comunque **influenzare l'intenzione dell'individuo** stesso ad assumere il comportamento in oggetto con successo. Per questo motivo, Ajzen, (1991) amplia la Teoria dell'Azione Ragionata introducendo un nuovo fattore, sul quale basa la TPB: la ***percezione di controllo sul comportamento***, ovvero la percezione che l'individuo ha di poter mettere in atto

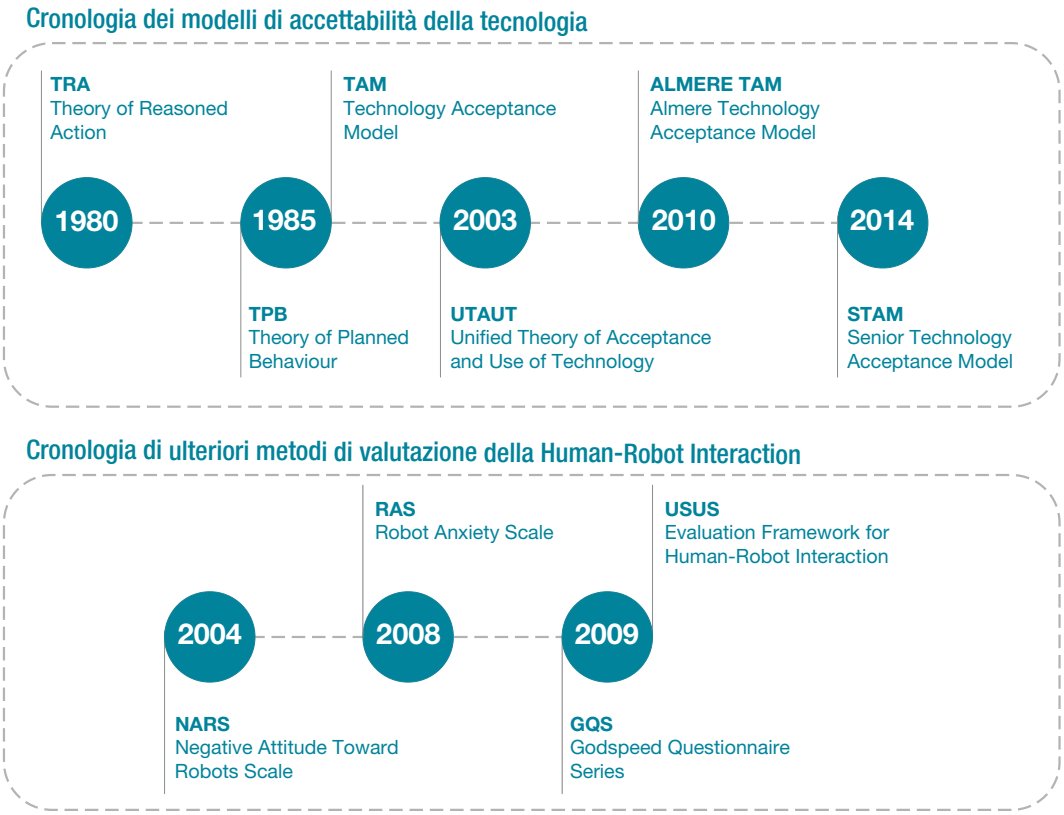



Figura 3 - Cronologia dei modelli di accettabilità della tecnologia. Rielaborato da Shore et al., (2018). Cronologia di ulteriori metodi di valutazione della HRI.

il comportamento voluto. Il controllo comportamentale percepito è discusso nella teoria come comprensione della motivazione di una persona e **autoefficacia/consapevolezza delle conseguenze** del successo e dell'insuccesso di un determinato comportamento.
La scala di valutazione TAM si focalizza su due variabili specifiche che influenzano la scelta e le modalità di utilizzo di una nuova tecnologia da parte degli utenti: l'**utilità percepita** (PU - *Perceived Usefulness*) e la **facilità d'uso percepita** (*PEOU – Perceived Ease Of Use*) intese come due determinanti fondamentali dell'accettazione dell'utente nei confronti della tecnologia e, nello specifico, dei computer. Davis tratta i due costrutti come elementi separati, fornendo due definizioni specifiche e sviluppando due scale *multi-item* separate per testare e validare le due variabili in due studi empirici separati.
Nell'ambito del TAM, dunque, l'*utilità percepita* viene definita da Davis come "*il grado in cui una persona crede che l'uso di un determinato sistema migliorerebbe le sue prestazioni lavorative*" (Davis, 1989, p. 320)[16] ovvero la percezione, da parte dell'utente, che la tecnologia di riferimento possa essere effettivamente utile per ciò che vuole fare. La *facilità d'uso*

16 Si riporta la citazione in lingua originale: "*the degree to which a person believes that using a particular system would enhance his or her job performance*" (Davis, 1989, p. 320).

*percepita*, invece, è definita come "*il grado in cui una persona crede che l'uso di un determinato sistema non richiederebbe alcuno sforzo*" (Davis, 1989, p. 320)[17] ovvero se l'utente percepisce la tecnologia come *difficile da usare* o troppo complicata non ha un atteggiamento positivo nei suoi confronti. Secondo il TAM, dunque, le caratteristiche del design di un prodotto influenzano le **risposte cognitive** (PU e PEOU) dell'individuo, generando una **risposta affettiva e comportamentale**.
Come asserito da Venkatesh e Davis (2000), "*In 10 anni, TAM è diventato un modello solido, potente ed economico per prevedere l'accettazione da parte dell'utente. Attraverso i numerosi test empirici di TAM, l'utilità percepita è stata costantemente una forte determinante delle intenzioni di utilizzo (…). La facilità d'uso percepita, l'altro determinante diretto dell'intenzione di TAM, ha mostrato un effetto meno coerente*". Per questo motivo, i due studiosi hanno ampliato il TAM con il **TAM2** (Venkatesh & Davis, 2000). Nel TAM2 l'utilità percepita (PU) e le intenzioni di utilizzo dipendono da influenze sociali – ovvero norma soggettiva (*subjective norm*), volontarietà (*voluntariness*) e immagine (*image*) - e da processi strumentali cognitivi – ovvero rilevanza lavorativa, qualità dell'output, dimostrabilità dei risultati e facilità d'uso percepita). Il TAM, insieme alle sue estensioni, è stato largamente usato ma anche criticato, soprattutto in seguito all'esponenziale sviluppo dei sistemi tecnologici. Bagozzi, (2007, p. 244) attua un'interessante analisi sui risultati positivi e sulle criticità del modello TAM. Egli afferma che "*Il numero di citazioni di Davis et al., (1989) da solo è oltre 700 ad oggi (…). E il flusso di ricerca basato sul TAM è impressionante per volume e portata (Lee et al., 2003). TAM ha superato la prova del tempo essendo il modello leader per quasi due decenni. (…) È irragionevole aspettarsi che un modello così semplice spieghi le decisioni e il comportamento degli utenti in relazione ad una vasta gamma di tecnologie, contesti di adozione e differenze nel processo decisionale e nei decisori/utenti*".
Le principali critiche riguardano il tentativo avvenuto nel corso degli anni, da parte di vari ricercatori, di adattare questo modello alle **diverse tipologie di tecnologia** in costante evoluzione. Tentativi che si sono conclusi con l'aggiunta al modello di variabili demografiche (ad esempio, genere, età), esperienza o una classificazione che confrontava i contesti d'uso volontari rispetto a quelli obbligatori. Il TAM, inoltre, si concentra sull'utente di un computer e sulla **valutazione di sistemi tecnologici in ambienti di lavoro** e non sociali o domestici. Un ulteriore limite del TAM è l'analisi di due soli fattori esterni (PU e PEOU), non considerando ulteriori variabili come, ad esempio, quelli emotivi, sociali o normativi. L'architettura del TAM è schematizzata in Figura 4, quella del TAM2 è schematizzata in Figura 5.

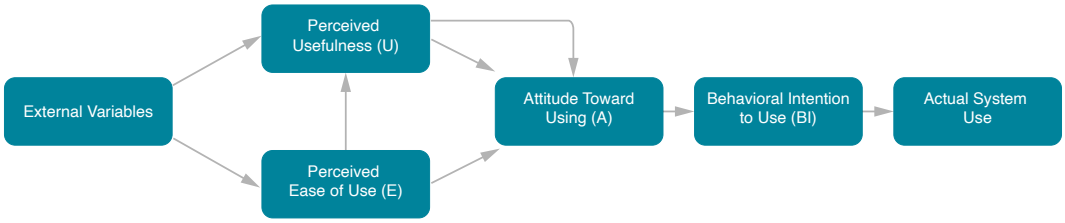



Figura 4 - Technology Acceptance Model (TAM). Rielaborata da Davis et al., (1989, p. 985).

17 Si riporta la citazione in lingua originale: "*the degree to which a person believes that using a particular system would be free from effort*" (Davis, 1989, p. 320).

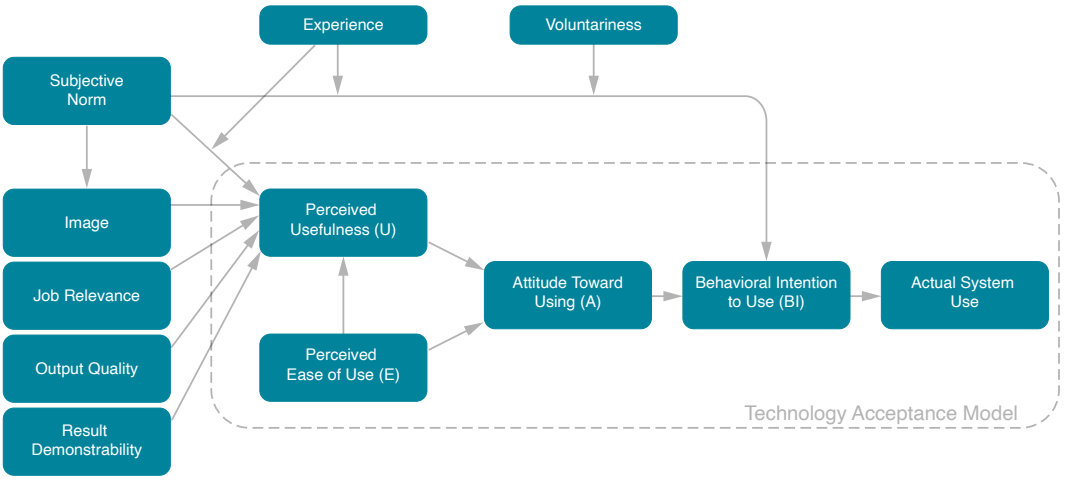



Figura 5 - Extension of the Technology Acceptance Model (TAM2). Rielaborata da Venkatesh & Davis, (2000, p. 188).

### *9.5.2 UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology)*

A partire dalla ricerca condotta sul TAM e dalle sue estensioni, Venkatesh et al., (2003) hanno sviluppato la Teoria Unificata di Accettabilità e Utilizzo della Tecnologia (UTAUT). Tale modello evidenzia la relazione che intercorre fra i quattro fattori principali dell'**intenzione** e dell'**uso** e fra l'**attitudine al sistema** (*Behavioural Intention - BI)* e **utilizzo del sistema** (*Use Behaviour - USE)*. I costrutti principali dell'UTAUT sono:

- **aspettativa della performance** (*Performance Expectancy* - PE): indica quanto un individuo creda che usare il sistema gli sia di aiuto e gli permetta di raggiungere dei vantaggi in termini di performance nel proprio lavoro. In altre parole la PE si riferisce all'utilità della tecnologia;
- **aspettativa dello sforzo** (*Effort Expectancy* - EE): rappresenta il livello di facilità ed agevolezza percepita dall'utente ed associata all'utilizzo della tecnologia;
- **influenza sociale** (*Social Influence* - SI): indica quanto un individuo percepisca l'importanza che gli altri (e.g. colleghi e superiori) attribuiscono all'utilizzo del sistema da parte sua. In altre parole, la SI si riferisce alle influenze sociali percepite dall'utente circa il suo utilizzo della tecnologia;
- **condizioni di facilità** (*Facilitating Conditions* - FC): indica quanto un individuo creda che l'infrastruttura tecnica ed organizzativa supporti l'utilizzo del sistema. In altre parole, la FC si riferisce ai fattori che agevolano l'utilizzo della tecnologia, come l'integrazione e l'interoperabilità tra i diversi sistemi informativi, nonché i programmi di formazione, apprendimento e supporto forniti all'utente.

Inoltre, l'UTAUT incorpora quattro costrutti moderatori che regolano le relazioni vigenti tra le variabili indipendenti (PE, EE, SI, FC) e quelle dipendenti (BI, USE). Essi sono i seguenti:

- gender: ovvero il genere dell'utente;
- age: l'età dell'utente;
- experience: inteso come l'esperienza che un individuo possiede in uno specifico dominio, in relazione all'uso della tecnologia;
- voluntariness: ovvero la volontarietà o la obbligatorietà percepita dall'utente nell'utilizzo del sistema.

Il modello UTAUT ha trovato applicazione in relazione a **diversi tipi di tecnologia**, ad esempio tecnologie su dispositivi mobili e digitali o social media (Curtis et al., 2010; Koivumäki et al., 2008). L'UTAUT, però, è utilizzato prevalentemente per valutare l'accettabilità della tecnologia e, in particolare, dei computer in ambienti lavorativi, trascurando la valutazione dello stesso parametro in contesti differenti e con ulteriori tecnologie. Il suo fine ultimo, quindi, è la valutazione della **probabilità che le nuove tecnologie** introdotte in un'industria **saranno accettate dai dipendenti** che dovranno utilizzarle. Una delle maggiori critiche al modello è stata mossa da Bagozzi (2007, p. 245), che afferma: "*Lo studio sull'adozione/accettazione/rifiuto della tecnologia sta raggiungendo una fase caotica e la conoscenza in tale ambito sta diventando sempre più frammentata e poco coerente. Un esempio è costituito dalla teoria unificata di accettazione e uso della tecnologia (UTAUT, Venkatesh et al., 2003). L'UTAUT è presentato bene e in maniera ponderata. Ma alla fine ci resta un modello con 41 variabili indipendenti per prevedere le intenzioni e almeno otto variabili indipendenti per prevedere il comportamento (dico "almeno" perché ci sono effetti diretti plausibili non testati da Venkatesh et al., 2003). Anche in questo caso, si può argomentare che importanti variabili indipendenti siano state tralasciate, poiché alcuni dei predittori inclusi sono fondamentali, generici o universali e la ricerca futura probabilmente scoprirà nuovi predittori non riconducibili ai costrutti esistenti. Il campo dell'Information System rischia di essere sopraffatto e fuorviato dalle crescenti prove frammentarie alla base del processo decisionale e delle azioni relative all'adozione/accettazione/rifiuto della tecnologia. Ciò che serve è una teoria unificata su come le molte sfaccettature della conoscenza coesistono e giustificano il processo decisionale*". L'architettura dell'UTAUT (Figura 6) prevede che i primi tre costrutti determinano l'intenzione e il comportamento verso l'uso mentre il quarto influenza direttamente il comportamento dell'utente. Genere, età,

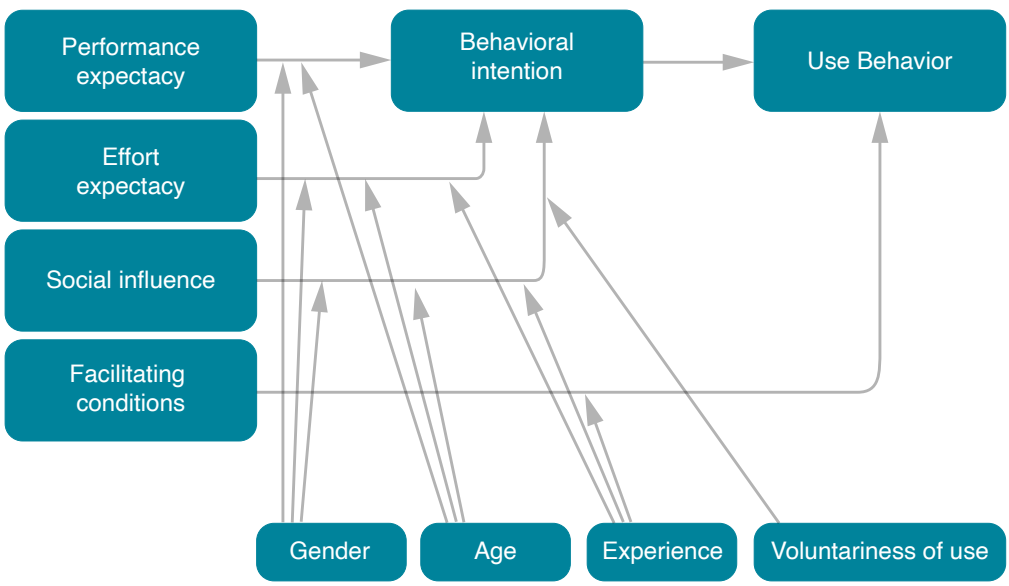



Figura 6 - Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT). Rielaborata da Venkatesh et al., (2003, p. 447).

esperienza e volontarietà d'uso sono elementi moderatori dell'impatto dei quattro costrutti principali sull'intenzione e sul comportamento d'uso.
Venkatesh et al., (2012) hanno successivamente esteso l'Unified Theory of Acceptance and Use of Technology, costituendo l'**UTAUT 2**. Questo nuovo modello incorpora tre nuovi costrutti: **hedonic motivation** (motivazione edonica), **price value** (valore del prezzo) e **habit** (abitudine). Gli elementi moderatori che influenzano la *Behavioral Intention* e l'uso sono età, genere ed esperienza. Il metodo è stato sviluppato per ovviare alla limitazione principale dell'UTAUT, specificamente costruito per la valutazione dell'accettazione della tecnologia in contesti organizzativi. L'UTAUT 2, quindi, mira ad adattare il modello originale al **contesto d'uso** del consumatore: ciò giustifica l'introduzione dei tre nuovi costrutti, in quanto determinanti per predire il comportamento degli utenti. La motivazione edonica è definita come il piacere derivato dall'uso della tecnologia; il valore del prezzo può avere un notevole impatto sull'uso effettivo della tecnologia ed è definito come il compromesso cognitivo che l'utente attua fra i benefici percepiti e il costo effettivo; l'abitudine è strettamente correlata all'esperienza: è definita da Limayem et al., (2007) come la misura in cui un individuo tende ad avere determinati comportamenti dati dall'apprendimento mentre Kim et al., (2005) la definiscono come automatismo.

***UTAUT per la valutazione di Socially Assistive Robots***
Nel corso dei primi decenni del secolo corrente, il modello UTAUT è stato sperimentato per valutare l'accettabilità dei social robots, con utenti e in contesti diversi. Il pioniere, in tal senso, è stato De Ruyter (2005), il quale ha utilizzato l'UTAUT per indagare l'accettabilità di un **robot da conversazione** da parte di utenti adulti ma non anziani. L'esperimento, condotto in laboratorio secondo il protocollo del *Mago di Oz* (Wizard of Oz - WOz)[18], ha visto l'applicazione del robot interattivo chiamato **iCat** (prodotto dalla Philips): questo, a forma di gatto, è privo di strutture e meccanismi per la mobilità ma è in grado di muovere diverse parti del viso, così da generare una serie di espressioni facciali per trasmettere emozioni (felicità, sorpresa, paura, tristezza, disgusto, rabbia, neutralità) all'utente umano. La ricerca di De Ruyter, per analizzare fattori diversi come, ad esempio, il comportamento e l'intelligenza sociale oltre che la soddisfazione e l'accettabilità del robot, ha previsto l'applicazione di questionari diversi (ad esempio, il *Social Behaviors Questionnaire* - SBQ e l'*User Satisfaction Questionnaire* – USQ). L'UTAUT, riadattato appositamente per questo studio, è stato usato per misurare il livello in cui in partecipanti avrebbero continuato ad usare iCat a casa dopo l'esperimento. I risultati hanno dimostrato che un robot più estroverso era percepito come dotato di maggior **intelligenza sociale** (*social intelligence*) e, quindi, era accettato con più probabilità rispetto ad uno più introverso.
Il robot iCat è stato utilizzato anche da Looije et al., (2006) per un esperimento in cui un piccolo gruppo di utenti con il diabete doveva esprimere la propria preferenza sull'assistente personale da utilizzare. In questo caso, l'UTAUT è stato adattato all'esperimento in oggetto e i risultati hanno mostrato che i partecipanti preferivano usare il robot che sembrava maggiormente dotato di intelligenza sociale.

18 In inglese, con l'espressione *Wizard of Oz* (WOz), si definisce un esperimento in cui il robot non si muove in autonomia ma viene controllato da remoto da un ricercatore mentre i partecipanti percepiscono i suoi movimenti come autonomi.

Un accurato studio sulla qualità dell'UTAUT come predittore dell'accettabilità in ambito robotico è stato svolto da Heerink, (2010) che ha valutato, nello specifico, sia la misurazione dell'**accettazione funzionale** che quella **sociale**. Per l'esperimento sono stati utilizzati iCat (robot di servizio) e Annie (uno *screen agent*). Per eseguire l'esperimento, su un gruppo di 42 anziani in ambiente domestico, l'UTAUT è stato riadattato e sintetizzato in 27 item, di cui 19 derivanti dal metodo originale. I costrutti usati sono: Performance Expectacy (PE), Effort Expectacy (EE), Social Influence (SI), Attitude toward using Technology (ATT), Self-Efficacy (SE), Anxiety (ANX), Intention to Use (ITU). In più sono stati aggiunti tre costrutti non estrapolati dall'UTAUT originale: Perceived Social Abilities (SA), Conversational Acceptance (CA) e Computer Experience (CE). Dai risultati emerge che l'accettazione è più elevata nel caso di robot fisici e tridimensionali, rispetto ai *social agents* e che vi è una forte correlazione fra abilità sociali e accettazione.
Inoltre, l'UTAUT si è dimostrato **efficace da usare con gli anziani** soprattutto perché affiancato da un'analisi comportamentale (effettuata tramite videoregistrazione) che ha risolto due dei problemi più frequenti nelle sperimentazioni con anziani: la difficoltà di ricordare cosa è successo precedentemente e quindi di rispondere alle domande di un'intervista e la difficoltà di rispondere a questionari troppo lunghi. Infine, l'UTAUT è risultato meno accurato quando applicato a un sistema socialmente più interattivo: per questo motivo, il ricercatore suggerisce la definizione di un modello più appropriato alla HRI, che includa anche costrutti relativi alle abilità sociali. L'esperimento descritto porterà Heerink allo sviluppo di un nuovo modello, l'Almere TAM, descritto in seguito.

### *9.5.3 STAM - Senior TAM*

Un'interessante estensione del TAM è rappresentata dal Senior Technology Acceptance Model (STAM), sviluppato da Chen & Chan, (2014b). Lo STAM è finalizzato a comprendere l'**accettabilità delle *gerontechnologies*** (Bouma et al., 2000)[19], includendo nel modello tutte quelle caratteristiche legate alle abilità e allo stato di salute propri degli utenti anziani. Gli studiosi partono dall'assunto che nessuno dei TAM esistenti (UTAUT incluso) ha considerato le caratteristiche uniche, le capacità e le limitazioni degli anziani, chiaramente diverse da quelle degli altri utenti. Con l'invecchiamento, infatti, vi sono notevoli cambiamenti delle capacità fisiologiche e psicologiche, che influenzeranno inevitabilmente le esigenze degli anziani e la loro capacità di utilizzare la tecnologia o il dispositivo tecnologico (Farage et al., 2012; Tenneti et al., 2012).

I fattori predittivi utilizzati in TAM e UTAUT includono PU, PEOU, ATT, condizioni di facilitazione, autoefficacia e ansia nei confronti della tecnologia. Lo STAM aggiunge costrutti relativi alla salute e alle abilità legati all'età. Il modello, sotto forma di questionario, è stato testato su 1012 anziani over 55 situati ad Hong Kong (Chen & Chan, 2014b). I risultati della sperimentazione evidenziano che l'accettabilità della tecnologia sono chiaramente influenzati da **attributi individuali degli anziani**, quali età, genere, istruzione, autoefficacia e ansia nei confronti della tecnologia, e da caratteristiche proprie dello stato di salute e delle abilità individuali. L' architettura dello STAM è schematizzata in Figura 7.

19 Cfr http://gerontechnologie.nl/what-is-gerontechnology/ Accessed 21/09/2020.

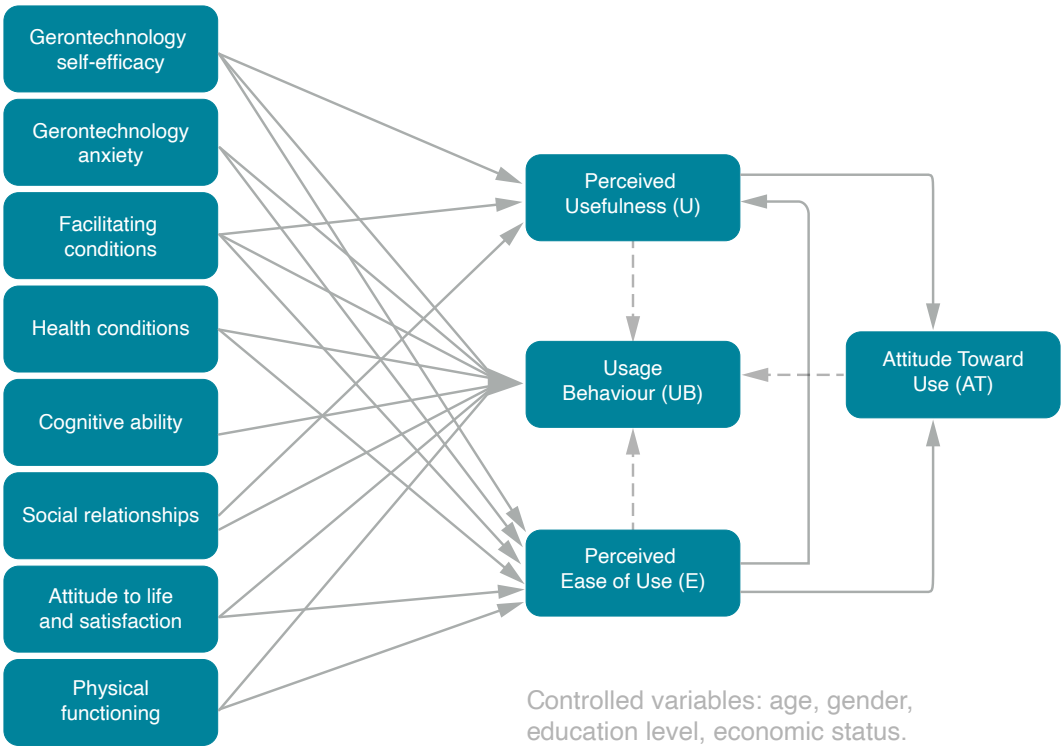



Figura 7 - Senior Technology Acceptance Model (STAM). Rielaborato da Chen & Chan, (2014b, p. 637).

### *9.5.4 Almere TAM (Almere Technology Acceptance Model)*

Heerink et al., (2006; 2008) hanno condotto studi relativi all'applicazione di costrutti dell'UTAUT per valutare l'accettabilità dei robot da parte di persone anziane. Heerink et al., (2009) asseriscono che, sebbene la socialità percepita e la presenza sociale siano costrutti relativi all'accettazione sociale, essi sono stati studiati come aspetti rilevanti nell'interazione uomo-robot ma non ancora utilizzati nell'ambito di un modello di accettabilità. Successivamente, nel 2010, presentano un nuovo modello per la **valutazione dell'accettabilità dei *social robots* da parte di utenti anziani**: l'Almere TAM (Heerink et al., 2010). Questo modello, costruito a partire dall'UTAUT e basato su 13 costrutti, mostra solidità durante l'analisi quantitativa ed è in grado di analizzare l'accettabilità in un'ampia gamma di condizioni sperimentali. I costrutti sono stati adattati al contesto della tecnologia assistiva (robot e interfacce digitali) e agli utenti anziani a domicilio o in una casa di cura, ma possono essere usati anche in relazione ad ambienti lavorativi, come nel modello originario. I tredici costrutti, così come descritti da Heerink (2010, p. 364), sono: **ansia:** reazioni ansiose o emotive quando si tratta di utilizzare il sistema; **atteggiamento verso la tecnologia:** sentimenti positivi o negativi verso la tecnologia; **condizioni di facilitazione:** fattori ambientali che facilitano l'uso del sistema; **intenzione all'uso:** l'intenzione di utilizzare il sistema per un periodo di tempo più lungo; **adattamento percepito:** la capacità percepita del sistema di adattarsi alle esigenze dell'utente; **piacere percepito:** sentimenti di gioia/piacere associati all'uso del sistema; **facilità d'uso percepita:** il grado in cui si ritiene che l'utilizzo del siste-

ma sarebbe privo di sforzi; **socievolezza percepita:** la capacità percepita del sistema di assumere un comportamento socievole; **utilità percepita:** il grado in cui una persona ritiene che il sistema sarebbe di aiuto; **influenza sociale:** il grado in cui un utente percepisce che le persone che sono importanti per lui pensano che dovrebbe o non dovrebbe usare il sistema; **presenza sociale:** la percezione da parte dell'utente di rapportarsi ad un'entità sociale durante l'interazione con il sistema; **fiducia:** la convinzione che il sistema funzioni con integrità e affidabilità; **uso:** l'uso effettivo del sistema per un periodo di tempo lungo.
L'Almere TAM, nonostante i risultati positivi degli studi condotti da Heerink, non tiene conto dei fattori di moderazione, come l'età, il genere, la volontarietà, l'esperienza con i computer e le tecnologie e quelle caratteristiche personali che possono essere determinanti nel processo di accettazione della tecnologia o, in questo caso, dei robot sociali. L'architettura dell'Almere TAM è schematizzata in Figura 8.

### *9.5.5 USUS (Evaluation Framework for Human-Robot interaction)*

Per una **valutazione globale dell'interazione uomo-robot**, Weiss et al., (2009a) hanno strutturato il sistema USUS, abbreviazione di *usability* (usabilità), *social acceptance* (accettazione sociale), *User Experience* (esperienza dell'utente) e *societal impact* (impatto sociale). I fattori di valutazione che costituiscono l'USUS sono estrapolati dalla letteratura e combinati con quadri metodologici propri di varie discipline, fra cui la HRI, la HCI, la psicologia e la sociologia. Il metodo, basato su una **prospettiva *Human-Centred HRI***, è stato sviluppato per l'adozione di **robot umanoidi in ambienti di lavoro**: questi devono adattarsi all'ambiente e quindi all'uomo, con cui lavorano a stretto contatto, pertanto è necessario che anche l'interazione fra loro sia appropriata e calibrata in base alle diverse situazioni. Inoltre, la capacità di apprendimento di un robot può influire molto sul modo in

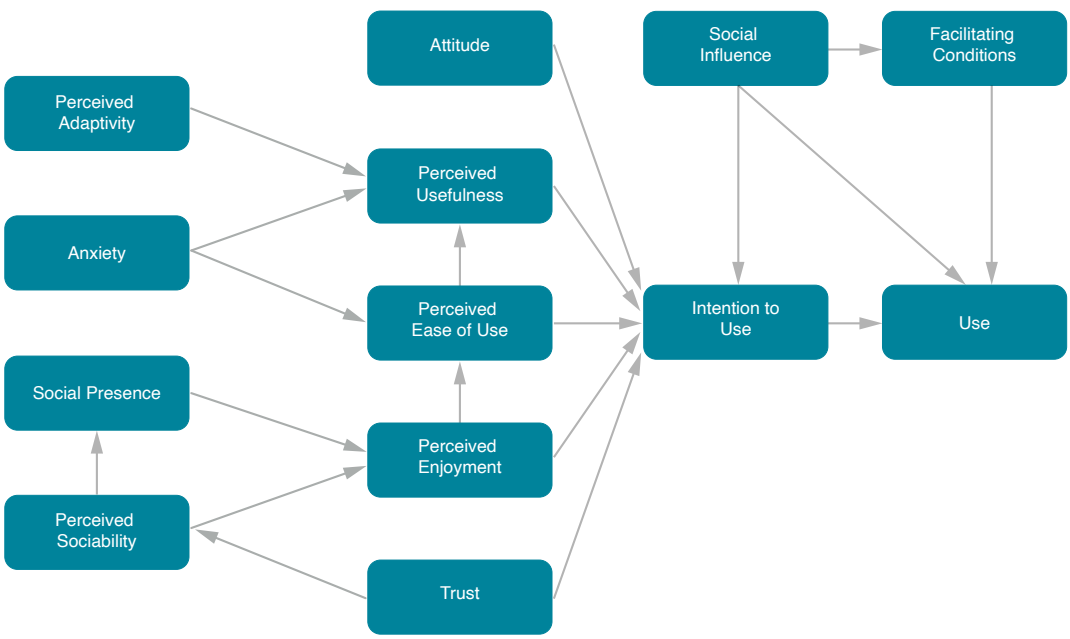



Figura 8 - Almere TAM. Rielaborato da Heerink et al., (2010, p. 372).

cui le persone vivono l'ambiente che condividono con esso o nel modo in cui si comportano con altri esseri umani. La robotica, dunque, può influenzare l'usabilità, l'accettazione sociale, l'esperienza dell'utente e l'impatto sociale: questi fattori devono essere attentamente studiati e analizzati affinché il rapporto uomo-robot sia efficace. L'USUS valuta la HRI in situazioni di cooperazione fra uomini e robot ma mira a fornire un metodo per la **valutazione olistica** dei robot umanoidi e del loro ruolo all'interno della società. I ricercatori analizzano nello specifico i costrutti e i loro indicatori.

- **usabilità:** come stabilito dalla norma ISO 9241-11:2018[20] è la misura in cui un sistema, un prodotto o un servizio può essere usato da specifici utenti in determinati contesti d'uso per raggiungere specifici obiettivi con efficacia, efficienza e soddisfazione. Nell'ottica della valutazione della HRI essa è costituita dai seguenti indicatori: ***effectiveness*** (ovvero l'accuratezza con cui gli utenti realizzano compiti specifici, ovvero il livello in cui gli errori vengono evitati e le attività eseguite con successo); ***efficacy*** (la velocità o il livello in cui un robot può aiutare con precisione e successo gli esseri umani); ***learnability*** (ovvero quanto è facile da usare un sistema per utenti inesperti. In ambito HRI è composto da vari fattori come familiarità, coerenza, generalizzabilità, prevedibilità, semplicità); ***flexibility*** (il numero di modi possibili in cui un utente può comunicare con il robot. Questo principio è importante in quanto i robot dovrebbero essere in grado di svolgere una grande varietà di compiti nei più svariati contesti e, quindi, essere in grado di adattarsi); ***robustness*** (il livello di supporto fornito all'utente affinché raggiunga con successo i compiti e gli obiettivi); ***utility*** (quanto un sistema può essere usato per raggiungere un determinato obiettivo);
- **accettazione sociale:** l'accettazione dei robot dipende molto da fattori culturali (Kaplan, 2004) e la tradizionale definizione di *accettabilità* fornita da Dillon, (2001) potrebbe subire variazioni se applicata a robot umanoidi che agiscono in un ambiente sociale. Pertanto l'accettazione sociale è definita in tale contesto come "*la volontà di un individuo, basata su esperienze precedenti di interazione uomo-robot, di integrare il robot in un ambiente sociale quotidiano*" (Weiss et al., 2009a, p. 13). I primi quattro indicatori di questo costrutto derivano dall'UTAUT (Venkatesh et al., 2003) e gli ultimi quattro dalla teoria *object-centred sociality* (Cetina, 1997). Essi sono: *performance expectacy* (è il predittore più forte dell'intenzione d'uso (ITU) ed è il livello in cui l'utente crede che l'uso del robot lo aiuterà a migliorare le prestazioni in relazione al compito da svolgere); *effort expectacy* (l'aspettativa dipende da credenze interne e definisce quanto l'utente percepisce il robot facile da usare); *attitude toward using technology* (è la somma dei sentimenti e degli atteggiamenti positivi o negativi nel risolvere compiti con il supporto di un robot umanoide); *self-efficacy* (include processi cognitivi, motivazionali e affettivi. È la convinzione di un individuo sulle proprie capacità di produrre livelli prestabiliti di prestazioni e che può influenzare la HRI); *forms of grouping* (gli umani che condividono determinate caratteristiche tendono a raggrupparsi e l'analisi dell'USUS riguarda quanto le persone replicano tale atteggiamento con i robot umanoidi); *attachment* (riprendendo i tre livelli dell'esperienza di Norman, (2004), questo indicatore si riferisce alla relazione emotiva e affettiva che dipende dall'esperienza con il robot); *reciprocity* (la risposta negativa o positiva degli individui alle azioni altrui);

20 Cfr. https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en Accessed 21/09/2020. Si riporta la definizione di *usability* in lingua originale: "*the extent to which a system, product or service can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use*".

- **esperienza dell'utente:** i ricercatori adattano alla HRI la definizione di Alben, (1996) secondo cui la User Experience include gli aspetti relativi al modo in cui le persone usano i prodotti interattivi, il modo in cui li percepiscono, capiscono come funzionano, quanto bene servono ai loro scopi. Gli indicatori della UX per l'USUS sono stati riadattati dai fattori propri dei *Socially Interactive Robots* di Fong et al., (2003): ***embodiment*** (una forma umanoide dovrebbe facilitare l'interazione uomo-robot); ***emotion*** (è una parte essenziale di ogni relazione sociale e quindi un fattore determinante nell'interazione uomo-robot); ***Human-Oriented Perception*** (i robot sociali dovrebbero riconoscere e interpretare le varie forme di linguaggio umano); ***feeling of security*** (la collaborazione con i robot implica necessariamente la riduzione se non l'eliminazione di tutti i pericoli legati alla sicurezza); ***co-experience with robots*** (il modo in cui gli individui sviluppano la propria esperienza personale con un robot sulla base delle loro relazioni sociali con gli altri);
- **impatto sociale:** questo costrutto descrive tutti gli effetti dell'introduzione dei robot sulla vita sociale di una specifica comunità, in termini di qualità della vita, condizioni di lavoro, occupazione e istruzione. L'indagine sull'impatto sociale non si limita all'analisi dello stato attuale ma implica previsioni e valutazioni di scenari futuri. Gli indicatori sono: ***quality of life - health and security*** (la qualità della vita è intesa come diversi livelli di libertà in relazione agli aspetti sociali della salute e della sicurezza); ***working conditions and employment*** (le condizioni di lavoro sono sempre state influenzate dal progresso tecnologico e ciò avviene e avverrà anche con l'introduzione dei robot nei vari settori lavorativi); ***education*** (i computer sono stati integrati nel sistema educativo e lo stesso potrebbe avvenire con i robot); ***cultural context*** (l'ambiente socio-culturale ha un ruolo decisivo nell'esperienza e nella valutazione dei robot da parte delle persone).

L'applicazione del metodo USUS prevede un approccio di valutazione qualitativo e quantitativo. I metodi inclusi sono divisi in 6 categorie: (1) **valutazione euristica**, per valutare il sistema in termini di usabilità (essa include una valutazione euristica, finalizzata alla ricerca di problemi di usabilità (Nielsen, 1992), e il *cognitive walkthrough*, in cui i valutatori immaginano come un potenziale utente può eseguire il compito proposto con il minimo carico cognitivo); (2) **studi con gli utenti** che, solitamente, prevedono osservazioni e registrazioni audio-video (possono essere valutazioni empiriche che coinvolgono gli utenti in laboratorio o sul campo o usare la tecnica del Wizard of Oz); (3) **questionari standard**, che consentono la raccolta di dati statisticamente analizzabili; (4) **misurazioni fisiologiche**, che possono fornire input validi ai questionari, per identificare le emozioni dell'utente durante la sua somministrazione; (5) **focus group**, che consentono di esplorare le attitudini, le convinzioni e i desideri dei partecipanti in modo approfondito; (6) **interviste approfondite** (possono essere interviste ad esperti di un certo tema o *delphi studies*, ovvero cicli di interviste e di discussione con diversi esperti a cui viene posto un problema da discutere in gruppo).

### *9.5.6 Godspeed Questionnaire Series (GQS)*

Il questionario Godspeed è stato elaborato da Bartneck et al. (2009) per rispondere alla necessità di strumenti di misurazione standardizzati in HRI, intesa come ambito multidisciplinare in continua espansione. Lo studio, finalizzato a fornire gli strumenti di valutazione propri della psicologia sperimentale anche a ricercatori di altri ambiti disciplinari, analizza la misurazione di cinque elementi chiave della HRI:

- **antropomorfismo** (*antropomorphism*): inteso come l'attribuzione di caratteristiche, forme e/o comportamenti umani ad elementi non umani come robot, computer e animali.

Questo concetto, in ambito robotico, è stato notevolmente discusso e sperimentato, soprattutto in relazione alla *uncanny valley* (Mori, 1970). Tuttavia, secondo Bartneck et al., (2009) è fondamentale non solo evitare la repulsione dovuta al superamento del *punto di non ritorno* della *uncanny valley* ma anche progettare le sembianze del robot coerentemente alle funzioni che esso è in grado di svolgere. Un robot dall'aspetto eccessivamente simile ad un umano, ad esempio, potrebbe generare negli utenti aspettative che non è in grado di soddisfare. Dalla revisione della letteratura effettuata da Bartneck et al., (2009) si evince che l'antropomorfismo è misurato sia attraverso questionari basati su scale Likert che su differenziali semantici. L'ultima modalità consente di ridurre notevolmente la *acquiescence bias* ovvero quel fenomeno per cui i rispondenti a un sondaggio hanno la tendenza ad essere d'accordo con tutte le domande o ad indicare una connotazione positiva (Watson & Dorothy, 1992);

- **animazione** (*animacy*): uno dei principali obiettivi dei ricercatori e progettisti è di far sembrare i loro robot il più simili possibili ad esseri viventi. Alla base della ***percezione della vita*** c'è il modello sviluppato da Piaget (Parisi & Schlesinger, 2002) secondo cui i bambini, nel relazionarsi agli oggetti fisici, affinano il concetto di *essere vivente* attribuendo questa caratteristica prima a qualunque cosa si muova, poi a qualunque cosa si muova senza l'intervento di spinte o forze esterne, infine sono a tutto ciò che respira e/o cresce. In sintesi, il modello di Piaget pone l'attenzione sull'importanza del movimento e del comportamento intenzionale per la percezione della *animacy*. Dalla revisione della letteratura si evince che l'*animacy* è misurata attraverso questionari su scale Likert da 7 o 10 elementi;
- **piacevolezza** (*likeability*): è stato provato che le persone costruiscono impressioni positive sulle altre persone attraverso i comportamenti che vedono e che sentono (Clark & Rutter, 1985). Inoltre, una prima impressione positiva (che si genera nei primi secondi di interazione fra due esseri umani) è fondamentale in quanto porta, in seguito, ad una valutazione di quella persona ancora più positiva (Robbins & DeNisi, 1994). La valutazione della piacevolezza dei robot viene affrontata in maniera simile a quella fra essere umano e essere umano. Le ricerche in tale ambito hanno valutato la *likeability* percepita attraverso questionari su scale differenziali semantiche;
- **intelligenza percepita** (*perceived intelligence*): in ambito robotico una delle principali sfide è far sembrare i loro comportamenti "intelligenti". Questo tema è strettamente correlato alla ricerca e sviluppo nell'ambito dell'Artificial Intelligence (AI), in quanto i comportamenti degli *interactive robots* sono basati sul bagaglio di conoscenze propri dello studio sull'AI e dipendono dagli sviluppi effettuati in tale ambito. La misurazione dell'intelligenza percepita viene spesso effettuata attraverso il metodo del Wizard-of-OZ che, tuttavia, perde validità nel momento in cui il robot viene estratto dal limitato contesto dell'esperimento e utilizzato/valutato in contesti di vita quotidiana. Anche nei casi in cui il robot assuma dei comportamenti casuali, l'essere umano tende inevitabilmente a rintracciarvi dei potenziali schemi che può o non può verificare in base al tempo disponibile per l'interazione. Ne deriva che, alla fine, l'intelligenza percepita di un robot dipende dalla sua competenza (Koda, 1996). Anche la *perceived intelligence* viene valutata con questionari a scala differenziale semantica;
- **sicurezza percepita** (*perceived safety*): la sicurezza è una delle questioni più critiche e importanti per la HRI, sia in ambito industriale che sociale e domestico. Molti studi si sono focalizzati sul controllo o sulla **riduzione del rischio** dal punto di vista meccanico e del funzionamento del robot. La sicurezza percepita dall'utente durante l'interazione con il robot è strettamente correlata al livello di **comfort percepito** ed è un elemento

chiave affinché il robot sia accettato in un qualunque contesto (sociale, domestico, lavorativo, etc.). La sicurezza percepita è misurata raramente come fattore indipendente ma, in molte ricerche, esso è indagato attraverso l'analisi dello stato affettivo (*affective state*) dell'utente – e, quindi, anche attraverso la misurazione di parametri fisiologici - durante l'interazione con il robot. Secondo Bartneck et al., (2009) è possibile sia chiedere agli utenti di esprimere le loro impressioni circa il robot, sia valutare il loro stato affettivo durante l'interazione.

Attraverso questi cinque elementi, Bartneck et al., (2009) hanno sviluppato il questionario Godspeed, su una scala differenziale semantica a 5 punti. Il principale limite del metodo proposto sta nella difficoltà di distinguere la verità di base nelle risposte degli utenti. Inoltre, la misurazione può essere influenzata da fattori esterni come il background culturale degli utenti, le loro esperienze con i robot, la personalità, etc. Il questionario può essere comunque un utile strumento di comparazione di dati raccolti attraverso altri metodi. Il Godspeed Questionnaire Series (GQS) è open source e, siccome gli aggettivi di cui è composto possono avere sfumature diverse per coloro che non possiedono l'inglese come lingua madre, il questionario è stato tradotto dallo stesso Bartneck il più lingue, così da implementare l'affidabilità del metodo. Le traduzioni sono disponibili sul sito web dedicato al GQS[21].

***GQS: strategie di applicazione in ambito robotico***

Il GQS è stato utilizzato ampiamente nell'ambito della valutazione della HRI e, soprattutto, è stato applicato in **contesti differenti**, con utenti diversi e per misurare tipologie di interazione diverse fra loro. In totale, dal 2009 al 2014, il GQS è stato citato 160 volte (Weiss & Bartneck, 2015): le citazioni includono sia esperimenti empirici su robot di vario genere, sia sperimentazioni effettuate con questionari sviluppati a partire dal GQS. In particolare, il Godspeed è stato utilizzato in 18 studi sul **robot NAO** (Weiss & Bartneck, 2015, p. 383): fra questi, uno utilizza solo una serie di immagini di robot, fra cui quella di NAO, altri hanno condotto la sperimentazione con la tecnica del Wizard-of-Oz e, quindi, pre-programmando l'interazione. È interessante sottolineare che sei di questi studi sono finalizzati al **contesto applicativo specifico dell'assistenza agli anziani** e dello sviluppo di un ambiente domestico *smart* per l'invecchiamento indipendente. Dalla meta-analisi sulle sperimentazioni di NAO con il GQS, condotta da Weiss & Bartneck, (2015), è stato possibile estrarre risultati interessanti per tre delle cinque scale, ovvero l'intelligenza percepita, la piacevolezza e l'antropomorfismo. Per quanto riguarda l'intelligenza percepita, lo scenario di interazione e la complessità del comportamento, si evince che il realismo dello scenario (De Graaf & Allouch, 2013; Keizer et al., 2014) in cui l'utente interagisce con il robot e le funzioni complesse (Schillaci, 2013; Krogsager, 2014) che quest'ultimo è chiamato a portare a termine, sono fattori determinanti per una valutazione positiva dell'intelligenza del robot. Ad esempio, se NAO è chiamato a svolgere il ruolo di medico, è percepito come più intelligente rispetto a quando svolge il ruolo di paziente (Kim et al., 2013). L'adeguatezza del contesto e lo scenario di interazione influenzano moltissimo la piacevolezza di NAO (Torta et al., 2012). Alti indici di antropomorfismo, che dipendono molto anche dal contesto dell'interazione, possono essere un indicatore di accettabilità sociale del robot (De Graaf & Allouch, 2013). La grande varietà di robot diversi che, nell'ambito della ricerca sulla HRI, sono stati valutati attraverso il GQS costituisce chiaramente un vantaggio ma anche uno svantaggio, in quanto la frammentazione dei dati rende difficile elaborare risultati confrontabili fra loro.

21 Cfr. https://www.bartneck.de/2008/03/11/the-godspeed-questionnaire-series/ Accessed 4/02/2020.

### *9.5.7 NARS (Negative Attitude toward Robots Scale) e RAS (Robot Anxiety Scale)*

Lo sviluppo della scala NARS ha origine da considerazioni proprie della Human-Computer Interaction e, nello specifico, di come ***l'ansia da computer*** sia identificata dalla psicologia dell'educazione come un fattore chiave che influenza l'**alfabetizzazione informatica**. Analogamente, secondo Nomura et al., (2004) è necessario sviluppare scale psicologiche per misurare gli atteggiamenti e le emozioni negative verso il robot, al fine di migliorare e rendere la loro interazione più efficace. In psicologia la *attitude* (atteggiamento) è un costrutto definito come l'insieme degli stati mentali che precedono i comportamenti. La scala NARS (Negative Attitude Toward Robots Scale) è stata sviluppata per **misurare l'atteggiamento** (attitude) **negativo degli esseri umani nei confronti dei robot nella loro vita quotidiana**. La scala è composta da 14 elementi (*item*), da valutare su una scala Lickert da 1 a 5 punti, classificati in tre sotto-scale:

- atteggiamento negativo verso **situazioni di interazione con i robot** (Negative Attitude toward Situations of Interaction with Robots), 6 item;
- atteggiamento negativo verso l'**influenza sociale dei robot (**Negative Attitude toward Social Influence of Robots), 5 item;
- atteggiamento negativo verso le **emozioni durante l'interazione con i robot** (Negative Attitude toward Emotions in Interaction with Robots), 3 item.

La scala è stata testata da Nomura et al. (2006) utilizzando il robot umanoide *Robovie* con 240 persone di cui 146 femmine e 92 maschi con età media rispettivamente di 21,8 e 22,4 anni. Dai risultati emerge che gli atteggiamenti negativi variano sia in base all'età che al genere. Come affermato dai ricercatori "*esiste la possibilità che gli atteggiamenti negativi non abbiano molta influenza sui comportamenti degli umani nei confronti dei robot in situazioni di interazione reale con essi. D'altra parte, è stato riferito che esiste un livello medio di correlazioni tra ansia del computer e comportamenti come il benessere degli studenti durante le lezioni di alfabetizzazione informatica. (…) esiste la possibilità che le emozioni realmente evocate in situazioni di interazione con i robot possano essere diverse dagli atteggiamenti verso i robot e, di conseguenza, le correlazioni tra atteggiamenti e comportamenti nei confronti dei robot sono deboli. In altre parole, è necessario sviluppare una scala psicologica che misuri le emozioni evocate in situazioni di interazione con i robot, come l'ansia, per prevedere comportamenti concreti nei confronti dei robot. A tal fine, definiamo l'ansia dei robot come sentimenti di ansia o paura che impediscono agli individui di interagire con i robot che hanno funzioni di comunicazione nella vita quotidiana*" (Nomura et al., 2004, p. 37).

Per analizzare l'ansia nei confronti dei robot, sia in situazioni reali che immaginarie, gli stessi ricercatori (Nomura et al., 2008) hanno sviluppato la scala RAS (Robot Anxiety Scale). La RAS è composta da 11 item, valutati su una scala Likert da 1 a 6 punti, ed è divisa in tre sotto-scale:

- ansia verso la **capacità di comunicazione dei robot** (Anxiety toward communication capacity of robots), (3 item);
- ansia verso le **caratteristiche comportamentali dei robot** (Anxiety toward behavioral characteristics of robots), (4 item);
- ansia verso il **discorso con i robot** (Anxiety toward discourse with robots), (4 item).

La RAS è stata sperimentata insieme alla NARS in uno studio finalizzato ad indagare le relazioni fra atteggiamenti negativi, ansia e comportamento nei confronti dei robot. Gli utenti coinvolti nella ricerca sono 38 giovani (22 maschi e 16 femmine) con età media di 21,4 anni. Anche per questo test è stato utilizzato l'umanoide Robovie. In entrambe le

sperimentazioni le scale sono state somministrate congiuntamente ad un breve questionario demografico relativo all'età e al genere degli utenti. I risultati della NARS e della RAS sono stati considerati come variabili indipendenti mentre gli indici di comportamento come variabili dipendenti: dai risultati emerge che entrambe le scale hanno prodotto variazioni comportamentali durante l'interazione e la comunicazione con il robot. Per quanto riguarda le differenze di risultato dovute al genere, è stato dimostrato che quest'ultimo ha influenzato solo la sotto-scala 3 della RAS (ovvero l'ansia di comunicare verbalmente con il robot) ma non le altre. Il genere, inoltre, influenza le sotto-scale 1 e 2 della NARS (ovvero quelle relative all'interazione e all'influenza sociale nei confronti del robot). È risultato, poi, che gli utenti con maggiori **espressioni emotive nei confronti del robot** erano anche quelli con più ansia e atteggiamenti negativi. In conclusione, c'è una forte **correlazione fra ansia, atteggiamenti negativi e comportamenti nei confronti dei robot**. La differenza di genere ha poca influenza sul comportamento.
Siccome gli studi di Nomura sono stati effettuati esclusivamente su persone di **nazionalità giapponese**, il limite delle due scale NARS e RAS è di trovare ampia sperimentazione anche su persone con diversa provenienza. Infatti, come dimostrato da Bartneck et al., (2007), le differenze culturali possono influenzare gli atteggiamenti negativi nei confronti dei robot.

## 9.6 Metodi e strumenti di valutazione della User Experience in ambito robotico

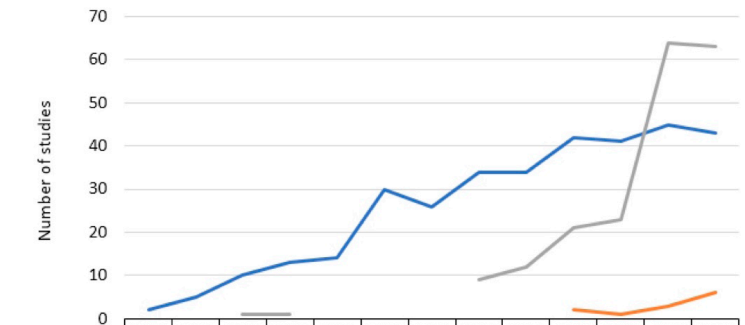
La valutazione della User Experience (UX), così come definita dalla ISO 9241-210:2010, include anche le emozioni, le aspettative, le reazioni fisiche e psicologiche che ha l'utente prima, durante e dopo l'utilizzo di un prodotto/servizio. Tale valutazione, dunque, è una conseguenza di **fattori obiettivi** ma anche estremamente **soggettivi e astratti**, quali lo stato psico-fisico dell'utente durante la sua esperienza con il prodotto/servizio, le sue eventuali esperienze precedenti, abilità, attitudini e personalità oltre che la presentazione e la performance di quel prodotto/servizio.
Per analizzare e valutare la UX in ambito robotico esistono innumerevoli metodi: uno fra questi è rappresentato dai questionari standard. Essi presentano sempre la stessa serie di domande per valutare le opinioni degli utenti circa le **caratteristiche pragmatiche** – ovvero quanto un prodotto è usabile, semplice, prevedibile, complicato, confuso, etc. - o **edoniche** – ovvero quanto un prodotto è percepito come interessante, noioso, nuovo, stimolante, deludente, etc. Possono utilizzare una scala Likert (Likert, 1932) o differenziale semantica (Osgood, 1952), a seconda del tipo di fattore da misurare.
I questionari standard sono economici e facili da usare e, inoltre, l'utente può rispondere autonomamente alle domande in seguito all'esperienza percepita dopo aver usato un prodotto/servizio; per tali motivi costituiscono un metodo ampiamente diffuso ed utilizzato in molteplici ambiti, non solo in quello robotico (Oreiro et al., 2019). In base ai parametri e ai costrutti che li compongono, i questionari possono valutare uno o più aspetti dell'interazione uomo/prodotto/servizio. Nello specifico, i principali **questionari standard** per la valutazione della User Experience analizzati di seguito sono: AttrakDiff, UEQ, meCUE.
Secondo una revisione della letteratura sistematica effettuata da Oreiro et al., (2019), il questionario **AttrakDiff** è il più diffuso fra i tre in oggetto, poiché è stato usato in 341 dei 553 studi analizzati (61,6%). L'**UEQ** è stato usato in 200 studi (36,2%) e **meCUE** in 12 (2,2%). La revisione della letteratura, tuttavia, è stata condotta senza limiti relativi all'ambito di applicazione o alla tipologia di prodotto/servizio valutato con i suddetti questionari.

Nel corso degli anni, dal 2006 al 2018 nello specifico, l'uso dei tre questionari è cresciuto in maniera esponenziale: l'UEQ ha addirittura superato l'AttrakDiff nel 2017 e 2018 e, negli stessi anni, è cresciuto anche il numero di utilizzo di meCUE (Figura 9).
Il numero dei partecipanti in ognuno degli studi variava da 2 fino a 691, con una media di 20 partecipanti per studio. Molto spesso i questionari per la valutazione della UX sono somministrati congiuntamente ad altri metodi di valutazione (Figura 10): nello specifico, secondo Oreiro et al., (2019), oltre il 61,5% degli studi analizzati ha usato dall'uno ai cinque metodi aggiuntivi. Tali questionari aggiuntivi sono sia standard che sviluppati *ad hoc*, alcuni dei quali sono: il System Usability Scale (SUS) – finalizzato alla misurazione dell'usabilità; il questionario NASA-TLX – che misura il carico di lavoro percepito al fine di valutare l'attività, il sistema o l'efficacia del team o altri aspetti delle prestazioni; il questionario PANAS – che misura il benessere soggettivo; questionari auto-progettati e interviste semi-strutturate varie; la tecnica del Thinking Aloud.

### *9.6.1 AttrakDiff1 e AttrakDiff2 Questionnaire*

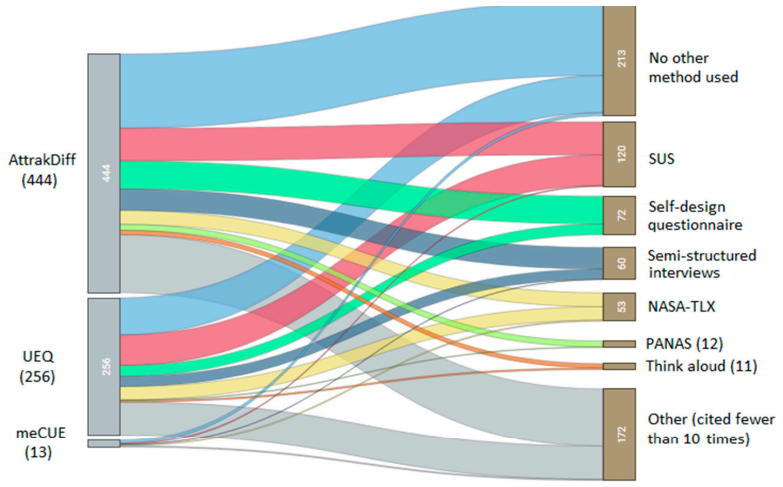
Hassenzahl et al., (2000: Hassenzahl, 2002) conducono innumerevoli studi relativi alle **qualità edoniche di prodotti e interfacce**, per una valutazione più completa dei prodotti interattivi. La sua ricerca parte dal presupposto che la suddetta valutazione si concentri principalmente sulla qualità di utilizzo o *usabilità*, definita (Hassenzahl et al., 2003) come una ***qualità pragmatica***, attraverso il metodo più diffuso, ovvero i questionari. Tuttavia, è necessario analizzare anche ulteriori ***aspetti edonici*** che gli utenti associano ad un prodotto:

- **stimolazione:** stimolare gli utenti, attraverso funzionalità, contenuti, stili innovativi può aumentare l'attenzione, la motivazione e, collateralmente, facilitare il completamento delle attività. Stimolare gli utenti, quindi, soddisfa il loro bisogno di sviluppo personale e auto-miglioramento delle competenze e del background culturale;
- **identità:** il prodotto può comunicare l'identità desiderata dagli utenti (professionale, moderna, interessante, diversa, etc.), che si servono degli oggetti per esprimere sé stessi (Prentice, 1987).




| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AttrakDiff | 2 | 5 | 10 | 13 | 14 | 30 | 26 | 34 | 34 | 42 | 41 | 45 | 43 |
| meCUE | | | | | | | | | | 2 | 1 | 3 | 6 |
| UEQ | | | 1 | 1 | | 1 | | 9 | 12 | 21 | 23 | 64 | 63 |

Figura 9 – Utilizzo dei questionari standard per anno. Fonte: Oreiro et al., (2019, p. 7).




| | No other method used | SUS | Self-design questionnaire | Semi-structured interviews | NASA-TLX | PANAS | Think aloud | Other (cited fewer than 10 times) | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **AttrakDiff** | 138 | 61 | 52 | 40 | 26 | 11 | 8 | 108 | 444 |
| **UEQ** | 69 | 57 | 20 | 19 | 25 | 1 | 3 | 62 | 256 |
| **meCUE** | 6 | 2 | | 1 | 2 | | | 2 | 13 |
| **Total** | 213 | 120 | 72 | 60 | 53 | 12 | 11 | 172 | 713 |

Figura 10 – Metodi aggiuntivi utilizzati in combinazione con i questionari standard Attrakdiff, UEQ e meCUE. Fonte: Oreiro et al., (2019, p. 10).

Nonostante le ricerche volte a *convertire* l'usabilità in un elemento non puramente utilitaristico ma, ad esempio, in concetti come il divertimento (Draper, 1999) o la gioia di utilizzo (Hatscher, 2001), prima della ricerca e del metodo di valutazione proposto da Hassenzahl non esistevano studi su come la qualità edonica possa essere sistematizzata e utilizzata come fattore chiave nei processi di progettazione di sistemi interattivi. Hassenzahl et al., (2002), insieme al gruppo di ricercatori che avevano condotto i relativi studi preliminari (Hassenzahl et al., 2000), sviluppano e validano il questionario AttrakDiff 1: questo è composto da 23 costrutti, su una scala differenziale semantica a 7 punti, alle cui estremità sono presenti aggettivi di senso opposto fra loro (ad esempio "buono-cattivo", "solito-insolito", etc.). I costrutti sono:

- **Pragmatic Quality** (PQ): l'usabilità del prodotto, che soddisfa i requisiti di sicurezza e di controllo. Maggiore è il livello di EQ di un prodotto, più esso rende facile il raggiungimento degli obiettivi e il completamento delle attività con efficacia ed efficienza;
- **Hedonic Quality** (HQ): si riferisce ad aspetti puramente qualitativi, come l'originalità o l'innovazione, che soddisfano il bisogno di cambiamento, novità o espressione di identità degli utenti. La qualità edonica si suddivide in Identità (HQ-I) (capacità del prodotto di esprimere il proprio sé e di permettere agli utenti di identificarsi con il prodotto stesso nel contesto sociale. Esempi possono essere isolamento-interazione, economico-costoso, etc.) e Stimolazione (HQ-S) (capacità dei prodotti di fornire nuovi stimoli, modalità di interazione, innovazioni, etc. per accrescere sempre più le capacità e la conoscenza dell'utente. Esempi possono essere classico-originale, semplice-stimolante, etc.);

- **Appeal** (APPEAL) o **Attrattiva** (ATT): un giudizio globale sul prodotto, basato sulla combinazione dei primi due costrutti, percepiti e sintetizzati come un unico giudizio.

I primi due costrutti sono indipendenti fra loro mentre il terzo dipende dalla percezione che l'utente ha dei primi due. Infatti, le ricerche relative all'applicazione di AttrakDiff 1 hanno dimostrato che le qualità edoniche e pragmatiche sono percepite in maniera indipendente fra loro. Il limite principale del questionario è rappresentato dal fatto che non consente di analizzare gli aspetti della stimolazione e dell'identità come elementi separati. Per questo motivo, nel 2003, Hassenzahl sviluppa il questionario AttrakDiff 2, finalizzato all'analisi di un software in termini di qualità pragmatica (manipolazione) ed edonica (stimolazione e identità), intese come costrutti indipendenti fra loro. Esso si basa sui costrutti dell'Ergonomic Quality (EQ), della Hedonic Quality – Stimulation (HQ-S) e della Hedonic Quality – Identity (HQ-I), per un totale di 21 elementi (ripartiti in misura uguale per ogni costrutto) estratti casualmente fra circa 50. Il questionario è stato utilizzato per la valutazione di interfacce, siti web e prodotti interattivi.

***AttrakDiff per la valutazione in ambito robotico***

Il questionario AttrakDiff è stato utilizzato anche per la valutazione di prodotti in ambito robotico.

Mast et al. (2012) hanno utilizzato l'AttrakDiff nel corso dello sviluppo del concept di un *service robot* per l'assistenza agli anziani a domicilio. Lo scopo della ricerca era lo sviluppo di un'interazione uomo-robot ben validata, oltre che di un robot che fosse il più autonomo possibile durante l'esecuzione dei propri compiti in ambiente domestico. La metodologia progettuale, basata sull'approccio User-Centred e dunque iterativa, ha visto il coinvolgimento di 241 partecipanti fra anziani e *caregiver* ed è divisa in 12 fasi: le prime 7 riguardano gli studi preliminari di indagine sugli utenti di riferimento (focus group, questionari, etnografia, valutazione dell'interazione, etc.); le ultime 5 riguardano, invece, lo sviluppo progettuale del concept di robot assistenziale. È nell'ambito della fase 11, la "*User Interface Usability Study*", che è stato somministrato il questionario AttrakDiff, congiuntamente a interviste e osservazioni dirette per valutare l'usabilità dell'interfaccia del robot. L'interfaccia era delle dimensioni di uno smartphone per gli anziani, tablet per gli operatori sanitari e PC per i tele-assistenti professionisti. La valutazione dell'interfaccia, sia in termini di usabilità che di concetti *edonici*, nel complesso di una ricerca mirata alla progettazione di un robot assistenziale per anziani, ha contribuito a focalizzare il processo iterativo sul coinvolgimento costante degli utenti.

Weiss et al., (2009b) hanno utilizzato il questionario AttrakDiff, insieme ad altri metodi di valutazione, nell'ambito di uno studio relativo all'interazione uomo-robot umanoide e alla misurazione delle esperienze degli utenti alle prime armi nei confronti della collaborazione con robot, per svolgere i compiti e le attività assegnate. La ricerca si focalizza sull'analisi della User Experience nell'ambito della HRI che può essere basata sulla definizione generale di Alben, per cui la UX include "*aspetti del modo in cui le persone usano un prodotto interattivo: il modo in cui sentono il prodotto nelle loro mani, quanto bene capiscono il modo in cui il prodotto funziona, come si sentono mentre lo utilizzano, quanto il prodotto è efficace per gli scopi per cui è preposto e quanto bene si adatta all'intero contesto in cui viene usato.*" (Alben, 1996, p. 14)[22]. Secondo Weiss la UX in HRI è spesso valutata usan-

22 Si riporta la definizione in lingua originale, secondo cui la UX include: "*aspects of how people use an interactive product: the way it feels like in their hands, how well they understand how it works, how they feel about it while*

do metodologie proprie della Human-Computer Interaction (HCI). Inoltre, la validazione di questi metodi risulta molto difficile, in quanto l'interazione uomo-robot può essere influenzata dal **comportamento del singolo individuo** ma anche dalla **percezione generale** che ha la società dei robot. L'obiettivo generale del suo studio, dunque, è di capire fino a che punto l'esperienza dell'utente è influenzata dall'accettazione generale dei robot nella società (*societal impact*). La sperimentazione condotta da Weiss et al., (2009) riguarda l'interazione con il robot umanoide HRP-2 attraverso comandi vocali da parte di utenti di età compresa fra i 20 e i 40 anni. Essa ha previsto 3 analisi diverse: la valutazione dell'usabilità, attraverso il questionario standard SUS; la valutazione della UX attraverso il questionario AttrakDiff; la valutazione dell'impatto sociale attraverso un'intervista strutturata; la valutazione degli atteggiamenti negativi attraverso il questionario standard NARS (Nomura et al., 2006). Per quanto riguarda l'AttrakDiff, è stato chiesto ai partecipanti di scegliere fra i vari concetti opposti, attraverso una scala di valutazione da -3 a +3. I risultati sono stati presentati secondo una suddivisione in quattro scale secondarie: qualità pragmatica del sistema (PQ); identificazione della qualità edonica (HQ-I); stimolazione della qualità edonica (HQ-S); attrattività (ATT). Insieme all'AttrakDiff, è stato sviluppato un questionario *ad hoc* per la UX, che prevedeva la valutazione di cinque fattori propri della UX attraverso una scala Likert a 7 punti. I cinque fattori sono: ***emotion*** (Fong et al., 2003); ***embodiment*** (Fong et al., 2003); ***feeling of Security*** (Dautenhahn et al., 2006); ***human-oriented Perception*** (Fong et al., 2003); ***co-experience*** (Severinson-Eklundh et al., 2003) e fanno parte del quadro di valutazione USUS (Weiss et al., 2009a).
I risultati della sperimentazione evidenziano un'alta valutazione dell'usabilità del robot (SUS), un quadro neutrale della UX generale durante l'interazione con il robot in termini di qualità edonica e attrattività (AttrakDiff), e valori medio-alti del questionario *ad hoc* sulla UX, eccetto che per il concetto di Co-experience che ha valori bassi. L'atteggiamento negativo nei confronti del robot (NARS) ha prodotto risultati interessanti: dopo la sperimentazione i valori inerenti all'atteggiamento negativo erano nettamente inferiori a quelli raccolti prima dell'esperimento. La ricerca proposta da Weiss è un buon esempio di combinazione di metodi qualitativi e quantitativi per una valutazione più completa della UX. Inoltre, rappresenta un ottimo punto di partenza per comprendere in che modo i metodi propri della HCI possano essere utilizzati anche in ambito HRI, nonostante l'applicazione dei suddetti metodi sia stata limitata all'interazione per mezzo di comandi vocali, il che lascia ampi margini di miglioramento e di sperimentazioni future.
Un altro esperimento inerente all'interazione uomo-robot per mezzo di comandi vocali, è stato condotto da Niculescu et al., (2013). Il contesto di riferimento, in questo caso, è la reception di un edificio. La sperimentazione ha indagato come il tono della voce possa avere un'influenza sulla qualità dell'interazione con i robot. Il questionario Attrakdiff è stato usato per sperimentare due robot: Cynthia e Olivia, la prima più calma e seria, con un tono di voce basso mentre la seconda più estroversa ed esuberante, con un tono di voce più alto. I risultati hanno mostrato che il tono di voce alto e una personalità più divertente migliorano la percezione del divertimento da parte degli utenti. In generale, lo studio ha dimostrato che **l'empatia e la qualità dell'interazione sono molto influenzate dalla tonalità e dall'espressività della voce robotica**.

*they're using it, how well it serves their purposes, and how well it fits into the entire context in which they are using it*" (Alben, 1996, p. 14).

Gonnot et al., (2019) hanno indagato l'accettabilità dei *social robots* nell'ambito dell'**istruzione** e dell'apprendimento. La loro ricerca si basa sul presupposto che i robot sono ancora poco utilizzati in ambito educativo e possono offrire nuove opportunità, soprattutto per supportare gli utenti nell'**apprendimento collaborativo**. Lo scarso utilizzo dei robot in tali contesti è dovuto alla poca conoscenza del loro livello di accettabilità da parte degli studenti: lo studio, quindi, mira a fornire risultati relativi a quanto la voce, i testi e le espressioni facciali del robot (quindi le diverse modalità di interazione) possano influenzare la HRI in contesti educativi e a definire i criteri che determinano l'accettazione dei robot da parte degli studenti. Durante l'esperimento tre gruppi di utenti sono stati guidati dal robot non-umanoide dotato di ruote in un'attività di apprendimento collaborativo, utilizzando le tre diverse modalità di interazione sopra descritte. Alla fine è stato chiesto ai partecipanti di compilare i seguenti questionari: il Godspeed (Bartneck et al., 2009) per misurare la percezione del robot da parte degli utenti; l'AttrakDiff per analizzare l'usabilità percepita e la UX. Oltre ai due questionari, l'esperimento a previsto anche un'intervista strutturata volta a raccogliere suggerimenti o informazioni generali sull'utilizzo dei robot per l'educazione. I risultati del Godspeed evidenziano come le interazioni avvenute mediante la conversazione o l'espressione di emozioni ha influenzato la percezione della sicurezza, della piacevolezza e della vivacità ma non ha influenzato il modo in cui gli utenti hanno antropomorfizzato il robot. Quest'ultima caratteristica è influenzata esclusivamente dalle caratteristiche fisiche del robot. I risultati dell'AttrakDiff mostrano che i partecipanti trovano il robot più usabile e attrattivo quando dà istruzioni vocali congiuntamente alle espressioni facciali piuttosto che quando utilizza solo voce o testo. In generale, il comportamento del robot è risultato eccessivamente basico: il fatto che esso non si muovesse e non avesse delle risposte personalizzate in base alla reazione degli utenti, ha influenzato negativamente la percezione di attrattività ma anche di intelligenza da parte degli studenti. La ricerca di Gonnot, sebbene limitata a soli 21 utenti, costituisce un'interessante punto di partenza nell'utilizzo di questionari combinati per la valutazione e il miglioramento dei *social robots* in contesti educativi e non solo.

### *9.6.2 User Experience Questionnaire (UEQ)*

Il questionario per la valutazione della User Experience (UEQ) è stato sviluppato da Laugwitz et al., (2008) e consiste in 26 elementi su una scala differenziale semantica a 7 punti. Originariamente sviluppato in tedesco, è stato poi validato in lingua inglese per una più ampia diffusione.

L'UEQ ha lo scopo principale di ottenere feedback dagli utenti finali su ciò che più li colpisce nell'immediato riguardo alla loro interazione con il prodotto, al modo in cui l'hanno percepita e in cui hanno vissuto l'esperienza d'uso. I feedback da ottenere non riguardano solo i concetti di usabilità (ISO 9241-210:2010[23]), efficacia o efficienza (UNI EN ISO 9241-11:2018[24]) ma anche tutti quegli elementi più astratti e difficilmente definibili come la soddisfazione dell'utente o la qualità edonica (Hassenzahl, 2003). Laugwitz afferma chiaramente che l'obiettivo del processo di sviluppo del metodo UEQ è di "*sviluppare un questionario che consenta una rapida valutazione fatta dagli utenti finali che copra un'impressione preferibilmente completa dell'esperienza dell'utente. Dovrebbe consentire agli utenti, in modo molto semplice e immediato, di esprimere sentimenti, impressioni e atteggiamenti che sor-*

23 Cfr. https://www.iso.org/standard/52075.html Accessed 21/09/2020.
24 Cfr. https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en Accessed 21/09/2020.

*gono durante l'esperienza con il prodotto oggetto dell'indagine*" (Laugwitz, 2008, p. 64)[25].
Gli obiettivi dell'UEQ possono essere così riassunti:

- **valutazione rapida:** solitamente i questionari incentrati sulla UX tendono ad avere un numero elevato di *item*, richiedendo moltissimo tempo per la somministrazione e l'analisi dei dati. L'UEQ, essendo concepito come metodo che possa supportare e migliorare l'analisi effettuata attraverso test di usabilità o altri tipi di valutazione, punta a fornire un quadro generale immediato e in tempi rapidi;
- **analisi completa della user experience:** i concetti valutati dai metodi più tradizionali, come l'usabilità o la qualità pragmatica, non forniscono un quadro completo della UX. Approcci più recenti mirano ad indagare anche gli aspetti di qualità edonica (Hassenzahl, 2003) o gli obiettivi della User Experience (*user experience's goals*) (Preece et al., 2002), in quanto l'esperienza globale è costituita non solo da concetti misurabili come l'usabilità ma anche da aspetti emotivi, reazioni soggettive e sensazioni. Il questionario UEQ si propone di misurare in maniera equilibrata la UX, considerandone l'usabilità ma anche l'aspetto edonico/estetico;
- **semplice e immediato:** il questionario UEQ vuole consentire agli utenti di fornire feedback immediati e spontanei, riducendo al minimo l'analisi razionale dell'esperienza con un prodotto e ponendo l'enfasi sulla percezione soggettiva delle caratteristiche del prodotto e il loro impatto immediato sull'utente.

Il questionario UEQ (Figura 11), quindi, è costituito da due tipologie di *item*: elementi che misurano direttamente l'**attrattività percepita** e elementi che misurano la **qualità sugli aspetti rilevanti** del prodotto. Il metodo è stato validato in contesti e senari differenti: in uno dei test di validazione, i risultati derivanti dall'UEQ sono stati messi in relazione a quelli dell'AttrakDiff2, così da confermarne la validità.

***UEQ per la valutazione dell'esperienza in ambito robotico***

In ambito robotico, Gerlowska et al., (2018) hanno applicato i questionari AttrakDiff e UEQ per valutare l'applicazione clinica di un assistente robotico per pazienti che soffrono di lievi disabilità cognitive e della malattia di Alzheimer. La valutazione, quindi, riguarda le funzionalità del robot in termini di:

- **accettabilità percepita:** misurata attraverso attrattività, perspicuità, efficienza, affidabilità, stimolazione e novità dell'assistente robot;
- **usabilità percepita:** misurata attraverso Qualità pragmatica (PQ), Identificazione della qualità edonica (HQI), Stimolazione della qualità edonica (HQS) e Attrattività (ATT);
- **impatto sociale potenziale**.

La sperimentazione è stata effettuata con il prototipo di assistente robotico, chiamato RAMCIP, per pazienti in contesto domestico, in ambiente semi-controllato su 18 partecipanti totali, di cui 10 sani e 8 con lievi disabilità cognitive. Lo scopo principale dello studio è la valutazione di un assistente robotico che monitori in modo proattivo ma discreto gli anziani, così da garantirne l'indipendenza a casa il più a lungo possibile. I compiti principali da supportare sono: assunzione dei farmaci, prevenzione di eventi pericolosi, interazione sociale, stimolazione cognitiva. Il robot è dotato di due display, posti l'uno sull'altro: quello

25 Si riporta il testo in lingua originale: "*to develop a questionnaire that allows a quick assessment done by end users covering a preferably comprehensive impression of user experience. It should allow the users in a very simple and immediate way to express feelings, impressions, and attitudes that arise when experiencing the product under investigation*" (Laugwitz, 2008, p. 64).

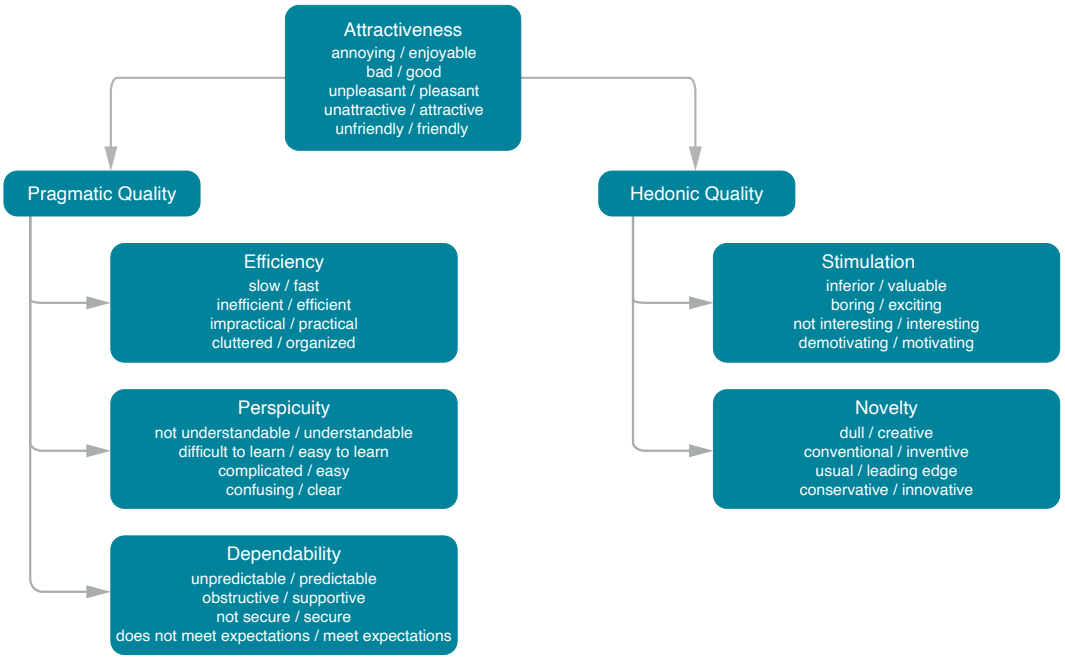



Figura 11 - La struttura dell'UEQ. Rielaborato da Schrepp, (2015, p. 3).

superiore, mostra le espressioni facciali animate corrispondenti emotivamente ai commenti verbali forniti dal robot. Questi commenti vengono mostrati per iscritto sul tablet inferiore. La comunicazione uomo-robot avviene a voce, con gesti o tramite comandi touch. Grazie ad una mano, il robot può recuperare e afferrare oggetti. La sperimentazione ha previsto la valutazione per mezzo di 7 scenari d'uso, durante i quali gli utenti erano chiamati a svolgere normali attività quotidiane. RAMCIP è stato valutato positivamente sulle scale UEQ e AttrakDiff relative all'accettabilità e all'usabilità, con risultati affidabili. Per misurare l'impatto sociale, i ricercatori hanno sviluppato un questionario apposito, da cui è risultato che il 76,5% dei partecipanti crede che RAMCIP possa migliorare la sicurezza degli utenti e il 53% è convinto che l'uso dell'assistente robotico migliorerebbe la qualità della vita.

### *9.6.3 meCUE Questionnaire*

Minge & Riedel, (2013) hanno sviluppato il questionario meCUE[26], composto da 34 elementi su scala Likert a 7 punti. Il questionario è stato costruito sulla base del modello proposto da Thüring & Mahlke, (2007) ed è composto da tre moduli indipendenti fra loro e finalizzati alla valutazione di:

- **percezione del prodotto** (strumentale e non strumentale): utilità, usabilità, estetica visiva e impegno;
- **emozioni dell'utente:** emozioni positive e negative;
- **conseguenze dell'interazione** con il prodotto: lealtà e destinazione d'uso.

26 Cfr. http://mecue.de/english/index.html Accessed 21/09/2020.

Il modello meCUE si basa sul presupposto che le qualità strettamente correlate all'attività e quelle non correlate all'attività siano indipendenti quando si valuta un prodotto: esse influenzano ugualmente l'esperienza complessiva dell'utente attraverso le impressioni emotive. Di conseguenza, i ricercatori hanno selezionato cinque fattori fondamentali per il questionario: utilità, usabilità, estetica visiva, status e attaccamento.
Il meCUE è stato validato mediante una sperimentazione in laboratorio, in cui 67 soggetti dovevano valutare software per l'editing di testo, lettori audio portatili e telefoni cellulari. Oltre al questionario oggetto di analisi, i prodotti sono stati valutati anche con l'AttrakDiff, l'UEQ, il PANAS e un questionario sull'estetica visiva. La forza di meCUE è la **struttura modulare**, che consente di valutare diverse tipologie di prodotti interattivi con uno strumento economico, affidabile e flessibile.

**Parole chiave**

Sperimentazione scientifica
Metodo PICO
Robot Automi
Robot Zoomorfi
Robot Umanoidi

# Capitolo 10
# Casi studio: ricerca scientifica e processi metodologici per le sperimentazioni in HRI

**10.1 Le sperimentazioni scientifiche in ambito robotico: i robot assistivi**
- 10.1.1 La revisione della letteratura: obiettivi, metodologia e criteri di inclusione/esclusione

**10.2 Automi**
- 10.2.1 Giraff & Giraffplus - Telepresence Robot
- 10.2.2 Robot-ERA - Advanced assistive robots
- 10.2.3 VGo - Telepresence Robot
- 10.2.4 Care-O-Bot - Assistive service robot
- 10.2.5 Jibo - Home social robot
- 10.2.6 ElliQ - Proactive desk robot

**10.3 Zoomorfi**
- 10.3.1 PARO - Therapeutic Robot
- 10.3.2 AIBO - Companion dog-robot
- 10.3.3 NeCoRo - Robotic cat for robotherapy
- 10.3.4 iCat - Interactive Robot

**10.4 Umanoidi e androidi**
- 10.4.1 Robovie - Interactive Humanoid Robot
- 10.4.2 Pepper - Humanoid Robot
- 10.4.3 Ifbot - Communication robot
- 10.4.4 Matilda - Assistive communication robot
- 10.4.5 PaPeRo - Personal Robot
- 10.4.6 NAO - Programmable humanoid robot
- 10.4.7 Sophia - AI/Social humanoid robot

**10.5 Indagini e sperimentazioni con utenti: casi studio con robot multipli**
- 10.5.1 I benefici della robotica assistiva: esigenze degli utenti e impatto sociale
- 10.5.2 Preferenze, attitudini e aspettative sui robot assistivi
- 10.5.3 Preferenze e accettazione dell'aspetto morfologico/comportamentale: la correlazione con i fattori socio-culturali

ZOOM

**I robot assistivi e sociali analizzati come casi studio** con lo scopo di fornire una visione globale delle **sperimentazioni più recenti e significative**, nell'ottica di identificare delle sfide del design in ambito robotico e di analizzare il tema dell'accettabilità da un punto di vista multidisciplinare.

## Zoomor

Robot dall'asp
quello degli a

AUTOMI

**VGo**
Telepresence
Robot

**Giraff &**
**Giraff Plus**
Telepresence
Robot

## Automi

Robot dall'aspetto meccanico, detti anche "meccanoidi".

**Jibo**
Home Social
Robot

**Robot-ERA**
**(DORO, CORO, ORO)**
Socially Assistive
Robot

**ElliQ**
Social Desk
Robot

**Care-O-Bot**
Socially Assistive
Robot

## Androi

Intesi come q
progettati a pa
caratteristiche
base ma non
modo tale da
esteticamente
quasi indisting
vero essere u

ANDR

MORFI

## rfi

petto simile a
himali.

**Paro**
Socially Assistive
Robot

**NeCoRo**
Therapeutic
Robot

**AIBO**
Companion
Robot

**iCAT**
Socially Assistive
Robot

**Robovie**
Socially Assistive
Robot

**Pepper**
Programmable
Robot

**Sophia**
Artificial
Intelligence

**Ifbot**
Communication
Robot

**Matilda &**
**PaPeRo**
Socially Assistive
Robot

**NAO**
Programmable
Robot

## Umanoidi

Robot dall'aspetto simile all'uomo, talvolta quasi indistinguibili da un vero essere umano.

UMANOIDI

## di

uelli
artire dalle
e umane di
realizzati in
risultare
e identici e
guibili da un
mano.

I robot sono suddivisi in base al design e alle **caratteristiche morfologiche e formali**, sulla base delle tipologie identificate da Dautenhahn, (2013): automi o meccanoidi, zoomorfi, androidi e umanoidi.

ROIDI

# CAPITOLO 10
# Casi studio: ricerca scientifica e processi metodologici per le sperimentazioni in HRI

Allo scopo di indagare approfonditamente il tema della ricerca dottorale, ovvero il rapporto fra gli elementi teorico-metodologico-applicativi dello Human-Centred Design e quelli della Human-Robot Interaction (HRI), in seguito all'inquadramento del problema scientifico e della diffusione crescente di tecnologie indossabili e robotiche per l'assistenza e il supporto al benessere e all'indipendenza di persone anziane e fragili, è stata condotta una revisione della letteratura relativa ai principali studi scientifici in tale ambito. Una visione globale delle **sperimentazioni più recenti e significative**, condotte con i **robot assistivi e sociali**, riveste un'importanza fondamentale sia per l'identificazione delle sfide del design in ambito robotico che per l'analisi del tema dell'*accettabilità* da un punto di vista multidisciplinare.
Per una descrizione dettagliata della metodologia, degli obiettivi e dei criteri di inclusione/esclusione adottati per la revisione della letteratura si rimanda al sotto paragrafo 10.1.1.

## 10.1 Le sperimentazioni scientifiche in ambito robotico: i robot assistivi

I robot assistivi e sociali analizzati in seguito sono suddivisi in base al design e alle caratteristiche morfologiche e formali, sulla base delle tipologie identificate da Dautenhahn, (2013): ***automi*** o ***meccanoidi*** (dall'aspetto meccanico), ***zoomorfi*** (dall'aspetto simile a quello degli animali) e ***umanoidi*** (dall'aspetto simile all'uomo). In quest'ultima categoria sono inclusi i robot ***androidi*** intesi, in questa sede, come quelli progettati a partire dalle caratteristiche umane di base ma non realizzati in modo tale da risultare esteticamente identici e quasi indistinguibili da un vero essere umano (come avviene nel caso degli umanoidi).
Per ogni robot analizzato sono riportate le principali ricerche e sperimentazioni effettuate negli ultimi anni, così da fornire un quadro generale delle conoscenze acquisite dalla comunità scientifica, sia in relazione alla loro **efficacia e accettabilità** (sia funzionale che edonica) in quanto robot sociali e assistivi, sia sui diversi tipi di **approcci e metodi** per misurare e validare i loro effetti sulle persone e, nello specifico, sugli anziani. Secondo la revisione della letteratura scientifica condotta da Kachouie et al., (2014), quasi tutti gli studi analizzati riportano effetti positivi dei SAR (Socially Assistive Robotics) nella cura degli anziani, contribuendo al miglioramento del loro benessere.
Tuttavia secondo gli studiosi (Diener, 2009; Michaelson et al., 2009), data la **natura poliedrica del benessere**, per acquisire conoscenze più profonde e organizzate sugli effetti dei SAR sul benessere degli anziani, sarebbe meglio classificare tali effetti. La letteratura sul Subjective Well-Being (SWB) dà peso al benessere soggettivo delle persone che non

è riconducibile in maniera esaustiva all'interno del singolo termine *felicità*. Il SWB, infatti, riguarda i motivi che portano le persone a vivere la propria vita in maniera positiva, sia in termini di giudizi cognitivi che di reazioni affettive. La letteratura in questo ambito è molto vasta e include innumerevoli metodologie di misurazione ma anche diverse teorie riguardanti l'approccio alla valutazione del **benessere soggettivo** e all'interpretazione dei dati (Diener, 2009). La complessità del tema, quindi, rende evidente la necessità di selezionare quegli elementi fondamentali che possono determinare il benessere soggettivo degli anziani nell'ambito dell'interazione con i robot sociali e assistivi. A tal proposito è opportuno citare gli studi in ambito psicologico di Seligman, (2012). Egli ipotizza che vi siano cinque costrutti fondamentali da cui deriva il benessere, validati in diversi contesti, racchiusi nell'acronimo **PERMA**: ***Positive emotions*** - emozioni positive (è possibile aumentare consapevolmente le emozioni positive e ridurre quelle negative); ***Engagement*** - coinvolgimento (il cosiddetto flusso, ovvero quel fenomeno per cui quando si è impegnati in qualcosa ci si dimentica di tutto il resto); ***Relationships*** - relazioni (numerosi studi di mostrano che le relazioni umane, quelle sociali, familiari e intime, sono il singolo fattore più importante per il benessere); ***Meaning*** - significato (fare qualcosa che ha un grande significato e un grande impatto per sé); ***Accomplishment*** - realizzazione (è determinata dalla velocità di pensiero, dal tasso di apprendimento, dalla pianificazione e dallo sforzo. Non consiste nel vincere a tutti i costi in senso competitivo ma nell'andare sempre avanti). Secondo Kachouie et al., (2014, p. 385) "*l'interrelazione di questi cinque costrutti talvolta limita la loro mappatura in relazione alle esperienze degli anziani nelle loro interazioni con i SAR. Inoltre, non esiste un costrutto esplicito per mappare il benessere fisico e psicologico degli anziani*". A partire dall'analisi degli studi descritti in questo capitolo, è possibile estrapolare dei **risultati comuni**, dal carattere generale, nonostante gli effetti dei SAR sugli anziani dipendano molto spesso da caratteristiche specifiche e soggettive legate all'individuo, al contesto e alle modalità di interazione. Gli elementi comuni sono:

- **background culturale degli utenti:** influenza il loro **atteggiamento** (*attitude*) nei confronti del robot (Bartneck et al., 2007). La limitazione principale relativamente a questo fattore dipende dal fatto che la maggior parte degli studi è effettuata in Giappone. Altri sono stati condotti anche negli Stati Uniti, in Italia, in Australia ma è auspicabile una maggior estensione delle sperimentazioni dal punto di vista socio-culturale;
- **aspetto formale dei robot:** per gli studi con anziani, nell'ottica della *pet-therapy* e dell'analisi delle risposte emotive ed affettive, sono stati utilizzati prevalentemente robot zoomorfi. È stato dimostrato, però, che l'aspetto del robot influisce molto sulla sua accettazione da parte delle persone anziane (Forlizzi et al., 2004; Hirsch et al., 2000; Powers & Kiesler, 2006; Wu et al., 2012). Anche in tal caso le sperimentazioni dovrebbero includere svariate tipologie di robot, diversi sia per aspetto che per funzionalità e comportamento;
- **contesto:** gli anziani tendono a voler rimanere all'interno della propria abitazione il più a lungo possibile, auspicabilmente in autonomia (Scopelliti et al., 2005; Tinker & Lansley, 2005) e, inoltre, anche i governi incoraggiano questa scelta per ovviare al problema dei costi delle strutture sanitare e assistenziali (Broadbent et al., 2009). Tuttavia, le sperimentazioni in **ambiente domestico** richiedono **più tempo e risorse** e quindi sono meno frequenti, mentre molte sono effettuate in case di riposo o strutture assistenziali/sanitarie per anziani;
- **genere:** questo fattore può influenzare gli **atteggiamenti negativi** nei confronti dei robot, come evidenziato dai test con la NARS (Nomura et al., 2006), e condizionare le reazioni delle persone durante l'interazione con i robot (Multiu et al., 2006). La maggior

parte degli studi, tuttavia, include un numero maggiore di donne rispetto agli uomini;
- **aspettative degli utenti:** queste vanno indagate e conosciute approfonditamente perché influiscono sull'interazione uomo-robot (Lohse, 2011) e un eventuale divario fra aspettative ed esperienza effettiva può influenzare il comportamento dell'utente (Komatsu et al., 2011). Molti degli studi analizzati non fornisce un'adeguata comprensione delle aspettative degli utenti: soprattutto nel caso degli anziani è fondamentale esplorare quelle aspettative e percezioni che spesso restano tacite e per cui non basta usare il metodo dell'analisi di un video o dell'osservazione diretta;
- **approccio Human-Centred:** la comprensione degli anziani, con le loro esperienze, convinzioni e credenze, influenza moltissimo il modo in cui essi interagiscono con i robot e anche la tipologia di cura e di assistenza di cui hanno bisogno. Per sviluppare robot sociali e assistivi che siano accettati ed efficaci per il supporto agli anziani è fondamentale adottare l'approccio Human-Centred e progettare dal punto di vista degli utenti;
- **riproducibilità delle sperimentazioni:** la qualità e la sistematicità dei report delle sperimentazioni influenza la loro riproducibilità. Molto spesso i ricercatori non seguono linee guida o riferimenti standard per riportare dati e metodi sperimentali e ne trascurano anche l'organizzazione, rendendone la comprensione difficile e limitando la loro riproducibilità nel tempo o in contesti e ambiti diversi.

Sulla base di queste considerazioni è possibile effettuare un'**analisi comparativa** e mettere in relazione i PERMA con alcuni risultati inerenti al benessere degli anziani, estrapolati dagli studi descritti in questo capitolo (Tabella 1).

| | |
|---|---|
| **Positive emotions** | Miglioramento dell'umore, dei sentimenti, dello stato emotivo e diminuzione dello stress. Aumento delle risate e del senso di calma. |
| **Engagement** | Aumento delle attività, della motivazione e miglioramento della comunicazione e dell'espressione emotiva. |
| **Relationships** | Aumento delle attività sociali e della creazione di nuove relazioni di amicizia, diminuzione del senso di solitudine. Interazione con il robot più facile e naturale. |
| **Meaning** | Riduzione della depressione. |
| **Achievement** | Sentimento di successo, soprattutto durante sessioni di gioco. |
| **Other effects** | Miglioramento psico-fisico, incremento dell'attività neuronale, reazione fisiologica positiva allo stress, miglioramento del comportamento e supporto alla personalizzazione delle cure. |

Tabella 1 - Sintesi dei costrutti per il benessere in relazione ai PERMA e allo sviluppo di SAR per utenti anziani. Rielaborato da Kachouie et al., (2014, p. 386).

### *10.1.1 La revisione della letteratura: obiettivi, metodologia e criteri di inclusione/esclusione*

L'obiettivo generale della revisione è di raccogliere le principali sperimentazioni scientifiche effettuate con robot assistivi e sociali e utenti anziani o fragili, in **diversi contesti d'uso** (domicilio, casa di riposo, strutture sanitarie assistenziali, etc.) e per compiere attività con **scopi funzionali, sociali o terapeutici**. Gli obiettivi specifici riguardano, invece, l'analisi delle **strategie operative**, dei **processi metodologici** e degli **strumenti di valutazione** principali della Human-Robot Interaction, con un focus sul tema dell'accettabilità e della qualità dell'interazione e della User Experience. Un ulteriore obiettivo specifico riguarda la **raccolta di dati** (demografici, qualità della vita, esperienza tecnologica, esigenze e aspet-

tative, etc.) relativi agli utenti primari e secondari (anziani e caregiver) che interagiscono con i robot, al fine di sviluppare una mappatura delle suddette informazioni e integrarle con i dati rilevati dalla ricerca sperimentale, descritta nella sezione successiva (Sezione III).
La revisione è stata eseguita secondo i principi del *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions* (Higgins et al., 2019) e si basa su una **metodologia mista**. Infatti, la complessità del tema trattato, ovvero l'assistenza, il supporto all'indipendenza e il benessere degli anziani attraverso l'interazione con tecnologie robotiche, presenta molteplici sfaccettature che richiedono necessariamente una valutazione con metodi misti. Sebbene le tradizionali revisioni della letteratura si basino sulla raccolta di dati quantitativi, questa revisione integra sia dati provenienti da **studi quantitativi** che **qualitativi**, poiché questi ultimi possono migliorare la comprensione del target di riferimento e, quindi, migliorare la qualità della revisione stessa (Thomas et al., 2004).
La ricerca è stata effettuata nei mesi di febbraio e marzo 2020. In una prima fase sono stati cercate sistematicamente diverse tipologie di pubblicazione come atti di convegni, articoli di riviste scientifiche, abstract estesi e giornali relativi alla robotica e alle sue applicazioni. Le revisioni precedenti sono state utili per identificare i riferimenti più importanti e le loro correlazioni (Littell et al., 2008): per tale motivo anche i riferimenti delle revisioni precedenti sono stati analizzati, selezionati e aggiunti agli studi potenzialmente idonei. La ricerca è stata eseguita prevalentemente su **database online** come PubMed, la libreria digitale IEEE (Xplore), la biblioteca digitale ACM, ProQuest, JSTOR, Science Direct, Web of Science, Google Scholar. Non sono state applicate limitazioni alla data di pubblicazione. I database sono stati selezionati soprattutto per la loro indicizzazione di pubblicazioni internazionali e l'accessibilità da parte dell'Università degli Studi di Firenze.
La selezione degli studi e la ricerca per parole chiave è avvenuta secondo il **metodo PICO** (Participants, Interventions, Comparator, and Outcomes) (Higgins et al., 2019, pp. 35-51) che, sebbene sia più utilizzato in ambito medico, è risultato efficace per individuare alcune specifiche caratteristiche delle pubblicazioni ricercate. I criteri di ricerca secondo l'approccio PICO sono i seguenti:

- **Partecipanti:** età, genere, tipo di malattia, condizioni di salute, qualità della vita, nazione;
- **Interventi:** robot, contesto (casa, casa di cura, centro diurno), tipologia, intensità, durata, sessioni supervisionate, sessioni individuali o di gruppo, sessioni libere;
- **Comparazione:** con robot placebo o no, con Wizard-of-Oz o no, interazione a lungo termine o a breve termine;
- **Risultati:** effetti sugli anziani, strumenti e scale di valutazione più efficaci, livello di accettabilità, efficacia dell'interazione, qualità della UX.

Le parole chiave ricercate, per ridurre la probabilità di escludere pubblicazioni pertinenti, hanno riguardato soprattutto gli **utenti** (ad esempio, anziani), gli **obiettivi** (ad esempio, assistenza agli anziani) e l'**argomento generale** (robotica assistiva). Il carattere asterisco (*) usato in seguito indica un prefisso (ad esempio assis* diventa "assistive", "assisted", etc.). Sono state selezionate una serie di stringhe di ricerca relative ai robot assistivi e sociali per l'assistenza agli anziani e il supporto alla loro indipendenza e benessere, pertanto la ricerca ha incluso le seguenti tipologie di parole chiave: i termini "robot*", "assis* device*", "assis* technolo*" come soggetto insieme a "aged", "elder*", "senior*", "old person*", "old people" e "dementia" "Alzheimer" come contesto, inclusi i termini equivalenti specifici del database in cui è stata eseguita la ricerca. Inoltre, per evitare di escludere studi correlati, sono stati usati anche i nomi di robot specifici come "AIBO", "PARO", "PaPeRo", etc.
Per quanto riguarda i criteri di inclusione/esclusione sono state prese in considerazione

le pubblicazioni in inglese e in italiano e i report tecnici sulle caratteristiche dei robot sono stati esclusi. Gli altri criteri di inclusione riguardano l'affinità con gli obiettivi e i temi della revisione, come i partecipanti anziani, gli ambiti di intervento e l'interazione di qualsiasi tipo. Non vi è stata alcuna esclusione in base al luogo in cui si è svolta l'interazione (casa, casa di cura, residenze sanitarie, etc.). L'estrazione e la sintesi dei dati è stata eseguita applicando l'approccio PICO descritto precedentemente.
A partire dai dati raccolti e sistematizzati nel corso di questa revisione, sono state prodotte schede di sintesi (vedi capitolo 14) per ogni robot indagato: esse presentano un'analisi generale della categoria di appartenenza, del contesto d'uso e delle modalità di interazione con il robot per poi descrivere i principali utenti (nazionalità, caratteristiche demografiche e livello di salute psico-fisica) con cui sono stati sperimentati, i benefici e i criteri di accettabilità emersi dai test e le metodologie usate dai ricercatori per gli studi. Infine, le schede mostrano i principali risultati emersi dagli studi scientifici condotti con i robot.
Di seguito, per ogni robot analizzato nel corso della revisione della letteratura scientifica, sono descritte alcune delle ricerche e delle sperimentazioni più significative, con un focus sia sull'efficacia e sull'accettabilità dei robot da parte degli utenti, sia sui processi e sui metodi applicati dai vari studiosi.

## 10.2 Automi

### *10.2.1 Giraff & Giraffplus - Telepresence Robot*

Il robot da telepresenza Giraff[1], prodotto dalla Giraff Technologies in Svezia (poi acquisita dalla *Camanio Care Svezia*), è stato finanziato da fondi di ricerca europei per aiutare le persone anziane a vivere nella propria abitazione il più a lungo possibile e consentirgli di rimanere in contatto con amici e familiari. L'interazione con Giraff avviene prevalentemente tramite vista, ovvero guardando lo schermo in cui è visualizzato l'utente in **videochiamata** da remoto. Amici e familiari possono controllare il robot a distanza, da qualunque computer, e guidarlo all'interno dell'abitazione, interagendo con audio e video.
Cesta et al., (2016) hanno sviluppato la **metodologia MARTA** (Multidimensional Assessment of telepresence RoboT for older Adults), sperimentando per 1 anno il robot da telepresenza Giraff. La ricerca valuta la User Experience, l'attitudine, il comportamento durante l'interazione, l'accettazione, le credenze verso la tecnologia e l'impatto a lungo termine dell'utilizzo quotidiano di un robot per la telepresenza in ambiente reale. La ricerca è focalizzata sulla **partecipazione sociale** delle persone anziane, in relazione all'atteggiamento e all'accettazione del robot. Lo scopo è di identificare e di analizzare profondamente quei fattori ambientali, tecnici e psicologici che influenzano l'adozione e l'uso di un robot per la telepresenza. Il robot Giraff è controllato a distanza, ha un sistema per le videoconferenze integrato e uno schermo LCD. La principale tipologia di interazione consentita per gli utenti primari, quindi, è rappresentata dai comandi tramite pulsanti (accettazione/rifiuto chiamate). L'utente secondario, invece, può effettuare videochiamate, controllare il movimento del robot da remoto e spostare il punto di vista della videocamera. La metodologia MARTA prevede la selezione delle variabili più importanti per la valutazione dell'**interazione a lungo termine** e del coinvolgimento sociale degli utenti in ambiente reale, mediante la raccolta di dati quantitativi e qualitativi. Le variabili identificate sono raggruppate in tre categorie:

1 http://www.giraff.org/?lang=en Accessed 21/09/2020.

- **misure di screning**. Per identificare e raccogliere informazioni sugli utenti selezionati: *socio-demographics* (età, educazione, familiarità con la tecnologia);
- **misure socio-sanitarie e psicologiche**. Per avere informazioni globali sullo stato psicologico e socio-sanitario degli utenti: *Perceived Loneliness*—Loneliness Scale (Russel, 1996); *Perceived Health Status*—Short Form Health Survey (SF12) (Ware, 1996); *Perceived Social support*—Multidimensional Scale of Perceived Social Support (Zinet, 1988); *Perceived Health Support*—Health Service Satisfaction Inventory; *Depression*—Geriatric Depression Scale (Yesavage et al., 1983); *Positive Affect Negative Affect Scale*—PANAS (Terracciano, 2003);
- **misure di impatto della tecnologia**. Per valutare l'impatto che la tecnologia può avere nell'interazione uomo-robot e sulla vita quotidiana degli utenti coinvolti: *Usability* - System Usability Scale (SUS) (Sauro & Lewis, 2012); *Acceptance* - ALMERE model (Heerink et al., 2010); intervsta; *Psychological Impact* of the Assisted Device - PIADS (Jutai, 2002); *Telepresence* - Temple Presence Inventory (TPI) (Lombard, 2009); *Support Expectation* (*and Assessment*) - questionario *ad hoc*, intervista, diario; *Attitude* - questionario *ad hoc* (Cesta et al., 2011).

La sperimentazione tiene conto sia degli **utenti primari** (anziani a casa) che degli **utenti secondari** (tutti coloro che comunicano con gli anziani attraverso il robot, ad esempio familiari, caregiver, etc.). Nello specifico, lo studio è stato condotto su una donna di 84 anni e un uomo di 86 come utenti primari e sul loro figlio, un uomo di 55 anni, come utente secondario. I risultati relativi all'accettazione della tecnologia (Almere model), mostrano che sia l'uomo che la donna hanno valutato positivamente la Perceived Utility (PU), l'Intention to Use (ITU) e l'Attitude (ATT). Con il passare del tempo PU e ITU sono aumentate, insieme alla Perceived Adaptiveness (PAD). L'Anxiety (ANX) è stata maggiore nella donna e minore nell'uomo, sia nella fase preliminare all'adozione che nel corso dell'utilizzo. Il Perceived Ease of Use (PEOU) è più elevato nella donna e meno nell'uomo. Il Perceived Enjoyment (PENJ), le Facilitating Conditions (FC) sono mediamente alte mentre la Social Influence (SI) è bassa. La Attitude mostra che vi è soddisfazione per le funzioni e le caratteristiche del robot mentre, per quanto riguarda l'impatto sulla vita di ogni giorno (PIADS questionnaire), vi è un lieve incremento delle abilità in relazione al senso di indipendenza e di adeguatezza nell'affrontare la vita quotidiana, associate all'uso del robot. Il robot, inoltre, ha avuto un effetto molto positivo sul senso di autostima e di sicurezza e anche i risultati dell'affective response (PANAS) sono positivi. Nel complesso, quindi, Giraff è stato apprezzato per le sue capacità di integrazione nell'ambiente domestico e di creare socializzazione: entrambi gli utenti hanno dichiarato che sarebbero disposti ad usarlo per tempi più lunghi. In generale, gli utenti erano soddisfatti dell'esperienza complessiva. Lo studio pone molta enfasi sulla comprensione di quei **fattori ambientali, tecnici e psicologici che possono influenzare l'accettazione di un robot nella vita quotidiana** e incoraggia un **approccio centrato sull'utente**.

*Giraffplus*, finanziato nell'ambito del progetto europeo omonimo a supporto della vita indipendente degli anziani, costituisce un complesso sistema di **monitoraggio** delle attività e dei parametri fisiologici e di **rilevazione delle cadute**, attraverso una rete di sensori. Il robot elabora e presenta le informazioni sia agli utenti primari che secondari, così da permettere un efficace monitoraggio della salute dell'anziano. Il servizio di telepresenza permette di effettuare videochiamate tele-operando a distanza il robot. Giraffplus è stato sviluppato per garantire la facilità d'uso anche da parte di utenti non esperti o che, addirittura, possono soffrire di declino cognitivo. L'interazione avviene con varie modalità: un'in-

terfaccia personalizzata mostra i dati raccolti ai caregiver professionisti ma anche amici e familiari possono connettersi al sistema e vedere le informazioni, sulla base del loro livello di autorizzazione. L'anziano può vedere le proprie informazioni attraverso il touch screen integrato nel robot.
Sabanovic et al., (2015) hanno utilizzato Giraffplus 3 come **esempio di robot assistivo** durante alcuni **workshop di progettazione partecipativa** con anziani e caregiver. Gli anziani hanno apprezzato Giraffplus per le sue capacità di farli comunicare con medici e familiari. Hanno espresso, inoltre, la necessità di avere robot assistivi che possano assisterli in caso di pericolo ma anche che siano facili da usare.
Coradeschi et al., (2014) presentano lo sviluppo di Giraffplus che è avvenuto tenendo conto delle esigenze di un totale di 325 utenti fra primari e secondari. Lo studio avvenuto fra Svezia, Italia e Spagna ha previsto sia metodi qualitativi che quantitativi: workshop, focus group e questionari. Da tali studi sono emersi una serie di requisiti su cui si è basata la progettazione del robot. Dai risultati emerge l'importanza delle **differenze culturali** sulle preferenze degli utenti: se in Svezia un design più minimale e discreto è maggiormente accettato, in Italia e Spagna le persone hanno dato peso ad un design più funzionale. Dall'analisi delle aspettative si evince che le caratteristiche più importanti per gli utenti sono: **servizio personalizzato** in base alle esigenze particolari; **affidabilità e facilità d'uso**; robot costituito dal minor numero di dispositivi possibile; possibilità di **formazione** e istruzioni guidate durante l'uso.
Moyle et al., (2014) hanno sperimentato Giraffplus in una struttura di assistenza sanitaria in Australia per connettere cinque persone affette da demenza con il relativo caregiver informale (familiare), attraverso osservazione diretta, interviste semi-strutturate e registrazioni. Gli anziani hanno mostrato **emozioni positive** nei confronti del robot e un alto livello di **coinvolgimento** durante le chiamate. Sia gli anziani che i familiari confidano che Giraffplus possa contribuire alla riduzione dell'isolamento sociale.

### *10.2.2 Robot-ERA - Advanced assistive robots*

Robot-Era è un sistema sviluppato dall'Istituto di BioRobotica[2] della Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa nell'ambito del progetto europeo omonimo[3]. Il sistema è composto da **tre robot** (DORO, CORO e ORO) per l'**assistenza agli anziani sia in ambito domestico che urbano**. I robot sono controllabili da tablet in remoto e gestiti su una piattaforma in cloud: essi hanno un'interfaccia grafica e consentono un'interazione mediante comandi vocali. Nello specifico, i tre robot sono: DORO (dotato di vassoio, braccio e maniglia), destinato all'abitazione privata in cui assiste l'individuo in varie attività fra cui l'assunzione di medicine, videochiamate, ordinare la spesa online e rilevare pericoli come fughe di gas; CORO (dotato di un nastro trasportatore per scambiare oggetti), destinato alla sorveglianza nei condomini; ORO (dotato di un vano portaoggetti), adatto agli ambienti esterni: si muove autonomamente in città ed è in grado di ritirare la spesa, gettare l'immondizia e accompagnare gli anziani durante le passeggiate all'aperto. L'obiettivo principale di Robot-Era è "*sviluppare, attuare e dimostrare la fattibilità generale, l'efficacia scientifica/tecnica e la plausibilità e l'accettabilità sociale/giuridica da parte degli utenti finali di una pluralità di servizi robotici avanzati completi, integrati in ambienti intelligenti, che lavorino attivamente in condizioni reali e cooperino con persone reali e tra loro per favorire una vita indipen-*

2 http://sssa.bioroboticsinstitute.it/projects/Robot-Era Accessed 21/09/2020.
3 http://www.robot-era.eu/robotera/ Accessed 21/09/2020.

*dente, migliorare la qualità della vita e l'efficienza dell'assistenza agli anziani*" (Robot-Era, sito web ufficiale del progetto). In quest'ottica il progetto ha previsto l'implementazione e la successiva sperimentazione di nuove tecnologie per la robotica basate su sistemi di **intelligenza ambientale** e di **apprendimento del robot** dal punto di vista cognitivo, sulle esigenze degli utenti anziani e sulla progettazione dell'accettabilità dei servizi proposti. In totale, il sistema è stato testato su più di 160 persone, in abitazioni private e residenze per anziani, sia in Italia che in Svezia.

L'accettazione dei tre robot è stata valutata mediante un questionario sviluppato *ad hoc* (Cavallo et al., 2018) e somministrato a 45 anziani, in seguito all'interazione avvenuta nei tre ambienti previsti: casa, condominio, esterno. Le sperimentazioni sono state condotte in ambiente reale in Italia e hanno riguardato i seguenti servizi: acquisti, raccolta dei rifiuti e comunicazione; supporto alla camminata all'interno e all'aperto e promemoria. Gli utenti avevano un'età compresa fra i 65 e gli 85 anni (22 donne e 13 uomini nel primo gruppo e 22 donne e 11 uomini nel secondo gruppo), senza problematiche cognitive e con un livello di istruzione variabile dalla scuola primaria all'università. In seguito all'interazione con i robot sono stati somministrati due questionari: *acceptance questionnaire* (su scala Likert a 5 punti), sviluppato *ad hoc* per valutare l'impatto dell'aspetto del robot sull'utente; questionario *ad hoc* per la valutazione dei servizi (su scala Likert a 5 punti). Per valutare l'usabilità del sistema è stata utilizzata la SUS (System Usability Scale).
Dai risultati emerge che l'aspetto di DORO è stato molto apprezzato e che i partecipanti hanno avuto un'impressione positiva dei tre robot in generale. Gli uomini hanno un punteggio complessivo più alto delle donne su ORO (ritenevano che avesse un aspetto più maschile) e i partecipanti di età inferiore ai 75 anni hanno compreso più facilmente le funzionalità dei robot. I più anziani hanno un'opinione più positiva su CORO e ORO, destinati ad aree condominiali o all'aperto e anche coloro che hanno più esperienza con la tecnologia hanno valutato più positivamente questi robot, probabilmente perché erano in grado di immaginare come queste tecnologie potessero rappresentare un collegamento fra il mondo esterno e le loro abitazioni private. Le **caratteristiche formali** dei robot, nello specifico la presenza della testa e quindi di caratteristiche facciali simili a quelle umane (apprezzate da 40 su 45 utenti totali), hanno influenzato positivamente l'interazione e quindi l'accettazione. Anche l'altezza media di 1,50 m, inferiore all'altezza media umana, ha fatto sì che i robot fossero percepiti come più ***controllabili*** dagli anziani e che non suscitassero un sentimento di paura, pericolo o di sfiducia. I robot sono risultati comprensibili e facili da usare, oltre che sembrare abbastanza robusti da portare a termine con efficacia e senza pericolo le attività. Per quanto riguarda i servizi, le persone con un alto livello di istruzione hanno dato giudizi complessivi più alti (gli uomini hanno espresso comunque punteggi più alti delle donne) riguardo ai servizi offerti (ad esempio, trasporto della spesa, promemoria, rifiuti). L'accettazione dei robot dipende molto dall'atteggiamento (attitude) delle persone nei loro confronti: tutti i partecipanti erano propensi a condividere la vita con un robot per ricevere assistenza durante lo svolgimento di attività quotidiane. Per quanto riguarda l'ansia nei confronti dei robot, il sistema Robot-Era non ha suscitato reazioni negative o ansia. Gli uomini hanno avuto un atteggiamento più positivo delle donne, in quanto meno scettici nei confronti delle tecnologie assistive (Scopelliti et al., 2005). La correlazione significativa fra i dati relativi all'aspetto del robot e quelli raccolti dalla valutazione dei servizi, suggerisce che l'accettazione da parte degli anziani potrebbe essere influenzata dall'estetica del robot.
Il sistema Robot-Era è stato oggetto di innumerevoli sperimentazioni finalizzate ad analizzare quei fattori che influenzano l'accettabilità delle tecnologie assistive. Fra questi, vi sono

l'**usabilità del sistema** e la **flessibilità delle modalità di interazione uomo-robot** (Di Nuovo et al., 2018). Lo studio di questi elementi, condotto in Svezia e in Italia, ha coinvolto 85 anziani di età superiore ai 65 anni, privi di deficit fisici o cognitivi, in grado di vivere indipendentemente nelle loro abitazioni. Di questi, 25 avevano nessuna o bassa esperienza con la tecnologia e 26 avevano alta esperienza pregressa. Le metriche erano: *usabilità*, *attitude*, *acceptance* e *qualità della vita*. I metodi usati: SUS per valutare l'usabilità del sistema; la versione dell'UTAUT rimodulata da Heerink et al., (2010); un questionario sviluppato *ad hoc* per valutare aspetti relativi alla HRI in generale e al MMUI (Multi-Modal User Interface) che include l'interfaccia grafica (Graphical User Interface) e il *dialog manager* (Speech User Interface - SUI). Per quanto riguarda l'usabilità, i risultati mostrano che la prima interazione con il robot è stata piuttosto difficile ma, dopo i miglioramenti al sistema effettuati sulla base delle considerazioni degli utenti, la valutazione dell'usabilità è stata positiva. I partecipanti avevano bassa ansia e un buon atteggiamento: tutti percepivano il sistema come utile. Tuttavia, emerge che gli anziani con più esperienza con la tecnologia hanno valori più alti di utilità percepita (PU) ma più bassi di intenzione all'uso (ITU). Ciò dipende dal fatto che, secondo il modello di UTATU usato (Heerink et al., 2010), gli anziani con più esperienza tecnologica avevano livelli più bassi di facilità d'uso percepita (PEOU), influenza sociale (SI) e fiducia (Trust), che influenzano notevolmente l'ITU. In particolare, i partecipanti con più esperienza erano più in grado di riconoscere gli errori (il che influenza la fiducia nei confronti del sistema). L'usabilità del sistema (SUS) è correlata alla PEOU solo quando l'utente ha poca esperienza mentre la percezione degli utenti più esperti è influenzata dall'atteggiamento (ATT) verso il robot. In termini di esperienza pregressa con la tecnologia, secondo l'UTAUT, le Facilitating Conditions (FC) influenzano la PEOU: ciò dipende dal fatto che gli anziani tendono a ricorrere alle esperienze passate e ad usare solo ciò di cui hanno davvero bisogno (Rousseau et al., 1998). Per tale motivo sono riluttanti ad apprendere nuove procedure per completare lo stesso compito e ciò spiega perché gli anziani esperti erano riluttanti ad imparare il nuovo sistema proposto dal robot rispetto a quelli con meno esperienza.
Nell'ambito del progetto Robot-ERA, Esposito et al., (2018) hanno indagato il livello di **coinvolgimento** degli anziani, il loro atteggiamento psicologico verso i robot assistivi e in che modo le prestazioni di questi ultimi possano influenzare il coinvolgimento degli utenti. Lo studio è stato condotto in Italia, mediante osservazione diretta e videoregistrazioni, con 26 anziani (13 uomini e 13 donne, over 65) autonomi, in buona salute mentale e fisica con poca familiarità con smartphone e nuovi dispositivi digitali. Dai risultati emerge che gli atteggiamenti (ATT) nei confronti dei robot sono generalmente positivi e i gesti e le espressioni facciali aumentano l'efficacia comunicativa del robot, facendo aumentare anche il coinvolgimento dell'utente. Inoltre, una minor frequenza delle espressioni verbali del robot è stata associata ad un maggior coinvolgimento e divertimento.

### *10.2.3 VGo - Telepresence Robot*

VGo[4], prodotto dalla VGo Communications Inc., era destinato inizialmente alla comunicazione per affari ma ha poi trovato largo impiego in **ambito ospedaliero** e nelle **comunità di residenza assistita**.
Moyle et al., (2020) hanno esplorato l'utilizzo di VGo come robot da telepresenza per incoraggiare la **comunicazione interattiva con caregiver** e familiari nell'ambito della cura di

4 VGo robotic telepresence for healthcare, education and business: www.vgo.com Accessed 24/06/2020.

persone affette da demenza. Lo scopo quindi è di offrire possibili soluzioni per incoraggiare l'interazione sociale soprattutto nei casi in cui le famiglie non siano in grado di effettuare visite regolari alla casa di cura. Oltre a VGo, lo studio ha previsto la sperimentazione anche del robot Giraff. I partecipanti sono 5 persone affette da demenza, in contesti assistenziali, e le loro sei famiglie (2 caregiver informali per ogni residente). Lo studio è stato condotto in Australia. Attraverso l'uso di una serie di metodi qualitativi (interviste semi-strutturate), è stato dimostrato che i familiari avvertono un sentimento di connessione e di presenza anche quando la comunicazione avviene attraverso i robot da telepresenza: il robot, in tal senso, ha contribuito a migliorare la qualità della conversazione e a renderla più lunga. La telepresenza è favorita rispetto ad una telefonata normale per la possibilità di vedere la persona ed è più facile da usare rispetto ai software di videoconferenza perché il robot non richiede di essere impostato o installato dal paziente: tutto è gestito da remoto dai membri della famiglia. Le persone con esperienze pregresse di tecnologie/software di videoconferenza hanno trovato più facile interagire con il robot. Anche un **atteggiamento positivo nei confronti della tecnologia** ha favorito la facilità d'uso e il piacere d'uso. I partecipanti hanno trovato piacevole poter spostare i robot da remoto all'interno degli ambienti e hanno apprezzato il movimento fluido di VGo, grazie anche alle sue ridotte dimensioni che gli consentono di muoversi più agilmente anche in spazi piccoli.
Wilk & Johnson, (2014) hanno usato VGo all'interno di strutture infermieristiche e in case di cura per esplorare come l'uso di un robot da telepresenza per **attività terapeutiche** possa supportare l'erogazione dei servizi in caso di penuria di medici e operatori sanitari. Attraverso una serie di questionari, lo studio ha analizzato come l'uso combinato di VGo e di NAO potesse facilitare la comunicazione remota fra paziente e medico per l'esecuzione di esercizi. Lo studio, condotto negli Stati Uniti, ha coinvolto 9 pazienti over 50, con disabilità fisiche e cognitive, e 6 operatori sanitari. I questionari, oltre ai dati demografici, hanno raccolto dati circa la HRI, le opinioni e le **valutazioni qualitative e soggettive sui robot** (utile, divertente, intelligente, etc.) e la **risposta emotiva** dei pazienti attraverso il SAM (Self-Assessment Manikin). Dallo studio emerge il potenziale dei robot per il supporto alla riabilitazione: la valutazione generale sui robot e la volontà di raccomandarli ad altri, sia da parte dei pazienti che dei caregiver è alta. Dal punto di vista della HRI, i robot sono stati valutati come intelligenti e capaci di comunicazione adeguata. Anche l'utilità percepita e l'aiuto fornito dal robot hanno valutazione elevate. Le capacità sociali hanno avuto punteggi elevati perché i pazienti hanno risposto in maniera molto positiva all'incoraggiamento fornito dai robot per lo svolgimento degli esercizi. La valutazione emotiva è media.
Seelye et al., (2012) hanno testato l'accettabilità e l'uso del robot da telepresenza VGo in **ambiente domestico**. Lo studio, condotto negli Stati Uniti, ha coinvolto 8 anziani (dai 64 ai 92 anni) autonomi nelle loro abitazioni, cognitivamente e fisicamente sani, a cui sono stati somministrati questionari e interviste. L'aspetto del robot e l'esperienza di comunicazione sono stati valutati positivamente: i partecipanti hanno trovato facile avviare videochiamate. Il robot è considerato non invadente negli spazi di casa e i partecipanti hanno mostrato poca preoccupazione per la privacy, probabilmente per il senso di controllo sul dispositivo. Le esperienze complessive sono state positive: le risposte dei partecipanti hanno indicato un generale apprezzamento del potenziale di queste tecnologie per migliorare la loro salute fisica e il benessere, la connessione sociale e la capacità di vivere in modo indipendente a casa. Gli utenti in comunicazione da remoto, come amici o figli dei partecipanti, avevano maggiori probabilità di testare le funzioni di mobilità. I risultati mostrano che gli anziani autonomi in casa hanno risposto positivamente a un robot telecomandato con capacità di video-comunicazione.

### *10.2.4 Care-O-Bot - Assistive service robot*

Care-O-bot, sviluppato dal Fraunhofer IPA[5], è dotato di uno scanner laser 2D, ha un braccio e una pinza per la manipolazione di oggetti, un vassoio retrattile per la consegna di oggetti, videocamera, microfoni e altoparlanti. Il robot ha un sistema di navigazione autonoma che gli consente di evitare gli ostacoli ed è in grado di riconoscere oggetti come bottiglie o bicchieri. Care-O-bot, ad esempio, può assistere gli anziani che vivono in modo indipendente offrendo pasti e bevande, consentendogli di effettuare videochiamate o di intrattenersi con musica e video. Inoltre ha un sistema di rilevamento delle cadute e può chiamare i soccorsi in caso di emergenza.

Mast et al., (2015) hanno valutato l'utilizzo e l'interazione con Care-O-Bot nel corso di un progetto durato oltre 3 anni che ha coinvolto 430 utenti fra anziani e caregiver in Germania, Spagna e Italia. Il processo metodologico ha previsto una prima analisi delle esigenze degli utenti in relazione ad un servizio di assistenza robotica attraverso focus group e questionari. Il successivo studio etnografico ha consentito di analizzare gli ambienti di vita di 15 anziani e i centri di assistenza telematica. Lo studio ha permesso di sviluppare tre interfacce utente e di verificare l'**accettabilità durante l'uso del robot** da parte di 30 anziani (media 83 anni) e 23 caregiver informali e 5 professionali. Il contesto d'uso analizzato è quello domestico, in cui l'anziano vive in maniera autonoma ma può usufruire di servizi di teleassistenza. La ricerca conferma l'importanza dell'adozione di un **processo progettuale iterativo** (secondo l'approccio Human-Centred) per lo sviluppo, la verifica e il successivo miglioramento di un'interfaccia che risulti usabile per gli utenti di riferimento e la conseguente implementazione del servizio di assistenza e della **qualità della vita degli anziani** in ambiente domestico.

Dalla ricerca di Sabanovic et al., (2015) emerge che Care-O-Bot è visto dagli anziani come un ottimo strumento di promemoria dei medicinali ma anche di controllo dei pasti (ad esempio, suggerisce di non mangiare troppi dolci, etc.). Il robot è stato apprezzato soprattutto per le sue capacità di **supporto alla comunicazione** e possibilità di essere in contatto con i propri familiari. La principale critica a Care-O-Bot riguarda le sue dimensioni eccessive e la paura che, per questo, non si adatti ai piccoli ambienti domestici o possa essere pericoloso, soprattutto per i bambini e gli animali domestici.

Graf et al., (2004) hanno sperimentato Care-O-Bot II su 6 anziani (fra i 72 e i 92 anni) in case di riposo e strutture assistenziali. Dal punto di vista del supporto alla deambulazione, dall'intervista successiva all'uso emerge che il robot è facile da usare anche per utenti inesperti ed è affidabile in termini di supporto e sicurezza.

Bedaf et al., (2013) hanno testato Care-O-Bot III in Paesi Bassi, Regno Unito e Francia su 41 anziani fra i 60 e i 95 anni (autonomi in casa e che ricevono assistenza domestica) e su 40 caregiver formali e 32 informali, per valutarlo in relazione alla mobilità, alla cura e all'isolamento sociale. Dai risultati del focus group sono emerse le principali caratteristiche sulle basi delle quali è stato implementato il robot.

Lee et al., (2016) hanno intervistato negli Stati Uniti 7 anziani di età compresa tra 57 e 72 anni, in buona salute psico-fisica, mostrando loro foto e video di robot assistivi. La maggior parte dei partecipanti ha percepito i robot come potenzialmente utili in termini generali, ma ha anche commentato che "*quei robot non fanno per me*". Attraverso le interviste, relative alle esperienze quotidiane dell'invecchiamento e sul potenziale delle tecnologie di assistenza, sono emersi alcuni fattori da considerare nella progettazione di robot assistivo:

5 https://www.care-o-bot.de/en/care-o-bot-3.html Accessed 24/06/2020.

pur trovando i robot gradevoli esteticamente e utili, la maggior parte dei partecipanti non è propensa ad usarli a causa della stigmatizzazione e della rappresentazione stereotipata degli anziani.

### *10.2.5 Jibo - Home social robot*

Jibo[6], sviluppato dalla Jibo Inc. di Boston, è un **assistente sociale robotico** che riconosce i volti, capisce ciò che gli viene detto e risponde. Il suo obiettivo è quello di aiutare i membri della famiglia a comunicare fra loro e con altre persone, oltre che ad organizzarsi e coordinare i vari impegni. Jibo comprende i feedback naturali verbali e non ed è in grado di imparare le preferenze di ogni membro della famiglia e di riconoscere i volti così da fornire un'interazione personalizzata. È un robot *da scrivania*, in quanto non dotato di ruote e non in grado di spostarsi autonomamente: l'interazione avviene prevalentemente con comandi vocali o attraverso comandi touch sull'app da un qualunque devices. Jibo si muove come fosse animato. Il robot è in grado di connettersi alla casa e ad altri **oggetti intelligenti** ma anche di riprodurre musica, leggere le principali notizie, scattare foto, etc.
Kim et al., (2015) hanno somministrato un questionario per analizzare le preferenze degli utenti in relazione a Jibo. Sebbene i partecipanti non siano anziani, lo studio è interessante in quanto verifica come l'utilità percepita (PU) e l'aspetto accattivante siano variabili determinanti per l'accettazione e l'uso di un robot assistivo. I partecipanti sono 41, senza esperienza pregressa con il robot, di età compresa fra i 18 e i 33 anni. Dai risultati emerge che l'**aspetto accattivante** influenza molto l'uso e l'attrattività del robot.
Ostrowski et al., (2019) hnno analizzato l'impatto dei robot sociali nel facilitare le relazioni fra individui in strutture assistenziali per anziani. Nello specifico, hanno valutato quanto le **possibilità di connessione sociale** possano influenzare il benessere delle persone e il contributo dei robot assistivi e sociali in tal senso. Lo studio è avvenuto attraverso un approccio partecipativo con metodi misti, finalizzati ad esplorare come il robot sociale influenzi le relazioni e la socialità fra anziani in un periodo di 3 settimane. La ricerca è stata condotta in California, su 19 partecipanti (fra i 67 e i 99 anni) con diversi background culturali e media esperienza tecnologica (soprattutto relativa a tablet, smartphone e computer). Ai partecipanti è stato chiesto di interagire con Jibo e poi di partecipare a workshop e a interviste. Dai risultati è emerso che i temi più discussi dagli anziani, in relazione all'uso del robot Jibo, sono: preoccupazioni relative alla tecnologia (ovvero privacy, sicurezza, paura); rapporto con la tecnologia (i partecipanti hanno paura soprattutto di perdere la propria autonomia a causa dell'uso dei robot); limitazioni della tecnologia (difficoltà di utilizzo o inesperienza); immaginare l'uso nella vita quotidiana (sono emerse preferenze come la personalizzazione, la portabilità e la novità); caratteristiche tecnologiche. Per quanto riguarda il design, gli anziani desiderano una progettazione che tenga conto dell'**accessibilità** e, quindi, di un'interazione diversa dalla sola voce. La **proattività** di Jibo è stata interpretata come un fattore coinvolgente e positivo per la socialità delle persone e ciò è stato associato ad emozioni positive. La presenza del robot, quindi, ha stimolato gli anziani sia a frequentare maggiormente gli spazi condivisi che a comunicare fra di loro: Jibo ha incoraggiato le attività sociali. Lo studio ha confermato che l'accettazione della tecnologia da parte della società di riferimento ne influenza l'accettazione individuale e l'uso a lungo termine. Inoltre, è stato verificato che una maggiore esperienza diretta con i robot può au-

6 https://jibo.com Accessed 21/09/2020.

mentare la concettualizzazione della stessa: le preferenze e l'atteggiamento degli anziani verso i robot sono cambiati in seguito alla loro esperienza con Jibo.

### *10.2.6 ElliQ - Proactive desk robot*

Il robot ElliQ[7] è stato progettato dalla Intuition Robotics specificamente per supportare gli anziani nel **mantenimento dell'autonomia**, nell'essere attivi e connessi con gli altri pur rimanendo nella propria abitazione. ElliQ è sia un *companion and social robot* che un assistente digitale a tutti gli effetti: si connette agli *smart objects* presenti in casa, può avviare videochiamate, riprodurre musica e video o mostrare foto. Fa da promemoria per gli appuntamenti o per l'assunzione di farmaci. Suggerisce iniziative per tenersi attivi, come corsi, conferenze e altri contenuti digitali, imparando nel tempo sempre di più sul comportamento e la personalità del proprietario. È in grado di calmare la persona e chiamare i soccorsi in caso di emergenza e di offrire supporto e stimolazione cognitiva. L'interazione avviene tramite voce o comandi touch sul tablet di cui è fornito: ElliQ reagisce alla voce, allo sguardo e ai movimenti del proprietario. L'aspetto simile ad un oggetto di uso quotidiano è stato appositamente scelto per aumentare l'accettabilità del robot da parte degli anziani. ElliQ è stato testato dalla stessa Intuition Robotics in collaborazione con alcune case di riposo e centri di ricerca specializzati nell'*active and healthy ageing*. Lo scopo principale delle loro sperimentazioni è l'indagine di come l'uso del robot sociale e proattivo ElliQ, dotato anche di **intelligenza artificiale** (AI), possa contribuire a migliorare il livello di **isolamento sociale** e di solitudine degli anziani (Intuition Robotics, 2019). ElliQ ha lo scopo di **ridurre il divario digitale** fra le nuove e le vecchie generazioni, supportando queste ultime nelle attività legate al mondo digitale e, quindi, coinvolgendo attivamente le persone per contrastare solitudine ed isolamento. ElliQ collega tutti i membri della famiglia con una tecnologia facile da usare e intuitiva: l'AI gli consente di adattarsi facilmente al contesto e di agire in base alla persona con cui si relaziona. Ulteriori scopi di ElliQ sono l'accessibilità all'uso della tecnologia, il miglioramento della qualità della vita con conseguente benessere e il supporto alle attività dei caregiver informali. Lo studio è stato condotto a San Francisco su circa 100 partecipanti (over 70), mentalmente sani, che vivono da soli in casa e hanno minime interazioni con prodotti tecnologici nella vita di tutti i giorni. I caregiver informali coinvolti sono amici o parenti dell'anziano che vivono separatamente dallo stesso e utilizzano fluidamente dispositivi tecnologici.

## 10.3 Zoomorfi

La dimostrazione dei benefici dell'introduzione dei robot all'interno di case di cura o degli ambienti domestici è fra gli obiettivi più diffusi nell'ambito delle sperimentazioni della HRI. I robot, infatti, sono utilizzati per la **terapia assistita da animali** (Animal Assisted Therapy - AAT) o per le attività assistite da animali (Animal-Assisted Activities - AAA). È risaputo che i contatti con gli animali possono apportare agli esseri umani **benefici psicologici** (alleviare lo stress, motivare), **fisici** (miglioramento dei parametri vitali) e **sociali** (supporto della comunicazione fra pazienti e con i caregiver). La AAT e la AAA sono da anni ampiamente utilizzate sia nelle case di cura che negli ospedali, su una vasta tipologia di pazienti che include anche gli anziani (Grammonley & Yates, 1991; Kanamori et al., 2001). I programmi

7 https://elliq.com Accessed 21/09/2020.

di terapia con animali sono definiti da protocolli specifici, progettati da medici in collaborazione con infermieri e/o assistenti sociali, mentre le attività con gli animali sono svolte prettamente su base volontaria e non hanno obiettivi specifici e predefiniti (Fine, 2019). Purtroppo, a livello globale, non tutte le case di cura e gli ospedali accettano animali, sia per motivi igienico-sanitari sia per prevenire eventuali incidenti dovuti all'imprevedibilità dei comportamenti e delle reazioni di questi. Per rispondere a tale problema la robotica si è attivata da tempo, uscendo dal tradizionale ambito di supporto alle attività produttive nelle industrie e sviluppando robot assistivi e per la terapia dall'aspetto zoomorfo o umanoide. La ricerca, inoltre, ha investito moltissimo nella sperimentazione dell'effettivo miglioramento psico-fisico dei pazienti in seguito all'**interazione con i robot terapeutici**.

### *10.3.1 PARO - Therapeutic Robot*

Paro[8], robot zoomorfo simile ad un cucciolo di foca progettato da Takanori Shibata a partire dal 1993, è fra i robot terapeutici più sperimentati sia dal punto di vista dell'interazione uomo-robot sia da quello psicologico e fisiologico. Il suo successo è sicuramente favorito dall'aspetto: la struttura robotica è interamente coperta da pelliccia bianca, così da risultare morbido e naturale al tatto. La superficie è però ricoperta da **sensori tattili**, che consentono di misurare quantitativamente il contatto umano. L'interazione con Paro avviene attraverso quattro sensi principali: vista, udito (riconoscimento vocale e della direzione della sorgente sonora), equilibrio e tatto. La piccola foca ha anche un sistema di **generazione del comportamento**: i tipi di comportamento sono *proattivo* (in base agli stimoli, ai desideri e al ritmo interno, il robot pianifica ed esegue il comportamento, avendo anche una memoria a lungo termine delle interazioni) *reattivo* (reagisce agli stimoli esterni) e *fisiologico* (ha un ritmo per le funzioni fisiologiche come il sonno).
Wada & Shibata, (2007) hanno analizzato le influenze socio-psicologiche e fisiologiche dell'introduzione di Paro in una casa di cura per anziani. La loro ricerca parte dall'assunto per cui la mancanza di legami sociali porta inevitabilmente ad un declino dello stato di salute degli anziani e ad un aumento del rischio di declino cognitivo (Zunzunegui et al., 2003). Essi sperimentano una terapia robotica per effettuare AAT e AAA con i robot, laddove non è consentito l'accesso agli animali. Prima del 2007, per anni hanno eseguito innumerevoli ricerche in tale ambito sia per analizzare le **influenze psico-fisiche della terapia robotica per anziani** in strutture sanitarie ma anche per fornire una metodologia *ad hoc* e dei suggerimenti relativi al design di un robot terapeutico (Shibata et al., 1996; Saito et al., 2002; Shibata et al., 2004). Questi studi hanno dimostrato che l'interazione con Paro ha migliorato l'umore, ha reso più attivi e socievoli gli anziani e ne ha ridotto lo stress. Inoltre, dall'elettroencefalogramma (Wada et al., 2005) è emerso un miglioramento dell'attività neuronale e dai questionari (effettuati in Giappone, Regno Unito, Svezia, Italia, Corea e Brunei) è risultato che Paro è ampiamente accettato indipendentemente dalle differenze culturali (Shibata et al., 2004; Shibata et al., 2004b).
La sperimentazione di Wada & Shibata, (2007) è stata condotta con 2 robot Paro, all'interno di una casa di cura in Giappone su 12 anziani fra i 67 e gli 89 anni la cui valutazione cognitiva, effettuata tramite MMSE-Mini Mental Status Examination (Folstein et al., 1975), ha punteggi fra i 15 e i 29 (al di sotto dei 21 punti vi è lo stato di demenza). L'interazione

8 http://www.parorobots.com Accessed 21/09/2020.

con i robot avveniva nelle aree comuni della casa di cura. I metodi di valutazione sono: intervista strutturata, videoregistrazione delle attività svolte con Paro, analisi delle urine (dalla concentrazione di ormone 17-OHCS che aumenta in caso di stress e 17-KS-S, il cui livello diminuisce in caso di malattia). Dai risultati è stato evidente che la terapia con il robot ha incoraggiato i residenti a comunicare fra loro, apportando miglioramenti psicologici. Dal punto di vista fisiologico, i risultati sono stati positivi, con livelli ormonali che indicavano un **miglioramento delle condizioni di salute** degli anziani.

Marti et al., (2006) hanno esplorato il potenziale di Paro nel **trattamento della demenza** e, nello specifico, nel calmare i pazienti aggressivi e supportare i protocolli di riabilitazione. Lo studio di 8 mesi è stato effettuato in una casa di cura in Italia, su un paziente affetto da gravi disturbi neuropsichiatrici, ed è stato ripetuto su altri 8 pazienti. Attraverso l'osservazione etnografica e l'analisi di videoregistrazioni, i ricercatori hanno analizzato la relazione fra paziente e robot e quella fra paziente, robot e caregiver, durante le sessioni terapeutiche. Dai risultati emerge che Paro è abbastanza flessibile da supportare la **complessità di uno scenario terapeutico**, coinvolgendo il paziente e sostenendo il modello mentale sviluppato durante l'interazione. Favorisce, dunque, lo scambio sociale e relazionale, facendo sì che i pazienti esprimano alcuni stati emotivi interni. In questo caso, l'interazione uomo-robot diviene un *medium* che favorisce la creazione di significato nella relazione fra paziente e terapeuta, il che dipende non solo dall'architettura interna del robot o dalla sua fisionomia ma, soprattutto, dall'**esperienza percettiva ed emotiva** che ogni individuo stabilisce con esso.
L'importanza di queste ricerche sta nel supporto e nell'indagine di tipologie di assistenza non farmacologia: i SAR, ovvero i robot socialmente assistivi, possono contribuire alla definizione di protocolli e alla somministrazione di attività terapeutiche per la stimolazione cognitiva, affettiva e sociale dei pazienti in diversi contesti.

L'efficacia dell'interazione uomo-robot, soprattutto nel caso di robot terapeutici, di compagnia o, comunque, legati alla sfera socio-psicologica, dipende dall'accettabilità e dalla valutazione soggettiva delle persone che si rapportano al robot. Non basta, quindi, che la piattaforma rispecchi quei parametri puramente industriali e obiettivi, come l'efficienza, la velocità e la precisione nello svolgimento di una determinata attività. Il robot, infatti, si confronta con la propria capacità di esprimere socievolezza, abilità comunicative e relazionali, così da instaurare una relazione emotiva, qualitativa e assolutamente soggettiva con l'individuo. Questa relazione può apportare benefici quali abbassamenti dei livelli di stress, prevenzione di patologie mentali e alleviamento del senso di solitudine. Tale questione è stata affrontata, nel caso di Paro, da Shibata et al., (2008) che hanno somministrato questionari di valutazione in 7 nazioni: Giappone (785 partecipanti), Regno Unito (440 partecipanti), Svezia (133 partecipanti), Italia (95 partecipanti), Corea (180 partecipanti), Brunei (98 partecipanti) e Stati Uniti (123 partecipanti). L'obiettivo dei questionari è quello di interpretare la **valutazione sul comportamento del robot**, l'interpretazione soggettiva in seguito all'interazione e quindi il livello di accettazione del robot terapeutico Paro. Oltre ad una prima sezione demografica (età, sesso, occupazione, rapporto con gli animali, etc.) il questionario ha previsto l'attribuzione di una serie di aggettivi/azioni attraverso una scala Likert di 5 punti. Gli aggettivi/azioni da attribuire o meno a Paro sono: *carino*; *voglio accarezzarlo*; *voglio parlarci*; *vivace*; *amichevole*; *espressivo*; *naturale*; *piacevole al tatto*; *divertente per giocarci*; *rilassante*; *mi piace*; *questo mondo ne ha bisogno*; *lo vorrei per me*. Le risposte sono state categorizzate per genere (le donne hanno dato una valutazione più

positiva) e per simpatia/antipatia verso gli animali (le persone a cui piacciono gli animali hanno dato una valutazione più positiva). Per quanto riguarda le differenze fra nazioni, il Giappone e la Corea hanno valutato maggiormente il fattore "impressione favorevole che incoraggia l'interazione", il che li rende propensi ad accettare Paro più come animale domestico e per il divertimento che come strumento terapeutico. In Europa (Regno Unito, Svezia e Italia) le persone si sono sentite più a loro agio come se interagissero con un animale reale, il che li rende più propensi ad accettare Paro come *animale terapeutico*. In Brunei e negli Stati Uniti hanno valutato elevatamente entrambi i fattori.
Un altro studio (Shibata et al., 2010) ha analizzato la **valutazione dell'interazione uomo-robot in ambiente domestico**, al fine di produrre indicazioni progettuali. È stato somministrato un questionario a 22 uomini e 61 donne over 60. I risultati hanno evidenziato che il 70% degli intervistati (quelli di sesso femminile) è preoccupato nel tenere un animale domestico in casa per paura della sua morte o per difficoltà nel prestargli le cure necessarie e, quindi, ha acquistato Paro come animale da compagnia. Il questionario ha identificato sia le caratteristiche più apprezzate che quelle meno apprezzate del robot: la texture al tatto, lo sguardo, il volto, la forma del corpo e le dimensioni sono le caratteristiche preferite; il peso, la ricarica della batteria e il pianto sono fra quelle meno apprezzate. Non vi sono differenze significative fra le valutazioni di uomo e donna. Ne consegue che il design di un robot da compagnia in casa deve tener conto di specifiche caratteristiche, quali la piacevolezza al tatto o il riconoscimento delle parole, l'interazione e le espressioni facciali.
La necessità, per gli anziani a casa, di avere un robot zoomorfo da compagnia che sopperisca all'impossibilità di ospitare un vero animale domestico, comporta non solo un'attenzione particolare ai requisiti progettuali evidenziati da Shibata et al., (2010) ma coinvolge anche tutta una serie di altri elementi altrettanto determinanti per la HRI, ovvero l'**usabilità**, la **facilità d'uso percepita** e l'**utilità**. McGlynn et al., (2014) indagano proprio la facilità d'uso percepita (PEOU) e la utilità percepita (PU) con 30 anziani (di età compresa fra i 67 e gli 80 anni) di cui il 60% ha un livello di educazione pari ad una laurea triennale o più. La sperimentazione ha previsto la somministrazione di questionari e un'intervista prima e dopo aver interagito con Paro. Le domande relative alla PEOU e alla PU sono state riadattate dal TAM originale (Davis, 1989) e hanno previsto una valutazione su scala Likert di 7 punti. I risultati sull'utilità percepita hanno mostrato un punteggio neutro: i partecipanti hanno trovato né probabile né improbabile che Paro gli possa essere utile. Dall'intervista, invece, è risultato che il 53% dei partecipanti ritenga Paro utile a sé o ad altre persone (90%) e che lo userebbe volentieri (83%). Per quanto riguarda la facilità d'uso percepita, i partecipanti ritenevano Paro molto facile da usare, sia prima ma soprattutto dopo l'interazione.
Sabanovic et al., (2015) hanno utilizzato PARO come esempio di robot assistivo durante alcuni workshop di **progettazione partecipativa con anziani e caregiver**. Dalle sessioni emerge che PARO è stato apprezzato moltissimo sia dai caregiver che dagli anziani, poiché lo ritengono di compagnia e meno difficile da accudire di un animale domestico. PARO è stato apprezzato soprattutto per la possibilità di **interazione tattile**.

### *10.3.2 AIBO - Companion dog-robot*

AIBO è un robot autonomo da intrattenimento, dalle sembianze simili a quelle di un cane, ed è prodotto dalla Sony[9]. Il robot ha la scocca in plastica dura ed è strutturato in modo da avere 18 livelli di libertà, il che gli consente di effettuare movimenti complessi e di cammi-

9 https://us.aibo.com Accessed 21/09/2020.

nare fluidamente. Interagisce con il mondo esterno grazie ai sensori tattili e di movimento; ha videocamera, microfono e altoparlanti. È stato sviluppato con l'obiettivo di **migliorare la qualità della vita degli anziani** (non solo, è usato anche dai più giovani) attraverso la compagnia, il gioco e l'intrattenimento.
Considerando che l'essere umano, in quanto creatura sociale, utilizza le espressioni e le emozioni per comunicare uno stato d'animo interiore, e che questo stato d'animo interiore influenza i suoi comportamenti e le sue interazioni, Moshkina & Arkin, (2005) analizzano come questi aspetti possano influenzare il comportamento del robot e, quindi, aiutare a progettare l'interazione robot-umano. Essi hanno sviluppato "*a framework of affective robotic behavior (TAME, for Traits, Attitudes, Moods and Emotions)*" (Moshkina & Arkin, 2003) e hanno testato il robot Sony AIBO su 20 partecipanti per analizzare la HRI. Dagli esperimenti è emerso che:

- i partecipanti che credevano che il robot **esprimesse emozioni e/o una certa personalità**, hanno ritenuto l'interazione più piacevole;
- un **umore non-negativo** dei partecipanti favorisce una buona qualità dell'interazione;
- le donne sono più propense ad entrare in sintonia e ad **attribuire emozioni al robot**.

AIBO è stato utilizzato, analogamente a PARO, anche per la **terapia occupazionale**, qualora la presenza di animali veri potesse rappresentare un pericolo o una complicazione per le strutture assistenziali o gli ambienti domestici. La ricerca, in tale senso, ha indagato i diversi benefici ottenuti fra una terapia effettuata con animali veri e quella con i robot. Tamura et al., (2004) hanno esplorato le reazioni ad AIBO da parte dei pazienti anziani affetti da demenza e la tipologia di interazione prodotta. Lo studio ha coinvolto 13 pazienti, di cui 12 donne (età media 84 anni), con grave demenza e quindi ospitati in strutture sanitarie geriatriche. Dall'osservazione diretta e dalla successiva analisi dei dati è emerso che, confrontando le attività e le reazioni dei pazienti ad un cane giocattolo e ad AIBO, effettivamente quest'ultimo ha migliorato l'efficacia della terapia occupazionale, stimolando gli anziani a parlare del robot e a comunicare con altri pazienti. AIBO rappresenta un ottimo strumento per **favorire la socializzazione** e le attività sociali ma anche un robot da **intrattenimento** che può migliorare l'umore e la qualità della vita degli anziani che vivono con la demenza. Questo tema è stato affrontato da Hamada et al., (2004) che hanno indagato le impressioni sulla terapia robotica da diversi punti di vista (lo stato fisico, mentale e il contesto in cui vivono gli anziani ma anche la situazione interna specifica del valutatore) e dimostrato che, anche in soggetti con grave demenza, l'effetto della terapia è elevato.
Gli stessi Hamada et al., (2008) hanno analizzato quantitativamente gli effetti di un programma ricreativo con il robot AIBO sulla demenza. È risaputo che le attività ricreative come l'arte, il giardinaggio, la musica o il gioco possono migliorare le capacità cognitive degli anziani affetti da demenza e anche le relazioni fra pazienti e caregiver. Il sistema ricreativo proposto da Hamada prevede di misurare il miglioramento sulla base di cinque azioni da compiere con il robot o in seguito ad un'azione dello stesso: muovere il corpo, guardare, parlare, ascoltare, pensare. Dall'osservazione diretta degli 11 partecipanti si evince che il gioco con AIBO, basato su carte per esercitare la memoria, ha effettivamente apportato **miglioramenti mnemonici** negli anziani. Inoltre, giocare a palla con AIBO ha aumentato le abilità legate al **controllo delle emozioni** e l'**organizzazione sociale** dei partecipanti.
AIBO è stato utilizzato anche da Sakairi, (2004) in una sperimentazione relativa alla **Robot-Assisted Activity** (RAA) con 8 persone anziane (fra i 68 e gli 89 anni) con demenza in una casa di cura. Dall'analisi dei dati, raccolti mediante osservazione diretta e questionari, e dal confronto dei punteggi del MMSE (Mini-Mental State Examination), della N-dementia scale e di una scala comportamentale, si evince un miglioramento dei problemi psicologici

o comportamentali, come la comunicazione con i caregiver o l'instaurazione di relazioni amichevoli. AIBO ha supportato anche il miglioramento dello stato emotivo e lo svolgimento di attività da parte degli anziani con demenza.

Il tema dell'accettazione dei robot assistivi e di compagnia per anziani è stato indagato anche con AIBO: Neunast et al., (2010) hanno usato il robot zoomorfo per esaminare l'accettazione nell'ambito del progetto SEN-TAF (Technology-Acceptance by the Elderly to Increase Independence). Uno studio preliminare ha riguardato la somministrazione di un questionario (175 partecipanti) per verificare l'effettivo **bisogno di assistenza** da parte degli anziani: è emerso che i partecipanti, indipendentemente dall'età, avevano necessità di supporto, non necessariamente robotico, per tutte quelle attività che possono essere facilmente delegate come il giardinaggio, il trasporto di carichi pesanti, la pulizia o altre faccende domestiche, etc. Per le attività più personali come l'igiene o la pulizia personale o visite sociali l'assistenza era meno richiesta. Il questionario ha consentito di identificare quattro attività e scenari diversi per un robot: servire, riconoscere situazioni pericolose, svolgere faccende domestiche, robot come partner di gioco. Sulla base delle attività sono stati identificati i quattro costrutti per valutare l'accettabilità, ovvero **funzionalità**, **affidabilità**, **facilità di apprendimento** e **usabilità**. Su queste basi, l'accettabilità di AIBO è stata testata in una casa di cura con il metodo del Wizard-of-Oz. Il cane robot ha giocato a Memory con i partecipanti e conversato con loro. Un cambio di atteggiamento dei partecipanti (più positivo dopo l'interazione) è stato misurato attraverso la NARS di Nomura et al., (2004).
Vi sono diversi studi relativi al miglioramento della qualità della vita delle persone anziane in seguito all'interazione con AIBO: gli studi di Banks et al., (2008), ad esempio, hanno dimostrato che l'interazione prolungata con AIBO nelle case di cura ha ridotto il senso di solitudine dei residenti. Le ricerche di Kanamori et al., (2002) evidenziano miglioramenti emotivi e della qualità della vita in generale notevoli, nonché una **riduzione della solitudine** nel caso di anziani che hanno deciso di vivere in casa con AIBO come robot da compagnia.
In quanto robot commerciale, AIBO può essere acquistato e, quindi, è posseduto da svariati utenti nel mondo. Kertész & Turunen, (2019) hanno indagato la tipologia di utenti di AIBO e quanto l'età, il genere, il background culturale e le caratteristiche personali influenzino le aspettative nei confronti dei robot. Lo studio ha coinvolto 78 proprietari del robot zoomorfo (57 uomini e 19 donne) a cui è stato somministrato un questionario *ad hoc*. Sono state analizzate quattro variabili indipendenti (età, genere, cultura e durata della proprietà di AIBO). I risultati hanno rivelato che quasi la metà dei proprietari è sotto i 40 anni o è fra i 40 e i 60 anni, mentre il 5,13% è over 60. Per quanto riguarda le differenze di genere, gli uomini trattano il robot come una macchina o un giocattolo tecnologico mentre le donne tendono ad attribuire ad AIBO sentimenti più umani. Dall'età si evince che le persone anziane non percepiscono AIBO come un compagno. La cultura influenza l'accettazione: i giapponesi sono più preoccupati degli europei sull'impatto sociale dei robot e sulle implicazioni etiche.

### *10.3.3 NeCoRo - Robotic cat for robotherapy*

NeCoRo[10] è un robot simile ad un gatto, sviluppato nel 2001 dalla Omron Cooperation - Japan per la pet-therapy. Ricoperto di finta pelliccia, alla vista e al tatto appare molto simile ad un vero felino e interagisce con l'essere umano in maniera naturale. È ricoperto di sensori e di un microfono, reagisce se viene chiamato ed è in grado di adattare il suo comporta-

10 http://www.necoro.com/ home.html Accessed 21/09/2020.

mento alle circostanze, esprimendo diverse emozioni (rabbia, soddisfazione, bisogno di attenzione, etc.). Purtroppo, il robot-felino non ha avuto grande successo, probabilmente a causa dell'aspetto che poteva risultare inquietante ad alcuni. Di seguito sono descritte le principali sperimentazioni, in quanto NeCoRo ha rappresentato un'importante risorsa per l'esplorazione dei **benefici della pet-therapy** nell'ambito della HRI.

Nakashima et al., (2010) hanno analizzato gli effetti che un pet-robot da compagnia può avere sugli esseri umani, in termini di tipologia di relazione instaurata con gli utenti anziani e di benefici che possono apportare nella loro vita di tutti i giorni, sia in casa che in strutture assistenziali. Nello specifico, la ricerca è stata condotta in una casa di riposo per anziani, dove NeCoRo è stato utilizzato per un anno, sia dagli ospiti che dai caregiver. I metodi usati sono l'osservazione diretta ed un questionario *ad hoc*. Dai risultati emerge che l'80% dei residenti credeva che NeCoRo fosse un vero gatto: ciò è dovuto anche ai problemi di vista riportati da alcuni anziani. Inoltre, quasi tutti hanno mostrato interesse per il robot e l'80% riteneva piacevole il suo aspetto. L'interazione si è basata prevalentemente sul **tatto** e sulla **conversazione**: quasi tutti hanno accarezzato e parlato al robot, tenendolo anche in braccio. NeCoRo ha agito anche da **facilitatore sociale**, invogliando la conversazione fra residenti e caregiver ma anche rappresentando un buon partner per la conversazione. Inoltre, ha generato buone impressioni ed emozioni positive, migliorandone l'umore.

Libin & Cohen-Mansfield, (2004) hanno confrontato gli effetti benefici di NeCoRo con quelli di un gatto peluche in una casa di cura su anziani affetti da demenza, rivelando che non ci sono differenze significative rispetto nell'uso dell'uno o dell'altro. I 9 partecipanti avevano un'età compresa fra gli 83 e i 98 anni. I metodi usati sono l'osservazione diretta e i questionari. Dai risultati è emersa **una riduzione dell'agitazione fisica ed emotiva** durante l'interazione con il robot. Inoltre, NeCoRo ha generato un aumento significativo del piacere e dell'interesse ma soprattutto del coinvolgimento degli anziani. Nello specifico, la ricerca ha rilevato un rapporto direttamente proporzionale fra il declino cognitivo e il coinvolgimento: le persone con maggior declino tendevano ad usare di più il robot, in quanto l'impegno cognitivo richiesto per il suo funzionamento era maggiore.

Libin &Libin, (2004) affrontano il tema della robot-therapy dal punto di vista psicologico, utilizzando il sistema Person-Robot Complex Interactive Scale (PRCIS) per la valutazione globale dell'interazione uomo-robot (Libin & Libin, 2003) anche nel caso di anziani o persone con demenza. Il PRCIS analizza sia i **fattori umani** (biologici, pscilogici e sociali) che quelli robotici (parametri fisici, estetici e comportamentali). Lo studio ha coinvolto 80 persone (fra gli 8 e i 92 anni), sia in Giappone che negli Stati Uniti, con diversi livelli di esperienza con animali domestici e tecnologia. I ricercatori hanno indagato gli **effetti psicologici** dati dall'interazione fra NeCoRo e persone di diversa età, cultura e genere. Dai risultati emerge che i più anziani (meno esperti di tecnologia dei giovani) hanno trovato l'interazione con il gatto-robot più interessante e piacevole rispetto ai giovani: essi erano anche più propensi ad interagire dal punto di vista tattile, accarezzando e prendendo in braccio il robot. È stata rilevata una **differenza culturale**: gli americani hanno provato più divertimento nell'interagire e toccare NeCoRo rispetto ai giapponesi. L'esperienza pregressa con gli animali influenza le reazioni al gatto-robot: gli amanti degli animali hanno avuto più interazioni tattili. Per quanto riguarda i nove anziani con demenza (83 e 98 anni), sia lieve che grave, NeCoRo ha coinvolto gli utenti, diminuito l'agitazione e lo stress, generando piacere e interesse per il robot e quindi migliorando l'umore e le emozioni positive.

### *10.3.4 iCat - Interactive Robot*

iCat (Interactive Cat - Figura 1) è un robot interattivo dall'aspetto simile a quello di un gatto, prodotto dalla Philips Electronics[11]. Sebbene sia stato sviluppato nel 2005, ha rappresentato un progetto importante dal punto di vista della ricerca, in quanto oggetto di molteplici sperimentazioni e progressi nel campo dell'**accettabilità** e dell'**espressività nella HRI**, contribuendo allo sviluppo di nuovi progetti come il robot interattivo per l'educazione Aisoy[12]. iCat, in plastica, è in grado di muovere occhi, labbra, sopracciglia e testa, così da esprimere svariate emozioni. Inoltre, la videocamera, il microfono, l'altoparlante e i sensori tattili gli consentono di interagire con le persone. Può connettersi a dispositivi domestici così da consentirne il controllo a distanza. È stato sviluppato appositamente per finalità di ricerca, con l'obiettivo di analizzare l'interazione fra uomo e SAR. I risultati delle principali sperimentazioni e dei progressi ottenuti con iCat (soprattutto dal gruppo di ricerca di Heerink et al., 2006; 2007;2008; 2009) sono descritti nella scheda appositamente dedicata al robot (capitolo 14).

## 10.4 Umanoidi e androidi

### *10.4.1 Robovie - Interactive Humanoid Robot*

Robovie, robot orientato all'interazione, è stato sviluppato da Ishiguro et al., (2001) per collaborare con gli esseri umani in diversi contesti e per svolgere compiti specifici. Esso è dotato di ruote, braccia e spalle, sensori tattili e visione binoculare. La combinazione dei vari sensori e attuatori consente al robot di eseguire **comportamenti sociali** significativi per l'analisi e l'indagine della sua interazione con l'uomo. Nel corso degli anni sono state sviluppate diverse varianti di Robovie, prodotte dalla Vstone Corporation[13], fra cui Robovie-X e Robovie-R3, progettato appositamente per la ricerca.

Sabelli et al., (2011) hanno effettuato uno studio etnografico per 3,5 mesi all'interno di un centro di assistenza per anziani. Simulando contesti reali, Robovie (tele-operato a distanza) si impegnava in saluti e conversazioni con 55 anziani di età media 83,9 anni. Lo scopo della ricerca era l'analisi dell'interazione instaurata spontaneamente dagli anziani con il robot e il ruolo dei caregiver in questa relazione. Il focus dell'analisi sta nell'accettazione del robot, fattore fortemente influenzato da credenze e valori interni e soggettivi, e nel modo in cui gli utenti interagiscono e comprendono il robot. La raccolta dei dati è avvenuta tramite interviste semi-strutturate, registrazione e trascrizione delle interazioni, osservazione diretta. L'analisi dei dati è avvenuta sulla base della *Grounded theory* (Glaser et al., 1967), per cui sono stati identificati dei **trend comportamentali**, successivamente messi in relazione fra loro e validati. I comportamenti predominanti degli anziani e dei caregiver sono stati suddivisi in 6 sezioni, di cui le prime tre descrivono atteggiamenti legati all'accettazione del robot, mentre le ultime tre riguardano le potenzialità e le possibili direzioni future. Le sezioni sono:

- **interazioni sociali di base:** le interazioni sociali, soprattutto quelle legate alla routine come il saluto quotidiano, incentivano gli anziani ad interagire fra loro;
- **raccontare informazioni a Robovie:** gli anziani hanno raccontato al robot vicende personali che gli causavano preoccupazione o stress. La disponibilità del robot ad ascoltare

11 https://www.philips.com/a-w/research/100-years-research/did-you-know.html Accessed 21/09/2020.
12 https://www.aisoy.com Accessed 21/09/2020.
13 https://www.vstone.co.jp/english/products/robovie_x/ Accessed 21/09/2020.

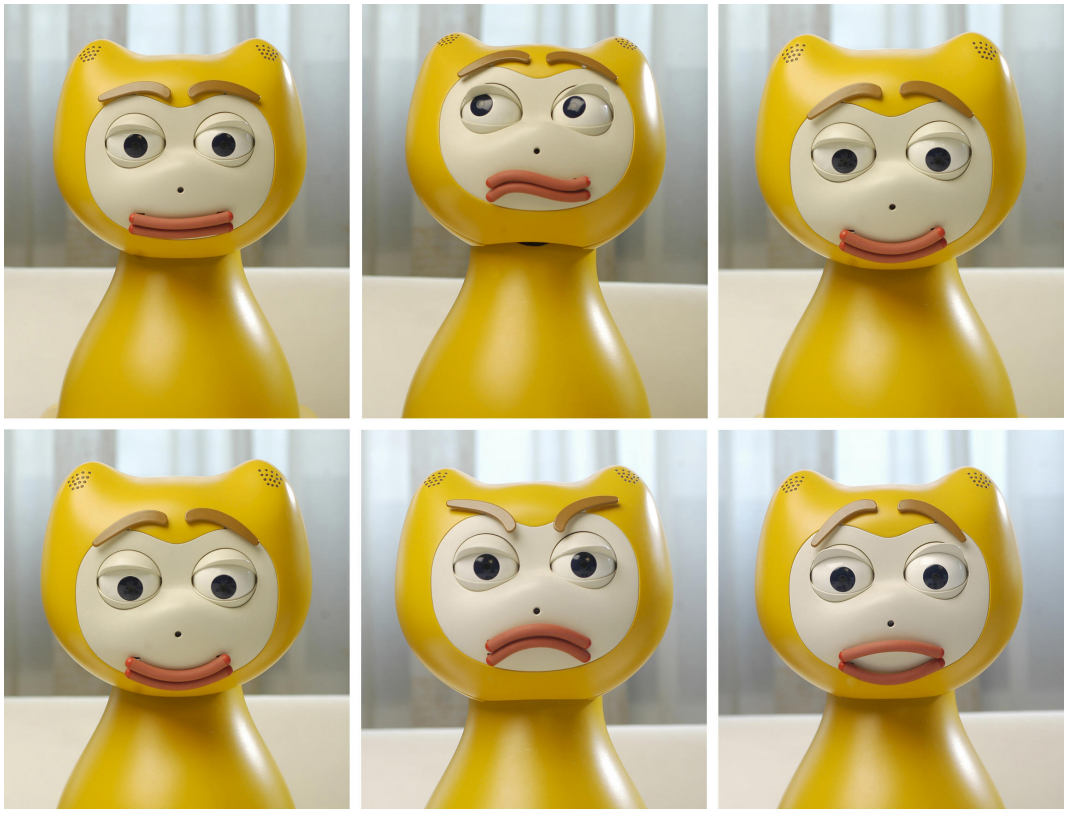


Figura 1 - Le espressioni facciali di iCat. Da sinistra a destra: felicità, sorpresa, paura, tristezza, disgusto, rabbia, neutralità. Fonte: De Ruyter et al., (2005, p. 526).

e a rispondere con parole positive ha rafforzato i sentimenti positivi e ha dato conforto;
- **elementi emotivi:** durante l'intervista gli anziani hanno espresso le loro sensazioni riguardo all'interazione con Robovie. È emerso che il robot ha alleviato le persone dal senso di solitudine e dalla tristezza, in quanto era propenso ad ascoltare e fornire parole incoraggianti. Fornendo questo tipo di assistenza sociale, il robot ha supportato anche il personale sanitario, dal punto di vista pratico;
- **robot-bambino:** l'aspetto di Robovie simile a quello di un bambino ha fatto sì che gli anziani vi interagissero esattamente come avrebbero fatto con un bambino, ad esempio insegnandogli canzoni o svolgendo attività simili e, quindi, che fossero più incentivati ad interagire con il robot;
- **miglioramenti:** sia gli anziani che i caregiver hanno espresso la necessità di una mobilità migliore da parte del robot. Un altro aspetto da implementare è quello della voce, che dovrebbe essere più chiara e udibile;
- **supporto dei caregiver:** alla luce dei benefici che gli anziani traevano dall'interazione con Robovie, molto spesso i caregiver hanno incentivato la loro interazione, ad esempio incoraggiando gli anziani a comunicare con il robot e mettendoli a proprio agio.

Il metodo dell'**etnografia** è stato usato precedentemente in studi relativi a robot zoomorfi o per la pulizia in ambiente domestico (Forlizzi et al., 2007; Forlizzi et al., 2004) ma mai prima

di Sabelli et al., (2011) per un robot da conversazione. Tuttavia tale metodo può rivelare aspetti fondamentali del comportamento e del ragionamento delle persone in ambiente reale che possono supportare la **definizione dei requisiti per l'accettazione del robot**. Inoltre, dalle analisi etnografiche, emerge l'importanza delle interazioni sociali in ambito HRI. Inoltre, come dimostrato da Multu & Forlizzi, (2008) l'accettazione è influenzata, oltre che da fattori puramente soggettivi dell'individuo, anche dalla sua capacità di **adattarsi alla struttura organizzativa** in cui è inserito (Figura 2).
Nomura & Takeuchi, (2011) hanno utilizzato Robovie per analizzare in che modo **movimenti ed espressioni** influenzino l'interazione uomo-robot, quanto questi dipendano dall'età e ad altri fattori generazionali e come ciò abbia implicazioni sulla progettazione di robot per persone anziane: i risultati relativi alle persone anziane sono stati comparati a quelli relativi a persone giovani.
In un primo studio, Nomura & Sasa, (2008) avevano confrontato i comportamenti di 17 giovani (età media 20,6 anni) e 20 anziani (età media di 68,7 anni) con un robot umanoide e un robot animato con computer-grafica. Gli anziani hanno accettato più positivamente il robot come entità sociale e sono stati meno sensibili alle differenze fra robot con corpi reali e robot virtuali. Un altro esperimento (Nomura & Nakao, 2010) analizzava i comportamenti espressivi basati sui movimenti del corpo che, essendo un elemento fondamentale della comunicazione fra esseri umani, possono rappresentare un fattore chiave nell'interazione uomo-robot. Anche in questo caso, la capacità di riconoscere le emozioni espresse dai comportamenti e dai movimenti di un robot umanoide è risultata diversa in base all'età e alle caratteristiche cognitive individuali: 15 anziani e 17 giovani hanno identificato i sentimenti di tristezza, rabbia e piacere ponendo l'attenzione su diverse parti del corpo e su diversi tipi di movimento. Seguendo la direzione degli studi precedenti, Nomura & Takeuchi, (2011) hanno effettuato un ulteriore studio relativo agli effetti che l'aspetto del robot e le sue modalità espressive possono avere sull'interazione con l'uomo, in base alle differenze di età e di genere. La raccolta dei dati è avvenuta tramite registrazione video e questionario *ad hoc*. Dai risultati emerge che i soggetti femminili hanno avuto più impressioni positive del robot rispetto ai maschi e che gli anziani hanno avuto più impressioni positive dei gio-

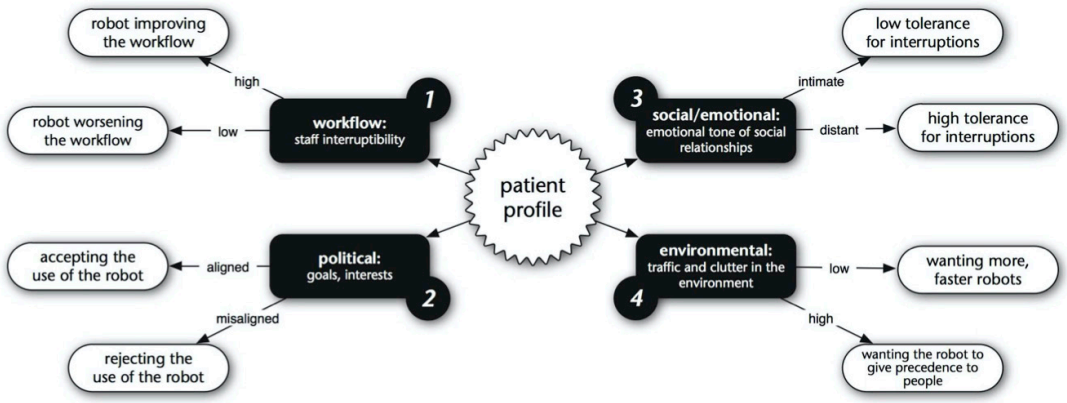



Figura 2 - Dall'analisi etnografica svolta in ospedale, con il robot autonomo TUG sviluppato dalla Aethon (https://aethon.com/mobile-robots-for-healthcare/ Accessed 21/09/2020), è emerso che il profilo del paziente e il tipo di servizio sanitario offerto causano differenze nel flusso di lavoro, negli obiettivi, nel contesto socio-emotivo e nella relazione con l'ambiente. Fonte: Multu & Forlizzi, (2008, p. 291).

vani. Analogamente agli esperimenti precedenti, anche in questo caso **l'identificazione delle emozioni** attraverso i movimenti del robot dipende da fattori generazionali e di genere. Ciò conferma l'importanza di considerare sia il contesto che le necessità dell'utente in fase di progettazione del robot.

### *10.4.2 Pepper - Humanoid Robot*

Pepper è stato il primo robot sociale umanoide in grado di riconoscere i volti e le emozioni umane. È stato sviluppato dalla SoftBank Robotics[14] per conversare con le persone in 15 lingue. Con 20 livelli di libertà ha movimenti fluidi, naturali ed espressivi. Interagisce grazie a videocamera, microfono, altoparlante e sensori tattili, si muove autonomamente ed è programmabile dagli utenti. È dotato di un touch screen per facilitare la comunicazione e l'aspetto formale è stato appositamente progettato per garantire un'elevata accettabilità da parte degli utenti.

Van Maris et al., (2020) hanno condotto un'interessante sperimentazione relativa **all'attaccamento emotivo** e alle sue insidie in ambito HRI. Lo studio longitudinale di 4 settimane è stato effettuato con 14 anziani (9 maschi e 5 femmine, con età dai 61 ai 90 anni) in 2 villaggi di riposo. Solo due partecipanti avevano già familiarità con i robot sociali mentre tutti avevano buona familiarità con i dispositivi tecnologici (tablet, smartphones, etc.). Il software *Choreograph* è stato usato per generare i comportamenti del robot. Durante l'esperimento, Pepper mostrava sia comportamenti emotivi che non emotivi. In seguito all'interazione, i partecipanti hanno compilato dei questionari sull'**accettabilità**, sulla **percezione dell'interazione sociale** e sull'attaccamento al robot. Il focus principale della ricerca riguarda le **questioni etiche** che insorgono in seguito all'adozione a lungo termine di robot sociali, soprattutto da parte di utenti con poca esperienza di tali tecnologie e, quindi, più soggetti all'inganno emotivo e all'influenza negativa sia dal punto di vista fisico che psicologico. In pratica, i ricercatori si chiedono se effettivamente gli anziani possano essere ingannati emotivamente, avendo aspettative troppo alte e affidandosi eccessivamente al robot, qualora quest'ultimo mostri espressioni emotive. I questionari utilizzati sono: demografico (età, genere, livello di istruzione); Montreal Cognitive Assessment (MOCA) per la valutazione dello stato cognitivo; accettazione del robot, mediante i costrutti tratti dall'Almere TAM di Heerink et al., (2010), ovvero *anxiety to use the robot, attitude toward the robot, perceived enjoyment, perceived ease of use, perceived sociability, perceived usefulness, social influence, social presence, trust*; percezione dell'interazione con il robot, mediante l'utilizzo di costrutti tratti dal Godspeed di Bartneck et al., (2009), ovvero *anthropomorphism, likeability of the robot, perceived intelligence of the robot, perceived safety during the interactions*; attaccamento al robot, riadattato dal questionario sull'attaccamento agli oggetti di Schifferstein & Zwartkruis-Pelgrim, (2008); tipologia di attaccamento, riadattato dall'inventario delle Experiences in Close Relationships di Brennan et al., (1998). Dai risultati è emerso che il comportamento del robot non ha influenzato i tre fattori indagati e che il tempo non fa aumentare il livello di attaccamento delle persone al robot ma ne accresce l'usabilità percepita. Sebbene lo studio ponga l'attenzione sugli **effetti a lungo termine dell'interazione** con un robot, questione ancora poco indagata nell'ambito della letteratura scientifica, evidenzia la necessità di altre ricerche per comprendere quali ulteriori elementi possano influenzare emotivamente l'attaccamento o l'accettazione dei robot.

14 https://www.softbankrobotics.com/emea/en/pepper Accessed 21/09/2020.

Pepper è utilizzato in molteplici ambiti e da svariate tipologie di utenti, fra cui gli anziani. Per questi ultimi, si è rivelato un buon **assistente alla camminata** (Piezzo & Suzuki, 2017), un buon rilevatore di emozioni e di umorismo umano (Bechade et al., 2019) e un ottimo **facilitatore sociale**: nel caso studio di Dominey et al., (2017), Pepper ha svolto il ruolo di *compagno narrativo e autobiografico*, supportando una persona anziana con problemi di memoria e aiutandola a ricordare e interagire con gli altri, al fine di mantenere i legami sociali con la comunità. In Giappone la ricerca sull'efficacia dei Care Robots (CRs) rappresenta un ambito molto indagato: sono effettuati innumerevoli test e sperimentazioni per esplorare l'interazione robot-anziano sia dal punto di vista funzionale ma, soprattutto, dal punto di vista psicologico e cognitivo, etico e sociale. Osaka et al., (2020) hanno condotto osservazioni dirette e analisi della Heart Rate Varbiability (HRV) all'interno di una struttura sanitaria per anziani (over 65) con problemi cognitivi più o meno gravi, per esaminare le loro reazioni fisiologiche ed emozionali all'interazione con Pepper. Dai risultati emerge che, sebbene le reazioni al primo incontro con il robot dipendessero molto dallo stato di salute dei singoli pazienti, esso è stato accolto favorevolmente. Gli anziani preferivano svolgere esercizi per la riabilitazione guardando Pepper piuttosto che un monitor. Essi erano interessati ad avere una conversazione con il robot, nonostante questa non fosse ricca di contenuti.
Unbahaun et al., (2019) hanno esplorato gli effetti fisici e socio-emotivi degli anziani e dei caregiver in seguito all'utilizzo di Pepper, valutandone la User Experience globale. Lo studio vuole offrire un contributo dal punto di vista della cura e del **miglioramento dello stato psico-fisico degli anziani e dei caregiver**, attraverso l'attività fisica e mentale supportata dai robot (Fasola & Mataric, 2012). Le funzioni sociali di Pepper, dunque, sono usate per coinvolgere, motivare e intrattenere il più possibile gli anziani: l'interazione prevedeva non solo l'uso della voce ma anche di gesti e del movimento. I casi studio sono stati condotti per un periodo di 8 settimane con 22 anziani in casa di cura e 6 caregiver, che hanno usato il robot per giocare e per svolgere esercizio fisico. Dai risultati delle interviste emerge la capacità di Pepper di instaurare un'**interazione gioiosa**, di **motivare gli utenti** a imitare i suoi movimenti per svolgere attività fisica e ad interagire con il robot e fra di loro. La maggior parte degli utenti ha apprezzato l'aspetto del robot ma anche la sua capacità di giocare e svolgere esercizi, dimostrando che la robotica può essere in grado di favorire il **benessere individuale e sociale**, supportando le attività creative e cognitive.
Poberznik & Merilampi, (2019) hanno testato Pepper in due case di assistenza per anziani (dai 66 agli 83 anni) in Finlandia, per analizzare in che modo essi percepiscono l'interazione con il robot, quali sono i loro atteggiamenti nei suoi confronti e come/dove avrebbero o non avrebbero usato Pepper. I dati qualitativi sono stati raccolti attraverso l'osservazione diretta, le interviste semi-strutturate e l'analisi di videoregistrazioni. Le interazioni prevedevano la conversazione con il robot (prima solo come ascoltatori e poi comunicando liberamente) e il gioco mediante il racconto di barzellette da parte dell'umanoide. I risultati mostrano un atteggiamento positivo dei partecipanti nei confronti di Pepper, in quanto erano molto disponibili a comunicare con lui nonostante eventuali errori o difetti della comunicazione (che, anzi, hanno creato più empatia verso il robot). Anche gli anziani meno disponibili ad interagire attivamente hanno osservato attentamente: anche i meno esperti di tecnologia erano curiosi e ben disposti verso i robot. Pepper è stato in grado di generare interazioni sociali soprattutto attraverso lo storytelling.
Feringold Polak et al., (2018) hanno usato Pepper per studiare le differenze nel modo in cui persone di diverse fasce di età si relazionano ad un umanoide e per verificare se preferiscano l'interazione con un robot o con uno schermo.  L'indagine è stata condotta sommi-

nistrando un questionario *ad hoc* a 30 giovani (età media 25 anni) e 30 anziani (over 65), dopo avergli chiesto di completare un compito cognitivo-motorio. Gli anziani hanno preferito interagire toccando la mano del robot piuttosto che attraverso il tablet, mentre i giovani non hanno mostrato una preferenza significativa in tal senso. Analogamente, il 50% degli anziani ha preferito giocare con il robot rispetto allo schermo, trovandolo più coinvolgente e interessante perché l'interazione era più simile all'uomo. I risultati sono in linea con quelli di Adalgeirsson & Breazeal, (2010), che mostrano quanto l'incarnazione porti ad un maggiore impegno sociale rispetto allo schermo, e con quelli di Mann et al., (2015) per cui entrambe le fasce di età ritengono più piacevole l'interazione con il robot rispetto al tablet o computer.

### *10.4.3 Ifbot - Communication robot*

Ifbot (Kato et al., 2004), sviluppato dalla Design Laboratory Co. - Japan, è un robot umanoide le cui abilità principali sono il **rilevamento** e l'**espressione di emozioni** e la **comunicazione** con gli esseri umani, in particolare con gli anziani. È dotato di due braccia e ruote per muoversi. Le dimensioni sono ridotte: è alto 45 centimetri. È in grado di rilevare le emozioni dell'interlocutore dal tono di voce e dalle parole utilizzate. Inoltre, è in grado di produrre più di 40 espressioni facciali e di riconoscere i volti. L'ampio vocabolario, con frasi e parole adatte a vari tipi di conversazioni, lo rendono adattabile alle diverse personalità degli eventuali interlocutori. Infine, è dotato di sensori di movimento, telecamere, altoparlanti e microfoni, led sulla bocca e sulle guance che si attivano in caso di contatto fisico o emozionale.
Ifbot ha molte espressioni facciali ed è stato utilizzato nella ricerca relativa all'**importanza della comunicazione** durante la cura di patologie quali la **depressione** o la **demenza**. Matsuyama et al., (2009) lo hanno usato come **facilitatore sociale** e *attivatore* della comunicazione all'interno di un gruppo di anziani. È stato osservato un aumento della partecipazione nonché interesse e divertimento da parte degli utenti.
Kanoh et al., (2011) hanno sviluppato e valutato un programma di Attività Robotica Assistita (RAA) con Ifbot per finalità ricreative in strutture sanitarie per anziani. Il programma include giochi, musica, attività fisica e lezioni di matematica e lingua giapponese. Per la raccolta di dati sono stati usati osservazione diretta e focus group. I 10 partecipanti (2 uomini e 8 donne) avevano un'età media di 81 anni ed erano tutti residenti in Giappone. Due avevano un moderato declino cognitivo, sei un lieve declino cognitivo. Dai risultati emerge che tutti i partecipanti hanno avuto un'impressione favorevole del robot e che la terapia emotiva ha ottenuto buoni risultati complessivi. Infatti, tutti gli anziani hanno accettato di interagire con il robot, conversando con lo stesso. Durante la riproduzione di brani musicali i partecipanti hanno cantato insieme al robot, partecipando attivamente all'interazione. L'impressione generale del robot è di piacevolezza estetica o di prodotto dalle proprietà terapeutiche, sia dal punto di vista della **stimolazione cognitiva** che del **miglioramento dell'umore** e degli stati d'animo.

### *10.4.4 Matilda - Assistive communication robot*

Matilda è un robot assistivo per la comunicazione, l'assistenza e la compagnia agli anziani, sviluppato in collaborazione congiunta fra NEC Corporation - Japan e RECCSI[15] presso l'Università La Trobe di Melbourne. Il piccolo robot (alto 39 cm) è simile all'uomo per aspet-

15 https://www.latrobe.edu.au/reccsi Accessed 21/09/2020.

to e comportamento (interagisce con voce, gesti, espressioni e emozioni), è in grado di tracciare e riconoscere i volti e reagire al tocco grazie ai sensori. La connessione wireless gli consente di essere connesso al *cloud* così da costituire una rete integrata con altre tecnologie ICT. È stato testato in diverse case di cura in Australia al fine di dimostrare come l'umanoide potesse essere accettato dagli utenti anziani e, soprattutto, che fosse in grado di coinvolgerli in attività individuali e/o di gruppo, per migliorare la **personalizzazione delle cure** e il **benessere globale** della persona (Khosla et al., 2012). Nello specifico, i costrutti analizzati durante le sperimentazioni sono: *positive engagement* (coinvolgimento positivo), *acceptability through reciprocity* (accettabilità attraverso la reciprocità), *personalization of care* (personalizzazione delle cure), *encouragement of healthy living* (supporto alla salute) e *usefulness through mental activity* (senso di utilità attraverso l'attività mentale). Lo studio è stato condotto in Australia su 34 anziani fra gli 80 e i 93 anni, alcuni dei quali affetti da demenza, in forme lievi e gravi, e da Parkinson. I metodi utilizzati sono questionario, intervista e analisi delle videoregistrazioni. Gli anziani hanno trovato le dimensioni piccole piacevoli e non intimidatorie: la maggior parte di loro non ha esperienza tecnologica, dunque la somiglianza del robot con l'essere umano ha favorito l'accettabilità e un atteggiamento positivo da parte degli utenti. Matilda è riuscita a **coinvolgere positivamente gli anziani** che desideravano far partecipare il robot alle attività di gruppo. Gli anziani hanno usato Matilda per giocare, inviare mail ai parenti, conoscere il calendario delle attività della giornata sia attraverso comandi vocali che *touch*, in base alle loro necessità. Le diverse modalità di interazione consentono al robot di personalizzare l'assistenza per i vari partecipanti. Il gioco con Matilda ha avuto un impatto positivo sull'**attività cognitiva** e sul senso di utilità fra gli anziani. Le sperimentazioni effettuate con Matilda dimostrano che la sinergia dell'intelligenza artificiale con le tecniche di misurazione delle emozioni (e di generazione di emozioni positive negli utenti) possono supportare ed incrementare il benessere psico-fisico degli anziani in casa di cura, coinvolgere positivamente le persone anziane, rendendole produttive e resilienti (Khosla et al., 2013b).

### *10.4.5 PaPeRo - Personal Robot*

PaPeRo[16], acronimo di "Partner-type-Personal-Robot" è prodotto dall'azienda giapponese NEC Corporation. È stato sviluppato e sperimentato ampiamente per essere un partner interattivo in grado di vivere in sintonia con l'essere umano. A partire dal 2005 e fino al 2013 sono state presentate svariate versioni di PaPeRo: una dedicata ai bambini, un'altra in grado di mostrare senso umoristico e l'ultima, di dimensioni ridotte, per collegare persone distanti con un sistema di connessione al cloud. PaPeRo interagisce con le persone attraverso videocamera, microfoni, casse e svariati sensori: intrattiene conversazioni, riesce a compiere azioni in autonomia e a percepire o raccogliere informazioni dall'ambiente circostante, ha sensori tattili sulla testa e sul corpo e può dire se viene toccato o colpito, reagendo al tocco.
Sabanovic et al., (2015) hanno usato PaPeRo per sperimentare una **progettazione partecipativa** (PD) di robot assistivi e sociali, insieme a caregiver e ad anziani affetti da depressione clinica e da altre patologie fisiche. I partecipanti (dai 55 ai 71 anni) sono stati reclutati all'interno di un centro sanitario e assistenziale negli Stati Uniti. I metodi utilizzati sono quelli dell'intervista individuale e del workshop. Durante le interviste con i caregiver, sono stati mostrati 3 SAR: PARO, Care-O-Bot e Giraffplus 3, al fine di generare una di-

16 https://www.necplatforms.co.jp/solution/papero_i/ Accessed 21/09/2020.

scussione critica sulle potenzialità e sui limiti di tali tecnologie. Durante i workshop di progettazione partecipativa sono stati nuovamente mostrati i 3 SAR precedenti con l'aggiunta di PaPeRo, in quanto robot sociale in grado di conversare con le persone. Lo scopo dei workshop era di progettare insieme ai partecipanti dei robot assistivi che fossero in grado di adattarsi alla loro vita quotidiana. Dai risultati emerge l'entusiasmo per i caregiver nei confronti dei robot assistivi e, soprattutto, per quelli che richiedono poca manutenzione e possono essere di grande compagnia. PaPeRo è stato oggetto di molti commenti positivi: i partecipanti lo hanno trovato facile da usare e divertente, apprezzando le sue **capacità sociali** e, soprattutto, di riconoscere le persone e adattarsi alle loro esigenze di **interazione personalizzata**. Secondo alcuni il piccolo robot potrebbe essere un ottimo compagno, anche per alleviare gli stati d'animo negativi.
Sasama et al., (2011) hanno utilizzato PaPeRo durante la sperimentazione di un *Robot-Guided Interaction Framework*, ovvero di un sistema di interazione che, attraverso un robot, supportasse le persone anziane nell'ottenere informazioni da internet e nel comunicare con gli altri. Lo studio è stato condotto per 157 giorni su 10 anziani: tutti hanno apprezzato il sistema e hanno continuato ad usarlo con frequenza, dimostrandone l'efficacia. Dai risultati, infatti, è emerso un **aumento delle attività sociali degli anziani** e delle loro comunicazioni con amici e familiari.
Il tema della socialità delle persone anziane e del contrasto al loro isolamento è stato affrontato anche da Kobayashi et al., (2018) che suggeriscono l'utilizzo di PaPeRo come *Social Media Agency Robot*, da usare per la **comunicazione interattiva fra anziani e giovani tramite i social media** esistenti. La possibilità di gestire il robot tramite comandi vocali ha reso l'interfaccia molto facile da usare per gli anziani. Il sistema è stato sperimentato in Giappone su 6 anziani (fra i 78 e i 94 anni) per verificarne l'**efficacia** e l'**usabilità**. Il robot è stato considerato facile da usare da parte di tutti gli utenti e la frequenza d'uso aumentava in caso di persone sole in casa, sia per le possibilità di comunicazione ma anche perché la famiglia era in grado di verificare la sicurezza dell'anziano.

### *10.4.6 NAO – Programmable humanoid robot*

Nao[17] è un robot umanoide di medie dimensioni, utilizzato soprattutto in ambito educativo, sanitario e per la ricerca. È stato creato dalla Aldebaran Robotics, in seguito acquisita dalla Softbank Robotics. NAO ha 25 livelli di libertà che gli consentono di muoversi fluidamente e di adattarsi all'ambiente circostante. Grazie ai sensori su tutto il corpo percepisce quello che gli accade intorno e interagisce mediante altoparlanti (parlando 20 lingue). Le videocamere gli consentono di vedere e riconoscere oggetti e persone. È **totalmente programmabile**, il che lo rende adatto anche a contesti legati alla ricerca. NAO è molto utilizzato in ambito sanitario perché in grado di "*stabilire facilmente un legame empatico con il paziente, grazie alle forme accattivanti, le dimensioni moderate e i comportamenti simili a quelli umani*" (Softbank Robotics, sito web ufficiale di NAO). Il suo comportamento è proattivo ed espressivo, il che aumenta le possibilità di interazione e favorisce il coinvolgimento delle persone.
NAO è stato utilizzato e sperimentato in svariati ambiti. Fra questi vi è l'interazione con i bambini autistici, che ha evidenziato come l'uso di un robot sociale possa aiutare a sopprimere i comportamenti autistici e a **mantenere il contatto visivo** durante l'interazione uomo-robot (Shamsuddin et al., 2012). Alenljung et al., (2018) hanno utilizzato NAO per

17 https://www.softbankrobotics.com/emea/en/nao Accesssed 6/03/2020.

una valutazione qualitativa di come il tatto influenzi l'interazione uomo-robot dal punto di vista **socio-emotivo**. Lo scopo dello studio, ispirato a quelli precedenti condotti da Hertenstein et al., (2009) riguarda come gli umani sperimentano il tipo di interazione basata sul tatto, come trasmettano emozioni mediante il tocco e quanto ciò possa influenzare sulla loro esperienza.
Torta et al., (2013) hanno sperimentato NAO nell'ambito del progetto europeo KSERA[18], finalizzato all'introduzione di un robot socialmente assistivo (SAR) in ambienti intelligenti, per aiutare gli anziani nelle loro attività domestiche e garantire una gestione autonoma di eventuali patologie. Lo scopo ultimo del progetto è la definizione di un **approccio modulare** per progettare un ambiente domestico intelligente in grado di monitorare la persona anziana attraverso il robot NAO. Quest'ultimo ha la funzione di interfaccia proattiva del sistema: i suoi obiettivi riguardano anche il compito psicologico di motivare l'utente ad adottare uno stile di vita sano e aumentare l'accettazione, che secondo studi precedenti (Beer et al., 2012) migliora quando il robot mostra di potersi occupare di faccende domestiche. I primi esperimenti su NAO sono stati condotti in Olanda, a Eindhoven, in laboratorio, e hanno riguardato diversi aspetti della HRI:

- **embodiment (incarnazione):** la sperimentazione è stata condotta con 10 utenti (di età compresa fra i 61 e i 74 anni). Per valutare il valore aggiunto dovuto all'uso di un **artefatto robotico come canale di comunicazione** è stato misurato il tempo di reazione ai messaggi inviati da NAO. I risultati confermano l'ipotesi per cui gli utenti apprezzano maggiormente la comunicazione attraverso un artefatto robotico piuttosto che quella effettuata mediante un ambiente domestico intelligente ed hanno atteggiamenti molto positivi verso il robot: ciò è dovuto al fatto che NAO viene considerato *più vivo*. Tuttavia i **tempi di reazione** erano **più lenti** durante la comunicazione attraverso il robot: ciò è probabilmente dovuto al fatto che, siccome NAO usa anche gesti per comunicare, gli utenti aspettavano che terminasse di gesticolare prima di iniziare l'attività di elaborazione dell'informazione. Per misurare la User Experience è stato somministrato il questionario Godspeed (Bertneck et al., 2009) che ha ottenuto risultati positivi;
- **attenzione:** lo studio sulle modalità di comunicazione più efficaci che un robot può usare per carpire l'attenzione degli utenti ha riguardato l'analisi dei tempi di reazione delle persone e il loro atteggiamento nei confronti dell'azione da compiere. I partecipanti di questo studio sono 12 (fra i 62 e i 70 anni). Dai risultati emerge che i tempi di reazione sono più lunghi nel caso di **contatto visivo** (che è più difficile da notare per le persone) e più brevi nell'**interazione vocale**. Anche gli atteggiamenti (ATT) sono più positivi nel caso di comunicazione orale: ciò rende quest'ultimo un mezzo più efficiente del contatto visivo;
- **esercizio fisico:** questo test analizza l'esecuzione di esercizi fisici attraverso la guida di un robot e valuta se ciò possa variare l'atteggiamento nei confronti del robot e/o dell'esercizio in generale. Ai 16 partecipanti (fra i 35 e i 70 anni) è stato somministrato il Godspeed che ha rivelato un incremento della Likeability: l'esecuzione di attività fisica con NAO ha **migliorato l'atteggiamento** degli utenti, in termini di piacevolezza del robot, dopo l'interazione;
- **prossemica:** in tal caso i partecipanti non sono anziani ma 10 persone fra i 16 e i 51 anni. È emerso che l'intervallo di distanza dello spazio personale fra uomo e NAO è

18 https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/socially-assistive-robot-help-elderly-people-ksera-research-project-launched Accessed 21/09/2020.

maggiore rispetto alla distanza dello spazio personale fra uomo e uomo. Ciò potrebbe essere dovuto al fatto che le persone, avendo a che fare con un artefatto tecnologico, non ne conoscono l'**affidabilità** e quindi tendono a mantenere una distanza maggiore per motivi di **sicurezza**.

Gli studi sul campo con NAO (Torta et al., 2013) sono stati effettuati a Israele e in Austria, in un ambiente domestico intelligente finalizzato al monitoraggio della salute dell'utente. Tutte le interazioni con il robot sono state registrate per analisi successive. I 16 partecipanti (fra i 71 e i 90 anni, di cui 2 maschi e 14 femmine) non avevano patologie o problematiche fisiche o cognitive. I metodi utilizzati sono quelli dell'intervista strutturata e del questionario: nello specifico, il Godspeed, e il *quality of life* (Oberzaucher et al., 2013). Dai risultati emerge che i partecipanti preferivano interfacce digitali convenzionali per ricevere informazioni: ciò è dovuto probabilmente ai tempi di reazione più lunghi e al **maggior sforzo cognitivo** implicato nella **comunicazione con il robot**. Tuttavia, NAO ha motivato le persone a svolgere un compito più di un touch-screen. Il robot è stato considerato simpatico e animato: gesticola come gli umani e ciò soddisfa le aspettative degli utenti.

Nell'ambito del progetto KSERA, Torta et al., (2014) hanno valutato anche l'accettabilità di NAO in seguito ad un'interazione prolungata nel tempo. L'esperimento è stato condotto in Austria con 8 partecipanti (fra i 70 e i 95 anni) che hanno interagito con NAO per un periodo di tempo compreso fra le due settimane e i tre mesi. Il questionario somministrato è l'Almere TAM, di cui sono stati valutati solo i seguenti costrutti: ANX, PENJ, PAD, PEOU, PS, SP, Trust. Dalle interazioni brevi (due settimane) emerge che le dimensioni contenute di NAO hanno favorito l'**assenza di ansia**, in quanto il robot non viene percepito come un pericolo ma come un attore sociale a cui è possibile dare fiducia. NAO ha ottenuto punteggi molto bassi riguardo alla Social Presence (SP) che nel modello Almere è influenzata dalla Perceived Sociability (PS): ciò è dovuto probabilmente alle ridotte dimensioni del robot che hanno influenzato negativamente la presenza sociale in quanto gli utenti lo hanno considerato alla stregua di un animale domestico. Dalle sperimentazioni durate tre mesi è emerso che gli effetti benefici del robot persistono anche a lungo termine. La facilità d'uso percepita (PEOU) è aumentata con il passare del tempo e i partecipanti hanno espresso commenti positivi circa la relazione con il robot e la socialità percepita. Infine, è probabile che il godimento percepito nell'uso del robot (PENJ) diminuisca con un utilizzo più lungo.

Nell'ambito del progetto KSERA, anche Werner et al., (2012) hanno utilizzato NAO per valutare l'interazione uomo-robot in **ambienti domestici intelligenti** in Austria e in Israele. Lo studio è stato effettuato con 16 anziani di età superiore ai 70 anni (dai 71 ai 90) a cui sono stati somministrati una serie di questionari, fra cui il Godspeed, in seguito all'interazione con il robot. Dai risultati emerge che le **abilità di conversazione** sono state giudicate positivamente. Le abilità e l'**eleganza di movimento** sono considerate come diverse da quelle umane e ciò costituisce un possibile obiettivo per ricerche future volte a rendere il moto più fluido e naturale. Il robot è percepito come amichevole ed educato e quindi come un buon compagno. L'**intelligenza** del sistema è stata valutata positivamente. Dal Godspeed emerge che i punteggi per la simpatia, l'intelligenza percepita e per la sicurezza individuale sono molto alti. NAO è molto apprezzato per le **dimensioni ridotte** anche se ciò comporta un minore aiuto possibile per il trasporto di oggetti. I risultati relativi all'antropomorfismo e all'animazione non sono molto alti e ciò è dovuto ad una carenza di elementi interattivi che lo rendano simile all'uomo.

Keizer et al., (2019) hanno valutato l'usabilità e la User Experience associati all'uso di NAO per il supporto all'attività fisica. I partecipanti sono 20 anziani (di età superiore ai 70 anni) residenti nei Paesi Bassi con disabilità fisiche ma non cognitive. I metodi usati sono: il SUS

per valutare l'usabilità; la scala dell'*Enjoyment* -tratta da van der Heijden, (2004) - inteso come "*la misura in cui l'uso del dispositivo viene percepita come piacevole in sé, indipendentemente da eventuali conseguenze sulle prestazioni che possono essere previste*" (Keizer et al., 2019, p. 597); la scala del *Control* - basata su van Velsen et al., (2015) - inteso come "*la misura in cui un utente può determinare o prevenire azioni o stati particolari del sistema se ha l'obiettivo di farlo*" (Keizer et al., 2019, p. 598). Dai risultati emerge che sia i punteggi relativi all'**usabilità** che al godimento e al **controllo** sono elevati. Sono stati rilevati alcuni problemi di usabilità relativi al controllo vocale: i partecipanti parlavano troppo lentamente per essere capiti dal robot, rispondevano troppo presto e avevano difficoltà a comprendere l'umanoide. In generale, un terzo dei partecipanti preferiva usare il robot piuttosto che un tablet per svolgere attività fisica: il robot risulta più facile da usare ed è percepito come **tecnologia più personale**.

### *10.4.7 Sophia – AI/Social humanoid robot*

Sophia è il più avanzato robot umanoide sviluppato dalla Hanson Robotics[19] e rappresenta una piattaforma per la robotica avanzata e la ricerca nell'ambito dell'**Intelligenza Artificiale** (AI). Sophia è famosa a livello globale, è il primo robot a ricoprire il ruolo di **Ambasciatrice dell'innovazione** per il Programma di Sviluppo delle **Nazioni Unite**[20] ed è apparsa in centinaia di conferenza in tutto il mondo. Sophia è in grado di esprimere espressioni facciali, di ridere, raccontare barzellette e conversare con gli esseri umani. È un robot all'avanguardia, usato nella ricerca dell'interazione uomo-robot e delle potenziali applicazioni della robotica sociale, di servizio e per intrattenimento.

Sophia è stata utilizzata per la ricerca nell'ambito del progetto Loving AI[21], che cerca di capire come i robot possano adattarsi alle esigenze degli utenti attraverso lo sviluppo intra e interpersonale. A tal proposito Goertzel et al., (2017), nell'ambito del progetto Loving AI, hanno sperimentato Sophia in Cina attraverso metodologie varie come misurazioni fisiologiche, osservazioni di video, etc. per esaminare le influenze sugli esseri umani delle conversazioni con l'umanoide. Dai risultati emerge che l'interazione con il robot è associata ad un aumento di sentimenti affettivi in generale e di **sentimenti positivi** verso i robot, **miglioramento dell'umore**, nessun cambiamento dello stato d'animo e aumento della durata dei battiti con diminuzione della frequenza cardiaca.

Mossbridge et al., (2018), in relazione a Sophia, analizzano il supporto e l'aiuto che può offrire l'intelligenza artificiale per il **miglioramento psico-emotivo** degli esseri umani. Gli studi, condotti in Cina, hanno analizzato i risultati in seguito ad una conversazione fra i partecipanti e un'intelligenza artificiale emotivamente sensibile (Sophia e altri avatar). I risultati suggeriscono che le conversazioni tra l'uomo e un robot umanoide o il suo avatar audiovisivo, controllato da un'intelligenza artificiale emotivamente sensibile, sono accompagnate da emozioni auto-trascendenti.

Sebbene Sophia non sia stata sviluppata esclusivamente come robot sociale e/o interattivo per l'assistenza, è stato inserito nell'ambito dei casi studio come **innovazione molto rappresentativa dello stato dell'arte** in ambito robotico e dell'Intelligenza Artificiale e per l'importanza che riveste dal punto di vista scientifico e sperimentale.

19 https://www.hansonrobotics.com/sophia/ Accessed 24/06/2020.
20 http://www.undp.org Accessed 24/06/2020.
21 https://lovingai.org Accessed 24/06/2020.

## 10.5 Indagini e sperimentazioni con utenti: casi studio con robot multipli

In questo paragrafo sono descritti i casi studio e le sperimentazioni con utenti più significativi in relazione agli obiettivi della tesi dottorale. Le ricerche analizzate di seguito sono suddivise a seconda della centralità del tema indagato, ovvero: (1) benefici della robotica assistiva in relazione alle esigenze degli utenti e al suo impatto sociale attuale e futuro; (2) preferenze, attitudini e aspettative sui robot assistivi; (3) la correlazione fra i fattori socio-culturali e i criteri di preferenza e accettazione dell'aspetto morfologico del robot.
Dagli studi descritti in seguito, al di là dei risultati specifici, emerge con chiarezza la necessità di un **coinvolgimento maggiore** dei diretti interessati (anziani di tutte le età e con svariati contesti socio-culturali) durante le fasi di sviluppo e progettazione delle piattaforme robotiche, così da favorire non solo l'**empatia** ma anche una conoscenza più approfondita della molteplicità di paure, bisogni, aspettative e intuizioni non estrapolabili da semplici dati quantitativi. Inoltre, ogni individuo ha necessità e idee specifiche, uniche e particolari: il robot assistivo dovrebbe non essere progettato *ad hoc* per il singolo ma essere in grado di imparare e **auto-apprendere dall'osservazione dei comportamenti** del proprietario e dal riconoscimento delle sue emozioni e dei suoi atteggiamenti. In questo modo gli anziani potranno trarre vantaggi effettivi dalla collaborazione uomo-robot e sperimentare un incremento della qualità di vita e del senso di indipendenza.

### *10.5.1 I benefici della robotica assistiva: esigenze degli utenti e impatto sociale*

Wu et al., (2012), mediante una serie di focus group, hanno analizzato gli aspetti formali che dovrebbe avere un robot per l'assistenza ad anziani in ambiente domestico. Il loro studio si basa sull'importanza che l'aspetto del robot può avere sulla sua accettazione da parte degli utenti: le **caratteristiche formali**, infatti, oltre a ridurre il senso di stigmatizzazione determinano il modo in cui le persone valutano le capacità del robot e, di conseguenza, la sua accessibilità, desiderabilità ed espressività. Gli autori sostengono che manca una conoscenza approfondita delle preferenze degli anziani in tal senso: la maggior parte delle sperimentazioni che indagano questo tema (Scopelliti et al, 2005; Woods et al., 2005; Dario et al., 1999) non si riferisce specificamente agli anziani e usa questionari o metodi di valutazione quantitativi con domande a risposta chiusa, che possono influenzare gli utilizzatori. Questo assunto giustifica il metodo del focus group, volto a raccogliere **dati qualitativi**, coinvolgendo anche le norme sociali e le convinzioni tacite, esplorando insieme agli anziani le loro preferenze relative ai criteri estetici. Le sessioni di focus group sono state tre, ognuna mediata e osservata da ricercatori, e hanno coinvolto 15 anziani di età compresa fra i 66 e gli 89 anni, di cui 3 uomini e 12 donne e 7 con lievi deficit cognitivi. Le immagini presentate agli anziani mostravano i seguenti robot: R2D2, robuLAB 10, Aibo, Amiet, Anybot Monty, Asimo, Nexi-MDS, Care-o-bot13, Care-o-bot1II, Eve from WALL-E of Pixar, HRP4C, iRobiQ, Robot Housekeeper, Kobian, Mamoru, Mechadroid type c3, uBOT-5, Motoman SDA10, Nao, Paro, Pomi, My Spoon, Ri- Man, SmartPal, Toyota i-foot, Twendy-One. Dai risultati è emerso che la maggior parte dei partecipanti apprezza, dal punto di vista estetico, i seguenti robot: Mamoru, Eva, Pomi e Paro (considerato, addirittura, affascinante). Per quanto riguarda Paro e Nao la maggior parte degli anziani li trova divertenti ma li considera giocattoli per bambini. Per molti, la **correlazione fra aspetto formale e funzioni** o capacità del robot è un elemento determinante per formulare un appropriato giudizio estetico. Sono emersi, inoltre, commenti e **attitudini negative** nei confronti dei robot umanoidi, considerati come delle brutte imitazioni che simulano espressioni umane e con cui si può stabilire un tipo di **interazione fittizia**, non reale: questi possono addirit-

tura generare paura o preoccupazione dal punto di vista socio-politico (ad esempio, per la disumanizzazione della società). Molti anziani con declino cognitivo potrebbero addirittura confonderli con veri essi umani, generando gravi problemi e questioni etiche. A tal proposito, Sparrow & Sparrow, (2006, p. 143)[22] affermano: "*Non è solo fuorviante, ma in realtà non etico, tentare di sostituire i simulacri robotici con una vera interazione sociale*".
In una classifica su quale robot fosse il più adatto come assistente, Mamoru è risultato primo, in quanto è visto come un oggetto familiare e discreto, mentre Nao (apprezzato perché è simile all'uomo ma non lo imita troppo) e Pomi (considerato *carino*) sono secondo e terzo in classifica. In generale, i **criteri estetici** più apprezzati sono: piccole dimensioni; caratteristiche miste fra quelle proprie dell'uomo, di un animale e di una macchina; similitudine con oggetti familiari, di uso quotidiano in ambiente domestico (Forlizzi et al., 2004 avevano già indagato questo ultimo punto, affermando che forme familiari e funzionalità aumentate, possono massimizzare l'adozione anticipata del prodotto). I robot sono accettati se hanno **funzionalità definite** ma tutti i partecipanti rifiutano l'idea che essi sostituiscano del tutto la presenza umana, come quella di caregiver formali e/o informali. Ne deriva che il contesto di utilizzo di un robot assistivo (ad esempio, considerare chi interagisce con l'anziano, che ruolo svolge ogni attore coinvolto nell'interazione con il robot, dove deve essere usato il robot, etc.) deve essere preso in considerazione e analizzato approfonditamente nelle fasi preliminari del progetto. Nel corso di tutte le sessioni la discussione sull'apprezzamento fisico del robot non si è mai distaccata da **giudizi sociali ed etici**, mostrando come i questi temi siano strettamente correlati fra loro. Inoltre, il tema della **creatività nella progettazione** del robot è sempre stato centrale.

Per quanto riguarda il tema dell'**accettazione dei robot nella vita quotidiana**, Arras & Cerqui, (2005) hanno effettuato un sondaggio su 2042 persone durante la mostra *Robotics* all'interno della Swiss National Exhibition Expo.02. Nel padiglione dedicato le persone potevano interagire con 11 robot sociali e interattivi.
Il loro studio si basa sull'idea che, dal punto di vista antropologico, la tecnologia è specchio della società che la produce, pertanto i **valori umani** sono e saranno sempre **integrati nei prodotti tecnologici** e nei robot. Questi ultimi vengono creati in base a ciò che è importante per il gruppo sociale in cui sono progettati e sviluppati e rappresentano una esternalizzazione, non una imitazione, delle capacità e dei valori umani. Per tale motivo è importante conoscere cosa pensano le persone dei robot e quali sono le loro aspettative, sia per prevedere le future direzioni della robotica che per analizzare il modo in cui gli umani si considerano e si descrivono. Le domande presenti nel questionario sono suddivise in due categorie, ognuna delle quali ha un obiettivo ben preciso, a loro volta suddivise in quattro sotto-gruppi di domande. Di seguito una breve panoramica dei risultati:
**1. Domande sulla robotica in generale:**
**Gruppo 1: percezione generale della robotica in pubblico.**
Dai risultati il 71% degli intervistati ha un'immagine neutrale della robotica, il 28% una buona immagine e il 2% una negativa. C'è una differenza di genere in tale ambito: il 34% degli uomini ha un'immagine positiva contro il 19% delle donne. Inoltre, l'immagine positiva aumenta per gli anziani di età superiore ai 55 anni, che il 39%.

22 Si riporta la citazione in lingua originale: "*it is not only misguided, but actually unethical, to attempt to substitute robot simulacra for genuine social interaction*" (Sparrow & Sparrow, 2006, p. 143).

**Gruppo 2: contributo della robotica al benessere e alla felicità personale.**
Il 69% (di cui il 75% è rappresentato da uomini e il 62% da donne) crede che la robotica possa aiutare in tal senso mentre il 13% è indeciso. Incrociando i dati con le risposte del gruppo precedente si evince che l'81% di coloro che hanno una buona immagine dei robot credono anche che essi possano favorire il benessere. In generale i partecipanti credono che benessere e felicità dipendano dal buon uso che si fa della robotica.
**Gruppo 3: attributi e qualità degli umani e dei robot.**
Secondo i partecipanti, le qualità più importanti che un robot deve avere sono: precisione (76%) affidabilità, (55%), razionalità (44%) e perfezione (40%). Le qualità meno votate sono la vita (4%), l'umanità (3%) e la facoltà dei sentimenti (2%). Ai robot vengono associate più facilmente quegli attributi propri delle macchine tradizionali mentre qualità come l'espressività, la socialità e l'umanità possono essere in conflitto con l'immagine diffusa e generale dei robot.
**Gruppo 4: lavoro nella società del futuro.**
Solo il 10% degli intervistati dedicherebbe il proprio tempo ad attività legate ai robot, come lo sviluppo, la vendita e la programmazione.

**2. Domande sui robot personali, sulla loro accettazione, aspetto e autonomia percepita dagli utenti.**
**Gruppo 1: robot nella vita quotidiana.**
Il 71% degli utenti accetterebbe di avere aiuto dai robot nello svolgimento di attività quotidiane, contro il 19% che rifiuta e l'11% che è indeciso. Di questi il 79% degli uomini e il 62% delle donne accetterebbe i robot. Gli anziani (6%) risultano essere la fascia di età più scettica in tal senso.
**Gruppo 2: robot per l'indipendenza.**
Questa indagine è rivolta soprattutto ad anziani e disabili. L'83% accetterebbe l'aiuto di un robot (di cui 87% è uomo e il 78% donna), il 6% no e l'11% è incerto. La tendenza è che le persone più anziane hanno più probabilità di accettare il robot in caso di perdita dell'indipendenza.
**Gruppo 3: aspetto umanoide.**
I partecipanti non erano particolarmente attratti da un aspetto umanoide dei robot: il 47% degli intervistati non preferiva un robot dall'aspetto umanoide, il 19% sì e il 35% è indeciso. Inoltre, c'è una differenza le fasce di età: con l'aumento dell'età diminuisce l'accettazione dell'aspetto umanoide.
**Gruppo 4: senso di autonomia.**
Una maggioranza del 49% si sente più autonoma in caso di assistenza da parte di un essere umano, il 27% in caso di robot e il 24% dei soggetti non lo sa. Il 68% degli anziani sopra i 65 anni si sente più autonomo in caso di aiuto umano. Incrociando i dati con quelli della domanda relativa all'uso di robot per riguadagnare l'indipendenza, emerge che il 44% dei soggetti che accetta il robot si sente più autonomo se l'assistenza proviene da un essere umano, mentre il 77% dei soggetti rifiuta il robot e il 66% è incerto.
In conclusione, dallo studio di evince che:

- le donne sono meno disposte ad accettare i robot nelle loro vite rispetto agli uomini;
- gli **anziani** sono più propensi a credere che la robotica possa contribuire alla loro felicità e che possa essere utile a fargli **riguadagnare l'indipendenza** ma sono meno disposti a condividere la loro vita con un robot. Pur essendo scettici nei confronti delle nuove tecnologie, gli anziani sono disposti a superare i loro preconcetti per migliorare la qualità della propria vita, soprattutto dal punto di vista dell'isolamento sociale;

- i robot umanoidi, come affermato già da Mori, (1997), non sono molto accettati e ciò apre nuove sfide alla progettazione di automi con forme originali e ricercate che si distacchino dalla biologia umana o animale;
- le persone accettano facilmente i robot in quanto **macchine funzionali** e razionali ma ci sono ancora dubbi su quanto possano accettarli come compagni con cui interagire socialmente ed emotivamente.

Backonjia et al., (2018) hanno condotto negli Stati Uniti uno studio relativo all'**impatto sociale** e agli **atteggiamenti negativi nei confronti dei robot** da parte di 499 individui appartenenti a tre fasce di età: giovani adulti (18-44 anni, 322 partecipanti), persone di mezza età (45-64 anni, 50 partecipanti) e anziani (> 65 anni, 102 partecipanti). Il 49,7% degli intervistati è uomo e il 50,3% donna. Il 37,8% diplomato e il 49,4% laureato. Lo stato di salute medio (70,4%) è molto buono e privo di condizioni patologiche croniche. Molti fra i partecipanti non hanno conoscenza dei robot (33,7%) mentre la maggior parte di loro non ne ha mai usato uno (74,4%) o lo ha usato in casa (14,2%).
Per i questionari sono state utilizzate due domande tratte e modificate da UE, (2015) e Broadbent et al., (2009): queste riguardano l'impatto sociale dei robot e il comfort nei confronti di situazioni che coinvolgono robot. Inoltre, per gli atteggiamenti negativi è stata usata la scala NARS (Nomura et al., 2006). Il tutto è stato somministrato insieme ad una domanda aperta su ulteriori informazioni da fornire e da un questionario demografico (età, sesso, etnia, istruzione, salute, fiducia nell'uso di robot e tecnologie). Dai risultati emerge che i più giovani hanno più fiducia nelle tecnologie e le usano di più rispetto alle persone di mezza età o anziane. Per quanto riguarda l'impatto sociale e il comfort dei robot, tutte le fasce di età hanno avuto atteggiamenti simili, concordando sul fatto che i robot possano essere utili alla società, soprattutto per lo svolgimento di lavori pericolosi. È emerso un disagio maggiore nei confronti dei robot zoomorfi (simili a cani) o che accudiscono anziani e bambini. Anche dalla NARS non sono emerse **differenze significative fra le varie età**: solo i più giovani sono stati meno negativi rispetto all'idea di interagire e relazionarsi con un robot da compagnia. I risultati dissipano le percezioni attuali secondo cui gli adulti più anziani non sono ricettivi verso i robot come gli altri adulti. Questo studio può fornire indicazioni importanti sia per gli utenti secondari (nel caso di robot per assistenza, caregiver formali e informali) che utilizzano il robot sia per tutte le figure professionali coinvolte nella progettazione e nello sviluppo di queste piattaforme.
Abdi et al., (2018), attraverso un'approfondita analisi della letteratura, hanno dimostrato in che modo e in quali ambiti i SAR possano essere utili per l'assistenza agli anziani (Tabella 2). Dalle varie sperimentazioni analizzate, hanno raccolto dati relativi a 1574 utenti di età superiore ai 60 anni, alcuni dei quali con deficit cognitivo. Gli studi sono stati effettuati prevalentemente in Giappone (178 partecipanti), Stati Uniti (182 partecipanti) e Australia (577 partecipanti). Il contesto più comune in cui avviene l'interazione è la casa mentre il robot più sperimentato è Paro. I SAR sono divisi fra quelli che possono apprendere dall'interazione (NAO e AIBO) e quelli che non possono (Paro). I **ruoli svolti dai SAR** sono divisi in 5 categorie: **terapia affettiva**, **training cognitivo**, **facilitatore sociale**, **compagnia** e **terapia fisiologica**. Per quanto riguarda la prima categoria, 650 partecipanti hanno riportato risultati positivi in merito alla riduzione della depressione, al miglioramento della qualità della vita e all'**incremento di emozioni positive** in seguito all'interazione con i SAR. Secondo alcuni studi, però, solo l'intervento terapeutico del robot (ovvero quando l'individuo è in una situazione di difficoltà) ha portato reali benefici, mentre non ha generato miglioramenti importanti nel caso di semplice supporto alle attività quotidiane. Studi relativi al training

cognitivo (344 partecipanti) hanno prodotto risultati positivi circa il **miglioramento dello stato cognitivo** (ad esempio, memoria, etc.) grazie all'interazione con il robot. Tuttavia da alcuni test si evince che sia i SAR sia un giocattolo con effetto placebo possono fornire risultati positivi in tal senso. I SAR sono stati dei facilitatori sociali, **migliorando la socievolezza** delle persone, in 7 studi con un totale di 230 partecipanti. I robot usati per questa analisi sono Paro, AIBO, Sophie e Jack. In questo caso, gli utenti che interagivano con il vero robot hanno ottenuto risultati migliori rispetto a quelli che interagivano con un placebo. Sperimentazioni condotte su 78 partecipanti, con i robot AIBO e Paro, hanno verificato il superamento del senso di solitudine e di isolamento sociale degli anziani, confermando un potenziale ruolo *di compagnia* dei robot. La categoria di robot a supporto della terapia fisiologica mostra risultati poco chiari ma fornisce direzioni interessanti per future ricerche: non sono stati mostrati cambiamenti significativi negli utenti a seguito dell'interazione con Paro eccetto che per quanto riguarda il miglioramento della reazione fisiologica allo stress. In generale, gli studi analizzati dimostrano che i SAR possono effettivamente migliorare il benessere e la qualità della vita degli anziani, supportandone anche la socialità e l'interazione. I robot assistivi, inoltre, possono **migliorare gli stati di stress** e di cattivo umore, supportano l'allenamento delle abilità cognitive e potrebbero essere utili anche per alleviare eventuali stati di sofferenza psico-fisica. Inoltre, l'accettazione dei robot come compagni, può essere utile anche dal punto di vista della **sicurezza**.

| Robot | Tipologia | Ruolo nell'esperimento |
|---|---|---|
| **AIBO** | Zoomorfo (simile a un cane) | Stimolazione cognitiva (1)<br>Facilitatore sociale (2)<br>Companion robot (2) |
| **Bandit** | Umanoide su ruote | Stimolazione cognitiva (1) |
| **CuDDier** | Zoomorfo (simile ad un orso) | Terapia affettiva (1) |
| **Jack & Sophie** | Umanoide | Facilitatore sociale (2) |
| **JustoCat** | Zoomorfo (simile ad un gatto) | Terapia affettiva (1) |
| **Mero** | Umanoide | Stimolazione cognitiva (1) |
| **NAO** | Umanoide | Terapia affettiva (1)<br>Stimolazione cognitiva (1) |
| **NeCoRo** | Zoomorfo (simile ad un gatto) | Terapia affettiva (1) |
| **Nodding Kabochan** | Zoomorfo (simile ad un orso) | Stimolazione cognitiva (1) |
| **Silbot** | Zoomorfo (simile ad un pinguino) | Stimolazione cognitiva (1) |
| **PARO** | Zoomorfo (simile ad una foca) | Terapia affettiva (9)<br>Stimolazione cognitiva (2)<br>Facilitatore sociale (3)<br>Companion robot (1)<br>Terapia fisiologica (2) |

Tabella 2 - Descrizione dei principali robot sociali assistivi usati in letteratura e delle loro funzioni. Rielaborato da: Abdi et al., (2018, p. 13).

### *10.5.2 Preferenze, attitudini e aspettative sui robot assistivi*

Deutsch et al., (2019) hanno condotto uno studio qualitativo su 30 anziani per valutare i loro atteggiamenti e le loro **risposte emotive** nei confronti di diverse tipologie di robot. Lo

scopo della ricerca è di fornire suggerimenti ai progettisti e agli sviluppatori di piattaforme robotiche, affinché possano rispondere meglio alle esigenze e alle aspettative degli utenti. Essi partono dall'assunto che le principali preoccupazioni degli anziani nei confronti dei dispositivi robotici riguardano due aspetti: **funzione** e **aspetto**. Per quanto riguarda l'accettazione rispetto alla funzione, studi precedenti hanno mostrato che gli anziani in buona salute preferiscono robot adatti a svolgere **funzioni specifiche** come le **faccende domestiche** o la **gestione delle informazioni** ma non quelli per la cura personale o altre attività nel tempo libero. (Smarr et al., 2014). Altri (Frennert et al., 2013) hanno evidenziato che gli anziani approvano l'interazione con il robot finché quest'ultimo non cercava di essergli amico, oppure che gli utenti preferiscono un tipo di funzionalità che però non sostituisca del tutto le cure umane (Moon et al., 2012). Per quanto riguarda l'accettazione dell'aspetto formale del robot, le ricerche di Cesta et al., (2007) hanno evidenziato che le caratteristiche formali influenzano l'accettazione, dato che gli anziani partecipanti al suo esperimento hanno rifiutato un robot che aveva caratteristiche umane. Da altre ricerche (Caleb-Solly et al., 2014), invece, è emerso che gli anziani preferiscono maggiormente un **aspetto umanoide o zoomorfo**, questo perché implica una bassa stigmatizzazione e non mette in evidenza eventuali disabilità.

La metodologia usata da Deutsch et al., (2019) si basa su metodi qualitativi, nello specifico l'intervista, perché questi sono i più adatti ad ottenere risultati in una fase esplorativa e a produrre una descrizione più ricca di fenomeni complessi (Sofaer, 1999). I 30 anziani coinvolti, residenti nella propria abitazione e sani dal punto di vista cognitivo, hanno un'età compresa fra i 67 e i 90 anni. Prima dell'intervista approfondita, gli sono stati mostrati video raffiguranti sei robot: Personal Robot 2, NAO, PARO, ElliQ, Google Home, Cozmo. I temi emersi dalle interviste sono due: **informazioni sul robot** (dichiarazioni che riguardano le caratteristiche del robot) e **informazioni personali** (riguardo alla relazione fra il dispositivo e i valori/credenze interni del partecipante). Per quanto riguarda il robot, gli aspetti analizzati sono tre:

- **comportamento:** più della metà dei partecipanti non ha gradito un comportamento **proattivo** dei robot e altrettanti erano contrari all'idea di avere un robot in movimento, per paura di perderne il **controllo** e di non avere più la propria **autonomia nell'interazione**. Più della metà trovava un robot *parlante* troppo invadente;
- **aspetto:** tutti i partecipanti preferivano un robot dalle **dimensioni piccole** e metà preferiva robot che assomigliasse ad un essere umano o ad un animale;
- **funzione:** più della metà dei partecipanti apprezza le **abilità sociali** dei robot e tutti sono a favore di avere un dispositivo di assistenza, soprattutto per le mansioni come le pulizie domestiche o commissioni che non vuole svolgere in solitudine. Le risposte relative alla funzione fanno emergere che il robot dovrebbe "*portare uno scopo nella vita dell'individuo*" e migliorare la qualità della vita.
- Per quanto riguarda le informazioni personali gli elementi analizzati sono due:
- **bisogni dell'utente:** la maggior parte degli utenti desidera un **robot autentico**, che non finge di essere ciò che non è, ad esempio che non finge di essere una creatura vivente. Inoltre, più della metà ha paura di essere rimpiazzata dal robot nelle attività quotidiane, affermando il bisogno di sentirsi **autonomi** di svolgere da soli le attività che desiderano. Metà dei partecipanti vuole mantenere la propria indipendenza e la paura di perderla ha ridotto notevolmente l'accettazione del robot. Gli anziani, inoltre, vogliono avere il pieno controllo del dispositivo ed hanno paura di non riuscire a mantenerlo;
- **apertura al dispositivo:** in generale i partecipanti sono aperti all'utilizzo di robot sociali e assistivi e, solitamente, le risposte negative sui robot sono evocate da particolari

aspetti di progettazione specifici. Gli anziani rifiutano o accettano l'idea di usare un robot in base al suo design e alle funzioni particolari: ciò avvalora le ricerche volte ad analizzare gli atteggiamenti delle persone anziane verso diverse tipologie di robot, tenendo conto della vastità e della diversità fra i vari modelli sviluppati.

- Sulla base dei risultati dell'indagine, i ricercatori hanno proposto una serie di suggerimenti per informare i progettisti su come affrontare gli aspetti di progettazione ad alto rischio (funzione, linguaggio, aspetto, dimensioni, proattività e mobilità) e migliorare l'accettazione considerando le esigenze degli adulti più anziani:
- **funzione:** progettare dispositivi robotici sociali con una singola funzione principale che sia significativa per gli anziani sani. Le caratteristiche sociali non dovrebbero costituire la funzione principale, ma piuttosto essere integrate come funzione secondaria, ad esempio attraverso la comunicazione non verbale;
- **discorso e aspetto:** progettare le abilità comunicative e l'aspetto in modo che siano autentici e che supportino la funzione principale del robot. Discorso e aspetto non devono comunicare una falsa percezione di compagnia, come se il robot fosse un amico;
- **dimensioni:** i robot devono essere progettati per essere piccoli, con lo stile e l'aspetto che si adattano naturalmente all'ambiente domestico degli adulti più anziani;
- **proattività e mobilità:** la proattività e la mobilità non dovrebbero essere concepite come caratteristiche autonome, ma dovrebbero essere utilizzate per aumentare il bisogno di controllo degli adulti più anziani e il bisogno di indipendenza. "Consentire agli utenti di scegliere quali azioni devono essere eseguite e assegnare un ruolo per l'adulto più anziano nell'attività, mirando alla collaborazione uomo-robot" (Deutsch et al., 2019, p. 131).

In una ricerca analoga alla precedente, Smarr et al., (2014) hanno intervistato 21 anziani americani (fra i 65 e i 93 anni), che vivono autonomamente in casa e non hanno esperienze precedenti con i robot, per esplorare le loro **preferenze e attitudini nei confronti dei robot assistivi**. Anche questa ricerca ha confermato che gli anziani sono tendenzialmente aperti nei confronti dei robot ma li preferiscono per svolgere un determinato compito, piuttosto che accettare l'idea che questi prodotti possano assisterli in generale. Inoltre, preferiscono i robot agli umani per ricevere un aiuto nelle faccende domestiche e nella gestione delle informazioni ma per quanto riguarda le attività ricreative o l'assistenza personale non intendono rinunciare al supporto da parte di altre persone o caregiver.
L'obiettivo di questa ricerca è di indagare fino a che punto gli anziani fossero disposti ad accettare l'assistenza dei robot nelle loro case, in relazione a specifici compiti da svolgere e di comprendere le preferenze degli anziani, esplorando l'influenza che può avere l'esistenza di un aiuto alternativo a quello dei robot. I metodi utilizzati includono questionari, interviste individuali e di gruppo. Il robot testato è il Personal Robot 2, sviluppato dalla Willow Garage[23], in grado di muoversi autonomamente nello spazio e di manipolare oggetti. Dai risultati emerge, oltre che un'apertura alla possibilità di avere un robot assistivo in casa, la preferenza ad usarli per le **faccende domestiche** (ad esempio, pulizia della cucina), per la **gestione delle informazioni** (ad esempio, monitoraggio della casa e avvertimento in caso di pericolo) e per la **manipolazione di oggetti**. La preferenza per un tipo di **assistenza umana**, invece, è indirizzata alle attività legate alla **salute** (ad esempio, scegliere quale medicina assumere), per le attività di **cura personale** (ad esempio, la rasatura) o

23 www.willowgarage.com Accessed 21/09/2020.

per le **attività ricreative** (ad esempio, intrattenere gli ospiti). Nello specifico, le attività che gli anziani vorrebbero far svolgere ai robot riguardano soprattutto l'organizzazione in casa ma vorrebbero anche essere svegliati, protetti o aiutati in caso di caduta. Le aspettative degli anziani nei confronti dei robot sono probabilmente legate all'**idea funzionale di un assistente domestico** piuttosto che di un apparecchio da compagnia o per la socializzazione. Inoltre, come evidenziato dallo studio di Ezer et al., (2009) l'accettazione aumenta quanto gli individui percepiscono un reale beneficio dall'assistenza offerta dal robot. Essa dipende anche dalle preoccupazioni che possono spesso rimanere tacite o non approfondite. Da questo studio sono emerse cinque **preoccupazioni** principali: difficoltà a recuperare oggetti, danno all'ambiente circostante, eccessiva dipendenza dal robot (gli anziani preferirebbero svolgere un compito da soli o comunque non dipendere troppo da un ente esterno), incertezza sulle capacità del robot (in quanto le loro percezioni sulle potenzialità della robotica possono essere limitate al punto da presumere che queste piattaforme non siano in grado di svolgere determinati compiti), esecuzione errata delle attività, limiti spaziali (dimensioni dell'abitazione troppo ridotte potrebbero rendere difficile lo spostamento del robot in ambiente domestico).

Il tema della **correlazione fra accettabilità e benefici ottenuti dall'assistenza robotica** è stato affrontato da Beer et al., (2012). Essi hanno effettuato una valutazione dei bisogni per comprendere le opinioni degli anziani sui robot assistivi. La ricerca è stata effettuata mediante questionari e interviste strutturate con 21 anziani indipendenti in casa, di età compresa fra i 65 e i 93 anni, provenienti dagli Stati Uniti. Dalle risposte dei partecipanti sono state estrapolate cinque categorie di benefici dell'assistenza robotica per i compiti domestici: **compensazione** (un robot potrebbe svolgere un'attività difficile o compiere un'azione che l'anziano non può più svolgere); **risparmio di tempo**; **esecuzione di compiti indesiderati** (il robot può svolgere attività che l'anziano non vuole fare, semplicemente perché non gli piace); **ridurre gli sforzi** (il robot può ridurre notevolmente il carico di lavoro e l'affaticamento nelle attività domestiche); **ottimizzazione** (il robot porta a termine i compiti con la massima efficienza). L'utilità dei robot assistivi per lo svolgimento **compiti fisici** (ad esempio, sollevamento di oggetti pesanti, lavori domestici) è emersa anche da studi condotti in Germania (Mast et al., 2012), mentre ricerche condotte in Nuova Zelanda (Broadbent et al., 2012) mostrano che anche le attività legate alla socializzazione sono considerate importanti dagli anziani.
Ezer et al., (2009) hanno confrontato le attitudini e l'accettabilità dei robot assistivi di utenti anziani e giovani. La ricerca ha coinvolto 117 utenti fra i 65 e gli 86 anni e 60 giovani fra i 18 e i 25 anni. Prima di somministrare il questionario è stato richiesto ai partecipanti di immaginare un robot per la loro abitazione e di descriverlo. Il questionario somministrato era diviso in quattro sezioni:

- **visione sui robot:** visioni generali sulla tecnologia, sui robot come partner sociali e sulla loro accettazione nei gruppi sociali; costrutti dell'utilità percepita (PU) e della facilità d'uso percepita (PEOU); costrutti dell'attitudine (ATT) e dell'accettabilità dei robot in casa;
- **attività con i robot**;
- **esperienza tecnologica** e con i robot;
- **dati demografici**.

Dai risultati emerge che tutti i partecipanti concepiscono i robot soprattutto come macchine utili e funzionali e meno come entità sociali o intelligenti. L'età non ha un'influenza determinante nell'accettazione ma l'esperienza pregressa con la tecnologia e i robot, invece,

determina le aspettative e l'atteggiamento positivo nei confronti della robotica. In generale, quindi, sia giovani che anziani sono disposti ad accettare i robot assistivi nelle proprie abitazioni, purché la loro presenza comporti un vantaggio e non siano troppo difficili da usare. Frennert et al., (2013) hanno utilizzato una metodologia mista per analizzare le preferenze degli anziani riguardo ai robot assistivi. La ricerca è stata effettuata nell'ambito del progetto europeo HOBBIT[24], finalizzato allo sviluppo di un robot sociale per l'assistenza agli anziani in casa sulla base del concetto di **mutua cura**, ovvero sulla costituzione di una relazione in cui entrambi gli attori (uomo e robot) si prendono cura l'uno dell'altro. Lo studio è stato condotto con 88 persone, in Svezia, attraverso i metodi del focus group, questionari, interviste e workshop. Dai risultati emerge che le aspettative e i preconcetti sui robot sono ambivalenti: infatti, emerge una tensione fra i potenziali benefici che un robot può avere per gli anziani (assistenza, supporto alla comunicazione, aiuto nello svolgimento di compiti che non sono in grado di compiere in autonomia, etc.) e gli atteggiamenti degli utenti, la loro resilienza o i problemi relazionali che si verificano contestualmente ai benefici sopra citati. Nello specifico, il questionario è stato somministrato a 36 adulti, di cui il 72% erano donne che vivevano autonomamente in casa e di cui il 64% usava quotidianamente un computer. Dalle risposte emerge un minor interesse per robot che offrono giochi o promemoria sull'igiene personale. Sebbene nessuno dei partecipanti ritiene un robot spaventoso, la maggior parte preferirebbe usarlo per motivi di sicurezza o come aiuto in caso di emergenza. Il 70% desidera un robot che possa **muoversi autonomamente in casa** ma molti preferiscono un robot passivo, che faccia solo ciò che gli viene richiesto. L'interazione preferita è quella vocale. Oltre la metà degli intervistati vorrebbe che il robot li aiutasse a **rimanere in contatto** con la propria famiglia mentre non lo preferiscono per la compagnia. Ciò suggerisce la presenza di uno stigma associato all'avere un robot come amico (in quanto farebbe sembrare gli anziani soli e fragili) e, soprattutto, la preoccupazione implicita di dipendere da una macchina. Il 78% valuta il robot per le **funzionalità** piuttosto che per l'aspetto mentre l'88% vorrebbe un robot neutro, senza genere o nome. La metodologia mista ha consentito di analizzare opinioni tacite e latenti: all'inizio dell'interazione, gli anziani erano negativi verso l'idea di robot ma dopo poco tempo, avendo scoperto di più sui robot e sulle loro potenzialità, le opinioni sono diventate positive. Tuttavia i robot sono stati considerati "buoni per gli altri anziani ma non per me": ciò è probabilmente dovuto al rifiuto di accettare le conseguenze fisiche e cognitive dell'invecchiamento.

### *10.5.3 Preferenze e accettazione dell'aspetto morfologico/comportamentale: la correlazione con i fattori socio-culturali*

Dallo studio di Zhan et al., (2016) era stato evidenziato che gli utenti di sesso maschile hanno maggiori probabilità di accettare i robot rispetto alle donne ma che, oltre i 50 anni, i robot-animali non sono molto apprezzati. Mentre Haring et al., (2014) hanno sviluppato un questionario per confrontare la cultura europea con quella giapponese riguardo alle emozioni per i robot. È emerso che, sebbene i giapponesi siano più esposti ai robot attraverso i media, hanno meno esperienza dirette rispetto agli europei. Inoltre, i giapponesi hanno atteggiamenti più positivi nei confronti dei robot ma accettano maggiormente quelli **simili alle macchine**, in quanto sono più preoccupati delle implicazioni che un'ampia diffusione dei robot può avere nella società. Gli europei, invece, apprezzano maggiormente i robot

24 www.hobbit-project.eu Accessed June 2020.

**antropomorfi**.
Sempre per quanto riguarda l'aspetto, Prakash & Rogers, (2015) hanno sottolineato come la **differenza di età** possa influenzare le preferenze estetiche: hanno mostrato immagini di quattro robot umanoidi (Pearl Nursebot, Nexi MDS, NAO e Kobian) a 32 giovani (dai 18 ai 23 anni) e 32 anziani (dai 65 ai 75 anni). Dal sondaggio emerge che, per un robot sociale e assistivo, gli anziani preferiscono un aspetto totalmente umano (il 56% degli intervistati) o totalmente robotico (il 37% degli intervistati) mentre i più giovani preferiscono caratteristiche formali miste per i robot. Ciò è probabilmente dovuto al fatto che gli anziani considerano le apparenze miste meno familiari e preferiscono interagire con prodotti simili a persone (umanoidi) o oggetti (aspetto meccanico). Tuttavia, un'elevata somiglianza dei robot agli esseri umani può causare confusione, soprattutto per gli anziani affetti da deficit cognitivo (Smarr et al., 2014), o incorrere nella ***uncanny valley*** (Mori, 1997).
Relativamente al tema dell'aspetto dei robot per anziani in casa, Jia, (2017) ha identificato le caratteristiche principali che tali dispositivi dovrebbero avere per essere accettati:

- **piccole dimensioni:** come già emerso da ricerche descritte precedentemente (Wu et al., 2012), le dimensioni piccole rendono il robot più facile da controllare e, quindi, fanno sì che venga percepito come **più sicuro**, riducendo l'ansia o le attitudini negative degli utenti;
- **forma familiare:** gli anziani preferiscono forme del robot simili a quelle di oggetti già presenti nell'ambiente domestico (Prakash & Rogers, 2015). Anche se creatività e innovazione sono elementi apprezzati nella progettazione di robot assistivi, le caratteristiche formali non dovrebbero mai essere troppo *nuove* o risultare **eccessivamente aliene** agli utenti più anziani;
- **funzioni facciali:** la ricerca di (DiSalvo et al., 2002) sui robot umanoidi mostra che il 62% della variazione nella percezione dei robot umanoidi è dovuta alla presenza di caratteristiche facciali e, soprattutto, naso, palpebre e bocca, considerati come gli elementi che più determinano la somiglianza all'uomo.

In generale, l'aspetto dovrebbe andare di pari passo con la funzione e, quindi, suggerire il compito o le attività per cui il robot è stato progettato. Inoltre, l'**influenza sociale** è un ulteriore fattore chiave per l'accettazione dei robot assistivi: l'esposizione ai media ha influenzato le aspettative nei confronti dei robot anche di coloro che non ne hanno mai avuto esperienza diretta (Ezer, 2008) e ciò può avere ripercussioni qualora il divario fra aspettative mediatiche e esperienza realistica sia eccessivamente ampio.
Per quanto riguarda le azioni principali che gli anziani vorrebbero effettuare con un robot assistivo in ambiente domestico, Alves-Oliveira et al., (2015) hanno intervistato alcuni anziani, scoprendo che, oltre alle attività quotidiane di base (pulizia personale, vestirsi, usare il bagno), alle **attività più funzionali** (gestione del denaro, shopping, faccende e pulizia domestica) o finalizzate al miglioramento della vita quotidiana (apprendimento di nuove competenze, hobby) gli utenti desideravano anche **attività sociali**: "*Sarebbe necessario un robot per comunicare con il mondo esterno al fine di soddisfare un'attività di base (ad esempio, 'il robot potrebbe andare a comprare generi alimentari'), migliorare la vita quotidiana (ad esempio, leggendo storie) ma anche per superare l'isolamento sociale 'giocando' o 'accompagnando al cinema'*" (Alves-Oliveira et al., 2015, p. 19).
Lee & Riek, (2018) hanno usato le immagini di diversi robot assistivi (Care-O-Bot, Ri-Man) e non assistivi (Jibo, AUR, Relay, MiP) per testare un nuovo approccio di ricerca in ambito HRI incentrato sull'uomo e finalizzato ad indagare come gli anziani percepiscono l'invecchiamento e i robot assistivi. La sperimentazione è stata effettuata negli Stati Uniti con anziani (fra i 62 e gli 85 anni di cui 5 donne e 4 uomini) e con ricercatori nel campo della

geriatria. I partecipanti vivono soli o in compagnia del partner; 4 affermano di sperimentare lievi deficit cognitivi ma tutti sono in piene facoltà mentali. I metodi usati sono l'intervista e le mappe collaborative. Ai partecipanti sono state mostrate figure di diversi robot sociali e assistivi (fra cui Jibo), per poi verificare quali corrispondessero maggiormente al loro concetto di invecchiamento. L'analisi dei dati ha seguito il principio della Grounded Theory (Charmaz, 2014), per cui invece di partire da ipotesi predefinite i ricercatori hanno scoperto i temi principali dall'analisi delle interviste. Dai risultati relativi al **concetto di invecchiamento** emerge l'importanza della resilienza nei confronti di eventuali perdite fisiche o cognitive, ovvero la capacità di adattarsi ai cambiamenti. Un altro tema emerso è quello dell'**autonomia**, considerata soprattutto in relazione alla possibilità di scegliere l'ambiente in cui vivere. Dall'analisi dei risultati dell'osservazione dei robot esistenti, fra cui Jibo, è emersa l'importanza di una **tecnologia personalizzabile**, che si adatti alle necessità molto specifiche di ogni singolo utente. A tal proposito, il concetto di robot modulare, con componenti personalizzabili in base alla situazione, è stato accettato unanimemente. Altri fattori determinanti per la scelta di un robot assistivo solo l'**assenza di stigmatizzazione** e la possibilità di un **aspetto accattivante**. I robot destinati all'intrattenimento o comunque non progettati per scopi prettamente assistenziali (come MiP o Jibo) sono stati percepiti come giocattoli e gli anziani non ritenevano di poter essere destinatari di tale tecnologia. Tuttavia, essi hanno preferito robot utilizzabili da chiunque, come Roomba, a quelli progettati per gli anziani. Circa la metà dei partecipanti ha espresso la preoccupazione di essere costantemente monitorati da un robot, rifiutando l'idea di sensori o telecamere di sorveglianza: è essenziale **avere il pieno controllo del robot**. Per quanto riguarda la **conversazione** con i robot è emerso che gli anziani accettano di essere ascoltati da un dispositivo ma quest'ultimo non dovrebbe essere troppo *intelligente* ma trasmettere **emozioni positive** e incoraggianti. Inoltre, un eccessivo **attaccamento emotivo** viene percepito come un pericolo: la vista di Jibo, robot proattivo e sociale, spaventa i partecipanti che esprimono le loro preoccupazioni riguardo all'intensità dell'interazione con il robot. È importante che gli esseri umani non si affezionino ma abbiano sempre in mente che si tratta di *un pezzo di tecnologia* che non prova sentimenti. I robot assistivi, poi, dovrebbero supportare le abilità esistenti delle persone, aiutandoli anche a mantenere le relazioni con gli altri. L'idea di un robot collegato ad altri sensori e, quindi, in grado di gestire ed elaborare dati per il monitoraggio di eventuali cambiamenti o dello stato di salute è molto apprezzato. Tuttavia per questa funzione i dispositivi indossabili sono preferiti ai robot per la paura di incorrere in problemi di privacy o di essere osservati dal robot.

Lo studio rappresenta un ottimo esempio di approccio Human-Centred per l'indagine qualitativa sulle preferenze degli anziani in relazione ai robot assistivi: l'importanza della ricerca sta nell'approccio volto a considerare l'interazione uomo-robot e la concezione e le attitudini nei confronti dell'invecchiamento come due temi strettamente interdipendenti e non come compartimenti stagni. Lo studio presentato offre un'ottima base per studi e ricerche future, da applicare nella ricerca robotica per una progettazione centrata sull'utente.

## RESEARCH ANSWERS - SEZIONE 2

**Research Answer RQ.1**

**RQ.1: IIn che modo le tecnologie assistive (nello specifico, robot e dispositivi indossabili) possono essere un valido supporto per l'*ageing in place* e nel percorso di cura a domicilio e in RSA/RSD? Quali requisiti devono avere per soddisfare le esigenze e necessità degli utenti di riferimento negli specifici contesti d'uso?**

La prima fase della ricerca dottorale, ovvero quella *deduttiva*, ha previsto la definizione del problema scientifico, la ricerca scientifica nell'ambito del background di riferimento e la raccolta di informazioni volte ad approfondire e rafforzare le conoscenze trasversali utili ad identificare i concetti chiave del tema affrontato. L'analisi del background scientifico ha consentito, poi, la definizione delle successive domande e degli obiettivi di ricerca e la formulazione delle ipotesi di ricerca, derivate dall'indagine teorica e valutate/validate attraverso la fase di ricerca sperimentale e progettuale. Questa prima fase ha consentito di: individuare lo stato dell'arte della ricerca e progettazione di robot interattivi, sociali e assistivi, con particolare attenzione a quelli destinati all'assistenza e all'interazione con persone anziane e/o fragili; mettere a fuoco il ruolo del design per il raggiungimento dell'obiettivo generale della ricerca e per la progettazione di robot sociali e assistivi accettabili che garantiscano il benessere psico-fisico e la qualità della vita delle persone e contribuiscano al supporto del lavoro dei caregiver. A partire dall'inquadramento del problema scientifico dell'invecchiamento demografico e della diffusione crescente di tecnologie indossabili e robotiche per l'assistenza e il supporto al benessere e all'indipendenza di persone anziane e fragili, la ricerca si interroga sul ruolo, sui contributi e le sfide del design in ambito robotico.

**Research Answer RQ.2**

**RQ.2: Qual è il contributo del design in relazione alle questioni etiche nel campo della robotica sociale e assistiva?**

La ricerca condotta in relazione alla RQ.2 ha avuto lo scopo di indagare le potenzialità dei robot in generale e, nello specifico, dei robot sociali e assistivi: essi avranno una diffusione crescente e rivestiranno ruoli molteplici sia nell'ambito della ricerca, che in quello professionale o privato. Tuttavia, come asserito da molti studiosi fra cui Norman, (2004), Christaller et al., (2006), Salvini et al., (2010) i valori e le credenze etiche della società si riflettono all'interno delle tecnologie che, a loro volta, li trasmettono alle persone. A partire dalla ricerca scientifica è messo in evidenza il ruolo chiave dei designer, dell'efficacia dei loro approcci e metodologie progettuali per lo sviluppo di tecnologie assistive realmente centrate sull'uomo, che siano costruite prima con rispetto dei diritti umani fondamentali per poi adattarsi in maniera flessibile, in base alle diverse situazioni, ai valori, alle credenze, alle aspettative e ai desideri dei singoli utenti, supportando la loro indipendenza e assistendoli nel miglioramento del benessere e della qualità di vita. In quest'ottica, è evidenziato il contributo fondamentale degli approcci scientifici e metodologici dello Human-Centred Design e dell'Ergonomia per il Design.

**Research Answer RQ.3**

**RQ.3:In quali termini l'approccio HCD e dell'Ergonomia per il Design possono contribuire alla progettazione dell'accettabilità in ambito robotico?**

La ricerca condotta in relazione alla RQ.3 mette in relazione il ruolo del design (nello specifico dello HCD, UX e Interaction Design) e le dimensioni dell'accettabilità in ambito robotico. L'efficacia dei robot assistivi dipende molto dalla loro accettazione

da parte dell'anziano (Turchetti et al., 2011) ma un terzo delle tecnologie assistive viene solitamente abbandonato dopo un anno di utilizzo (Gurley & Norcio, 2009): ciò rende evidente l'importanza di progettare in funzione dell'accettabilità dei robot, che devono coesistere con gli esseri umani in svariati contesti. Dunque, la ricerca evidenzia che per i designer è fondamentale conoscere tutti quei fattori che determinano l'accettazione dei robot assistivi e che sono necessariamente diversi da quelli che determinano l'uso a lungo termine di computer, smartphone o altre tecnologie. Come afferma Beer et al., (2011, p. 11) "*i progettisti dovrebbero essere consapevoli delle dimensioni dell'accettabilità da parte degli utenti*". Inoltre, riguardo all'accettabilità e ai fattori che possono più o meno influenzarla, è emersa un'ulteriore questione: la necessità di un coinvolgimento maggiore degli utenti durante le fasi di sviluppo dei robot assistivi e la conoscenza approfondita di tutte quelle necessità, credenze, aspettative e desideri che spesso restano taciti o sottintesi. È necessaria, quindi, l'applicazione dell'approccio metodologico dello Human-Centred Design, al fine di progettare robot assistivi sulla base dei reali bisogni degli utenti primari (gli anziani, i diretti utilizzatori dei prodotti) ma anche degli utenti secondari (i caregiver, i familiari, gli amici e tutta quella rete di persone che orbita intorno alla cura e al benessere dell'individuo). Il coinvolgimento dell'utente durante le fasi preliminari della progettazione facilita l'empatia del progettista che, attraverso svariati metodi (interviste, focus group, etnografia, osservazione, etc.) può indagare ed esplorare le emozioni, le paure e tutti quei fattori astratti e qualitativi che non sono acquisibili solo attraverso metodi quantitativi e dati statistici. Un'appropriata conoscenza dell'utente, del contesto in cui si svolge l'interazione e delle attività da eseguire, potrebbe favorire l'accettazione ed incrementare l'attitudine e l'intenzione all'uso dei robot assistivi da parte delle persone e, nel caso specifico discusso in questa sede, degli anziani. Tuttavia, tale processo sarebbe ancora più efficace se il progettista avesse una conoscenza generale dei fattori, dei costrutti e delle variabili dell'accettazione dal punto di vista della Human-Robot Interaction.

**Research Answer RQ.4**

**RQ.4: Quali sono i fondamenti teorici e operativi per la HRI, come sono applicati nell'ambito delle sperimentazioni scientifiche e in che termini il design può offrire il proprio contributo?**

L'ambito della HRI rappresenta per i designer un'importante opportunità per migliorare l'interazione fra persone e nuove tecnologie assistive e sociali, identificando possibili soluzioni innovative per supportare l'autonomia e il benessere delle persone e verificando operativamente il proprio ruolo in questo innovativo panorama progettuale. In tal senso il contributo del design riguarda non solo la progettazione, soprattutto dal punto di vista dell'approccio metodologico, ma anche la ricerca attraverso il design e il ruolo chiave del designer non solo come progettista e professionista in grado di identificare le esigenze delle persone e tradurle in soluzioni tangibili ma anche come responsabile, dal punto di vista etico e sociale, dell'uso e della diffusione di tecnologie progettate come supporto e non come sostituzione del lavoro dell'uomo. La ricerca ha consentito di analizzare le architetture e i protocolli di applicazione dei principali metodi di valutazione della HRI ma, soprattutto, di indagarne le strategie applicative in diversi casi studio, ovvero in sperimentazioni condotte con utenti e con diverse tipologie di robot assistivi e sociali. Le informazioni acquisite da tale revisione dei casi studio saranno poi analizzate, sistematizzate e rielaborate come base scientifica delle successive sezioni (ricerca sperimentale e progettuale).

# SEZIONE 3.
# LA RICERCA SPERIMENTALE

## RESEARCH QUESTIONS - SEZIONE 3

**RQ.1: La progettazione dell'accettabilità dei robot si basa su fattori diversi per le aree dello HCD e della HRI. Qual è il livello di conoscenza dei metodi di indagine e valutazione dell'accettabilità propri della HRI? Sarebbe utile, per i designer, conoscere le dimensioni dell'accettabilità in robotica e i relativi protocolli di applicazione, per tradurre tali dimensioni in elementi tangibili ai fini progettuali?**

**Attività RQ.1**

Per rispondere alla RQ.1 è stato somministrato un questionario (Indagine 2 - capitolo 12) sia a designer che hanno già esperienza di progettazione di robot che a coloro che non ne hanno. L'indagine mira alla raccolta di dati quantitativi circa il rapporto fra design e robotica, fornendo un quadro generale dei principali metodi dello Human-Centred Design (HCD) in relazione al livello di esperienza nella progettazione robotica e della conoscenza dei metodi di valutazione della Human-Robot Interaction (HRI). Il questionario è finalizzato alla raccolta di dati anagrafici e informazioni sulle metodologie progettuali. Inoltre, mette in relazione l'età, la conoscenza dell'approccio dello Human-Centred Design con il livello di esperienza nella progettazione di un robot. L'esperienza progettuale in ambito robotico, oltre a determinare (come per gli utenti diretti di tali tecnologie) le attitudini, le credenze e gli atteggiamenti verso i robot (Ezer et al., 2009), può influenzare le future direzioni di tali tecnologie (Huang & Liu, 2019). Per un designer è fondamentale conoscere sia le opinioni dei colleghi che quelle degli utenti finali è importante per strutturare una fase di analisi e ricerca preliminare approfondita e identificare i nodi cruciali del brief di progetto. La conoscenza e l'utilizzo di metodi relativi all'approccio HCD rappresenta un ulteriore vantaggio per l'analisi delle attività, degli utenti e del contesto e può sicuramente influenzare il punto di vista del designer sull'interazione uomo-robot. L'indagine, poi, mira ad analizzare la tipologia di robot progettato e l'eventuale applicazione di metodi di analisi dell'utente o del contesto secondo l'approccio HCD. Inoltre, mira ad indagare la volontà dei designer di applicare metodi di ricerca preliminare sull'utente, sulle attività e sul contesto già usati dai professionisti o da applicare per un'eventuale progettazione di un robot. Infine, l'indagine affronta il tema dell'accettabilità in ambito robotico e del rapporto fra design e Human-Robot Interaction.

**RQ.2: Gli approcci dello HCD prevedono l'uso di metodi di ricerca sull'utente e valutazione iterativa del progetto sia qualitativi che quantitativi, mentre in ambito HRI prevale la tendenza all'uso di metodi di valutazione quantitativa. Una maggiore integrazione di metodi qualitativi e quantitativi in ambito robotico, per individuare le esigenze degli utenti (spesso tacite o non acquisibili tramite approcci meramente quantitativi) e per analizzare la loro esperienza globale con i robot, può migliorarne l'efficacia e la qualità dell'interazione?**

**Attività RQ.2**

L'analisi dell'esperienza progettuale di un robot sociale e assistivo per anziani effettuata nell'ambito del progetto CloudIA è stata fondamentale per rispondere alla RQ.2 ed ha contribuito, inoltre, a generare ulteriori domande di ricerca più specifiche, descritte nel capitolo 11. Queste domande hanno guidato il processo di ricerca e progettazione nell'ambito del programma CloudIA e hanno contribuito alla verifica o alla discussione e riformulazione delle principali ipotesi e domande di ricerca su cui si basa la ricerca dottorale. Dal punto di vista del design nell'ambito nel progetto di ricerca CloudIA, la sfida principale ha riguardato l'applicazione dell'approccio scientifico e metodologico dello Human-Centred Design al fine di progettare un sistema di robot e dispositivi indossabili sulla base delle reali esigenze e aspettative degli utenti primari (anziani e utenti fragili) e secondari (caregiver formali e informali). Nello specifico, l'approfondita ricerca preliminare sugli utenti e

sugli stakeholder ha costituito il punto di partenza per la progettazione di tecnologie accettabili da parte dei fruitori. La fase di progettazione e di valutazione sperimentale successiva sono state incentrate proprio sull'individuazione dei fattori che concorrono a determinare l'*acceptance* delle tecnologie robotiche e indossabili da parte degli utenti di riferimento, in relazione agli specifici contesti di intervento e alla valutazione della stessa attraverso lo sviluppo di metodologie standard e *ad hoc*. La sperimentazione ha riguardato anche la valutazione della User Experience e della qualità dell'interazione globale uomo-robot. L'analisi *a posteriori* del processo metodologico applicato dagli Organismi di Ricerca nell'ambito del progetto CloudIA ha contribuito all'identificazione di una serie di *lesson learned* estrapolate dall'esperienza relativa al processo di progettazione del sistema di robot e dispositivi indossabili in cloud e di successiva sperimentazione dei prototipi.

**RQ.3: La cooperazione multidisciplinare fra diverse figure professionali (nello specifico designer e ingegneri/robotici) per lo sviluppo di un progetto in ambito robotico avviene spesso su base empirica, in quanto manca un *framework* scientifico standardizzato, scalabile e personalizzabile in base al progetto. Può sussistere una correlazione strutturata fra l'approccio e i metodi propri dello Human-Centred Design e l'approccio e i metodi di valutazione propri della Human-Robot Interaction?**
**Attività RQ.3**
Per rispondere alla RQ.3 è stato analizzato il processo di cooperazione multidisciplinare e di sinergia fra gli approcci propri dello HCD e della HRI. In relazione al progetto di ricerca CloudIA, infatti, la fase relativa alla raccolta ed elaborazione dei dati rilevati dagli esperimenti con utenti ha consentito di mettere in luce l'apporto fondamentale dell'approccio multidisciplinare anche nel caso di protocolli e sperimentazioni in ambiente reale. Inoltre, ciò che emerso da tale fase è la totale e netta differenza dei metodi di valutazione HCD e HRI: la vicendevole scarsa conoscenza dei metodi di analisi e di valutazione, sebbene possa apparire naturale fra diversi ambiti disciplinari, può rappresentare un fattore critico, che delega la strutturazione di un processo di ricerca all'esperienza e alle capacità dei singoli gruppi di lavoro. Tale constatazione avvalora la sussistenza della RQ.3 e dell'ipotesi di ricerca 2.

**RQ.4: Nell'ottica di una cooperazione multidisciplinare fra designer e ingegneri/robotici, sarebbe possibile offrire ai designer un metodo scientifico di traduzione delle variabili dell'accettazione in concetti come qualità morfologiche, comportamentali o di interazione, utili ai fini progettuali?**
**Attività RQ.4**
Per rispondere alla RQ.4 è stato somministrato un questionario (Indagine 1 - capitolo 12) destinato sia ad utenti che già utilizzano un robot in ambiente domestico o lavorativo, sia a coloro che rappresentano potenziali destinatari di tali tecnologie. Il questionario mira alla raccolta di dati quantitativi e qualitativi circa il rapporto fra persone e robot, fornendo un quadro generale delle credenze, attitudini, preferenze e utilizzo di tali dispositivi da parte di utenti appartenenti a diverse fasce di età e con diversi livelli di esperienza tecnologica. L'indagine si focalizza, inoltre, sulle sensazioni e sulle emozioni che i robot suscitano nelle persone e sulle caratteristiche prioritarie per gli utenti (formali, funzionali, qualitativi, etc.). Esso affronta anche il tema del contesto d'uso e dei potenziali utenti di riferimento: sono stati presi in considerazione sia gli utenti primari (anziani) sia gli eventuali caregiver, in quanto anche le loro necessità determinano l'efficacia dei robot assistivi e possono offrire direttive progettuali interessanti (Cesta et al., 2016; Sabelli et al., 2011). Infine, il questionario analizza le possibili attività e preferenze di interazione e mira ad indagare quei valori, giudizi, preferenze e credenze nei confronti dei robot asisstivi, al fine di prevedere le possibili future direzioni della robotica ma anche il modo in cui gli individui si descrivono in relazione ad essi.

**Parole chiave**

Robotica in Cloud
Smart Garments
HCD in robotica
Protocolli sperimentali
Lesson learned

# Capitolo 11
# Caso studio: E/HF e HCD per il progetto di ricerca CloudIA

**11.1 Approccio metodologico: HCD e E/HF per il progetto di ricerca CloudIA**
- 11.1.1 Desiderata
- 11.1.2 Questionario: i fattori morfologici per l'accettabilità
- 11.1.3 Scenari di intervento e definizione delle soluzioni progettuali

**11.2 La progettazione del sistema CloudIA**
- 11.2.1 Il nuovo Robot CloudIA
- 11.2.2 I dispositivi indossabili
- 11.2.3 L'interfaccia grafica

**11.3 Valutare l'accettabilità: la sperimentazione del sistema CloudIA**

**11.4 Sperimentazione del robot commerciale Double: metodologia e risultati**

**11.5 *Lesson learned*: analisi del processo metodologico e implicazioni per la ricerca dottorale**

# CAPITOLO 11
# Caso studio: E/HF e HCD per il progetto di ricerca CloudIA

Il programma di ricerca CloudIA (acronimo di *Sviluppo e Sperimentazione di servizi Robotici e sociali in cloud per il supporto di persone fragili e non autosufficienti in strutture residenziali*) è un progetto co-finanziato nell'ambito del programma *POR FESR Toscana 2014-2020*, per lo sviluppo e la sperimentazione di **dispositivi indossabili** e **un robot in *cloud*** per il **supporto di persone fragili e non autosufficienti** all'interno di RSA e a domicilio. Il programma di ricerca coinvolge un partenariato composto da cinque cooperative sociali[1] del territorio toscano e due organismi di ricerca: il Laboratorio di Ergonomia e Design del Dipartimento di Architettura dell'Università di Firenze e il Dipartimento di Biorobotica della Scuola Universitaria Superiore S. Anna di Pisa (Figura 1). L'obiettivo del progetto è di sviluppare, integrare e testare soluzioni innovative in *cloud*, che includono un robot, due dispositivi indossabili e un sistema di sensori, finalizzati a **migliorare la qualità della vita** e l'**indipendenza delle persone anziane** e supportare l'attività dei relativi *caregivers* in tre diversi contesti: Residenza Sanitaria Assistenziale (RSA), Residenza Sanitario-Assistenziale per persone con Disabilità (RSD) e assistenza domiciliare. Il sistema di prodotto-servizio, ha lo scopo di supportare gli operatori socio-sanitari nell'erogazione dei principali servizi, quali: somministrazione di terapie, attività riabilitative sia cognitive che fisiche, attività ludico/ricreative, monitoraggio dello stato di salute, deambulazione all'interno delle residenze.
Per raggiungere gli obiettivi del progetto, la ricerca si è focalizzata sulle tecnologie robotiche, sui dispositivi indossabili e sui sensori *cloud* integrati nell'ambiente che potessero agevolare le procedure di **monitoraggio dello stato di salute** degli anziani, di **gestione dei farmaci** e di controllo delle **condizioni ambientali** da parte degli operatori sanitari e sociali. Infatti, le recenti tendenze della ricerca mondiale sugli ambienti intelligenti per Ambient Assisted Living (AAL) prevedono la possibilità di integrare le reti di sensori wireless, robot e tecnologie indossabili. Questa tendenza ha posto le basi per il paradigma della **robotica in rete**, che consente ai robot di effettuare servizi di assistenza più complessi, come il trasporto e la manipolazione di oggetti e i servizi di localizzazione, senza la necessità di avere elevate capacità di calcolo o tecnologie costose (Guizzo, 2001). Lo scopo dell'applicazione di tecnologie robotiche in sistemi di AAL è di soddisfare le esigenze fisiche e/o

1 Le cooperative sociali coinvolte nel progetto di ricerca sono: Uscita dii Sicurezza (con sede a Grosseto), Gli Altri (con sede a Pistoia), ARCA (con sede a Firenze), Pane&Rose (con sede a Prato), C.RE.A. (con sede a Viareggio).

psicologiche degli anziani o delle persone fragili. È stato dimostrato, infatti, che le abilità cognitive, sociali e fisiche dell'individuo possono migliorare se l'ambiente in cui vive stimola il suo interesse, da spazio all'espressione di sé e non nega le potenzialità della persona, sia dal punto di vista cognitivo che sociale (Khosla et al., 2013a; Tamura et al., 2004). La presenza di un robot in ambito domestico o di RSA rappresenta un elemento motivante per gli anziani, che può supportarne la socializzazione, il training fisico o cognitivo, le attività quotidiane, favorendo quindi i processi sociali e affettivi. L'obiettivo del design nell'ambito del progetto di ricerca CloudIA si è basato sull'applicazione dell'approccio scientifico e metodologico dello Human-Centred Design al fine di progettare un sistema di robot e dispositivi indossabili sulla base delle **reali esigenze e aspettative degli utenti primari** (anziani e utenti fragili) **e secondari** (caregiver formali e informali). Nello specifico, l'approfondita ricerca preliminare sugli utenti e gli stakeholder ha costituito il punto di partenza per la progettazione di tecnologie accettabili da parte dei fruitori. Le fasi di progettazione e di valutazione sperimentale sono state incentrate proprio sull'individuazione dei fattori che concorrono a determinare l'*acceptance* delle tecnologie robotiche e indossabili da parte degli utenti di riferimento, in relazione agli specifici contesti di intervento e alla valutazione della stessa attraverso lo sviluppo di metodologie standard e *ad hoc*. La sperimentazione ha riguardato anche la valutazione della User Experience e della qualità dell'interazione globale uomo-robot. La UX è stata progettata a partire da una serie di domande di ricerca, emerse nel corso della fase di indagine preliminare sugli utenti:

- L'approccio dello Human-Centred Design e dell'Ergonomia per il Design possono essere quegli elementi in grado di *progettare l'accettabilità* del robot e dei wearable da parte degli anziani?
- In che modo il robot e i dispositivi indossabili possono essere un valido aiuto nel percorso di cura a domicilio e in RSA/RSD? Quale funzione possono svolgere e quale aspetto morfologico devono avere per soddisfare le esigenze e necessità degli utenti di riferimento negli specifici contesti d'uso?
- In che modo i fattori estetici, comportamentali e funzionali del robot e dei dispositivi indossabili possono influire sulla loro efficacia e sull'accettabilità da parte degli anziani e degli operatori sanitari e sociali?

Queste domande, non esaustive e riportate a mero titolo esemplificativo fra le molteplici che hanno guidato il processo di ricerca e progettazione nell'ambito del programma CloudIA, hanno contribuito alla verifica o alla discussione e riformulazione delle principali ipotesi e domande di ricerca su cui si basa la ricerca dottorale. Alcune di queste sono:

- Qual è il **ruolo dei designer** (dal punto di vista etico, sociale, culturale e professionale) nella progettazione di robot assistivi?
- In quali termini l'**approccio HCD** e dell'Ergonomia per il Design possono contribuire alla progettazione dell'accettabilità dei robot assistivi?
- Qual è il contributo del design in relazione alle **questioni etiche** nel campo della robotica sociale e assistiva?
- Può sussistere una correlazione strutturata fra l'approccio e i metodi propri dello Human-Centred Design i metodi di valutazione propri della Human-Robot Interaction?
- In quali termini la conoscenza dei **parametri di valutazione dell'accettabilità** delle tecnologie robotiche e indossabili e dell'interazione con l'utente finale può supportare la definizione più chiara ed efficace del brief progettuale e aiutare a determinare la direzione o le caratteristiche necessarie del progetto?

Le domande e le argomentazioni volte a fornire risposta a tali quesiti, insieme alle ***lesson learned*** (di cui si tratterà nella sezione finale di questo capitolo) estrapolate dall'esperienza

# progetto CloudIA

**Sviluppo e sperimentazione di servizi Robotici e sociali in Cloud per il supporto di persone fragili e non autosufficienti in strutture residenziali.**

**Periodo:** 2018 - 2021
**Bando:** POR CREO 2014/2020, in data 07/06/2017 con BURT n. 23 pubblicato con D.D. n. 7165 del 24/5/2017, di indizione del Bando 1 "Progetti strategici di ricerca e sviluppo" del PROGRAMMA OPERATIVO REGIONALE FESR 2014 – 2020 della Regione Toscana;

**UNIFI - Dipartimento di Architettura (DIDA)**
Responsabile scientifico: Francesca Tosi
Gruppo di lavoro: Laura Giraldi, Elisabetta Benelli, Alessandra Rinaldi, Mattia Pistolesi, Claudia Becchimanzi, Jacopo F. Montalto

**Partnership:**
Istituto di BioRobotica, Scuola Superiore Sant'Anna
Responsabile scientifico: Filippo Cavallo
Gruppo di lavoro: Laura Fiorini, Alessandra Sorrentino, Erika Rovini, Gianmaria Mancioppi, Lorenzo Radi

**Cooperative partner:**
Uscita di Sicurezza
ARCA cooperativa sociale
C.RE.A cooperativa sociale
Pane&Rose
Gli Altri cooperativa sociale

**In collaborazione con:** dID – Distretto tecnologico degli Interni & Deisgn

Il programma di ricerca CloudIA è stato co-finanziato nell'ambito del programma POR FESR Toscana 2014-2020, per lo sviluppo e la sperimentazione di dispositivi indossabili e un robot in cloud per il supporto di persone fragili e non autosufficienti all'interno di RSA e a domicilio. Il progetto prevede l'integrazione di tecnologie commerciali, soluzioni per AAL e robotica in Cloud per lo sviluppo di un sistema prodotti/servizi con lo scopo di migliorare la qualità della vita e del lavoro in RSA, RSD e in assistenza domiciliare. L'obiettivo del progetto è di sviluppare, integrare e testare soluzioni innovative in cloud, che includono un robot, due dispositivi indossabili e un sistema di sensori, finalizzati a migliorare la qualità della vita e l'indipendenza delle persone anziane e supportare l'attività dei relativi caregivers in tre diversi contesti: Residenza Sanitaria Assistenziale (RSA), Residenza Sanitario-Assistenziale per persone con Disabilità (RSD) e assistenza domiciliare. Il sistema di prodotto-servizio, ha lo scopo di supportare gli operatori socio-sanitari nell'erogazione dei principali servizi, quali: somministrazione di terapie, attività riabilitative sia cognitive che fisiche, attività ludico/ricreative, monitoraggio dello stato di salute, deambulazione all'interno delle residenze.

Figura 1 - Partenariato e obiettivo generale del programma di ricerca CloudIA.

relativa al processo di progettazione del sistema di robot e dispositivi indossabili in *cloud* e di successiva sperimentazione dei prototipi, hanno condotto alla formulazione e rielaborazione delle ipotesi di ricerca dottorale (capitolo 14).

## 11.1 Approccio metodologico: HCD e E/HF per il progetto di ricerca CloudIA

Il processo di ricerca e di progettazione del progetto CloudIA si basa sull'approccio metodologico proprio dello Human-Centred Design e dell'Ergonomia per il Design, in quanto approccio finalizzato allo **sviluppo di sistemi interattivi** e alla **valutazione dell'esperienza** e dell'interazione degli utenti con prodotti, sistemi, ambienti o servizi. L'approccio HCD prevede un processo progettuale iterativo, in cui ogni aspetto dell'interazione deve essere considerato in quanto elemento costituente del sistema in cui è inserito e la cui conoscenza e valutazione sono condizioni essenziali di intervento progettuale.
Attraverso le metodologie dello HCD e dell'Ergonomia per il Design è possibile indagare e analizzare le esigenze, i bisogni e le aspettative degli utenti, esplorando anche quelle necessità che spesso restano tacite e/o sottintese. Le indagini svolte nell'ambito del progetto CloudIA sono mirate a raccogliere e valutare le esigenze degli utenti primari e secondari (operatori sanitari e/o familiari), al fine di definire le al fine di definire le linee guida per la progettazione, lo sviluppo e la validazione del sistema prodotto-servizio in *cloud*.
Nello specifico, i metodi di valutazione e progettazione applicati sono:

- **task analysis (TA):** è stata utile per capire le azioni compiute da ogni attore coinvolto nel percorso (anziano) e nel processo di cura (caregiver formale e/o informale, e operatore sanitario o sociale);
- **osservazione diretta, interviste e sessioni di brainstorming:** sono state utili per definire l'interazione fra utente/sistema robot-wearable all'interno di specifici contesti di utilizzo e per identificare le maggiori aree di criticità su cui intervenire;
- **questionari:** la somministrazione di questionari mira alla valutazione dell'accettabilità, ovvero di quegli aspetti morfologici e formali, generali e specifici, che generano elementi come piacevolezza, fiducia, facilità d'uso così da definire le linee guida per lo sviluppo e la progettazione del robot;
- **scenari:** finalizzati a definire le soluzioni progettuali più idonee a rispondere alle esigenze e alle aspettative individuate durante la fase di valutazione, nei contesti d'uso specifici.

### *11.1.1 Desiderata*

Sulla base dei risultati della prima fase di analisi, che include task analysis, osservazione diretta, interviste e brainstorming, è stato redatto il documento dei *desiderata*.
In base ai ***desiderata*** e ai risultati delle riunioni con le cooperative, le soluzioni ipotizzate nella prima fase sono quattro, successivamente riformulate e sviluppate in base ai risultati emersi dalle ulteriori metodologie di indagine applicate. Le prime ipotesi di intervento identificate sono:

- **dispositivi indossabili:** monitoraggio di biofeedback, degli allontanamenti, delle cadute, del sonno e del movimento in generale. Obiettivi progettuali: sviluppo di dispositivi indossabili per rispondere alle necessità dell'assistenza domiciliare, delle RSA e delle RSD. I prodotti devono garantire la **personalizzazione** delle varie funzionalità, lasciando alla singola cooperativa la possibilità di scegliere quali funzioni attivare, in base alla tipologia di utenti coinvolta nelle sperimentazioni, ai loro bisogni e necessità. Affinché tali dispositivi siano usati efficacemente dagli ospiti e dagli operatori, devono avere un

**design riconoscibile**, avere forme di prodotti che gli utenti di riferimento usano quotidianamente;

- **robot:** assistenza e socializzazione, pulizia degli spazi, supporto attivo all'idratazione, valutazione delle capacità cognitive e/o fisiche. Obiettivi progettuali: il robot può svolgere un ruolo fondamentale per l'**assistenza** e la **socializzazione** degli utenti anziani e/o disabili, anche mediante l'integrazione e la progettazione di un'**interfaccia *ad hoc*** (visibile su un tablet o su uno schermo fisso) per facilitare l'interazione fra utente e robot. Il robot, inoltre, non deve necessariamente assumere un aspetto antropomorfo ma può diventare parte integrante dell'arredo o un elemento di supporto attivo nello svolgimento di diverse funzioni, quali l'idratazione degli utenti, la valutazione di capacità cognitive, etc;
- **sensori** da inserire all'interno dell'ambiente o degli arredi per migliorare la sicurezza e la comunicazione. Obiettivi progettuali: il primo obiettivo delle suddette tecnologie è di garantire la **sicurezza** degli utenti, sia a domicilio che in RSA o in RSD, e di facilitare eventuali **operazioni di controllo** relative all'apertura e/o chiusura di porte/finestre, alla temperatura e all'umidità degli spazi. Un ulteriore obiettivo riguarda la **rilevazione di cadute** mediante sensori di movimento che possano comunicare anche con eventuali operatori o, nel caso dell'assistenza domiciliare, con familiari o caregiver. Tutti i sensori devono avere un'**interfaccia digitale** (consultabile su tablet, smart TV o App per smartphone) per la gestione e la personalizzazione dei parametri e delle funzioni da parte delle cooperative. *È* ipotizzabile l'utilizzo dell'IoT per far sì che i diversi complementi d'arredo e gli oggetti domestici in cui vi sono sensori possano comunicare fra loro e garantire prestazioni più efficaci, oltre che implementare la raccolta di dati relativi alle strutture e agli ospiti;
- **schermi interattivi**/ TV o tablet come interfaccia del *cloud* e come interfaccia per la comunicazione fra ospiti, operatori e familiari. Obiettivi progettuali: lo sviluppo di un'interfaccia *ad hoc* da visualizzare su tablet, smart TV o smartphone è essenziale in relazione alle tre precedenti soluzioni. L'interfaccia può facilitare ed ottimizzare il lavoro degli operatori ma anche migliorare l'interazione fra ospiti e dispositivi indossabili/robot/sensori. L'interfaccia ha l'obiettivo di **facilitare la comunicazione** degli ospiti con l'esterno e di supportare eventuali operazioni di soccorso o di assistenza o la **somministrazione di test** cognitivi e per la riabilitazione.

### *11.1.2 Questionario: i fattori morfologici per l'accettabilità*

L'obiettivo specifico del questionario è la raccolta di **dati qualitativi** circa le percezioni degli utenti finali e i **fattori morfologici** che potrebbero influenzare l'accettazione di quattro robot commerciali, scelti in seguito ad un'accurata e attenta revisione della letteratura scientifica e di settore, oltre che per la tipologia di servizio e la modalità di interazione offerta. Come mostrato da diverse evidenze scientifiche (Pino et al., 2015; Arras & Cerqui, 2005; Dautenhahn et al., 2005) l'aspetto può influenzare l'interazione con gli esseri umani, soprattutto nei confronti di fasce di utenti specifiche come quelle degli anziani. Il questionario è stato somministrato, nel periodo compreso fra Maggio e Ottobre 2019, agli utenti anziani e fragili ospiti o seguiti nel percorso di cura dalle 5 cooperative partner del progetto CloudIA. I robot selezionati come oggetto delle domande del questionario (Figura 2) sono:

- ***Pepper***, Androide, commercializzato dall'azienda Softbank Robotics. Il robot è capace di conversare, comprendere, muoversi in autonomia e reagire alle emozioni;
- ***Sophia***, Umanoide, prodotto dalla Hanson Robotics. È una piattaforma realizzata per la robotica avanzata, per la ricerca in AI e per comprendere le interazioni uomo-robot;

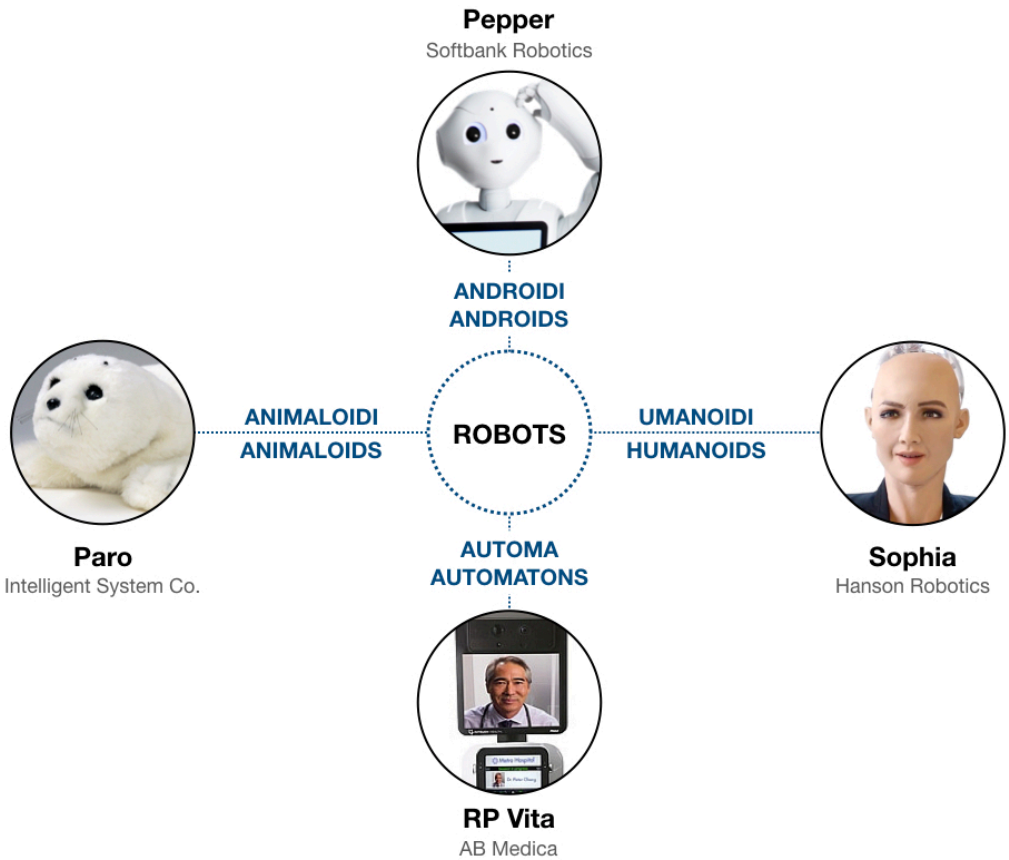



Figura 2 - I quattro robot selezionati per il questionario sull'accettabilità.

- ***RP Vita***, Automa, prodotto dalla AB Medica. Il robot offre il servizio di presenza remota all'interno di ambienti ospedalieri e ambienti ad alta intensità di cure;
- ***Paro***, Zoomorfo, prodotto dalla Paro Robots. Il robot è stato realizzato per fornire assistenza terapeutica a varie tipologie di pazienti, utilizzabile sia in ospedale che a casa.

Le domande del questionario sono cinque, di cui solo l'ultima prevede una risposta aperta:

- È bello questo robot?
- È simpatico questo robot?
- Resteresti da solo con lui?
- Lo abbracceresti?
- Ti piace qualcosa in particolare?

Al questionario hanno partecipato 17 maschi e 58 femmine, di cui 12 sono identificati come under 65 (<65) mentre i restanti 63 come over 65(>65).

Per quanto riguarda la prima domanda "*è bello questo robot?*", gran parte dei partecipanti hanno mostrato piacevolezza nei confronti dei robot Pepper, Sophia e Paro, mentre solo il 49% ha dichiarato che il robot RP Vita è bello. Relativamente alla domanda "*è simpatico questo robot?*", i dati che emergono sono pressappoco molto simili a quelli della domanda

precedente. Diversi sono i risultati emersi dalla domanda "*resteresti da solo con lui?*", in quanto il 49% degli intervistati starebbe da solo con Pepper, mentre il 51% rimarrebbe da solo con Sophia. Per quanto riguarda RP Vita, solo il 41% dei partecipanti rimarrebbe da solo con il robot mentre il 60% degli intervistati starebbe in compagnia di Paro. Molto diversi sono i risultati che emergono dalla domanda "*lo abbracceresti?*". Il 65% degli utenti ha dichiarato che non abbraccerebbe Pepper; il 56% non abbraccerebbe Sophia; l'80% degli intervistati non abbraccerebbe RP Vita e il 56% ha dichiarato di voler abbracciare Paro. Molto interessanti sono i risultati emersi dalla domanda "*ti piace qualcosa in particolare?*" Anche se molti degli intervistati hanno dichiarato che non c'è niente di particolarmente bello in questi robot, i risultati emersi indicano un alto grado di piacevolezza nei confronti delle seguenti caratteristiche: volto; occhi; bocca; mani; braccia. I risultati evidenziano una forte tendenza ad apprezzare **le forme morbide e sinuose**, dalle **sembianze non umanoidi** e contenute. Inoltre, la **presenza di un display** non sembra interferire con la piacevolezza verso i robot oggetto di analisi.

### *11.1.3 Scenari di intervento e definizione delle soluzioni progettuali*

La fase di indagine preliminare ha consentito di identificare le principali criticità sperimentate dagli utenti coinvolti nel percorso e nel processo di cura, la **definizione degli ambiti di intervento** comuni e l'individuazione delle specifiche soluzioni progettuali. Queste, in sintesi, includono:

- l'adozione di **due dispositivi indossabili**, un **anello** e un **calzino** da utilizzare per il monitoraggio di biofeedback, degli allontanamenti, delle cadute, del sonno e del movimento in generale;
- un **robot per assistenza e socializzazione**, pulizia degli spazi, supporto attivo all'idratazione, valutazione delle capacità cognitive e/o fisiche.

Il metodo dello *scenario*, è stato usato per definire le soluzioni progettuali più idonee a rispondere alle esigenze e alle aspettative individuate durante la fase di valutazione. Gli scenari identificati sono:

- **scenario 1:** progettazione e sviluppo di una piattaforma robotica con interfaccia utente da sperimentare in ambito di RSA e a domicilio. Le finalità applicative sono:
  1. favorire la **socializzazione** fra gli utenti;
  2. valutare e **monitorare lo stato emotivo e cognitivo** dei pazienti, attraverso la somministrazione di test di valutazione psico-cognitiva standard;
  3. favorire e migliorare il supporto all'**idratazione** e all'assunzione dei **farmaci**.
- **scenario 2:** progettazione e sviluppo di dispositivi indossabili da sperimentare in ambito domestico e in RSA. Le finalità sono di:
  1. **monitorare lo stato di salute** del paziente, in termini di battito cardiaco, movimento e cadute;
  2. **monitorare il sonno** del paziente e supportare l'operatore sanitario nelle operazioni di controllo.

## 11.2 La progettazione del sistema CloudIA

### *11.2.1 Il nuovo Robot CloudIA*

La progettazione della nuova soluzione robotica (sketch, disegni 2d, 3d, rendering, prototipazione) è stata effettuata sulla base dei reali bisogni e delle aspettative da soddisfare, sia degli utenti finali che degli operatori sanitari. Le funzionalità del nuovo robot (Figure 3-4) riguardano l'assistenza, la socializzazione, il supporto attivo all'idratazione e la valutazio-

Figura 3 - Render del robot sviluppato nell'ambito del progetto di ricerca CloudIA.

ne delle capacità cognitive e/o fisiche degli utenti da utilizzare sia all'interno di residenze sanitarie che a domicilio. Lo sviluppo morfologico si è basato, inoltre, sulla piattaforma robotica progettata, assemblata e fornita dall'Istituto di BioRobotica della Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa, partner del programma di ricerca CloudIA.
Per quanto la piattaforma robotica abbia posto dei vincoli dal punto di vista dimensionale e formale, la scocca è stata sviluppata senza elementi sporgenti o spigoli. Essa è costituita da tre elementi: una guancia destra, una sinistra e un compatto sportello a chiusura calamitata. La base ha dimensioni maggiori rispetto alla parte superiore così da garantire la stabilità dell'intero robot. Le finiture della scocca sono lisce e solide al tatto. L'intera a scocca del robot è realizzata in **stampa 3D** utilizzando plastica riciclata. Inoltre, è stato necessario predisporre appendici mobili per orientare e sostenere il tablet, fissato alla parte più alta della scocca. L'altezza del nuovo robot e, di conseguenza, la posizione variabile del tablet, permette a tutti gli utenti di poter interagire con il tablet senza eccessivi sforzi.
La presenza del tablet è necessaria per svolgere le seguenti attività (attraverso un'interfaccia grafica progettata *ad hoc*), oggetto di sperimentazione all'interno delle 5 coope-

Figura 4 - Prototipo definitivo del robot sviluppato nell'ambito del progetto di ricerca CloudIA.

rative coinvolte nel programma di ricerca: **supporto all'idratazione** attraverso un alert; **assunzione di farmaci** attraverso un alert; attività di **socializzazione** in aree comuni; **monitoraggio stato emotivo/cognitivo** attraverso la sottomissione del Mini-Mental State (Folstein et al., 1975), attualmente utilizzato dalle 5 cooperative; **stimolazione cognitiva**.

### *11.2.2 I dispositivi indossabili*

L'obiettivo principale dei dispositivi indossabili sviluppati nell'ambito del progetto CloudIA è il supporto ed il monitoraggio degli anziani a casa, al fine di ridurre i trasferimenti in case di cura, favorire la permanenza all'interno dell'ambiente domestico e garantire il mantenimento o miglioramento del benessere e dell'equilibrio psico-emotivo degli individui.
Lo sviluppo progettuale dei dispositivi indossabili (Figura 5) ha seguito le seguenti fasi: (1) definizione di concept progettuali; (2) modellazione 3D e progettazione definitiva; (3) ottimizzazione dei modelli 3D per la prototipazione tridimensionale; (4) prototipazione rapida (stampa 3D).
In seguito al rilievo e all'analisi della tecnologia interna dei dispositivi, è stato condotto uno studio concettuale (sessioni di brainstorming) relativo allo sviluppo formale dei *wearables*. Come prima ipotesi è stata valutata la possibilità sviluppare un doppio anello da indossare su unico dito (il dito indice, per un'ottimale acquisizione dei parametri fisiologici). Il dispositivo flessibile prevedeva l'alloggiamento della tecnologia nella parte inferiore, così da consentire ai sensori di essere a stretto contatto con la pelle.
Successivamente alla fase di progettazione, è stato sviluppato un **modello tridimensionale** e un **prototipo** in stampa tridimensionale in scala reale. Ciò ha consentito di analizzare il dispositivo e di valutarlo in termini di **usabilità** in seguito ad un uso prolungato, evidenziandone le criticità funzionali e strutturali. L'analisi delle criticità ha condotto, in una seconda fase, alla suddivisione delle funzionalità su due dispositivi distinti:

- un **calzino *smart***, sia per uomo che per donna, che ospiti la tecnologia per il rilevamento delle cadute;
- un **anello intelligente** da indossare sul dito indice, uno per uomo ed uno per donna, finalizzato al monitoraggio del battito cardiaco.

Sono stati progettati l'alloggiamento per la batteria all'interno del calzino e la custodia flessibile della tecnologia. I prototipi dei componenti sono stati realizzati mediante stampa tridimensionale. Per quanto riguarda l'anello, la sfida principale è stata quella di garantire un prodotto che rispondesse ai requisiti di usabilità ma che non fosse eccessivamente invasivo per gli utenti. La difficoltà maggiore è stata la progettazione di una forma che consentisse il corretto alloggiamento della batteria e della tecnologia interna ma che fosse percepita dagli utenti - per evitare ogni stigmatizzazione - alla stregua di un prodotto analogico, di un comune anello. Per tale ragione, sono stati eseguiti numerosi tentativi di prototipazione rapida, che hanno permesso di analizzare l'oggetto e di definire una prima proposta concettuale, in linea con i requisiti emersi durante la fase di valutazione. Riguardo alla tecnologia indossabile al piede, in seguito alle prove e alle sperimentazioni condotte in laboratorio sui primi prototipi, è stata definita la soluzione finale, che prevede l'integrazione della tecnologia flessibile in un apposito alloggiamento interno. Il dispositivo appare come un comune calzino traspirante, dunque facilmente indossabile. L'anello è realizzato in *Tough Resin* della Formlabs[2] (con alta resistenza allo sforzo), all'interno della quale

2 https://formlabs.com Accessed 20/05/2020.

Figura 5 - I dispositivi indossabili sviluppati nell'ambito del progetto CloudIA: in alto i calzini *smart* e in basso gli anelli intelligenti, nelle due versioni uomo/donna.

viene alloggiata la tecnologia pieghevole e in *Flexible Resin* della Formlabs, che svolge la funzione di chiusura e protezione della tecnologia interna. La tecnologia del calzino è disposta all'interno di un sottile supporto realizzato in *Flexible Resin* della Formlabs.

### *11.2.3 L'interfaccia grafica*

La Graphic User Interface (GUI) è stata sviluppata a partire dalla definizione di un'architettura di sistema e all'elaborazione di un *wireframe* sulla base delle dieci euristiche per l'usabilità delle interfacce grafiche di Nielsen, (1995) e dei principi dell'Interaction Design (Preece et al., 2015).
Le funzionalità dell'interfaccia possono essere suddivise in tre macro-categorie:

- **monitoraggio dello stato di salute** degli anziani fragili;
- gestione e monitoraggio dell'**assunzione dei farmaci**;
- monitoraggio e **gestione ambientale**, con un focus sulla **sicurezza**.

L'interfaccia (Figura 6) prevede una pagina iniziale di login, dedicata all'operatore della cooperativa. Una volta effettuato il login si accede immediatamente alla lista completa degli ospiti della struttura: per ognuno di essi è possibile identificare efficacemente eventuali allarmi o emergenze, indicati, a seconda dell'urgenza, con un colore che va dal verde al rosso. È inoltre possibile visualizzare la foto, il numero identificativo dell'ospite, la stanza, eventuali informazioni o note. Selezionando il singolo utente è possibile accedere alle informazioni personali e ai dati sanitari specifici. Il menù a sinistra consente l'accesso alle tre macro aree specifiche per la sperimentazione: **ambiente**, **salute** e **farmaci**. Ogni area consente la visualizzazione e la gestione dei dati relativi ad ogni singolo ospite. La sezione *ambiente* ha la funzione principale di monitorare la sicurezza delle strutture

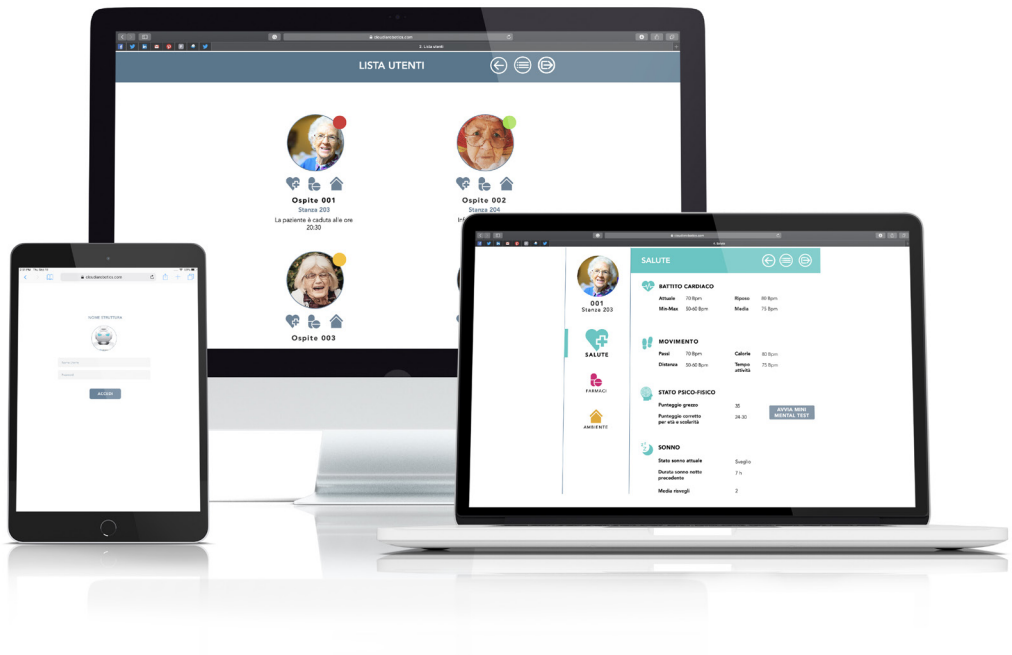



Figura 6 - Schermate di esempio dell'interfaccia grafica sviluppata nell'ambito del progetto CloudIA.

residenziali. Essa prevede il monitoraggio della stanza del singolo ospite, attraverso la rilevazione dell'apertura/chiusura di porte e finestre. Inoltre consente di rilevare eventuali cadute e/o di visualizzare in tempo reale se l'anziano è seduto o sdraiato. Attraverso la sezione *salute*, è possibile monitorare i seguenti parametri: battito cardiaco (attuale, minimo e massimo, a riposo e medio); movimento (totale passi, calorie bruciate, distanza percorsa e tempo di attività); stato psico-fisico (somministrazione del Mini-Mental Test e visualizzazione del punteggio grezzo e del punteggio corretto per età e scolarità); sonno (stato attuale, ore di sonno della notte precedente, media dei risvegli); stato emotivo (somministrazione del test di autovalutazione emotiva). Selezionando ognuna delle suddette voci è possibile visualizzate tutte le informazioni suddivise per data, così da consentire all'operatore di avere una panoramica relativa allo stato di salute dell'intera settimana. È possibile, inoltre, selezionare una singola data e visualizzarne graficamente i dati specifici. Infine, la sezione *farmaci* consente di visualizzare tutti i farmaci assunti o da assumere nel corso della giornata e della settimana. Questa sezione, oltre a fungere da promemoria, sia per l'anziano che per il c*aregiver*, ha la funzione di agevolare il lavoro degli operatori che, al cambio di turno, hanno la necessità di comunicare ai colleghi i farmaci somministrati e quelli da somministrare. Il calendario dei farmaci consente una visualizzazione giornaliera, settimanale, mensile e annuale. L'interfaccia prevede una serie di allarmi volti ad avvisare l'operatore in caso di emergenze o pericoli. La sezione *ambiente* prevede due **alert**: uno ambientale, che avvisa l'operatore se porte o finestre sono aperte; uno individuale, che allerta l'operatore in caso di caduta dell'anziano. Per quanto riguarda la sezione *salute*, un **pop-up di emergenza** allerta l'operatore nel caso in cui i valori del battito cardiaco dell'anziano siano eccessivamente alti o bassi. Il pop-up, oltre ad indicare i Bpm, comunica efficacemente quale ospite è a rischio e la stanza in cui si trova. Infine, per quanto riguarda la sezione *farmaci*, sono stati previsti due tipi di pop-up: il primo ricorda all'operatore di somministrare un determinato farmaco al paziente, il secondo allerta in caso di disidratazione dell'anziano.

## 11.3 Valutare l'accettabilità: la sperimentazione del sistema CloudIA

Attualmente sono in corso la pianificazione e lo sviluppo del **protocollo sperimentale** del sistema CloudIA. Il piano di sperimentazione è diviso in base a **tre scenari d'uso** e prevede la somministrazione di questionari diversi a seconda del prodotto/servizio da valutare. La sperimentazione sarà condotta con il Robot CloudIA, i dispositivi indossabili, l'interfaccia grafica e i sensori ambientali in tutte e cinque le cooperative partner di progetto, sia su utenti anziani che su caregiver formali e/o informali, in RSA, RSD e a domicilio.
Gli scenari di riferimento per il piano sperimentale sono: (1) supporto all'idratazione/promemoria farmaci; (2) supporto alla socializzazione; (3) stimolazione cognitiva.
Il primo scenario prevede la sperimentazione del Robot CloudIA in ambiente reale che, attraverso comunicazione vocale e grafica attraverso il display di cui è dotato, ricorda all'anziano di bere o di assumere un farmaco. L'interazione è possibile attraverso l'implementazione del *dialog manager* del robot e la pianificazione di promemoria da parte dei caregiver.
Di seguito è riportato un esempio di dialogo tipo fra utente e robot:
*R: Maria, che ne dici di bere un bicchier d'acqua?*
*A: Va bene, vorrei un bicchier d'acqua fresca.*

> *R: [Il robot comunica agli operatori che l'anziana Maria vuole bere].*
> *OSS: L'OSS porta l'acqua a Maria, oppure l'anziano prende autonomamente da bere (situazione prevista in caso di assistenza domiciliare).*

*A: Maria beve.*
*R: È stato un piacere stare con te, posso aiutarti in qualcosa?*
*A: No, grazie CloudIA, sei stato già abbastanza utile.*
*R: Bene, è stato un piacere esserti stato di aiuto! Ciao Maria, a presto!*
*A: Ciao CloudIA, a presto!*

Il secondo scenario, relativo alla socializzazione, è focalizzato sulla **facilitazione sociale fra anziani** e sull'intrattenimento degli stessi. Il robot, oltre ad avviare conversazioni con gli utenti, può offrire loro la possibilità di giocare attraverso il display o di ascoltare musica. Nell'ambito dell'ultimo scenario il Robot CloudIA si relazionerà con gli anziani secondo il metodo del Wizard-of-Oz, consentendo ai caregiver a distanza di somministrare il Mini-Mental Test o programmi di stimolazione cognitiva progettati *ad hoc* per il paziente.

Il protocollo sperimentale pianificato mira a valutare l'esperienza globale dell'interazione uomo-robot, attraverso aspetti legati alla qualità emotiva dell'interazione, come l'accettazione, l'impegno, la sicurezza, le intenzioni, la simpatia percepite. Il piano include la **valutazione dell'usabilità** dell'interfaccia grafica e dell'**accettazione** e dell'usabilità dei dispositivi indossabili. I partecipanti saranno reclutati in base ai seguenti requisiti: anziani fragili e a rischio (età superiore ai 60 anni) in RSA; anziani fragili e a rischio cognitivamente e fisicamente autosufficienti.

Il protocollo sperimentale (Tabella 1) sarà suddiviso in 4 fasi:

- **training del caregiver:** i responsabili delle cooperative seguiranno una sessione di training per imparare l'utilizzo del robot. Le cooperative avranno preventivamente selezionato i soggetti da includere sperimentazione;
- **installazione del robot e questionari iniziali (T0):** le cooperative installeranno il robot in RSA. Al termine dell'installazione, verranno sottoposti i questionari (Demografico, Quality of Life);
- **sperimentazione del servizio (TF):** i caregiver dovranno utilizzare il robot su base giornaliera, per l'utilizzo di 4 servizi: supporto all'assunzione di farmaci; supporto all'idratazione; stimolazione cognitiva (somministrazione del Mini Mental Test); socializzazione;
- la durata della sperimentazione è di 1 mese per ogni cooperativa. Durante il mese è richiesta la compilazione del diario di sperimentazione da parte del caregiver e dell'anziano.
- al termine della sperimentazione, verranno sottoposti i seguenti questionari: UEQ (uno per il robot e uno per i wearable), AttrakDiff, SUS, Godspeed.

Al termine, i punti 2 - 3 - 4 - 5 verranno ripetuti nella nuova RSA.

## 11.4 Sperimentazione del robot commerciale Double: metodologia e risultati

Contestualmente allo sviluppo del sistema CloudIA, il programma di ricerca ha previsto la sperimentazione di un robot per la telepresenza[3] già presente sul mercato, con l'obiettivo di analizzare l'effettiva efficacia del servizio di telepresenza. La piattaforma scelta è il **Double**

3 Un robot da telepresenza è una piattaforma robotica mobile connessa ad internet e controllata a distanza, dotata di schermo, altoparlanti, microfoni ed eventualmente sistemi di navigazione autonoma, che permette ad una persona di interagire con un ambiente e/o un'altra persona da remoto. Attualmente, i robot per telepresenza sono usati in medicina, nell'insegnamento, per assistenza agli anziani, in ambito aziendale etc.

| Questionario | Descrizione | Utente | Tempo di somministrazione | Riferimento |
|---|---|---|---|---|
| **Caratterizzazione Socio-demografica** | Fornisce una descrizione della persona inclusa nello studio (età, livello di educazione, living situation, familiarità con la tecnologia). | Anziano fragile | T0 | |
| **Quality of Life (EQ-6D)** | Fornisce una descrizione di come il soggetto si sente in un particolare momento. | Anziano fragile | T0 | |
| **User Experience (UEQ) Robot e Wearable** | Questo questionario serve a valutare qual è stata l'esperienza nell'utilizzo del robot e del wearable (anello). | Anziano, Caregiver | Tf | https://www.ueq-online.org/. (Gerłowska et al., 2018) |
| **AttrakDiff Questionnaire Wearable** | Questionario per valutare l'attrattività del prodotto, in termini di usabilità ed estetica percepite. | Anziano | Tf | (Hassenzahl, 2004) |
| **System Usability Scale (SUS) Sistema CloudIA – Robot, Wearable, Interfaccia** | Questionario per valutare la percezione dell'usabilità. | Caregiver | Tf | (Brooke J., 1996) |
| **Godspeed Questionnaire Robot** | Questo questionario serve a misurare la percezione che gli utenti hanno del robot. | Anziano, Caregiver | Tf | (Bartneck et al., 2009) |

Tabella 1 - Il protocollo sperimentale del sistema CloudIA in corso di pianificazione.

**Robot** della Double Robotics[4] (California), a due ruote e a guida autonoma che garantisce alto grado di modularità e sicurezza. Il robot composto da tre parti: il robot, l'iPad (Apple, California)[5] e la stazione di ricarica. Usando il robot, il caregiver può visitare l'anziano in casa a distanza e aumentare il numero totale di visite domiciliari. Tramite l'iPad il caregiver può vedere l'ambiente in cui si muove il robot e comunicare vocalmente con le persone.
Il reclutamento dei partecipanti per la sperimentazione è stato condotto da due cooperative partner del progetto CloudIA che hanno contattato tutti i fragili anziani (di età superiore ai 60 anni) che vivono in casa e che già beneficiavano dell'assistenza domiciliare. Undici anziani (di cui 7 maschi e 4 femmine) hanno accettato di essere coinvolti nella sperimentazione sul campo. Cinque persone vivono sole e le altre vivono con alcuni membri della

4 https://www.doublerobotics.com Accessed 21/09/2020.
5 https://www.apple.com Accessed 21/09/2020.

famiglia. Per quanto riguarda il livello di istruzione, cinque persone hanno frequentato la scuola elementare, quattro persone la scuola media e le restanti hanno un livello di istruzione superiore.
Il protocollo sperimentale è stato suddiviso in quattro fasi: formazione dei caregiver, installazione, somministrazione del servizio e chiusura del servizio. La formazione dei caregiver, condotta dall'Istituto di BioRobotica della Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa, ha previsto una prima parte teorica e una prova pratica di utilizzo del Double Robot. Successivamente il caregiver ha installato il robot nella casa del partecipante e lo ha connesso ad internet, spiegando all'anziano come usare il sistema. Per 10 giorni consecutivi è stato chiesto all'utente di interagire con il robot con la supervisione del caregiver. Durante l'ultimo giorno di sperimentazione il caregiver ha ritirato il Double robot dalla casa dell'anziano e gli ha somministrato il questionario UEQ e un questionario *ad hoc*.

L'obiettivo della sperimentazione (Tabella 2) è **valutare l'accettabilità**, **l'utilità percepita**, **l'attrattività e la fiducia del Double robot**. I questionari usati nel corso della sperimentazione sono due: UEQ (User Experience Questionnaire, su scala Likert a 7 punti) e *ad hoc* questionnaire (sviluppato nell'ambito del progetto Robot-Era - Cavallo et al., 2018). Al fine di validare la solidità del sistema è stato chiesto ai caregiver di compilare un diario in cui annotare il numero di servizi di telepresenza avviati e in cui sia l'anziano che il caregiver potessero valutare l'esperienza percepita del servizio di telepresenza. L'UEQ ha lo scopo di valutare l'attrattività e l'impressione sia edonica che pragmatica del robot. Il questionario *ad hoc* valuta l'intenzione all'uso (ITU), l'ansia (ANX) e il godimento (ENJ) la fiducia (TRU) e la facilità d'uso percepita (PEU).
Il servizio di telepresenza, durante la sperimentazione in ambiente reale, ha registrato un totale di 109 attivazioni. Dai risultati dell'UEQ emerge una **valutazione positiva** del Double Robot all'interno di diverse sotto-scale: attrattività, efficienza, stimolazione e novità. La qualità edonica ha avuto una valutazione positiva mentre quella pragmatica una valutazione neutrale. È emerso, inoltre, che le persone che vivevano con altre persone si sono sentite più sicure delle persone che vivono da sole. Analogamente queste ultime hanno considerato il sistema più inefficiente di quelle che vivono in compagnia.
Dai risultati del questionario *ad hoc* è emerso che gli intervistati sono d'accordo con le dichiarazioni relative all'ITU (intenzione all'uso del robot nella vita quotidiana). Tutti gli intervistati si sono divertiti ad usare il Double Robot (ENJ). Gli anziani hanno trovato facile (PEU) parlare con il caregiver attraverso il robot ma non hanno trovato chiari i pulsanti da premere per gestire la chiamata. È emerso, inoltre, che i soggetti con un livello di istruzione più elevato tendono ad affidarsi maggiormente al sistema (TRU) rispetto a quelli meno istruiti. In sintesi, i risultati mostrano che il servizio di **telepresenza è accettabile per gli anziani**: questi hanno giudicato positivamente l'efficacia e l'efficienza delle funzioni ma sono anche soddisfatti del design attraente e accattivante. Infine, i livelli elevati di ITU e la facilità d'uso percepita mostrano che gli anziani hanno trovato facile parlare con i caregiver nonostante la poca familiarità con la tecnologia sperimentata. I risultati (bassi livelli di ansia - ANX) contrastano le evidenze (ad esempio, Scopelliti et al., 2004) per cui gli anziani mostrano sensazioni negative all'idea di avere un robot nella propria abitazione. Inoltre, **il robot non è considerato invasivo** dagli utenti per quanto riguarda la propria privacy (TRU). Il genere non mostra alcun impatto sull'uso del robot mentre l'istruzione potrebbe essere una variabile determinante per la **sicurezza**.
La correlazione fra attrattività e PEOU evidenzia il fatto che la User Experience in HRI non è influenzata solo dalle caratteristiche del prodotto definite nel corso della progettazione

ma anche dagli attributi soggettivi degli utenti e dal contesto d'uso. Ciò conferma che i robot assistivi dovrebbero essere progettati tenendo conto delle elazioni sociali, estetiche ed emotive che gli anziani stabiliranno con il prodotto.

| Questionario | Descrizione | Utente | Tempi di somministrazione | Riferimenti |
|---|---|---|---|---|
| Caratterizzazione Socio-demografica | Descrizione della persona inclusa nello studio (età, livello di educazione, living situation, familiarità con la tecnologia). | Anziano fragile | T0 | |
| Quality of Life (EQ-6D) | Descrizione di come il soggetto si sente in un particolare momento. | Anziano fragile | T0 | |
| Expectation | Valutazione delle aspettative dei caregiver e dell'anziano fragile nei confronti del servizio di telepresenza. | Anziano fragile, caregiver, manager della struttura. | T0, Tf | (Cesta et al., 2016) |
| Attitute/Usability Ad hoc questionnaire | Valutazione dell'intenzione all'uso, dell'asia, della fiducia, del divertimento e della facilità d'uso. | Anziano fragile, caregiver | T0, Tf | (Cavallo et al., 2018a) |
| User Experience (UEQ) | Valutazione dell'esperienza nell'utilizzo del robot. | Anziano, Caregiver | Tf | https://www.ueq-online.org/ (Gerłowska et al., 2018) |
| PANAS | Valutazione della risposta affettiva (positiva e negativa). | Anziano | Tf | (Cesta et al., 2016) |

Tabella 2 - Il protocollo sperimentale del Double Robot.

## 11.5 *Lesson learned*: analisi del processo metodologico e implicazioni per la ricerca dottorale

L'analisi *a posteriori* del processo metodologico (Figura 7) applicato dagli Organismi di Ricerca nell'ambito del progetto CloudIA ha contribuito all'identificazione di una serie di *lesson learned*, ovvero di *lezioni apprese* relative all'**integrazione dei due approcci metodologici** dello Human-Centred Design e della Human-Robot Interaction e alla conseguente gestione delle fasi costituenti il processo di ricerca, al fine di identificare eventuali implementazioni, esplorare i processi efficaci e/o le *best practice* che possano contribuire ad **ottimizzare i processi in progetti di ricerca** futuri. Inoltre, l'identificazione delle *lezioni apprese* ha contribuito alla formulazione e alla rielaborazione di una serie di domande di ricerca determinanti per l'elaborazione delle ipotesi della ricerca dottorale (descritte in capitolo 14).

La prima fase del processo ha previsto l'applicazione dell'approccio dell'Ergonomia per il Design e dello Human-Centred Design (nello specifico, i metodi della task analysis, osservazione diretta, interviste e sessioni di brainstorming) per indagare i bisogni, le aspettative, i desideri degli utenti primari (anziani) e secondari (caregiver), elaborati e raccolti all'interno di *desiderata*. I metodi hanno consentito di raccogliere **dati quantitativi e qualitativi** ma, soprattutto, di far emergere alcune necessità, esperienze, paure o credenze impossibili da analizzare attraverso l'uso esclusivo di metodi quantitativi e fondamentali per la definizione delle proposte progettuali. Una prima lezione appresa (Lezione 1) riguarda la consapevolezza dei limiti dell'uso della ricerca quantitativa e/o qualitativa in relazione al contesto e agli utenti; inoltre, sebbene l'approccio di un ricercatore possa basarsi sull'uso di domande normative, talvolta è fondamentale porre **domande descrittive o esplicative** (chiedere cosa accade e perché, non cosa dovrebbe accadere) per comprendere meglio l'opinione e la percezione utenti. Tali domande rappresentano un mezzo efficace per comprendere quegli elementi impossibili da investigare attraverso esperimenti o test obiettivi. A partire dai *desiderata* sono state identificate le ipotesi di intervento, ovvero la progettazione e lo sviluppo di un sistema in *cloud* composto da un robot, dispositivi indossabili, interfaccia grafica e sensori ambientali. In questa fase è stata fondamentale l'analisi dei dati raccolti condotta attraverso un'equilibrata sinergia fra la disciplina ingegneristica e quella del design. L'integrazione delle diverse competenze e metodologie di analisi dei dati ha consentito una **valutazione olistica e globale dei bisogni degli utenti** e la conseguente formulazione di **soluzioni innovative e significative** sia per la ricerca che, soprattutto, per gli utenti (Lezione 2). Tuttavia, le sessioni di brainstorming fra esperti hanno generato ulteriori domande di ricerca, come ad esempio:

- In che termini i robot e i dispositivi indossabili possono offrire un valido aiuto nel percorso di cura a domicilio e in RSA/RSD? Quale funzione possono svolgere e quale aspetto morfologico devono avere per soddisfare le esigenze e necessità degli utenti di riferimento negli specifici contesti d'uso?
- In che modo i fattori estetici, comportamentali e funzionali del robot e dei dispositivi indossabili possono influire sulla loro efficacia e accettabilità nei confronti degli anziani e degli operatori sanitari e sociali?

Nello specifico, le analisi integrate condotte dai ricercatori hanno messo in luce quanto il tema dell'accettabilità delle tecnologie e dei robot sociali e assistivi possa assumere significati diversi e prevedere metodologie di analisi e di valutazione differenti, a seconda degli approcci e delle aree disciplinari coinvolte. Su queste basi, tutto il percorso di sviluppo progettuale e di sperimentazione delle soluzioni proposte in ambiente reale ha previsto un'**integrazione strutturata dei diversi metodi** (HCD e HRI). Dal punto di vista del design il quesito principale in tale fase riguarda il ruolo dello HCD e dell'E/HF nella progettazione dell'accettabilità di tecnologie robotiche e indossabili e, soprattutto, nella progettazione di tecnologie nel rispetto della dignità, dei valori umani e delle questioni etiche in HRI ampiamente discusse nel capitolo dedicato.

Di conseguenza, si sono rese necessarie ulteriori indagini volte a raccogliere dati qualitativi circa le preferenze e le aspettative degli utenti in relazione all'aspetto morfologico ed edonico del robot. A partire dai dati emersi, attraverso l'elaborazione di scenari, è stato possibile identificare gli ambiti di intervento definitivi, sia per quanto riguarda i servizi da erogare e sperimentare che per quanto riguarda i requisiti del sistema da sviluppare. Anche in questa fase, **l'integrazione delle competenze di un team multidisciplinare ha ottimizzato il processo di analisi e definizione** (Lezione 2). La fase progettuale ha previsto una densa e ricca comunicazione fra i gruppi di ricerca, attraverso la condivisione di schizzi prelimi-

nari, disegni tecnici, schede dati, modelli 3D, circuiti e componenti interne delle tecnologie fino a prototipi. Il processo di progettazione e sviluppo, secondo l'approccio HCD, è stato **iterativo** e ha previsto la validazione e la riprogettazione dei prodotti sulla base delle criticità emerse dai test. Anche in questo caso lo scambio reciproco e la validazione delle soluzioni da parte di due punti di vista di ambiti di ricerca differenti ha arricchito e contribuito notevolmente al progresso della fase di progettazione e prototipazione. Dall'inizio del processo di ricerca fino alla progettazione e alla prototipazione è emerso un elemento chiave (Lezione 3) per la successiva formulazione delle domande di ricerca dottorale. Infatti, se da un lato la cooperazione fra i due gruppi di ricerca ha rappresentato un fattore determinante e cruciale per la proposta di soluzioni innovative, efficienti e in linea con le necessità e le aspettative degli utenti nei contesti d'uso previsti, dall'altro la collaborazione è stata **strutturata su base empirica**, sulla base dell'integrazione dell'esperienza e del metodo progettuale proprio di ogni gruppo. L'eventuale presenza di un ***framework*** **standardizzato, scalabile e personalizzabile** in base al progetto e al contesto avrebbe contribuito all'ottimizzazione del processo di sviluppo di un approccio collaborativo efficace. Tale constatazione avvalora la necessità di rispondere ad una delle domande di ricerca dottorale, ovvero: *può sussistere una correlazione strutturata fra l'approccio e i metodi propri dello Human-Centred Design e l'approccio e i metodi di valutazione propri della Human-Robot Interaction?* Il tema di questo quesito, alla base dell'ipotesi di ricerca 1, diverrà più ampio e urgente nel corso delle fasi successive del progetto CloudIA e sarà affrontato in relazione alla ricerca dottorale nei capitoli successivi.

Prima di completare lo sviluppo delle soluzioni progettuali (wearable, robot, interfaccia) e dell'intero sistema *cloud*, è stata avviata la fase di pianificazione delle sperimentazioni con utenti in ambiente reale. La pianificazione dei test da effettuare con il Double Robot per il servizio di telepresenza e quella con il sistema CloudIA per i servizi descritti nei paragrafi precedenti, hanno messo in luce la presenza di **metodologie diverse** sia per approccio che per struttura dei due ambiti di ricerca coinvolti. I protocolli sperimentali sono stati sviluppati in cooperazione e sinergia fra le varie figure professionali coinvolte, arrivando a costituire un insieme integrato di metodi qualitativi e quantitativi propri dello HCD e della HRI. L'analisi del processo di sviluppo e della struttura stessa dei protocolli sperimentali ha confermato l'esattezza della seguente domanda di ricerca: in quali termini la conoscenza dei parametri di valutazione dell'accettabilità delle tecnologie robotiche e indossabili e dell'interazione con l'utente finale può supportare la definizione più chiara ed efficace del brief progettuale e aiutare a determinare la direzione o le caratteristiche necessarie del progetto?
Di conseguenza, è stata avvalorata la sussistenza delle ipotesi di ricerca 1, 2 e 3.

La fase relativa alla raccolta ed elaborazione dei dati ha messo in luce l'apporto fondamentale dell'approccio multidisciplinare anche nel caso di protocolli e sperimentazioni in ambiente reale. Lo HCD si conferma strumento essenziale per una progettazione che iterativa basata sulle necessità dell'utente in relazione anche al contesto di riferimento: se progettata secondo un approccio HCD, l'interazione uomo-robot così complessa e costituita sia da fattori pratici e tangibili (usabilità, facilità d'uso, etc.) che da elementi sociali, cognitivi ed emotivi che concorrono a definire l'esperienza globale dell'utente, può generare il significato metafisico chiave del successo e dell'accettazione delle tecnologie, all'apice della piramide di Giacomin, (2014). Inoltre, ciò che emerso da tale fase è la totale e netta **differenza dei metodi di valutazione HCD e HRI**: la vicendevole scarsa conoscenza dei metodi di

valutazione, sebbene possa apparire naturale fra diversi ambiti disciplinari, può rappresentare un fattore critico, che lascia la strutturazione di un processo di ricerca all'esperienza e alle capacità dei singoli gruppi di lavoro (Lezione 4). Questo semplice dato empirico ha avvalorato le ipotesi di ricerca 3 e 4 poiché, in seguito ad un'analisi *a posteriori* dell'esperienza di ricerca avvenuta nell'ambito del progetto CloudIA, è emersa l'utilità per i designer di **conoscere le variabili dell'accettazione** valutate attraverso i metodi quantitativi HRI, così da poterle indagare nel corso della ricerca qualitativa preliminare e implementare nel corso dello sviluppo del progetto.

L'intero processo metodologico applicato al progetto di ricerca CloudIA ha confermato la necessità di **sviluppo di una struttura metodologica di cooperazione e integrazione degli approcci** HCD e HRI. Ha inoltre sottolineato la necessità di un metodo scientifico destinato ai designer per conoscere, gestire e analizzare le variabili dell'accettazione validate in HRI e per tradurle in concetti tangibili e utili ai fini progettuali, come le qualità morfologiche, comportamentali o di interazione uomo-robot.
Al fine di mettere a frutto le *lesson learned* nell'ambito del progetto di ricerca CloudIA e di verificare e sviluppare ulteriormente le domande e le ipotesi della ricerca dottorale, sono state condotte una serie di indagini sperimentali in Italia e in Europa, descritte nel capitolo seguente.

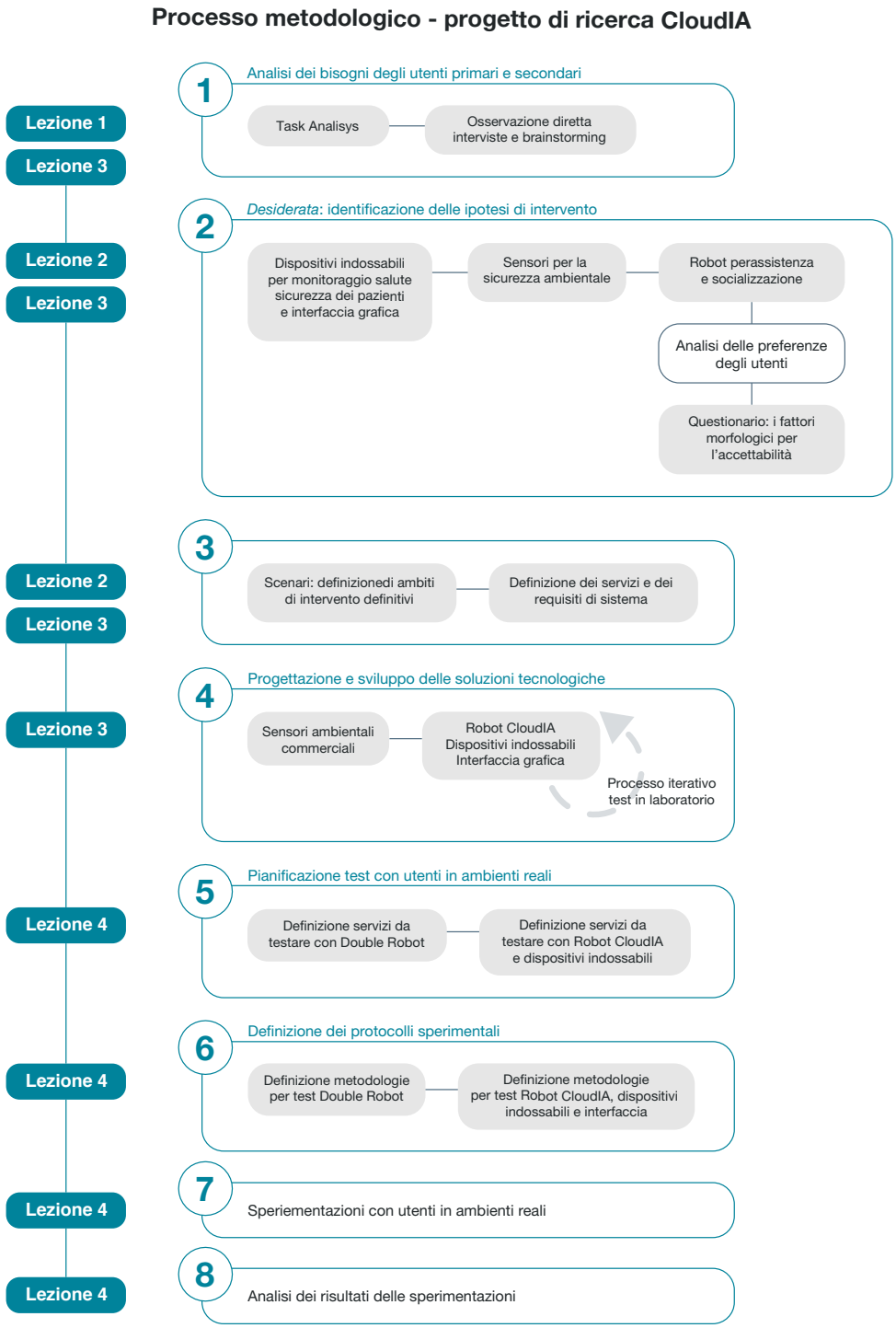



Figura 7 - Il processo metodologico del progetto di ricerca CloudIA e le *lezioni apprese* ai fini della ricerca dottorale.

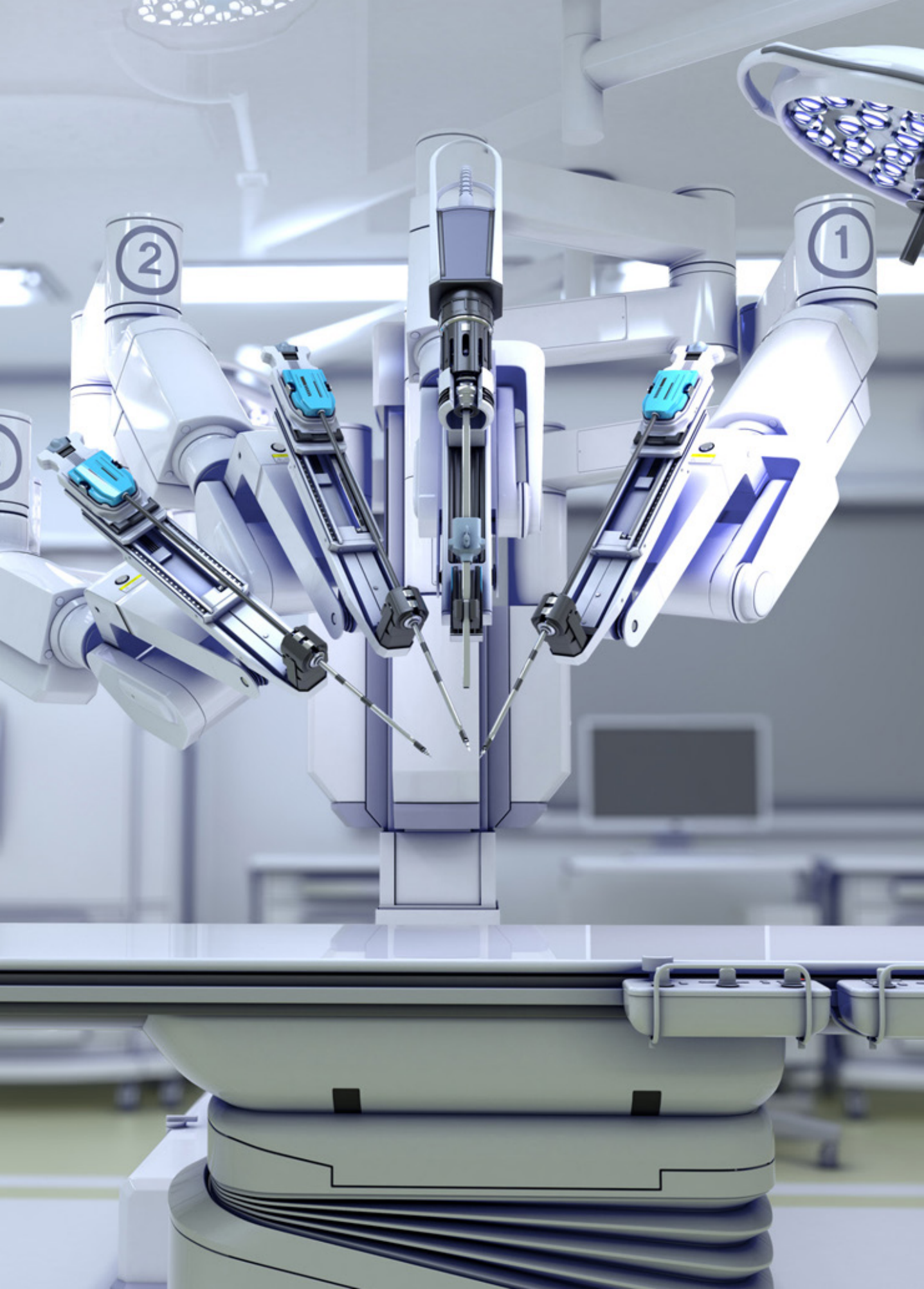
**Parole chiave**

Ricerca sperimentale
Impatto sociale
Esperienza tecnologica
Differenze individuali
Accettabilità in robotica

# Capitolo 12
# Le indagini sperimentali

**12.1 Indagine 1 - Questionario Online Robotica & Design - Utenti attuali e potenziali**
12.1.1 Struttura e finalità del questionario
12.1.2 Risultati e input derivanti dall'elaborazione dei dati - Italia
12.1.3 Risultati e input derivanti dall'elaborazione dei dati - Europa

**12.2 Indagine 2 - Questionario Online Robotica & Design - Designer**
12.2.1 Struttura e finalità del questionario
12.2.2 Risultati e input derivanti dall'elaborazione dei dati - Italia
12.2.3 Risultati e input derivanti dall'elaborazione dei dati - Europa


2
1

# CAPITOLO 12
# Le indagini sperimentali

L'indagine sperimentale descritta in tale sezione è stata condotta in seguito alla fase di ricerca teorica e preliminare relativa a:

- **inquadramento del problema scientifico generale**: invecchiamento globale della popolazione e necessità di tecnologie assistive/robotiche per il supporto all'autonomia delle persone anziane e al lavoro dei caregiver formali e/o informali;
- **ricerca e analisi dei principali robot per l'assistenza:** focus sulle tassonomie e sulle diverse tipologie di robot per l'assistenza sia in ambiente domiciliare che in struttura sanitaria o assistenziale;
- **inquadramento del problema scientifico particolare:** il tema dell'accettabilità delle tecnologie robotiche, affrontato sia dal punto di vista teorico che applicativo, in relazione agli ambiti di ricerca della Human-Robot Interaction e del design;
- ricerca e analisi dei **principali metodi di valutazione dell'accettabilità** in ambito Human-Robot Interaction e selezione delle principali variabili che determinano l'accettazione dei robot assistivi da parte degli anziani;
- **l'approccio Human-Centred Design** e la User Experience: principali metodi di indagine e strumenti di ricerca;
- le attinenze e i possibili **punti di contatto** fra i metodi relativi all'approccio scientifico dello Human-Centred Design e i metodi di valutazione dell'accettabilità in HRI;
- **il ruolo del designer:** strategie di intervento e processi metodologici usati dai designer per la progettazione di robot assistivi per anziani e ruolo delle variabili dell'accettabilità in relazione al processo progettuale.

In relazione alla ricerca preliminare sugli **utenti** (anziani e caregiver) e ai fattori che influenzano l'accettabilità robotica è stata effettuata una ricerca sperimentale (Indagine 1) per verificare, sia in ambito nazionale che europeo le attitudini, i comportamenti, le credenze e gli obiettivi degli utenti in relazione ai robot.

In relazione alla ricerca preliminare focalizzata sui **designer**, è stata condotta una ricerca sperimentale (Indagine 2) per indagare, sia in ambito italiano che europeo, necessità e bisogni professionali dei designer che si trovano ad affrontare la complessa progettazione di un robot assistivo e sociale per anziani, con un focus sulla loro conoscenza dei metodi di valutazione e delle variabili più influenti dell'accettabilità in ambito robotico. La ricerca sperimentale, quindi, si è concentrata sia sull'analisi degli utenti primari e secondari dei robot assistivi, sia sugli *addetti ai lavori*, ovvero sui progettisti, sui designer e sugli strumenti da loro utilizzati durante tutto il processo di indagine preliminare e progettuale di un robot.

Le indagini sono:

- **indagine 1:** finalizzata alla raccolta di **dati quantitativi e qualitativi**, è stata effettuata mediante la somministrazione di un questionario online destinato agli **utenti attuali e potenziali** di robot sociali e assistivi. L'indagine ha previsto una prima analisi demografica degli utenti, relativa soprattutto all'età anagrafica e al livello di esperienza tecnologica e robotica (in quanto elementi determinanti dell'accettabilità). Nella seconda parte, il questionario mira ad indagare le principali credenze, attitudini o comportamenti nei confronti del robot, i fattori che ne determinano o ne determinerebbero l'uso ma anche gli elementi estetici, funzionali, comportamentali che possono influenzarne l'accettabilità da parte delle persone. L'indagine 1 è stata condotta in seguito alla formulazione dell'ipotesi di ricerca 4, al fine di confrontare i dati raccolti con le caratteristiche dell'accettabilità sperimentate in letteratura con utenti reali;
- **indagine 2:** finalizzata alla raccolta di **dati quantitativi**, è stata condotta mediante la somministrazione di un questionario online destinati ai **designer e ai progettisti** di robot assistivi e sociali. L'indagine ha previsto una prima analisi dei metodi HCD usati e dell'esperienza di progettazione in campo robotico. Nella seconda parte, le domande si focalizzano sul livello di conoscenza da parte dei designer del concetto, degli strumenti di valutazione e delle variabili dell'accettabilità in ambito HRI, per poi analizzare i possibili bisogni e obiettivi progettuali dei designer di robot assistivi. L'indagine 2 è stata condotta in seguito alla formulazione delle ipotesi di ricerca 2 e 3, al fine di verificare la sussistenza della ricerca di possibili punti di contatto fra le discipline dello HCD e della HRI.

Entrambe le indagini sono state effettuate, contestualmente, in **lingua italiana e inglese** così da consentire la raccolta di dati sul territorio italiano e sul territorio europeo. Ciò ha permesso di espandere il bacino di potenziali partecipanti alle indagini ma anche di effettuare un confronto dei dati raccolti in base alla nazionalità e al **contesto socio-culturale** di riferimento, in quanto fattori determinanti per l'attitudine e gli atteggiamenti nei confronti dei robot, come emerge dalle evidenze scientifiche trattate nel capitolo relativo alle sperimentazioni di robot assistivi.

## 12.1 Indagine 1. Questionario online *Robotica & Design - Utenti attuali e potenziali.*

### *12.1.1 Struttura e finalità del questionario*

L'indagine 1 mira alla raccolta di dati quantitativi e qualitativi circa il **rapporto fra persone e robot**, fornendo un quadro generale delle credenze, attitudini, preferenze e utilizzo di tali dispositivi da parte di utenti appartenenti a diverse fasce di età e con diversi livelli di esperienza tecnologica. L'indagine è stata condotta attraverso la somministrazione di un questionario online dal titolo: *Robotica & Design - Il rapporto fra robot, design e persone*. Il questionario è destinato sia ad utenti che già utilizzano un robot in ambiente domestico o lavorativo, sia a coloro che rappresentano dei potenziali destinatari di tali tecnologie. Il questionario è suddiviso in 4 sezioni:

1. Anagrafica;
2. Esperienza tecnologica e esperienza pregressa con i robot;
3. Attitudini nei confronti dei robot assistivi: possibili utenti, contesti d'uso e attività;
4. Caratteristiche prioritarie e preferenze in relazione ad un robot domestico.

La prima sezione, finalizzata alla raccolta di **dati anagrafici** (età, professione, livello di istruzione) ha lo scopo di raccogliere dati quantitativi circa le caratteristiche demografiche degli utenti di robot sociali e assistivi. Fattori come l'età, il livello di istruzione e la nazionalità possono influenzare non solo la volontà d'uso ma anche la scelta della tipologia di robot assistivo (Bartneck et al., 2007; Prakash & Rogers, 2015; Haring et al., 2014).

La raccolta di dati relativi al **rapporto con le nuove tecnologie** è solitamente inclusa in tutti i protocolli sperimentali relativi alla valutazione dell'interazione uomo-robot, in quanto è stato dimostrato che, oltre a età, nazionalità e istruzione, sia il livello di esperienza tecnologica che le aspettative e le attitudini nei confronti dei robot possono determinarne l'accettabilità e quindi l'utilizzo a lungo termine (Ezer et al., 2009; Smarr et al., 2014). Su tali basi, la seconda sezione prevede una serie di domande volte ad analizzare l'**esperienza con dispositivi tecnologici** commerciali di uso comune e con robot di qualunque tipo (domestici, sociali, assistivi, industriali, etc.). In seguito, il focus si sposta sull'indagine delle sensazioni e delle **emozioni** che i robot suscitano nelle persone e sulle **caratteristiche prioritarie per gli utenti** (formali, funzionali, qualitativi, etc.): molti studi scientifici, infatti, hanno evidenziato che aspetti formali o funzionali influenzano la percezione e la valutazione del robot (Forlizzi et al., 2004; Wu et al., 2012; Deutsch et al., 2019) e che l'accettazione aumenta nel momento in cui gli utenti percepiscono un reale beneficio dall'assistenza robotica (Frennert et al., 2013; Ezer et al., 2009). La sezione 2 affronta anche il tema del **contesto d'uso** e dei **potenziali utenti di riferimento**: sono stati presi in considerazione sia gli utenti primari (anziani) sia gli eventuali caregiver, in quanto anche le loro necessità determinano l'efficacia dei robot assistivi e possono offrire direttive progettuali interessanti (Cesta et al., 2016; Sabelli et al., 2011). Il contesto d'uso prevalente è quello domestico ma il questionario analizza anche le aspettative nei confronti di robot usati in case di riposo o in strutture assistenziali, in quanto l'ambiente d'uso influenza sia le attività che il robot è chiamato a svolgere sia la potenziale efficacia e l'accettazione da parte delle persone con cui interagisce.
Da un punto di vista etnografico, la tecnologia è lo specchio della società che la produce (Arras & Cerqui, 2005). I valori e giudizi umani saranno sempre inclusi all'interno delle tecnologie assistive che diventano, quindi, un'esternalizzazione delle abilità e dei valori sociali. Sulla base di tali considerazioni, la terza parte del questionario mira ad indagare quei **valori, giudizi, preferenze e credenze nei confronti dei robot asisstivi**, al fine di prevedere le possibili future direzioni della robotica ma anche il modo in cui gli individui si descrivono in relazione ad essi. Tale indagine può fornire interessanti risultati relativi **all'impatto sociale** dei robot assistivi (Broadbent et al., 2009) e dei ruoli che essi sono chiamati a svolgere (Abdi et al., 2018). Infine, il questionario si focalizza sulle **possibili attività e preferenze di interazione**: le attività sono state identificate a partire dalla tassonomia proposta da Feil-Seifer & Mataric, (2005) e riguardano anche i comportamenti o la personalità percepita, in quanto fattore determinante dell'accettazione. La tipologia e la sofisticazione dell'interazione determinano il controllo percepito e la percezione delle abilità sociali del robot, influenzandone la percezione di utilità e facilità d'uso (Bartneck et al., 2009; Breazeal, 2003a).

Il questionario è stato strutturato anche in funzione dell'ipotesi di ricerca 4: *oltre alla conoscenza delle variabili più influenti per l'accettazione di un robot sociale e assistivo per anziani, per i designer sarebbe strategico conoscere un approccio o un metodo per mettere in relazione il loro utente di riferimento con le caratteristiche principali dei robot assistivi speri-*

*mentati in letteratura*. Ciò potrebbe fornire ai designer un metodo scientifico di **traduzione delle variabili dell'accettazione in concetti** come qualità morfologiche, comportamentali o di interazione, **utili ai fini progettuali**. Dai risultati, infatti, è stato possibile mettere in relazione le caratteristiche determinanti per l'accettazione dei robot assistivi sperimentate in letteratura con le preferenze e le attitudini di utenti potenziali e attuali: ciò ha rappresentato la base per la costituzione di User Personas e di *profili robotici accettabili* (Ruckert, 2011) a partire dall'identificazione di archetipi di utenti (capitolo 15).

La divulgazione online del questionario, effettuata attraverso la piattaforma *Google Moduli*, è iniziata a Marzo 2020 e si è conclusa a Maggio 2020. Il questionario è stato rivolto ad un campione di utenti, di entrambi i generi, di età compresa fra i 18 e i 99 anni. Per facilitare la diffusione ed ottimizzare la raccolta dei dati in un breve lasso temporale, il questionario è stato lanciato sul web e aperto sia a persone che già posseggono un robot domestico sia a coloro che non ne hanno mai fatto uso. Il campione analizzato in totale è di 272 persone in Italia e di 15 persone in Europa. I link di riferimento ai questionari online sono:

Questionario Robotica & Design - Italiano:
https://forms.gle/8xfig87gbVpf39PH6

Questionario Robotics & Design - English:
https://forms.gle/ukBYrNArPsrMckGe6

Di seguito si riporta la struttura del questionario in italiano (Scheda 1) e in inglese (Scheda 2).

## SCHEDA 1 - QUESTIONARIO ROBOTICA & DESIGN - ITALIANO
### (PARTECIPANTI: ITALIA 272)

**Robotica e Design**

1. Seleziona il campo che ti rappresenta*
*Contrassegna un solo ovale.*
◯ Architetto/Ingegnere
◯ Pensionato
◯ Altro

**Anagrafica generale**

2. Quanti anni hai?*
*Contrassegna un solo ovale.*
◯ 18 - 25 anni
◯ 26 - 35 anni
◯ 36 - 45 anni
◯ 46 - 60 anni
◯ più di 60 anni

3. Livello di istruzione*
*Contrassegna un solo ovale.*
◯ Scuola Primaria/Secondaria
◯ Laurea Triennale/Magistrale
◯ Master
◯ Dottorato di Ricerca
◯ Altro (_____)

**Esperienza tecnologica**

4. Quali dei seguenti dispositivi tecnologici usi?*
*Puoi selezionare più di una casella.*
◯ Computer
◯ Smartphone
◯ Tablet
◯ Smartwatch
◯ Smart TV
◯ Assistente digitale (ad es. Google Home, Echo Dot, etc.)
◯ Robot per faccende domestiche (ad es. iRobot, etc.)
◯ Robot industriali
◯ Nessuno
◯ Altro (_____)

5. Descrivi la tua esperienza con i robot*
*Puoi selezionare più di una casella.*
◯ Li ho visti solo in TV o al cinema
◯ Li ho visti solo in foto o video
◯ Li ho visti dal vivo ma non li ho mai usati
◯ Li uso a casa
◯ Li uso al lavoro
◯ Li uso per intrattenimento
◯ Altro (_____)

6. Quali delle seguenti sensazioni suscitano in te i robot?*
*Puoi selezionare più di una casella.*
◯ Ansia
◯ Tranquillità
◯ Paura
◯ Fiducia
◯ Preoccupazione
◯ Serenità
◯ Imbarazzo
◯ Curiosità
◯ Disagio
◯ Confidenza
◯ Sicurezza
◯ Divertimento
◯ Noia
◯ Interesse
◯ Disinteresse
◯ Rigidità
◯ Flessibilità
◯ Piacevolezza
◯ Disgusto
◯ Difficoltà d'uso
◯ Scomodità
◯ Utilità
◯ Inutilità
◯ Complessità
◯ Personalizzazione
◯ Intelligenza
◯ Altro (_____)

7. Se dovessi scegliere un robot, a quali elementi daresti priorità?*
*Puoi selezionare più di una casella.*
◯ Usabilità / Facilità d'uso
◯ Qualità dell'esperienza d'uso (insieme delle emozioni, percezioni e reazioni che una persona prova quando si interfaccia con il robot)
◯ Aspetto estetico
◯ Divertimento / Intrattenimento
◯ Abilità sociali del robot (conversazione, telepresenza, socializzazione, facilitazione sociale)
◯ Abilità funzionali del robot (promemoria, faccende domestiche, assistente digitale, sicurezza)
◯ Abilità terapeutiche del robot (monitoraggio salute, terapia cognitiva/fisica, attività fisica)

8. Secondo te, chi userebbe i robot?*
*Puoi selezionare più di una casella.*
◯ Io
◯ Gli anziani per l'assistenza
◯ I giovani per l'apprendimento
◯ I lavoratori inn vari ambiti
◯ I medici, inferimieri e operatori socio-sannitari
◯ Tutti, ognuno in base alle proprie necessità
◯ Altro (_____)

9. In quali contesti credi che i robot possano essere utili?*
*Puoi selezionare più di una casella.*
◯ Casa
◯ Ospedale
◯ Industria
◯ Scuola/Università
◯ Case di riposo/Centri di assistenza
◯ Palestre/Centri sportivi
◯ Ovunque (anche in ambiti diversi da quelli sopra elencati)

**Qualità dei robot**

10. Se dovessi avere un robot, quale aspetto preferiresti?*
*Puoi selezionare più di una casella.*
◯ Aspetto umano
◯ Aspetto meccanico
◯ Aspetto zoomorfo
◯ Aspetto simile ad un oggetto d'uso quotidiano
◯ Personalizzato

11. Come preferiresti interagire con un robot?*
*Puoi selezionare più di una casella.*
◯ Comandi vocali (ad es. Siri, Alexa, etc.)
◯ Controlli touch (ad es. attraverso un tablet o display)
◯ Controlli analogici (ad es. pulsanti, manopole, etc.)
◯ Gesti / Tatto
◯ Interazione multi-modale (come se interagissi con un vero essere umano)

12. Quali delle seguenti caratteristiche vorresti in un robot?*
*Puoi selezionare più di una casella.*
◯ Interattivo
◯ Partecipativo
◯ Inattivo
◯ Indifferente
◯ Passivo (non prende iniziativa)
◯ Intelligente
◯ Competente (in uno o più ambiti)
◯ Colto
◯ Giudizioso
◯ Rilassato
◯ Agitato
◯ Energico (propositivo e proattivo)
◯ Di buona compagnia
◯ Altro (_____)

## SCHEDA 2 - ROBOTICS & DESIGN QUESTIONNAIRE - ENGLISH
### (PARTECIPANTI: EUROPA 15)

**Robotics and Design**

1. Select your working area*
*You can check one box.*
◯ Designer / Researcher
◯ Architect / Engineer
◯ Retired
◯ Other

**Personal data**

2. How old are you?*
*You can check one box.*
◯ 18 - 25
◯ 26 - 35
◯ 36 - 45
◯ 46 - 60
◯ over 60

3. Education*
*You can check one box.*
◯ Primary / Secondary School
◯ Bachelor's / Master's degree
◯ Ph.D
◯ Other (_____)

**Technology experience**

4. Which of the following devices do you use?*
*You can check more than one box.*
◯ Computer
◯ Smartphone
◯ Tablet
◯ Smartwatch
◯ Smart TV
◯ Digital assistant (e.g. Google Home, Echo Dot, etc.)
◯ Household robots (e.g. iRobot, etc.)
◯ Industrial robots
◯ None
◯ Other (_____)

5. Describe your experience with robots*
*You can check more than one box.*
◯ I only saw them on TV or cinema
◯ I only saw them in photos or videos
◯ I saw them live but never used them
◯ I use them at home
◯ I use them at work
◯ I use them for entertainment
◯ Other (_____)

6. Which of the following feelings do robots arouse in you?*
*You can check more than one box.*
◯ Anxiety
◯ Quiet
◯ Fear
◯ Trust
◯ Concern
◯ Peace
◯ Awkwardness
◯ Curiosity
◯ Discomfort
◯ Confidence
◯ Security
◯ Fun
◯ Bore
◯ Interest
◯ Disinterestedness
◯ Rigidity
◯ Flexibility
◯ Pleasantness
◯ Dislike
◯ Robustness
◯ Difficulty of use
◯ Ease of use
◯ Usefulness
◯ Uselessness
◯ Complexity
◯ Customization
◯ Intelligence
◯ Other (_____)

7. If you had to choose a robot, which elements would you give priority to?*
*You can check more than one box.*
◯ Usability / Ease of use
◯ Quality of the general use experience (set of emotions, perceptions and reactions that a person experiences when interacting with the robot)
◯ Aesthetic aspect
◯ Fun / Entertainment
◯ Social skills of the robot (conversation, telepresence, socialization, communication with others)
◯ Functional skills of the robot (reminders, housework, digital assistant, security)
◯ Therapeutic abilities of the robot (health monitoring, cognitive therapy, physical therapy, physical activity)

8. Who do you think would use robots?*
*You can check more than one box.*
◯ Me
◯ The elderly for assistance
◯ Young people for learning
◯ Workers in various areas
◯ Doctors, nurses and health professionals
◯ Everyone, each according to their needs
◯ Other (_____)

9. In which contexts do you think robots can be more useful?*
*You can check more than one box.*
◯ Home
◯ Hospital
◯ Industry
◯ School / University
◯ Retirement homes / Nursing homes
◯ Gyms / Sports Centers
◯ Anywhere (also in other areas than those listed above)

**Robotic features**

10. If you had to have a robot, which aspect would you prefer?*
*You can check more than one box.*
◯ Human-like
◯ Mechanical-like
◯ Zoomorphic (animal-like)
◯ Appearance similar to an everyday object
◯ Custom

11. How would you prefer to interact with a robot?*
*You can check more than one box.*
◯ Voice controls (e.g. Siri, Alexa, etc.)
◯ Touch controls (e.g. through a tablet or display)
◯ Analog controls (e.g. buttons, knobs, etc.)
◯ Gestures
◯ Multi-modal interaction (as if interacting with a real human being)

12. Which of the following features would you like in a robot?*
*You can check more than one box.*
◯ Interactive
◯ Participatory
◯ Inactive
◯ Indifferent
◯ Passive (does not take the initiative)
◯ Intelligent
◯ Competent (in one or more areas)
◯ Cultured
◯ Wise
◯ Relaxed
◯ Agitated
◯ Energetic (proactive)
◯ Companion
◯ Other (_____)

### *12.1.2 Risultati e input derivanti dall'elaborazione dei dati - Italia*

#### *Sezione 1. Anagrafica e informazioni personali.*

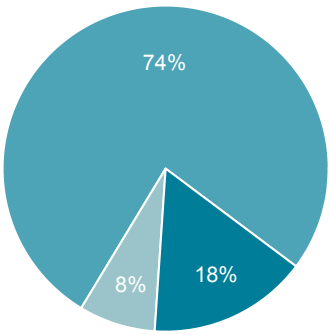
La prima sezione (Figura 1), relativa alla raccolta di **informazioni personali** sui partecipanti al questionario, è stata utile a definire il profilo di base di coloro che usano attualmente robot assistivi o che sarebbero interessati ad usarli. Il bacino di partecipanti è costituito prevalentemente da **pensionati** (74%), seguiti da architetti o ingegneri (18%), identificati come utenti con una visione maggiormente analitica e tecnica in relazione alla robotica, e da una piccola percentuale di professionisti in altri settori (8%). Dal punto di vista anagrafico le fasce di età maggiormente rappresentative sono: **46 - 60 anni** (23,9%), **18 - 25 anni** (23,2%) e **over 60** (22,8%). Sono seguite dalla fascia 26 - 35 anni (20,6%) e 36 - 45 anni (9,6%). La presenza di partecipanti corrispondenti più o meno omogeneamente a tutte le fasce di età consente non solo la raccolta di dati relativi ad un'ampia tipologia di utenti ma anche un eventuale confronto di opinioni, credenze, bisogni e aspettative nei confronti della robotica. Analogamente, anche il livello di istruzione risulta essere piuttosto vario: più della metà dei partecipanti ha concluso la scuola secondaria e non ha proseguito gli studi (55%) mentre circa un quarto (36%) ha conseguito una Laurea Triennale o Magistrale. Solo una piccola parte, invece, è in possesso di un Master di primo o secondo livello (6%) o di un Dottorato di Ricerca (4%). L'identificazione delle caratteristiche demografiche è una fase fondamentale per l'identificazione di **archetipi di utenti di riferimento**: come si evince dal capitolo relativo alle sperimentazioni scientifiche condotte con i robot assistivi, fattori quali la professione, l'età e l'istruzione risultano essere condizioni influenti e talvolta determinanti per le variabili dell'accettazione.

#### *Sezione 2. Esperienza tecnologica e esperienza pregressa con i robot.*

[D.4] Quali dei seguenti dispositivi tecnologici usi?

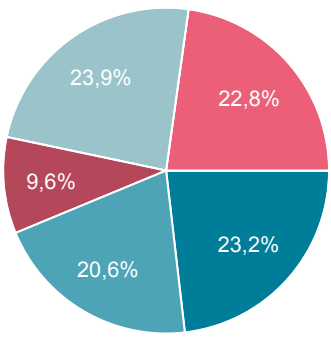
I partecipanti hanno un'**esperienza tecnologica** (Figura 2) **medio-alta**, dovuta soprattutto all'uso di computer (256 utenti - 94,1%) e di smartphone (257 utenti - 94,5%). Il numero di utilizzatori di tablet è inferiore (170 utenti) ma comunque corrispondente ad una percentuale elevata (62,5%) così come il numero di persone che usano una smart tv (135 utenti - 49,6%). Le percentuali relative all'uso di dispositivi digitali meno tradizionali risultano nettamente inferiori: meno della metà dei partecipanti ha un assistente digitale (48 utenti - 17,6%) o un robot per le faccende domestiche (26 utenti - 9,6%). Un solo partecipante fa uso di robot industriali per motivi di lavoro (0,4%) e 4 utenti (1,5%) non hanno alcuna esperienza tecnologica. I dati rilevati sono in linea con i dati Istat relativi al **rapporto dei cittadini italiani con le nuove tecnologie**. Secondo il report "*Cittadini e nuove tecnologie*" (2014)[1] le tecnologie per l'informazione e la comunicazione più diffuse sono i telefoni cellulari (93,6%) e gli smartphone (54%), seguiti dal computer (63,2%). Inoltre, il 62,7% di italiani possiede una connessione a internet. Confermano queste tendenze i dati del rapporto Istat 2020[2] secondo cui solo il 14,3% delle famiglie non ha un computer o un tablet in casa. Inoltre, nel report "*Cittadini e ICT"* del 2019[3], l'Istat rileva che il 29,1% di utenti fra i 16 e i 74 anni ha competenze digitali elevate, mentre il 25,8% ha competenze digitali di base. Il livello di istruzione rimane un fattore discriminante per le abilità digitali, anche se poco più della metà dei laureati in Italia ha competenze digitali elevate (52,3%).

1 Cfr. https://www.istat.it/it/files//2014/12/Cittadini_e_nuove_tecnologie_anno-2014.pdf Accessed 27-04-2020.
2 Cfr. https://www.istat.it/it/files//2020/04/Spazi-casa-disponibilita-computer-ragazzi.pdf Accessed 27-04-2020.
3 Cfr. https://www.istat.it/it/files//2019/12/Cittadini-e-ICT-2019.pdf Accessed 27-04-2020.



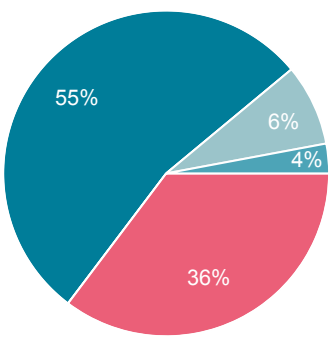

**PROFESSIONE**

- Architetto/Ingegnere
- Pensionato
- Altro




**ETA'**

- 18 - 25 anni
- 26 - 35 anni
- 36 - 45 anni
- 46 - 60 anni
- più di 60 anni




**LIVELLO DI ISTRUZIONE**

- Scuola Primaria/Secondaria
- Laurea Triennale/Magistrale
- Master
- Dottorato di Ricerca

Figura 1 - Professione, età e livello di istruzione dei partecipanti al questionario in italiano.

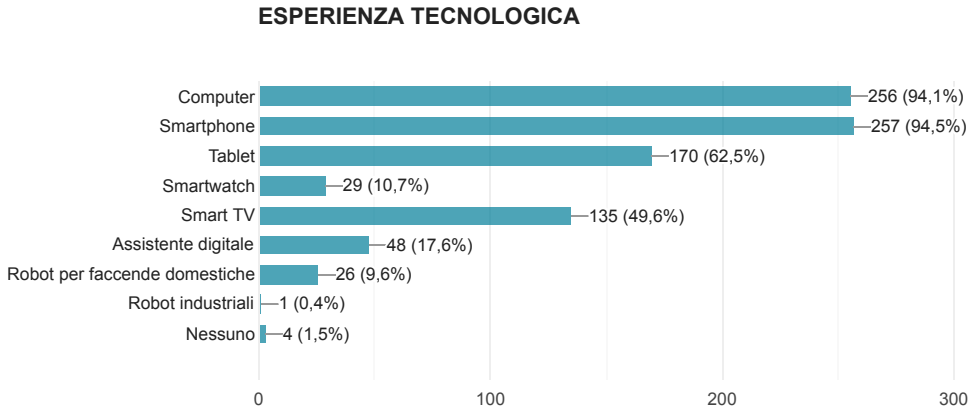



Figura 2 - I livelli di esperienza tecnologica.

[D.5] Descrivi la tua esperienza con i robot.
Per quanto riguarda l'**esperienza con i robot** (Figura 3), la maggior parte dei partecipanti li ha visti sono in TV o al cinema (142 utenti - 52,2%) o in foto e video (94 utenti - 34,6%). Il 29,5% (80 utenti) ne ha esperienza indiretta, in quanto li ha visti dal vivo ma non li ha mai usati in prima persona. Meno di un terzo li usa in casa (47 utenti - 17,3%) e il 4% (11 utenti) li usa al lavoro o per intrattenimento (9 utenti - 3,3%). Soltanto un partecipante ha molta esperienza robotica in quanto ha programmato il robot umanoide NAO (0,4%). L'esperienza pregressa con i robot è un fattore che influenza molto le aspettative e l'atteggiamento verso i robot (Ezer et al., 2009). Inoltre, una maggior esperienza può aiutare le persone ad avere **aspettative più realistiche** verso i robot e ad immaginare più facilmente le attività per cui essi potrebbero essere di supporto (Cavallo et al., 2018).

***Sezione 3. Attitudini nei confronti dei robot assistivi: possibili utenti, contesti d'uso e attività.***
[D.6] Quali delle seguenti sensazioni suscitano in te i robot?
La maggior parte dei partecipanti, nonostante non abbia una grandissima esperienza d'uso con i robot, si mostra **curiosa** (170 utenti - 62,5%), **interessata** (130 utenti - 47,8%) e

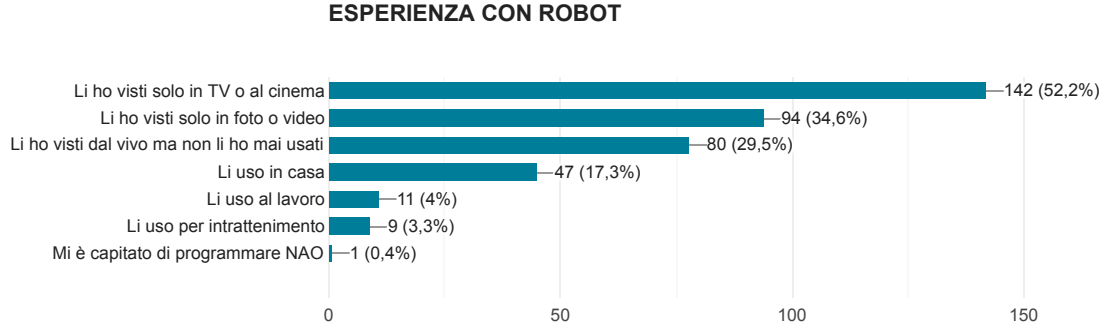



Figura 3 - I livelli di esperienza con i robot.

**divertita** (68 utenti - 25%) all'idea di utilizzarne o possederne uno (Figura 4). Come ampiamente analizzato nel capito relativo alle sperimentazioni robotiche con utenti, anche i risultati del questionario confermano che le persone sarebbero propense ad usare un robot domestico per motivi **funzionali** (140 utenti - 51,5% li ritiene utili) o comunque per un uso legato al supporto delle **attività** e delle **faccende domestiche**. Le aspettative riguardano un robot che si adatti alle necessità individuali, quindi **personalizzabile** (14,3% - 39 utenti), **flessibile** (17 utenti - 6,3%), **facile da usare** (46 utenti - 16,9%), **sicuro** (23 utenti - 8,5%) e **affidabile** (40 utenti - 14,7%). Altre emozioni positive riguardano la tranquillità (28 utenti - 10,3%), la serenità (15 utenti - 5,5%) nei confronti dei robot e l'aspettativa di usare una macchina piuttosto intelligente e competente (78 utenti - 28,7%) ma anche piacevole all'uso (4,8% - 13 utenti). Nonostante le emozioni prevalentemente positive, pochi partecipanti si sentono a proprio agio all'idea di usare un robot, con il 2,2% (6 utenti) che si sente abbastanza in confidenza con quest'idea, l'8,5% (23 utenti) che si sente a disagio e il 2,9% (8 utenti) che prova imbarazzo. Inoltre, la bassa esperienza diretta può provocare paura (3,7% - 10 utenti) e preoccupazioni (14% - 38 utenti), data dalla **difficoltà di immaginare un'interazione** o le modalità in cui un robot in casa possa effettivamente essere di aiuto e non intralciare le attività quotidiane. Infatti, molti sono legati all'idea che i media trasmettono della robotica, immaginando tali dispositivi come complessi (25,4% - 69 utenti) o rigidi (8,8% - 24 utenti), quindi difficili da usare. Ciò è confermato anche dal 12,1% (33 utenti) che prova addirittura ansia all'idea di interagire o usare un robot, dall'11,8% (32 utenti) che li ritiene difficili da usare o scomodi (2,6% - 7 utenti). Per quanto riguarda le possibili difficoltà o frustrazioni d'uso, è interessante notare il parallelismo con le frustrazioni ricorrenti durante l'interazione con gli attuali dispositivi elettronici, sebbene un solo utente abbia dato questo spunto: suggerisce, infatti, l'impotenza in caso di blackout (0,4%) che indica la paura di non saper risolvere un eventuale guasto o malfunzionamento tecnico senza l'aiuto di personale specializzato (ciò confermerebbe l'idea che i robot non siano ancora stati metabolizzati da gran parte della società come oggetti d'uso quotidiano ma che vengano ancora percepiti come prodotti destinati ad un uso tecnico-professionale). Una piccola percentuale prova addirittura astio o rifiuto, in termini di disgusto (0,4% - 1 utente), di inutilità (0,7% - 2 utenti) e di freddezza (0,4% - 1 utente) verso le piattaforme robotiche. Infine, pochi partecipanti sono del tutto disinteressati (6,6% - 18 utenti) all'idea di usare un robot, avvertendo addirittura noia (2,2% - 6 utenti) o indifferenza (0,4% - 1 utente). Ciò è probabilmente dovuto alla bassa esperienza e all'impossibilità di immaginare in che modo i robot possano facilitare anziché complicare la vita delle persone in ambiente domestico.

[D.7] Se dovessi scegliere un robot, a quali elementi daresti priorità?
I **fattori determinanti per l'uso** di un robot proposti all'interno del questionario (Figura 5) riguardano sia aspetti legati all'interazione che alle abilità robotiche. In relazione alla prima categoria, l'elemento prioritario che determinerebbe l'uso da parte degli intervistati è sicuramente la **facilità d'uso/usabilità** del robot (66,9% - 182 utenti): ciò conferma le aspettative emerse dai risultati della domanda [D. 6], per cui facilità d'uso e utilità sono le principali sensazioni trasmesse da un robot che svolge efficacemente i propri compiti. Seguono la qualità dell'**esperienza d'uso generale** (18,7% - 51 utenti), l'**aspetto estetico** (13,2% - 36 utenti) e il **divertimento** dato dall'interazione (11,8% - 32 utenti), sebbene in percentuali nettamente inferiori rispetto all'usabilità, in quanto considerate probabilmente aspetti secondari per l'uso di un robot assistivo, inteso come elemento di supporto pratico allo svolgimento di specifiche attività. La preferenza di un robot *funzionale* e la persistenza di un'idea *pragmatica* di robot nell'immaginario comune è confermata dalla preferenza del-

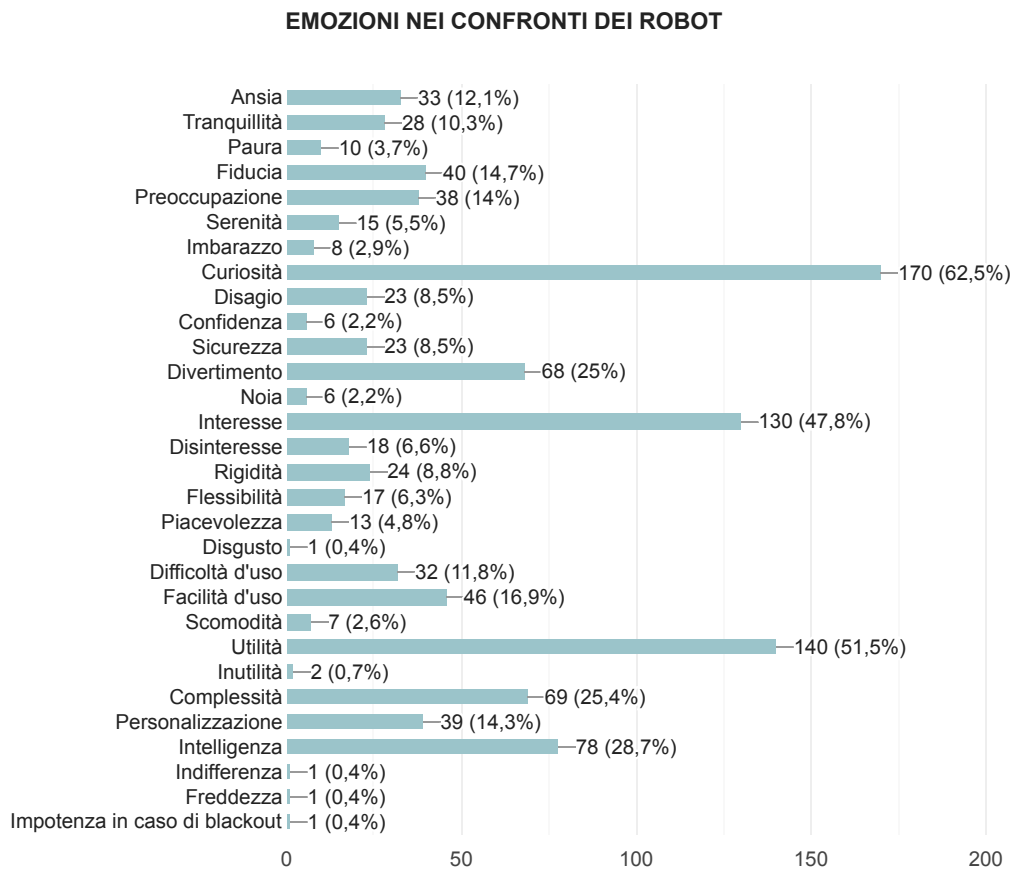



Figura 4 - Le emozioni, aspettative e preoccupazioni nei confronti dei robot.

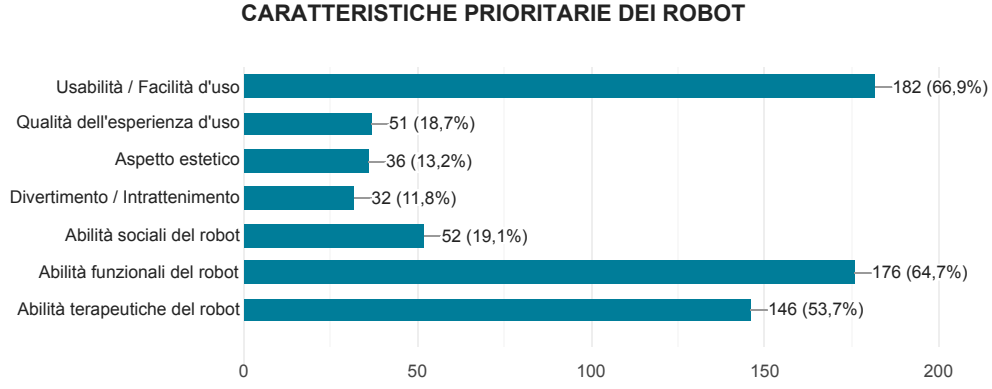



Figura 5 - Le caratteristiche prioritarie dei robot, in termini di interazione e di attività.

le **abilità funzionali del robot** (64,7% - 176 utenti) rispetto a quelle terapeutiche (53,7% - 146 utenti) o sociali (19,1% - 52 utenti). Questi risultato è in linea con questionari somministrati in altre nazioni, come quelli di Neunast et al., (2010) o Smarr et al., (2014), secondo cui le persone, e soprattutto gli anziani, accettano volentieri robot per svolgere faccende domestiche o per ricevere aiuto in caso di attività troppo difficili e pesanti o legate alla sicurezza (sollevamento carichi, giardinaggio, rilevamento cadute o allarmi vari, etc.) ma non li accettano molto per le attività sociali. Il rifiuto di svolgere attività sociali e terapeutiche attraverso i robot è probabilmente generato dalla paura che essi possano in futuro sostituire totalmente le cure o le interazioni umane (Moon et al., 2012): per questo motivo è importante prestare attenzione sia alla **corretta comunicazione delle reali funzioni e abilità** di cui i robot sono effettivamente dotati, sia all'idea generale di robot che viene trasmessa alla società: non devono essere mostrati come umanoidi dotati di un'avanzatissima intelligenza artificiale in grado si simulare atteggiamenti o emozioni umane, quanto come prodotti intelligenti e connessi (come fossero assistenti digitali) in grado di manipolare oggetti, capire le necessità della persona che hanno di fronte e aiutarla/supportarla per alleviarne lo sforzo fisico e mentale.

[D.8] Secondo te chi userebbe i robot?
I partecipanti si mostrano tendenzialmente **aperti all'uso dei robot** (Figura 6) in svariati contesti, a seconda delle specifiche necessità (73,5% - 200 utenti) sebbene, come confermato da Smarr et al., (2014) o Deutsch et al., (2019) li preferiscano per una specifica funzione o comunque ne valutino le abilità funzionali. Molti, infatti, apprezzano l'uso della robotica in **ambito sanitario** (36,4% - 99 utenti) o in quello **industriale** (37,5% - 102 utenti), probabilmente perché in tali contesti i **benefici dell'uso** dei robot sono **maggiormente tangibili** e anche molto più diffusi nell'immaginario collettivo. Lo stesso numero di partecipanti, accetterebbe i robot come supporto in **ambito educativo** (19,5% - 53 utenti) o per l'**assistenza agli anziani** (19,5% - 53 utenti): tali attività sono percepite come *funzionali* (si pensi alla sicurezza, alla possibilità di rilevare cadute, allarmi in casa o di svolgere attività che richiedono sforzo fisico eccessivo) e quindi risultano abbastanza accettate dalla maggior parte delle persone. Meno di un quarto dei partecipanti (22,4% - 61 utenti), però, si identifica come un potenziale utilizzatore di un robot assistivo: come dimostrato da Neven, (2010) spesso il potenziale utente viene immaginato secondo lo stereotipo della persona sola e bisognosa di cure e compagnia. Il rifiuto di questo stereotipo può giustificare una percentuale così bassa, nonostante dalle risposte precedenti sia emerso che i robot sono molto ben accetti in caso di supporto ad attività domestiche faticose o troppo impegnative.

[D.9] In quali contesti credi che i robot possano essere più utili?
I **contesti** in cui i robot sono ritenuti più utili (Figura 7) rispecchiano sicuramente l'idea di robot funzionale e utile a svolgere azioni ripetitive e troppo faticose per gli esseri umani. I contesti d'uso più accettati sono quello dell'industria (55,6% - 150 utenti) e dell'ospedale (52,6% - 142 utenti): ciò rispecchia anche il senso di **affidabilità, precisione e sicurezza** delle piattaforme robotiche, come mostrato dai risultati della domanda [D.6]. Come per gli utenti di riferimento [D. 8], anche il **contesto assistenziale** (case di riposo) è identificato come prioritario e adatto all'uso di robot (30,7% - 83 utenti) sebbene sia probabilmente legato ad attività di sicurezza o monitoraggio più che ad attività terapeutiche e sociali. Analogamente, i robot sarebbero usati in ambiente domestico dal 30% (81 utenti) per faccende, pulizia e sicurezza. I contesti d'uso meno accettati sono quello della scuola/università (20,7% - 56 utenti) e delle palestre (30,7% - 83 utenti), probabilmente per la difficoltà di

immaginare possibili funzioni utili che i robot potrebbero svolgere in tali ambienti. Infine, si conferma una generale apertura nei confronti di tali dispositivi, in quanto il 47,7% ritiene che potrebbero essere usati ovunque.

***Sezione 4. Caratteristiche prioritarie e preferenze in relazione ad un robot domestico.***
[D.10] Se dovessi avere un robot, quale aspetto preferiresti?
Le **preferenze morfologiche** ed edoniche riguardo ai robot (Figura 8) confermano quanto emerso e discusso approfonditamente nel capitolo relativo alle sperimentazioni in letteratura scientifica: è preferibile un **aspetto meccanico** (41,2% - 112 utenti), riconducibile all'uso pragmatico e funzionale che la maggioranza dei partecipanti ritiene più idoneo ai robot assistivi. Un'ulteriore conferma dei risultati riscontrabili in letteratura è data dalla predilezione di un aspetto simile ad un **oggetto di uso quotidiano** (34,2% - 93 utenti), come è mostrato anche dagli studi relativi a Jibo o a ElliQ. L'aspetto umano (16,9% - 46 utenti) è più accettato di quello zoomorfo (6,3% - 17 utenti), andando in contrapposizione con i numerosi studi che hanno validato l'accettabilità di robot simili ad animali come PARO o AIBO. Probabilmente ciò è dovuto all'immagine fantascientifica che i media (cinema, televisione) hanno

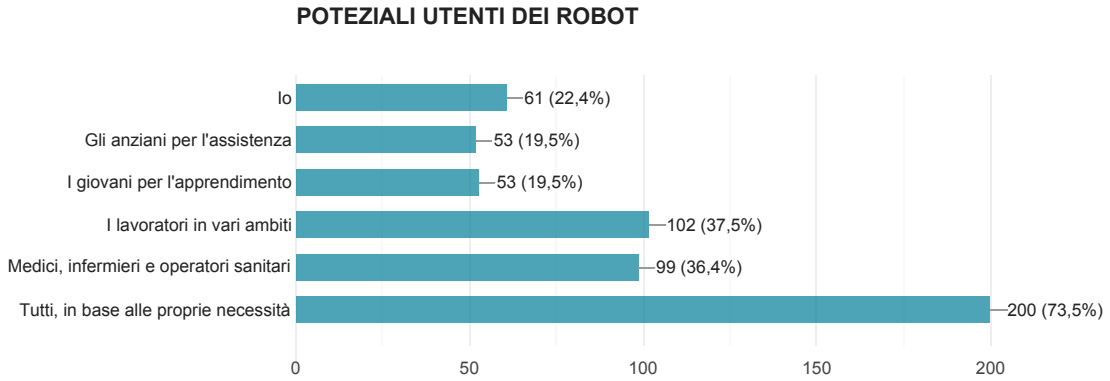



Figura 6 - I potenziali utenti dei robot assistivi.

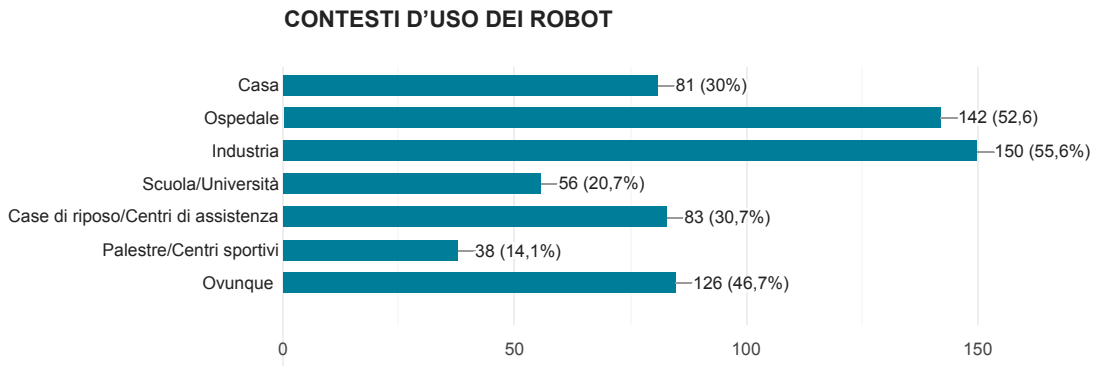



Figura 7 - I possibili contesti d'uso dei robot assistivi.

trasmesso dei robot: gli umanoidi sono sicuramente più presenti e mostrati come dotati di incredibili abilità e di spiccata intelligenza. Minor diffusione è stata data ai robot simili agli animali. Nel caso di interazione in ambiente reale, tali risultati devono sempre essere messi in relazione con il rischio di incorrere nella *uncanny valley* (Mori, 1970). Buona parte dei partecipanti vorrebbe un'**estrema flessibilità** della piattaforma robotica, sia dal punto di vista dei compiti da eseguire sia da quello estetico/formale (22,1% - 60 utenti).

[D.11] Come preferiresti interagire con un robot?
Per quanto riguarda le **preferenze di interazione** (Figura 9), la maggior parte degli intervistati ha indicato tipologie di interazione già impiegate con i dispositivi tecnologici di uso comune (smartphone, tablet, etc.) e che ritiene maggiormente efficaci: la maggior parte ritiene migliori i **comandi vocali** (64,7% - 176 utenti), il 35,7% (97 utenti) userebbe un robot con **controlli touch** o con un'**interazione multi-modale** (31,6% - 86 utenti), che si adatti in base alle circostanze: quest'ultima, sebbene rappresenti probabilmente la più naturale, non è ancora accettata dalla maggior parte delle persone. Infine, una piccola percentuale preferirebbe i controlli analogici (14,7% - 40 utenti) o tramite gesti (11,8% - 32 utenti).

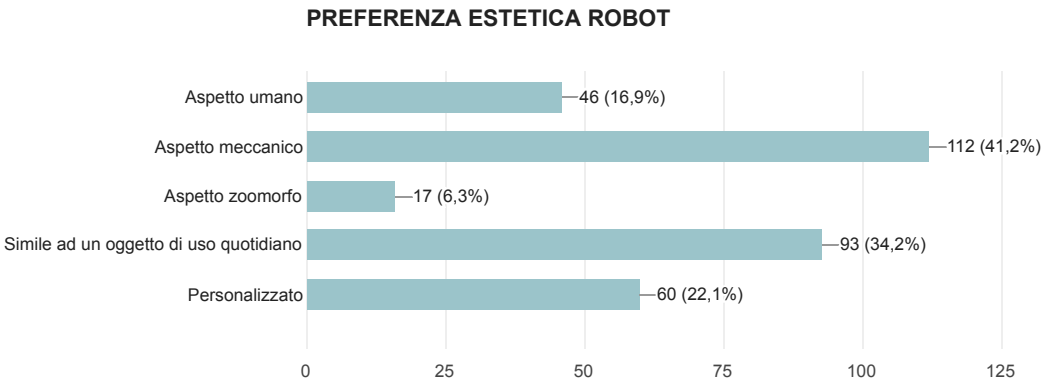



Figura 8 - Le preferenze estetiche dei robot assistivi.

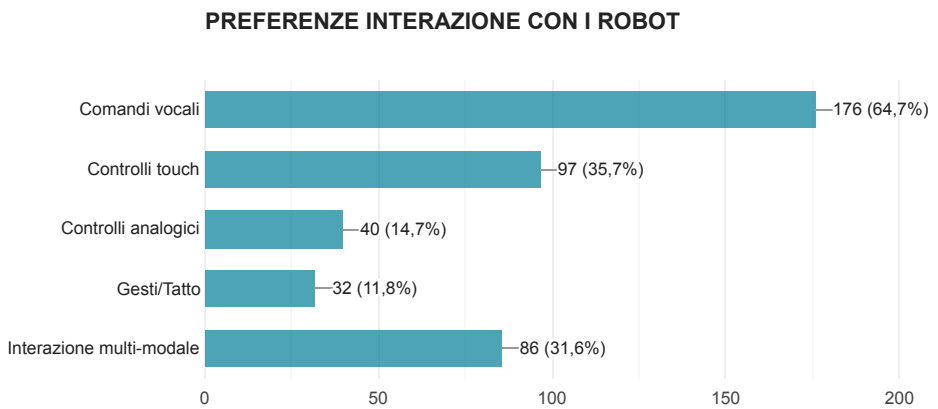



Figura 9 - Tipologie di interazione: le preferenze degli utenti.

[D.12] Quali delle seguenti caratteristiche vorresti in un robot?
L'ultima domanda riguarda il **comportamento del robot** (Figura 10): la maggior parte degli intervistati preferirebbe un **robot interattivo** (67,6% - 184 utenti) e **partecipativo** (26,5% - 72 utenti) ma anche **competente** (52,9% - 144 utenti) e **intelligente** (46% - 125 utenti). Sebbene questi ultimi due tratti comportamentali lascino trasparire un'idea funzionale e pragmatica del robot, molti partecipanti vorrebbero che fosse **proattivo** (20,6% - 56 utenti), **di buona compagnia** (23,5% - 64 utenti) e rilassato (19,5% - 53 utenti), il che lascia ampio margine per l'eventuale svolgimento di attività sociali e ricreative da parte del robot. Quest'ultimo, infatti, potrebbe supportare la comunicazione fra persone lontane o svolgere il ruolo di facilitatore sociale, magari proponendo spunti di conversazione o fornendo notizie e curiosità. Tali considerazioni sono in linea con i partecipanti che vorrebbero un robot colto (24,3% - 66 utenti) e giudizioso (15,1% - 41 utenti). Sono pochissime le persone che vorrebbero un robot passivo (16,9% - 46 utenti), inattivo (2,2% - 6 utenti) o indifferente (2,6% - 7 utenti). Una sola persona vorrebbe un robot efficiente (0,4%) e un solo intervistato ha risposto *nessuna delle precedenti* (0,4%), non indicando però soluzioni alternative.

### *12.1.3 Risultati e input derivanti dall'elaborazione dei dati - Europa*

#### *Sezione 1. Anagrafica e informazioni personali.*

La prima sezione (Figura 11) del questionario è stata utile a raccogliere informazioni circa la professione, l'età e il livello di istruzione dei partecipanti, così da definire un profilo di base dei partecipanti. Il 27% è **pensionato**, il 7% svolge professioni in area architettonica o ingegneristica mentre il 67% lavora in **altri ambiti**.
Questi dati si discostano molto da quelli italiani, in cui la maggior parte degli utenti è in pensione. Le fasce di età maggiormente rappresentative sono quella degli **over 60** (33%) e di età compresa fra i **46 - 60 anni** (33%). Una percentuale minore (20%) appartiene all'intervallo 18 - 25 mentre i 26 - 35 hanno il 7% così come i 36 -45 (7%). Dal punto di vista anagrafico gli utenti sono simili per età a quelli italiani. Il livello di istruzione maggiore è quello della Laurea Triennale o Magistrale (93%) seguita dalla scuola primaria o secondaria (7%).

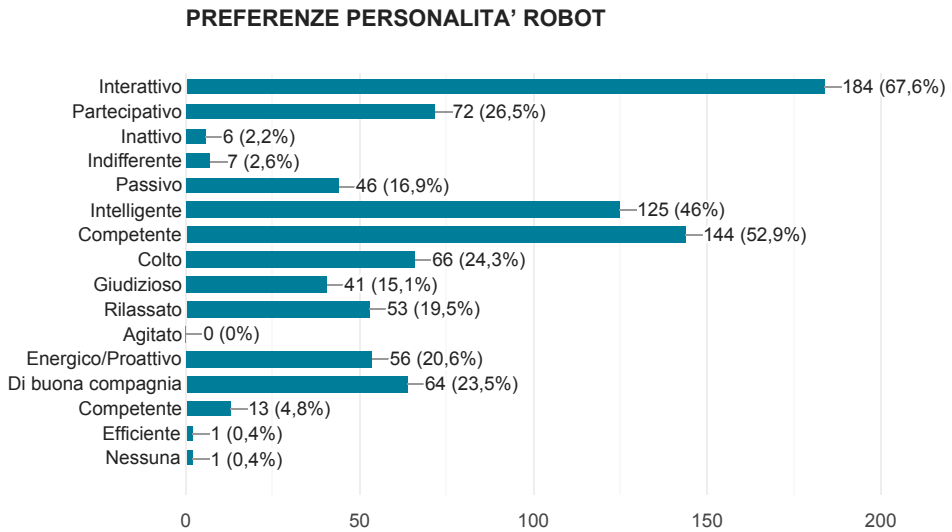
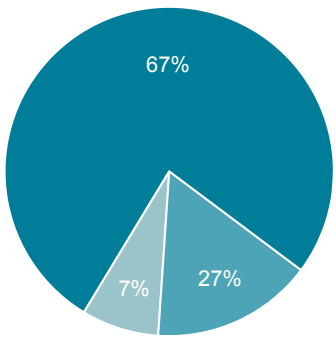
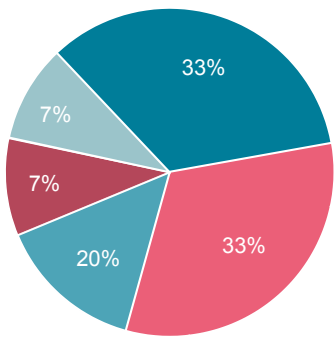



Figura 10 - Le preferenze per la personalità e il comportamento di un robot assistivo.



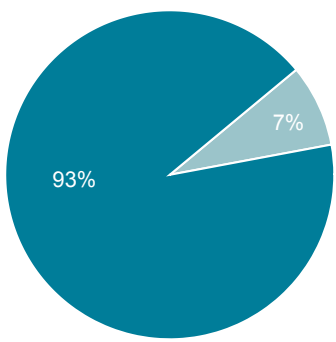

**WORKING AREA**

- Architect/Engineering
- Retired
- Other




**AGE**

- 18 - 25
- 26 - 35
- 36 - 45
- 46 - 60
- over 60




**EDUCATION**

- Primary / Secondary School
- Bachelor's / Master's Degree
- Ph.D.

Figura 11 - Professione, età e livello di istruzione dei partecipanti al questionario in inglese.

Nessuno dei partecipanti ha un Dottorato di Ricerca (0%). I dati italiani mostrano una situazione più variegata, con una piccola percentuale di Dottori di ricerca e più intervistati che non hanno continuato gli studi dopo la scuola secondaria. Anche in tal caso, analizzare le caratteristiche principali degli utenti è utile ai fini della definizione di archetipi per strutturare le User Personas sulla base di fattori come la professione, l'età e il contesto socio-culturale, in quanto determinanti per l'accettazione di specifiche tipologie di robot assistivi.

***Sezione 2. Esperienza tecnologica e esperienza pregressa con i robot.***
[Q.4] Which of the following devices do you use?
L'**esperienza tecnologica dei partecipanti è medio-alta** (Figura 12): tutti (100% - 15 utenti) usano computer e smartphone, l'86,7% (13 utenti) usa il tablet, il 60% (9 utenti) la smart TV e il 53,3% (8 utenti) ha un assistente digitale. Solo il 26,7% (4 utenti) usa uno smartwatch e il 20% (3 utenti) ha robot per faccende domestiche. Nessuno usa robot industriali (0%) e nessuno (0%) non ha esperienza con almeno uno dei dispositivi sopra elencati. I dati rilevati sono analoghi a quelli nazionali con l'unica differenza dell'uso maggiore di assistenti digitali in Europa.

[Q.5] Describe your experience with robots.
Per quanto riguarda l'**esperienza con i robot** (Figura 13) la maggior parte degli intervistati li ha visti solo in TV o al cinema (46,7% - 7 utenti). Poco meno della metà li usa in ambiente domestico (40% - 6 utenti) e ciò è dovuto all'**alto tasso di adozione di assistenti digitali e robot per le pulizie domestiche**, come mostrato dalle risposte alla domanda [Q.4]. Il 33,3% (5 utenti) ne ha avuto esperienza diretta, vedendoli dal vivo ma non usandoli in prima persona mentre il 13,3% (2 utenti) li hanno visti solo in foto. Un ulteriore 13,3% (2 utenti) li usa al lavoro mentre solo il 6,7% (1 utente) li usa per divertimento: ciò consente di dedurre che gli assistenti digitali sono usati per scopi prevalentemente funzionali e non sociali o di intrattenimento. Rispetto ai dati nazionali risulta che gli europei hanno maggior esperienza di robot in ambiente domestico e che molti più italiani ne hanno esperienza indiretta.

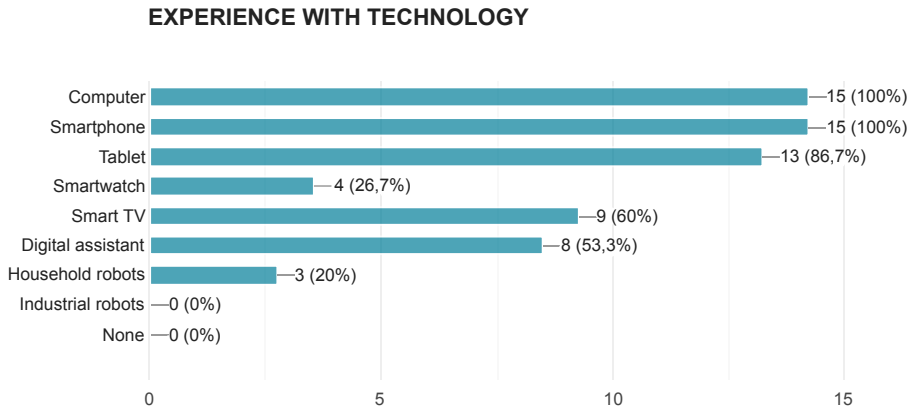



Figura 12 - I livelli di esperienza tecnologica in Europa.

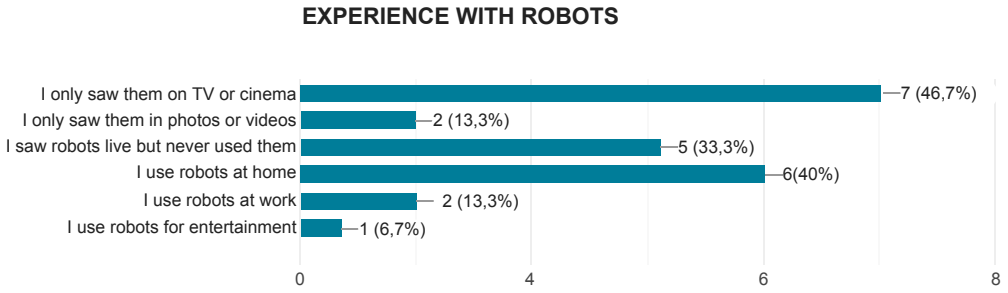



Figura 13 - I livelli di esperienza con i robot in Europa.

***Sezione 3. Attitudini nei confronti dei robot assistivi: possibili utenti, contesti d'uso e attività.***

[Q.6] Which of the following feelings do robots arouse in you?

Le **emozioni degli intervistati nei confronti dei robot** (Figura 14) sono generalmente positive. Il 66,7% (10 utenti) prova **curiosità**, il 60% (9 utenti) si dichiara **interessato** a queste tecnologie e la stessa percentuale li trova utili. Il 33,3% (5 utenti) li trova **divertenti ma complessi**. Il 20% (3 utenti) associa ai robot l'idea di poterli **personalizzare**, il 13,3% (2 utenti) l'idea di **flessibilità** e il 6,7% (1 utente) li trova **intelligenti**, facili da usare e affidabili, dichiarando di sentirsi a proprio agio con loro e di provare un senso di fiducia. Le emozioni negative sono presenti in percentuali minori: il 20% (3 utenti) prova preoccupazione e trova imbarazzante l'idea di usare un robot. Il 13,3% (2 utenti) prova ansia e il 6,7% (1 utente) prova disinteresse, paura e li ritiene difficili da usare. Le opzioni che hanno ottenuto lo 0% di risposte sono: tranquillità, pace, senso di disagio, sicurezza, noia, rigidità, piacevolezza, assenza di piacere d'uso, inutilità. Come nei risultati nazionali, anche a livello europeo le persone si mostrano particolarmente aperte e curiose nei confronti dei robot. Tuttavia, data la bassa esperienza pregressa con tali dispositivi, alcuni provano un senso di paura o non sono sicuri di potersi fidare di qualcosa che non conoscono.

[Q.7] If you had to choose a robot, which elements would you give priority to?

Le **caratteristiche prioritarie** di un robot (Figura 15) secondo i partecipanti europei sono l'**usabilità/facilità d'uso** (93,3% - 14 utenti) e le **abilità funzionali** del robot (66,7% - 10 utenti). A parità di percentuale (33,3% - 5 utenti) seguono la qualità dell'esperienza generale, il divertimento/intrattenimento, le abilità sociali o terapeutiche del robot. Il 26,7% (4 utenti) dà importanza anche all'aspetto estetico. I risultati sono simili a quelli nazionali, con l'unica differenza che gli italiani hanno dato importanza anche alle abilità terapeutiche del robot, probabilmente facendo riferimento ai robot usati in ambienti ospedalieri o in strutture assistenziali. Anche questi dati, comunque, confermano che le persone accettano volentieri i robot per svolgere faccende domestiche o attività che richiedono un eccessivo sforzo fisico ma non sono sicure di volerli usare per l'interazione sociale o per il divertimento, probabilmente per la paura che possano sostituire l'interazione uomo-uomo o perché la società attuale non li concepisce come semplici *mezzi di comunicazione* fra umani, alla stregua di computer e smartphone, ma come entità differenti (Neunast et al., 2010; Smarr et al., 2014).

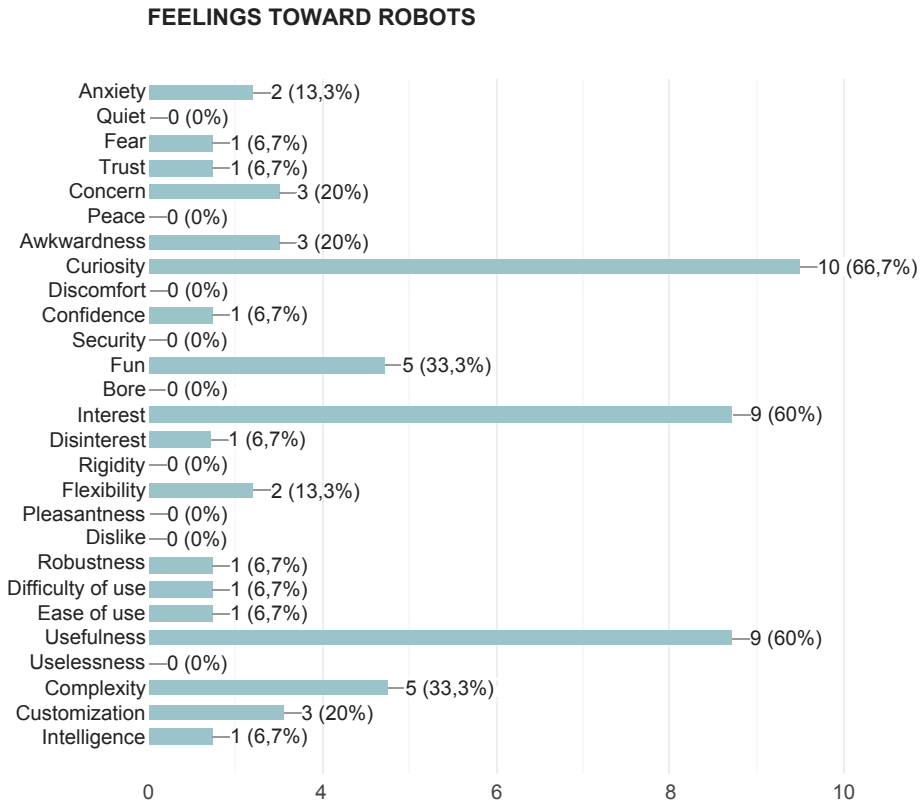



Figura 14 - I sentimenti e le emozioni nei confronti dei robot in Europa.

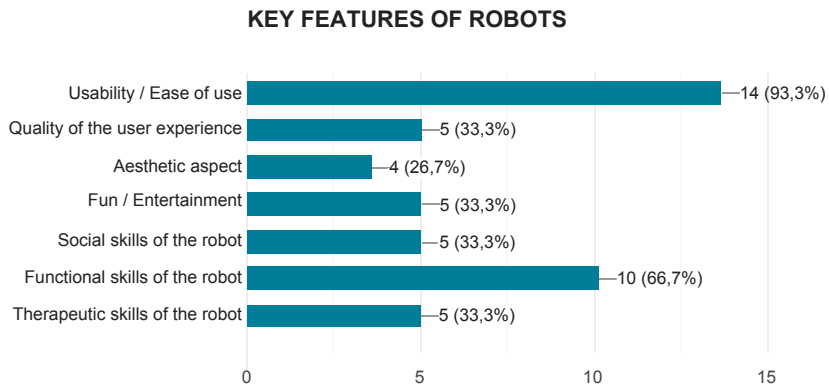



Figura 15 - Le caratteristiche prioritarie dei robot secondo gli europei.

[Q.8] Who do you think would use robots?
Gli **utenti potenziali** dei robot (Figura 16), secondo gli intervistati europei, sono sicuramente vari: il 100% (15 utenti) dichiara che **tutti potrebbero usarne uno**, in base alle proprie necessità, desideri e obiettivi. Circa la metà dei partecipanti lo userebbe (46,7% - 7 utenti). Il 33,3% (5 utenti) ritiene che i robot servirebbero soprattutto per fornire **assistenza agli anziani**, per supportare medici e infermieri in **ambito sanitario** o comunque tutti i lavoratori nei diversi **settori produttivi**. Il 26,7% (4 utenti) li riterrebbe utili in ambito educativo, per coinvolgere gli studenti o per supportare il lavoro degli insegnanti. I risultati sono analoghi a quelli italiani sebbene questi si sentano meno coinvolti in prima persona nell'utilizzo delle tecnologie robotiche.

[Q.9] In which contexts do you think robots can be more useful?
Il **contesto d'uso** (Figura 17) principale per un robot è quello **industriale** secondo il 73,3% (11 utenti) degli intervistati. Il 53,3% (8 utenti) li ritiene adeguati all'ambiente **domestico**, **ospedaliero** o per le **strutture sanitarie/assistenziali per anziani**. Il 46,7% (7 utenti) dichiara che potrebbero essere usati ovunque, il 33,3% (5 utenti) a scuola o all'università e solo il 20% (3 utenti) li ritiene utili in palestra o nei centri sportivi. I risultati emersi sono simili a quelli nazionali, secondo cui i contesti d'uso principali sono quello industriale e ospedaliero.

***Sezione 4. Caratteristiche prioritarie e preferenze in relazione ad un robot domestico.***
[Q.10] If you had to have a robot, which aspect would you prefer?
Per quanto riguarda l'**aspetto estetico** del robot (Figura 18) i risultati sono piuttosto omogenei per tutte le opzioni di risposta. Il 46,7% (7 utenti) preferisce un robot dall'aspetto simile ai prodotti o agli **oggetti d'uso comune**. Il 33,3% (5 utenti) preferirebbe **personalizzare la morfologia del robot** o un aspetto meccanico. Percentuali minori (26,7% - 4 utenti) vorrebbero che assomigliasse ad un animale o ad un essere umano (20% - 3 utenti). Anche questi risultati sono in linea con quelli italiani sebbene gli europei mostrino un maggiore interesse per la possibilità di personalizzazione. La preferenza generale per un aspetto simile agli oggetti d'uso quotidiano conferma i risultati della domanda [Q.7], che mostrano un maggior interesse per gli aspetti e le abilità puramente funzionali del robot.

[Q.11] How would you prefer to interact with a robot?
La **modalità di interazione** (Figura 19) preferita è il **comando vocale** (86,7% - 13 utenti), seguita dall'**interazione multi-modale** (53,3% - 8 utenti). Il 33,3% (5 utenti) interagirebbe con controlli touch, il 20% (3 utenti) con controlli analogici e il 13,3% (2 utenti) attraverso i gesti. Gli europei mostrano preferenze di interazione simili agli italiani ma con un maggior interesse verso la multi-modalità.

[Q.12] Which of the following features would you like in a robot?
Il **comportamento del robot** (Figura 20) dovrebbe essere **interattivo** secondo il 93,3% (14 utenti) dei partecipanti. Il 60% (9 utenti) vorrebbe un robot **intelligente** e il 46,7% (7 utenti) **competente**. Il 20% (3 utenti) si aspetta un robot passivo, acculturato, saggio e di compagnia. Una percentuale minore (13,3% - 2 utenti) apprezza un comportamento rilassato. Il 6,7% (1 utente) partecipativo, agitato e proattivo. Nessuno (0%) vorrebbe un robot inattivo o indifferente.

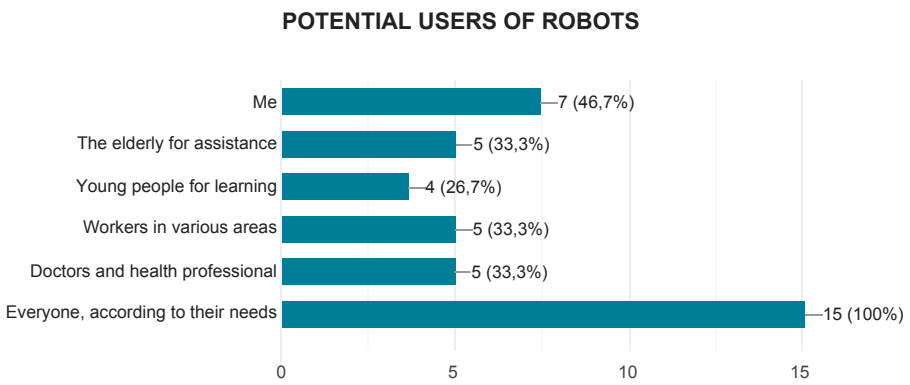



Figura 16 - I potenziali utenti dei robot in Europa.

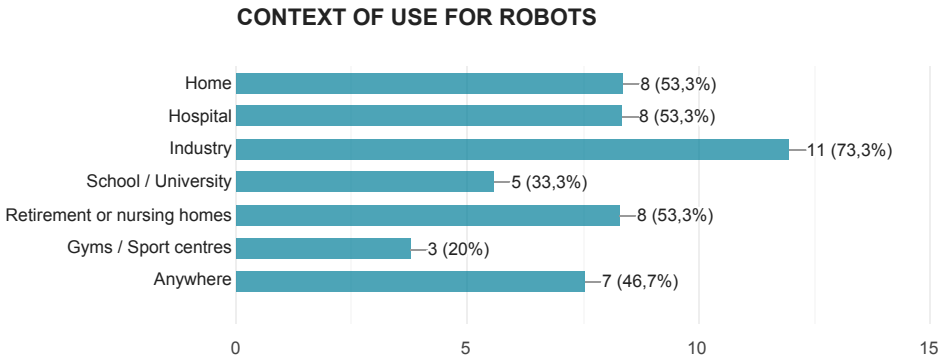



Figura 17 - I contesti d'uso dei robot in Europa.

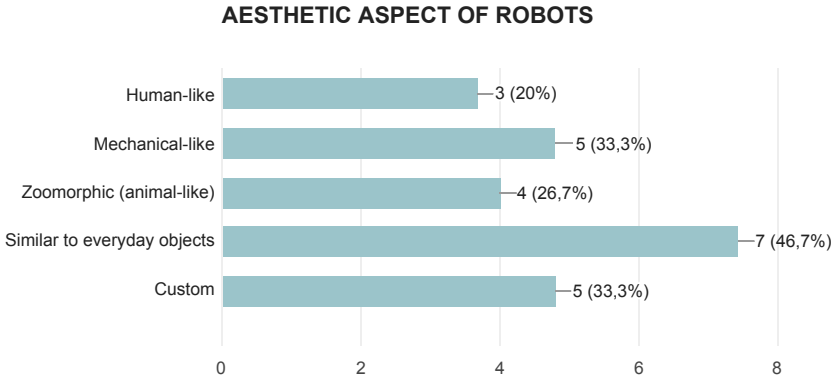



Figura 18 - Preferenze relative all'aspetto estetico dei robot in Europa.

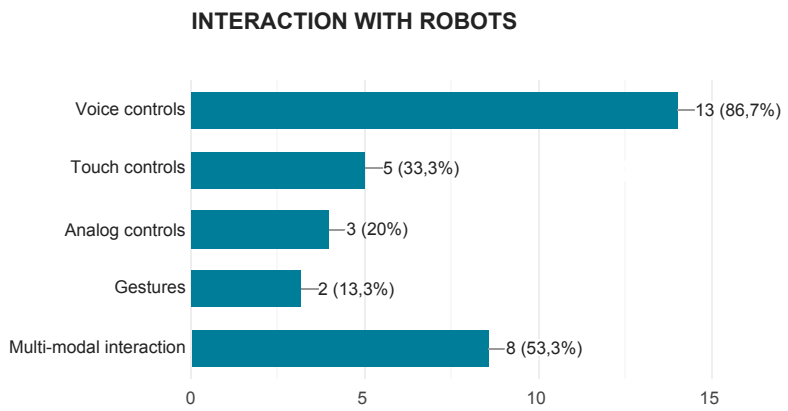



Figura 19 - Tipologie di interazione: le preferenze degli utenti europei.

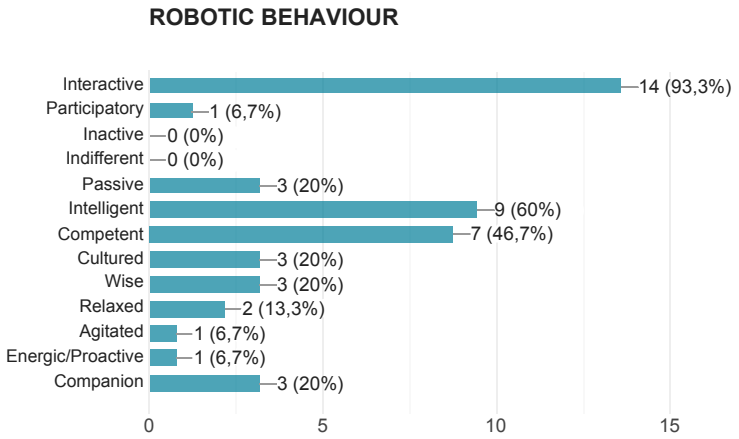



Figura 20 - Preferenze di comportamento del robot a livello europeo.

## 12.2 Indagine 2. Questionario online *Robotica & Design - Designer.*

### *12.2.1 Struttura e finalità del questionario*

L'indagine 2 mira alla raccolta di **dati quantitativi** circa il **rapporto fra design e robotica**, fornendo un quadro generale dei principali metodi dello Human-Centred Design (HCD) in relazione al livello di esperienza nella progettazione robotica e della conoscenza dei metodi di valutazione della Human-Robot Interaction (HRI). L'indagine è stata condotta attraverso la somministrazione di un questionario online dal titolo: *Robotica & Design - Designer e progettisti*. Il questionario è destinato sia a designer che hanno già esperienza di progettazione di robot che a coloro che non ne hanno. È strutturato in 3 sezioni, di cui solo la seconda è diversa in base all'esperienza di progettazione di robot:

1. **Anagrafica** e esperienza di progettazione in ambito robotico;

2a. **Designer con esperienza di progettazione robotica:** uso dei metodi HCD e tipologia di robot progettato;

2b. **Designer senza esperienza di progettazione robotica:** uso dei metodi HCD e metodologie di ricerca su utente e contesto;
3. Conoscenza dei principali **metodi di valutazione** e delle variabili dell'accettabilità in ambito Human-Robot Interaction.

La prima sezione, finalizzata alla raccolta di dati anagrafici e informazioni sulle **metodologie progettuali**, mette in relazione l'età, la conoscenza dell'approccio dello Human-Centred Design con il livello di esperienza nella progettazione di un robot. L'**esperienza progettuale in ambito robotico**, oltre a determinare (come per gli utenti diretti di tali tecnologie) le attitudini, le credenze e gli atteggiamenti verso i robot (Ezer et al., 2009), può influenzare le future direzioni di tali tecnologie (Huang & Liu, 2019). Per un designer è fondamentale conoscere sia le opinioni dei colleghi che quelle degli utenti finali, al fine di strutturare una fase di analisi e di ricerca preliminare approfondita e identificare i nodi cruciali del brief di progetto. La conoscenza e l'utilizzo di metodi relativi all'approccio HCD rappresenta un ulteriore vantaggio per l'analisi delle attività, degli utenti e del contesto e può sicuramente influenzare il punto di vista del designer sull'interazione uomo-robot.
La seconda sezione si dirama in due direzioni. La prima (2a) è dedicata ai designer con esperienza di progettazione robotica: le domande mirano ad analizzare la **tipologia di robot progettato** e l'eventuale applicazione di metodi di analisi dell'utente o del contesto secondo l'approccio HCD. La seconda (2b) è destinata a coloro che non hanno esperienza di progettazione in ambito robotico: tale sezione mira ad indagare la volontà dei designer di **applicare metodi di ricerca preliminare** sull'utente, sulle attività e sul contesto già usati dai professionisti o da applicare per un'eventuale progettazione di un robot. Entrambe le sezioni sono state strutturate in relazione alle ipotesi di ricerca 2 e 3: lo scopo è di comprendere quali sono i metodi più utilizzati dai designer e quali essi ritengono più adatti per eseguire un'approfondita fase di ricerca preliminare in ambito robotico.
La terza e ultima sezione del questionario introduce il tema di accettabilità in ambito robotico, intesa come "*la volontà dimostrabile all'interno di un gruppo di utenti di impiegare la tecnologia per supportare lo svolgimento dei compiti per i quali è stata progettata*" Dillon, (2001, p. 1105). Nello specifico, viene richiesto ai designer di **identificare gli elementi funzionali, sociali e terapeutici** maggiormente prioritari per la progettazione di un robot assistivo. Le domande successive si focalizzano sul rapporto fra design e Human-Robot Interaction, raccogliendo dati sulla conoscenza più o meno approfondita dei metodi di valutazione in ambito HRI da parte dei progettisti (ipotesi 2). Si entra, poi, nel merito dell'accettabilità, raccogliendo informazioni circa la conoscenza delle principali variabili che la determinano. In relazione all'ipotesi 3, invece, sono state strutturate domande relative alla possibile applicazione e alla conoscenza delle suddette metodologie di valutazione nella fase di ricerca preliminare del processo di progettazione. Infine, è presente un rapido riferimento alla possibilità di usare uno strumento per mettere in relazione l'utente, le attività e il contesto di riferimento di uno specifico progetto con le variabili dell'accettabilità sperimentate su robot reali in letteratura: lo scopo è di raccogliere dati qualitativi sugli elementi prioritari di cui il designer ha bisogno nel momento in cui si trova ad affrontare la progettazione di un robot assistivo (ipotesi 4).
Dai risultati emersi è stato possibile definire le caratteristiche principali su cui basare lo strumento per il supporto alla progettazione di robot secondo l'approccio Human-Centred, strutturato a partire dall'identificazione delle relazioni fra le User Personas, i profili robotici e le dimensioni dell'accettabilità sperimentate su utenti reali, al fine di generare suggerimenti o indicazioni progettuali basate su studi scientifici.

La divulgazione online del questionario, effettuata attraverso la piattaforma *Google Moduli*, è iniziata a Marzo 2020 e si è conclusa a Maggio 2020. Il questionario è stato rivolto ad un campione di utenti, necessariamente designer e progettisti, di entrambi i generi e di età compresa fra i 18 e i 99 anni. Per facilitare la diffusione ed ottimizzare la raccolta dei dati in un breve lasso temporale, il questionario è stato lanciato su piattaforme web (come LinkedIn o gruppi LinkedIn e Facebook dedicati a designer) che consentissero il raggiungimento del target specifico. Inoltre, è stato inviato tramite mail istituzionale ad alcuni professionisti nell'ambito del design. Il campione analizzato in totale è di 31 persone in Italia e 3 persone in Europa. I link di riferimento ai questionari online sono:

Questionario Robotica & Design - Designer - Italiano:
https://forms.gle/HdrHqEN5fDSMubru8

Questionario Robotics & Design - Designer - English:
https://forms.gle/J32dHFzsBroMFToVA

Di seguito si riporta la struttura del questionario in italiano (Scheda 3) e in inglese (Scheda 4).

## SCHEDA 3 - QUESTIONARIO ROBOTICA & DESIGN - DESIGNER (ITALIA)

**(PARTECIPANTI: ITALIA 31)**

### Designer / Ricercatore

13. Quanti anni hai?*
*Contrassegna un solo ovale.*
◯ 18 - 25 anni
◯ 26 - 35 anni
◯ 36 - 45 anni
◯ 46 - 60 anni
◯ più di 60 anni

14. Conosci l'approccio dello Human-Centred Design?*
*Contrassegna un solo ovale.*
◯ Sì, ma non lo applico ai miei progetti
◯ Sì, lo applico ai miei progetti
◯ No, non lo ritengo utile per i miei progetti
◯ No, ma vorrei conoscerlo

15. Hai mai progettato un robot (anche solo concept)?*
*Contrassegna un solo ovale.*
◯ Sì *passa alla domanda 16*
◯ No *passa alla domanda 20*

**Sì, esperienza di progettazione robotica**

16. Quale tipologia di robot hai progettato?*
*Puoi selezionare più di una casella.*
◯ Umanoide (simile all'uomo)
◯ Androide (con caratteristiche umane ma non identico all'uomo)
◯ Zoomorfo (simile ad animali)
◯ Automa (aspetto meccanico)

17. Hai usato o useresti l'approccio HCD per progettare un robot?*
*Contrassegna un solo ovale.*
◯ Sì
◯ No, per i tempi di progettazione ristretti
◯ No, per i costi eccessivi
◯ No, ho scarsa fiducia in questi metodi

18. Per la progettazione, quali metodi di ricerca sull'utente usi o vorresti usare?*
*Puoi selezionare più di una casella.*
◯ Interviste
◯ Questionari
◯ Scenario
◯ Focus group
◯ Co-design workshop
◯ Etnografia agile
◯ Altro (_____)

19. Per la progettazione, quali metodi di ricerca sul contesto usi o vorresti usare?*
*Puoi selezionare più di una casella.*
◯ Concept design
◯ Test di usabilità
◯ Task analysis
◯ Gap analysis
◯ Valutazione euristica
◯ User performance analysis
◯ Altro (_____)

**No, esperienza di progettazione robotica**

20. Useresti l'approccio HCD per progettare un robot?*
*Contrassegna un solo ovale.*
◯ Sì
◯ No, per i tempi di progettazione ristretti
◯ No, per i costi eccessivi
◯ No, ho scarsa fiducia in questi metodi

21. Prima della progettazione, quali metodi di ricerca sull'utente usi?*
*Puoi selezionare più di una casella.*
◯ Interviste
◯ Questionari
◯ Scenario
◯ Focus group
◯ Co-design workshop
◯ Etnografia agile
◯ Altro (_____)

22. Prima della progettazione, quali metodi di ricerca sul contesto usi?*

*Puoi selezionare più di una casella.*

◯ Concept design
◯ Test di usabilità
◯ Task analysis
◯ Gap analysis
◯ Valutazione euristica
◯ User performance analysis
◯ Altro (_____)

23. Se dovessi progettare un robot a quali elementi daresti priorità?*

*Puoi selezionare più di una casella.*

◯ Ricerca sull'utente (bisogni, necessità, aspettative, obiettivi, etc.)
◯ Analisi delle attività che il robot dovrebbe compiere
◯ Ricerca di mercato
◯ Ricerca estetica / formale

24. Immagina di dover progettare un robot per assistenza agli anziani (casa/strutture assistenziali). Secondo te, per progettare un robot che sia ACCETTATO da parte degli anziani, quali elementi sono prioritari?*

*Per "accettabilità" si intende la volontà da parte dell'utente di usare un robot con frequenza. L'accettabilità dipende da: elementi funzionali (ad es., il robot è utile e aiuta a svolgere dei compiti, è facile da usare); elementi sociali (il robot non mi fa sentire escluso o a disagio; elementi emotivi (l'utente instaura con il robot un rapporto emotivo e vi interagisce in maniera naturale); elementi estetici (l'uso del robot è piacevole e divertente).*

◯ Usabilità / Facilità d'uso
◯ User Experience generale (intesa come l'insieme delle emozioni, delle percezioni e delle reazioni che una persona prova quando si interfaccia con il robot)
◯ Abilità sociali del robot (intrattenimento, telepresenza, socializzazione, comunicazione con altri)
◯ Abilità funzionali del robot (promemoria, faccende domestiche, assistente digitale, sicurezza)
◯ Abilità terapeutiche del robot (monitoraggio salute, terapia cognitiva, terapia fisica, attività fisica)
◯ Altro (_____)

25. Quali metodi di valutazione in ambito Human-Robot Interaction conosci?*

*La Human-Robot Interaction (HRI) si occupa di comprendere, progettare e valutare sistemi robotici utilizzabili dagli esseri umani.*

*Puoi selezionare più di una casella.*

◯ Non ne conosco nessuno
◯ TAM (Technology Acceptance Model)
◯ UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology)
◯ STAM - Senior TAM
◯ Almere TAM
◯ USUS (Evaluation Framework for Human-Robot interaction)
◯ NARS (Negative Attitude toward Robots Scale)
◯ RAS (Robot Anxiety Scale)
◯ AttrakDiff Questionnaire
◯ Godspeed Questionnaire Series (GQS)
◯ User Experience Questionnaire (UEQ)
◯ meCUE Questionnaire
◯ Altro (_____)

26. Quali variabili per la valutazione dell'accettabilità dei robot in ambito Human-Robot Interaction conosci?*

*Le variabili sono tutti quegli elementi che influenzano l'accettazione di un robot da parte degli utenti e che sono valutate attraverso i metodi elencati nella sezione precedente.*

*Puoi selezionare più di una casella.*

◯ No, non ne conosco nessuna
◯ PEOU - Perceived Ease of Use
◯ PU - Perceived Usefulness
◯ ATT - Attitude Toward Use
◯ ITU - Intention To Use
◯ FC - Facilitating Conditions
◯ TRUST
◯ PENJ - Perceived Enjoyment
◯ PAD - Perceived Adaptability
◯ PS - Perceived Sociability
◯ ENJ - Enjoyment
◯ SP/ANTR -Social Presence/Antropomorphism
◯ Perceived INTELLIGENCE
◯ Perceived SECURITY
◯ LIKEABILITY
◯ REALISM
◯ SI - Social Influence

◯ ANX - Anxiety toward robots
◯ PBC - Perceived Behavioral Control
◯ RELATED EXPERIENCES
◯ LEARNABILITY
◯ ATTRACTIVENESS
◯ COMPANIONSHIP
◯ Altro (_____)

27. I metodi e le variabili di valutazione HRI (descritti nelle sezioni precedenti) servono a valutare a posteriori l'accettabilità dei robot da parte degli utenti. Secondo te, sarebbe utile conoscerli prima della progettazione?*

*Puoi selezionare più di una casella.*

◯ Sì, renderebbero la progettazione più efficace
◯ Sì, mi aiuterebbero nella progettazione centrata sull'utente
◯ Sì ma ho paura di non sapere come utilizzare i metodi proposti
◯ No, richiederebbero troppo tempo
◯ No, richiederebbero costi e risorse elevate
◯ No, non ho fiducia nelle metodologie proposte

28. Per progettare un robot accettabile, useresti uno strumento/metodo per:*

*Puoi selezionare più di una casella.*

◯ Conoscere la possibile attinenza fra l'utente di riferimento e i robot esistenti
◯ Conoscere le variabili più importanti per progettare un robot accettabile dagli utenti di riferimento
◯ Conoscere tutte le tipologie di robot esistenti più accettabili in base agli utenti di riferimento

## SCHEDA 4 - ROBOTICS & DESIGN QUESTIONNAIRE - DESIGNER (EUROPA)

**(PARTECIPANTI: ITALIA 3)**

### Designer / Researcher

13. How old are you?*
*You can check one box.*
◯ 18 - 25
◯ 26 - 35
◯ 36 - 45
◯ 46 - 60
◯ over 60

14. Do you know the Human-Centered Design approach?*
*You can check one box.*
◯ Yes, but I don't apply it to my projects
◯ Yes, I apply it to my projects
◯ No, I don't find it useful for my projects
◯ No, but I would like to know it

15. Have you ever designed a robot (even just a concept)?*
*You can check one box.*
◯ Yes *go to question 16*
◯ No *go to question 20*

**Yes - robot design experience**

16. What type of robot have you designed?*
*You can check more than one box.*
◯ Humanoid (human-like)
◯ Android (with human characteristics but not identical to humans)
◯ Zoomorphic (animal-like)
◯ Automaton (mechanical-like)

17. Have you used / would you use the HCD approach to design a robot?*
*You can check one box.*
◯ Yes
◯ No, for the short planning times
◯ No, for the excessive costs
◯ No, I have little faith in these methods

18. What user-centered research methods do you use / would you like to use for design?*
*You can check more than one box.*
◯ Interviews
◯ Questionnaires
◯ Scenarios
◯ Focus group
◯ Co-design workshop
◯ Agile ethnography
◯ Other (_____)

19. What designing context-centered research methods do you use / would you like to use?*
*You can check more than one box.*
◯ Concept design
◯ Usability test
◯ Task analysis
◯ Gap analysis
◯ Heuristic evaluation
◯ User performance analysis
◯ Other (_____)

**No - robot design experience**

20. Have you used / would you use the HCD approach to design a robot?*
*You can check one box.*
◯ Yes
◯ No, for the short planning times
◯ No, for the excessive costs
◯ No, I have little faith in these methods

21. What user-centered research methods do you use before designing?*
*You can check more than one box.*
◯ Interviews
◯ Questionnaires
◯ Scenarios
◯ Focus group
◯ Co-design workshop
◯ Agile ethnography
◯ Other (_____)

22. Before designing what context-centered research methods do you use?*

*You can check more than one box.*

- ⬭ Concept design
- ⬭ Usability test
- ⬭ Task analysis
- ⬭ Gap analysis
- ⬭ Heuristic evaluation
- ⬭ User performance analysis
- ⬭ Other (_____)

23. If you had to design a robot which elements would you give priority to?*

*You can check more than one box.*

- ⬭ User research (needs, goals, expectations, etc.) / Context of use
- ⬭ Analysis of the activities that the robot should perform
- ⬭ Market research
- ⬭ Aesthetic / formal research

24. Imagine having to design a robot for elderly care (both at home and in care facilities). In your opinion, to design a robot that is accepted by the elderly, which elements are priorities?*

*"Acceptability" is the willingness of the user to use a robot frequently. It depends on: functional elements (i.e. the robot is useful and helps to carry out tasks, it is easy to use); social elements (the robot does not make me feel excluded or uncomfortable; emotional elements (the user establishes an emotional relationship with the robot and interacts in a natural way); aesthetic elements (the use of the robot is pleasant and fun).*

- ⬭ Usability / ease of use
- ⬭ User Experience (the set of emotions, perceptions and reactions that a person feels when interfacing with the robot)
- ⬭ Social skills of the robot (entertainment, telepresence, socialization, communication with others)
- ⬭ Functional robot skills (reminders, household chores, digital assistant, security)
- ⬭ Therapeutic robot skills (health monitoring, cognitive therapy, physical therapy, physical activity)
- ⬭ Other (_____)

25. What evaluation methods in Human-Robot Interaction do you know?*

*Human-Robot Interaction (HRI) is concerned with understanding, designing and evaluating robotic systems usable by humans.*

*You can check more than one box.*

- ⬭ I don't know any of them
- ⬭ TAM (Technology Acceptance Model)
- ⬭ UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology)
- ⬭ STAM - Senior TAM
- ⬭ Almere TAM
- ⬭ USUS (Evaluation Framework for Human-Robot interaction)
- ⬭ NARS (Negative Attitude toward Robots Scale)
- ⬭ RAS (Robot Anxiety Scale)
- ⬭ AttrakDiff Questionnaire
- ⬭ Godspeed Questionnaire Series (GQS)
- ⬭ User Experience Questionnaire (UEQ)
- ⬭ meCUE Questionnaire
- ⬭ Other (_____)

26. Which variables for assessing the acceptability of robots in the Human-Robot Interaction area do you know?*

*Variables are those elements that influence the acceptance of a robot by users and that are evaluated through the methods listed in the previous section.*

*You can check more than one box.*

- ⬭ I don't know any of them
- ⬭ PEOU - Perceived Ease of Use
- ⬭ PU - Perceived Usefulness
- ⬭ ATT - Attitude Toward Use
- ⬭ ITU - Intention To Use
- ⬭ FC - Facilitating Conditions
- ⬭ TRUST
- ⬭ PENJ - Perceived Enjoyment
- ⬭ PAD - Perceived Adaptability
- ⬭ PS - Perceived Sociability
- ⬭ ENJ - Enjoyment
- ⬭ SP/ANTR -Social Presence/Antropomorphism
- ⬭ Perceived INTELLIGENCE
- ⬭ Perceived SECURITY
- ⬭ LIKEABILITY
- ⬭ REALISM
- ⬭ SI - Social Influence

◯ ANX - Anxiety toward robots
◯ PBC - Perceived Behavioral Control
◯ RELATED EXPERIENCES
◯ LEARNABILITY
◯ ATTRACTIVENESS
◯ COMPANIONSHIP
◯ Other (_____)

27. The HRI evaluation methods and variables (described in the previous sections) are used to evaluate the acceptance of the robots by users after the design phase. In your opinion, would it be useful to know them before designing the robot?*
*You can check more than one box.*
◯ Yes, they would make the design more effective
◯ Yes, they would support in user-centered design
◯ Yes, but I'm afraid of not knowing how to use the proposed methods
◯ No, it would take too long
◯ No, they would require high costs and resources
◯ No, I don't trust the proposed methodologies

28. To design an acceptable robot, would you use a tool / method to:*
*You can check more than one box.*
◯ Know the relevance between the reference user and existing robots
◯ Know the most important variables to design a robot acceptable to the reference users
◯ Know all the most acceptable types of existing robots based on the users of reference

### *12.2.2 Risultati e input derivanti dall'elaborazione dei dati - Italia*

***Sezione 1. Anagrafica e esperienza di progettazione in ambito robotico.***

La prima sezione (Figura 21), relativa alla raccolta di informazioni personali (professione, età) sui partecipanti, è stata utile a definire un **profilo di base dei professionisti** nell'ambito del design che hanno progettato o potrebbero progettare robot assistivi. L'età dei partecipanti vede una netta maggioranza di coloro che appartengono alla fascia dei **26 - 35 anni** (51,6%) seguiti dall'intervallo **18 - 25 anni** (22,6%). In percentuali minori sono gli intervistati fra i 36 - 45 anni (12,9%), 46 - 60 anni (6,5%) e over 60 (6,5%). L'età media dei partecipanti è piuttosto bassa: ciò è dovuto, probabilmente, sia ai mezzi di diffusione via piattaforme web e social network dedicati al mondo del lavoro, sia ad un probabile interesse delle generazioni più giovani nei confronti delle tecnologie robotiche emergenti.

[D.14] Conosci l'approccio dello Human-Centred Design?

La maggior parte dei designer intervistati (Figura 22) conosce e applica l'**approccio dello Human-Centred Design** per lo sviluppo dei propri progetti (51,6%). Una percentuale piuttosto alta lo conosce ma non lo usa (32,3%) a causa dei tempi troppo ristretti delle scadenze o di risorse eccessivamente limitate. Solo una piccolissima parte non li usa perché non li ritiene utili o efficaci per il proprio lavoro (3,2%) mentre altri dichiarano di essere interessati a conoscere tale approccio e le sue metodologie (12,9%).

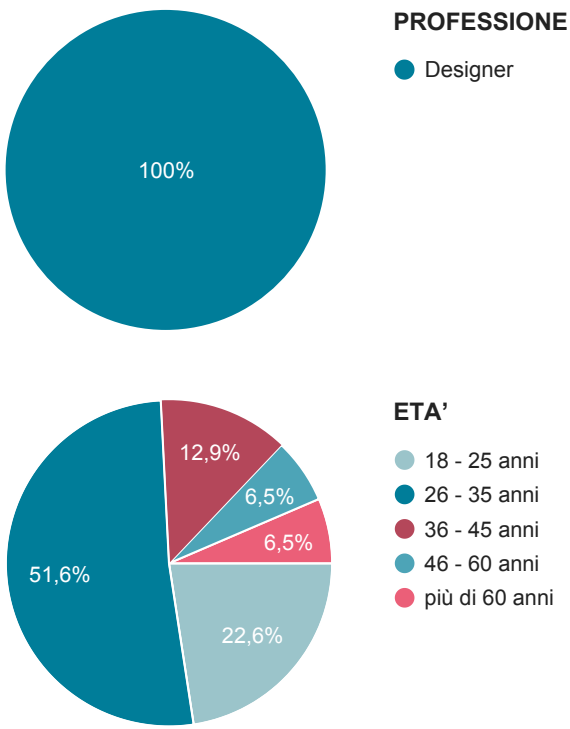



Figura 21 - Professione ed età dei partecipanti al questionario in italiano.

[D.15] Hai mai progettato un robot (anche solo concept)?
Dai dati quantitativi circa l'**esperienza pregressa di progettazione in ambito robotico** (Figura 23) emerge che solo una piccola percentuale (19,4% - 6 designer) ha sviluppato il progetto di un robot, sia in maniera completa che solo a livello di concept iniziale mentre l'80,6% (25 designer) non ha alcuna esperienza pregressa. Questi risultati dipendono probabilmente dal posizionamento sul mercato globale delle aziende robotiche in Italia. Secondo l'ultimo rapporto dell'International Federation of Robotics (IFR, 2018)[4] l'Italia ha venduto nel 2017 il 7,7% dei robot industriali e di servizio nel mondo. Nonostante la robotica sia un settore in cui la ricerca italiana eccelle e il cui utilizzo nelle industrie di sta diffondendo sempre di più (Istat, 2018)[5], la bassa esperienza dei designer intervistati potrebbe dipendere dal fatto che, dal punto di vista produttivo e nazionale, è un **settore ancora in via di sviluppo**. Tale domanda segna il punto di diramazione del questionario che, da questo punto in poi e per tutta la sezione 2 prevede domande diverse per coloro che hanno o che non hanno esperienza di progettazione robotica. Le domande saranno nuovamente le stesse a partire dalla sezione 3.

***Sezione 2a. Designer con esperienza di progettazione robotica: uso dei metodi HCD e tipologia di robot progettato.***
[D.16] Quale tipologia di robot hai progettato?
I robot sono stati suddivisi in quattro categorie (Figura 24) sulla base di quelle identificate e ampiamente discusse nel capitolo relativo alle ricerche in ambito robotico e alle tipologie identificate da Dautenhahn, (2013). Tutti i designer partecipanti (100% - 6 designer) si sono confrontati con la progettazione di un robot appartenente alla categoria degli **automi** (dall'aspetto meccanico), probabilmente perché è la categoria **maggiormente diffusa a livello globale** nei più svariati ambiti, da quello industriale al medicale (con 422.000 unità vendute per quasi 16,5 miliardi di dollari nel 2018)[6]. Metà degli intervistati ha progettato un androide (50% - 3 designer), il 33,3% un umanoide (2 designer) e solo un designer ha progettato un robot dalle sembianze zoomorfe (16,7%). La tipologia di robot progettato può variare notevolmente in base a utenti, contesto o attività che deve svolgere: ne deriva anche una variazione di tutti quegli elementi che possono contribuire alla progettazione dell'accettazione secondo le necessità, gli obiettivi e le aspettative delle persone che li useranno.

[D.17] Hai usato o useresti l'approccio Human-Centred Design per progettare un robot?
Tutti i partecipanti (100% - 6 designer) userebbero o hanno usato metodi propri dell'approccio Human-Centred Design per progettare un robot (Figura 25). Il dato è incoraggiante: sebbene dalla domanda [D.14] sia emerso che non tutti usano o ritengono utile tale approccio per lo sviluppo dei propri progetti, la totalità dei partecipanti lo applicherebbe per affrontare la progettazione di un robot, probabilmente per l'evidente **importanza della ricerca e analisi sugli utenti** e sul contesto in tale ambito.

4 Cfr. https://ifr.org/ifr-press-releases/news/global-industrial-robot-sales-doubled-over-the-past-five-years Accessed 29/04/2020.
5 Cfr. https://www.istat.it/it/files//2019/01/Report-ICT-cittadini-e-imprese_2018_PC.pdf Accessed 29/04/2020.
6 Cfr. https://ifr.org/worldrobotics/ Accessed 29/04/2020.

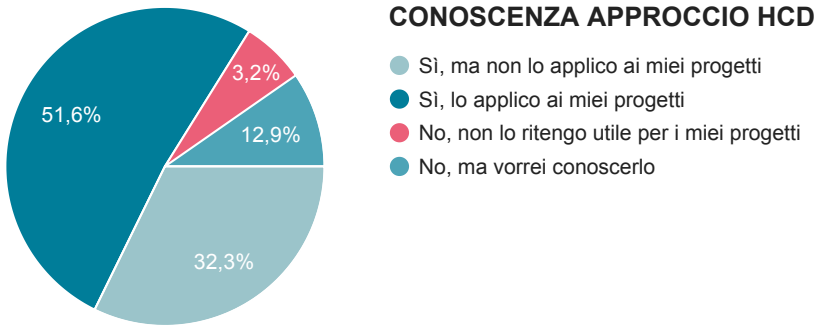



Figura 22 - La conoscenza dell'approccio Human-Centred Design da parte dei progettisti intervistati.

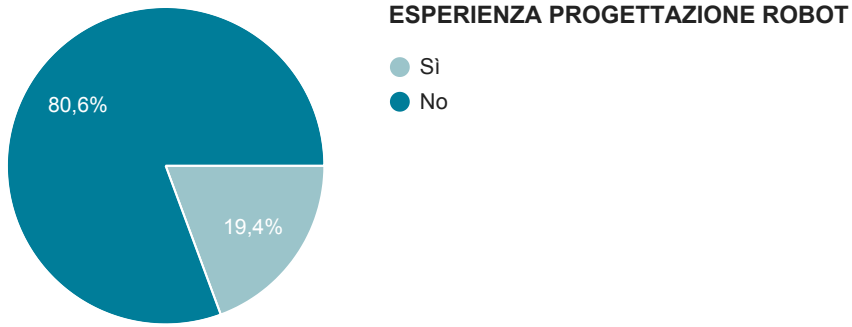



Figura 23 - Esperienza pregressa di progettazione in ambito robotico.

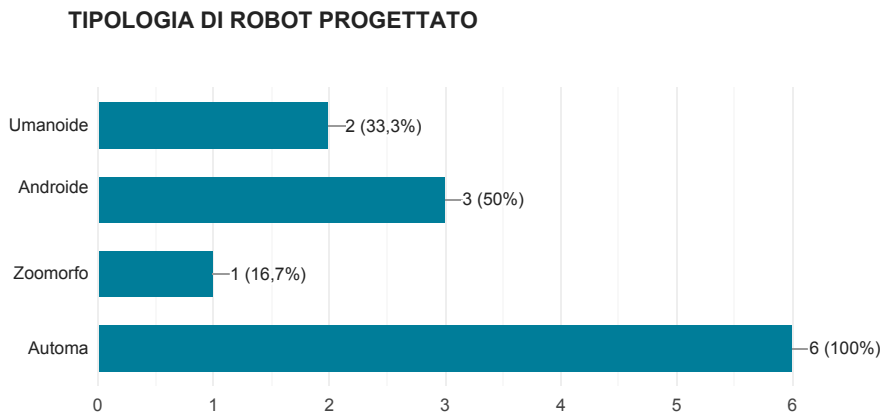



Figura 24 - Tipologia di robot progettato.

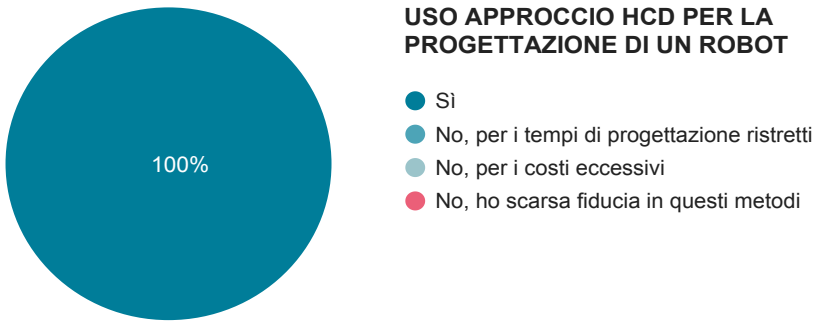



Figura 25 - Uso dell'approccio Human-Centred Design per la progettazione di un robot.

[D.18] Per la progettazione quali metodi di ricerca centrati sull'utente usi o vorresti usare?
I **metodi di ricerca sull'utente** (Figura 26) più usati sono le **interviste** (100% - 6 designer), seguite dallo **scenario** (66,7% - 4 designer) e da **workshop di co-design** (66,7% - 4 designer). I questionari (50% - 3 designer) e i focus group (50% - 3 designer) sono usati dalla metà dei partecipanti mentre solo una piccola percentuale effettua indagini etnografiche (16,7% - 1 designer). I risultati sono utili in funzione dell'ipotesi di ricerca 1, che mira ad identificare gli elementi determinanti per l'accettazione validati a posteriori dai metodi HRI, attraverso i metodi HCD. La conoscenza dei metodi più usati dai designer, così come l'analisi delle principali metodologie HRI effettuata tramite revisione della letteratura e ampiamente descritta nel capitolo relativo ai suddetti metodi, supporta la strutturazione di un collegamento più efficace fra le due discipline.

[D.19] Per la progettazione quali metodi di ricerca centrati sul contesto usi o vorresti usare?
I **metodi di ricerca** sull'utente nell'ambito di uno **specifico contesto** (Figura 27) per verificare l'efficacia e l'efficienza di un prodotto/servizio, includono la **task analysis** (66,7% - 4 designer) e il **design attraverso concept** (66,7% - 4 designer), seguiti da **test di usabilità** (50% - 3 designer). Una piccola percentuale usa la gap analysis (33,3% - 2 designer), la valutazione euristica (16,7% - 1 designer) e la user performance analysis (16,7% - 1 designer). Analogamente alla domanda precedente, anche questi dati sono utili alla definizione di quelle variabili dell'accettazione in ambito HRI che possono essere valutate e analizzate anche attraverso i metodi HCD, secondo il processo iterativo che prevede il test del prodotto/servizio, l'implementazione dello stesso sulla base dei risultati emersi dai test e un nuovo ciclo di validazione.

***Sezione 2b. Designer senza esperienza di progettazione robotica: uso dei metodi HCD e metodologie di ricerca su utente e contesto.***
[D.20] Hai usato o useresti l'approccio Human-Centred Design per progettare un robot?
Per quanto riguarda l'uso dell'**approccio HCD** durante la **progettazione di un robot** (Figura 28) l'84% dei partecipanti dichiara di ritenerlo utile e di volerlo utilizzare. Questi risultati sono in linea con i dati emersi dalle risposte alla domanda [D.14] secondo cui la maggior parte degli intervistati usa o comunque conosce tali metodi. Una piccola percentuale dichiara di non essere intenzionato ad usare l'approccio HCD a causa dei costi eccessivi

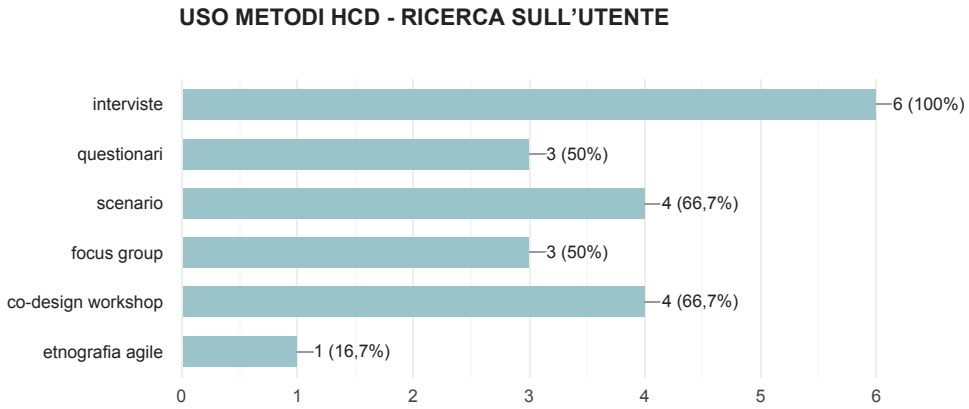



Figura 26 - I metodi di ricerca sull'utente più usati dai designer.

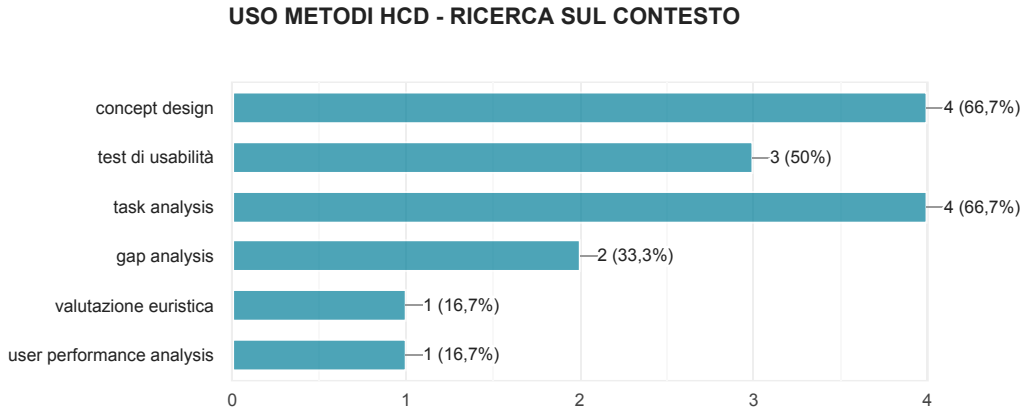



Figura 27 - I metodi di ricerca sul contesto più usati dai designer.

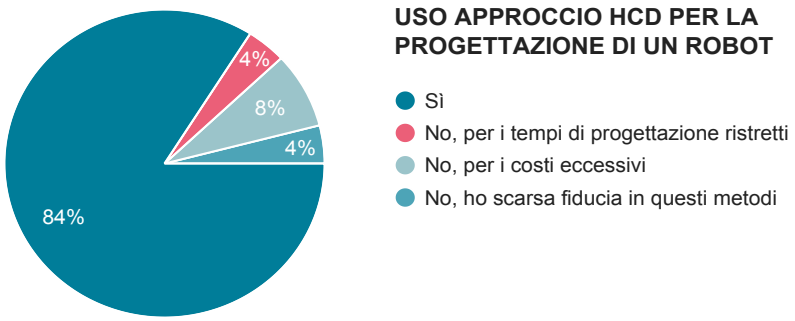



Figura 28 - Uso dell'approccio Human-Centred Design per la progettazione di un robot.

(8%), dei tempi di progettazione ristretti (4%) o della scarsa fiducia in tali metodi (4%). I dati confermano la tendenza emersa dalle risposte alla domanda [D.17], anche se risulta evidente che i designer con esperienza di progettazione robotica convergono unanimemente sull'utilità e l'efficacia dell'approccio HCD mentre coloro che non hanno esperienza mostrano alcuni dubbi o incertezze.

[D.21] Prima della progettazione quali metodi di ricerca centrati sull'utente usi?
I **metodi di ricerca sull'utente** (Figura 29) più usati dai designer senza esperienza di progettazione robotica sono: **interviste** (60% - 15 designer), **scenario** (60% - 15 designer), **questionari** (52% - 13 designer), **workshop di co-design** (56% - 14 designer) e **focus group** (40% - 10 designer). I metodi meno usati sono l'etnografia (16% - 4 designer) e il thinking aloud (4% - 1 designer). I risultati si discostano lievemente da quelli emersi dall'analoga domanda posta ai designer con esperienza di progettazione robotica. Le percentuali relative alle interviste e allo scenario sono simili ma quelle relative ai questionari e ai focus group sono nettamente superiori nel caso di designer senza esperienza robotica. Anche questi dati influenzeranno la selezione dei principali metodi HCD da mettere in relazione con i metodi HRI.

[D.22] Prima della progettazione quali metodi di ricerca centrati sul contesto usi?
I **metodi di ricerca centrati sull'analisi dell'interazione utente-prodotto/sistema** in un determinato contesto (Figura 30) sono: **progettazione mediante concept** (80% - 20 designer), **test di usabilità** (60% - 15 designer) e **task analysis** (44% - 11 designer). La user performance analysis (24% - 6 designer), la valutazione euristica (16% - 4 designer) e la gap analysis (8% - 2 designer) sono utilizzate in percentuale minore. I risultati sono simili a quelli ottenuti dall'analoga domanda [D.19] posta ai designer con esperienza di progettazione robotica: non vi è quindi una sostanziale differenza di metodologia applicata in base alla progettazione o meno di una piattaforma robotica.

***Sezione 3. Conoscenza dei principali metodi di valutazione e delle variabili dell'accettazione in ambito Human-Robot Interaction.***
[D.23] Se dovessi progettare un robot a quali elementi daresti priorità?
L'approccio alla **ricerca preliminare al processo di progettazione** (Figura 31) risulta piuttosto omogeneo e definito. La maggioranza dei partecipanti, infatti, concorda sulla **necessità di effettuare un'analisi degli utenti di riferimento** (74,2% - 23 designer) e delle **attività principali** che sia l'utente che il robot devono compiere (74,2% - 23 designer), così da mettere a fuoco gli **obiettivi e le possibili tipologie di interazione** uomo-robot. Una percentuale minore, invece, si focalizzerebbe sulla ricerca di mercato (25,8% - 8 designer) o sull'analisi di eventuali prodotti simili da un punto di vista formale (25,8% - 8 designer). Confrontando questi dati con i risultati della domanda [D.14] emerge che, nonostante circa la metà dei partecipanti dichiari di non usare solitamente l'approccio HCD, dovendo affrontare un progetto in ambito robotico riterrebbe opportuno effettuare una ricerca sull'utente e un'analisi dei compiti (e quindi, applicare i metodi di indagine propri dello HCD). Sulla base di tali considerazioni è possibile supportare l'ipotesi di ricerca 2, secondo la quale per i designer sarebbe utile conoscere e poter analizzare gli elementi determinanti per l'accettabilità in ambito HRI durante la fase preliminare di ricerca, attraverso metodologie proprie dello HCD.

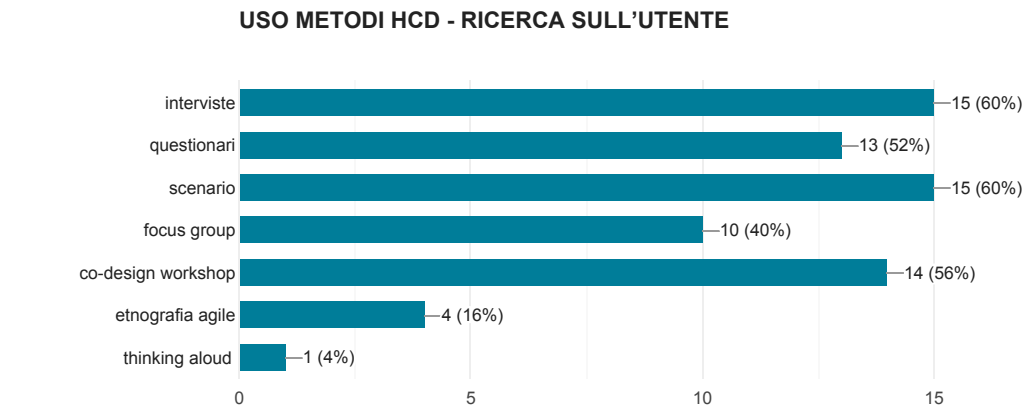



Figura 29 - Uso dei metodi di ricerca sull'utente.

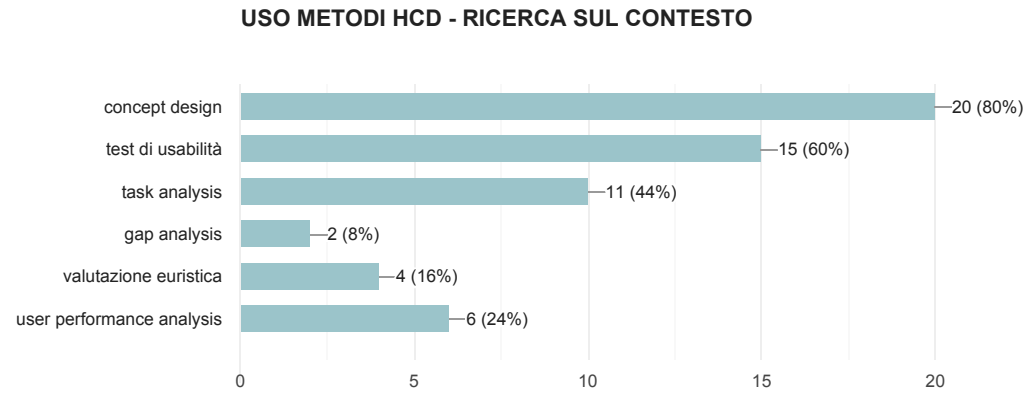



Figura 30 - Uso dei metodi di ricerca sul contesto di riferimento.

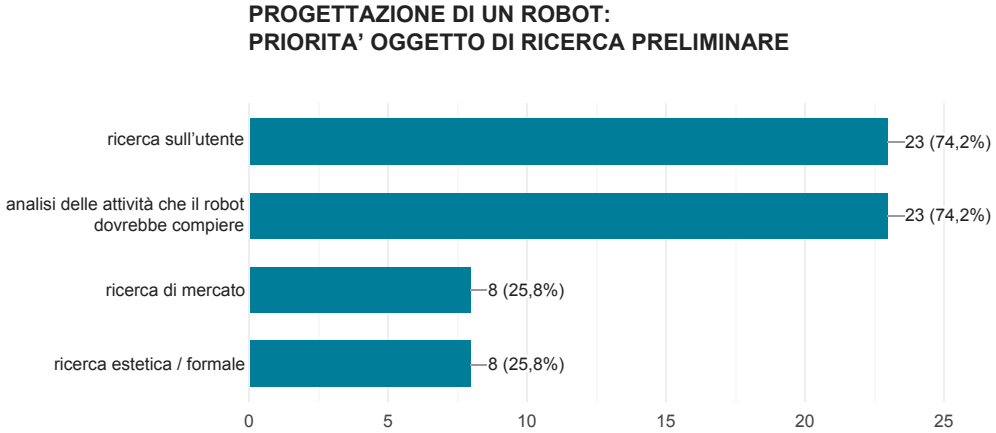



Figura 31 - Elementi prioritari della ricerca preliminare alla fase di progettazione.

[D.24] Immagina di dover progettare un robot per assistenza agli anziani (sia a casa che in strutture assistenziali). Secondo te, per progettare un robot che sia *accettato* da parte degli anziani, quali elementi sono prioritari?
Secondo i progettisti intervistati, gli elementi che possono maggiormente **influenzare l'accettabilità** di un robot da parte degli utenti (Figura 32) sono l'**usabilità/facilità d'uso** (67,7% - 21 designer), l'**esperienza dell'utente in generale** (58% - 18 designer) e le **abilità terapeutiche del robot** (51,6% - 16 designer). Sono considerati lievemente meno determinanti le abilità sociali (35,5% - 11 designer) e quelle funzionali (35,5% - 11 designer). La distinzione fra attività e abilità funzionali, sociali e terapeutiche è basata sull'analisi delle caratteristiche dei principali robot assistivi sperimentati in letteratura scientifica ed è ampiamente discussa nel capitolo 14, dedicato alla descrizione dell'output progettuale della ricerca. Dai risultati emerge l'influenza principale dell'usabilità/facilità d'uso, così come confermato anche dall'importanza che tale fattore riveste nei principali modelli di valutazione dell'accettabilità (Davis 1989, 1993; Venkatesh et al., 2003; Heerink et al., 2010; Chen & Chan, 2014b). Anche l'importanza della **User Experience** è evidente dall'uso crescente (ad esempio, Gerlowska et al., 2018) di metodologie standard (Laugwitz et al., 2008) per la sua valutazione in ambito robotico. L'identificazione delle attività del robot può influenzare la sua accettazione da parte degli utenti: come emerge dalle ricerche sperimentali, ad esempio, i robot sono più accettati se hanno funzionalità definite (Wu et al., 2012) e, per gli anziani, se svolgono attività funzionali come le faccende domestiche (Alves-Oliveira et al., 2015; Ezer et al., 2009).

[D.25] Quali metodi di valutazione in ambito Human-Robot Interaction conosci?
Per quanto riguarda i **metodi di valutazione in ambito HRI** (Figura 33) quasi tutti i progettisti intervistati non ne ha conoscenza (77,4% - 24 designer). Una minima percentuale (19,4% - 6 designer) conosce il **questionario User Experience** (UEQ), il che dipende probabilmente dal fatto che quest'ultimo non è un metodo esclusivamente usato in ambito robotico. È possibile effettuare una considerazione simile per quanto riguarda la conoscenza della **NARS** (3,2% - 1 designer) e della **RAS** (3,2% - 1 designer), di matrice psicologica, e per la conoscenza del TAM (9,7% - 3 designer) e dell'UTAUT (3,2% - 1 designer), sviluppati originariamente per la valutazione dell'accettabilità dei dispositivi tecnologici. I risultati confermano l'ipotesi di ricerca 2, secondo cui i designer posseggono una conoscenza nulla o molto bassa sui principali metodi di valutazione usati in ambito HRI.

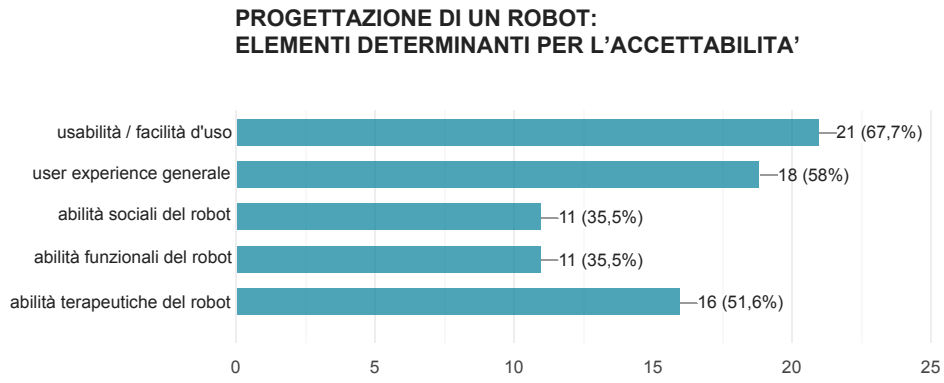



Figura 32 - Elementi che influenzano l'accettabilità di un robot da parte degli utenti.

[D.26] Quali variabili per la valutazione dell'accettabilità dei robot in ambito Human- Robot Interaction conosci?
Molti progettisti (71% - 22 designer) non conoscono alcuna **variabile determinante per l'accettabilità** (Figura 34). Il 16,1% (5 designer) conosce la **Likeability** e la **Learnability**. Il 12,9% (4 designer) conosce Realism, Social Influence e Attractiveness. Il 9,7% (3 designer) conosce la Trust e le Related Experiences. Solo il 6,5% (2 designer) conosce la Perceived Usefulness e l'Attitude Toward Use, mentre il 3,2% (1 designer) il Perceived Ease

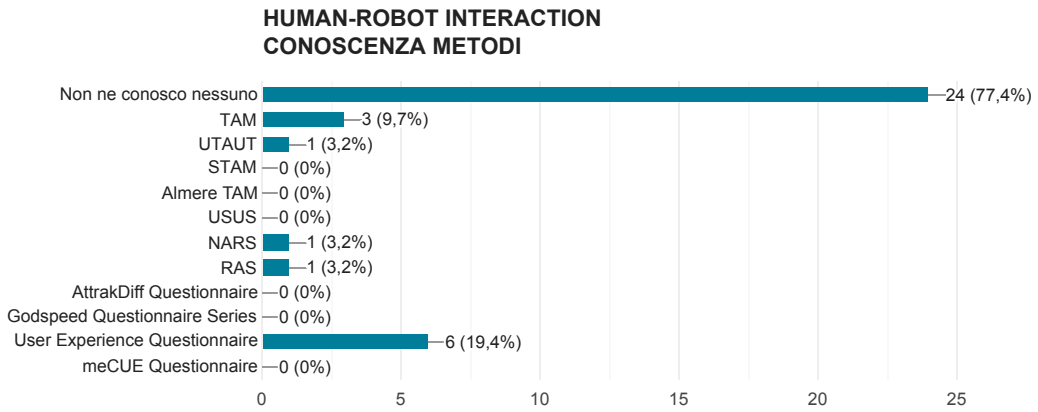



Figura 33 - Conoscenza dei principali metodi di valutazione in ambito HRI.

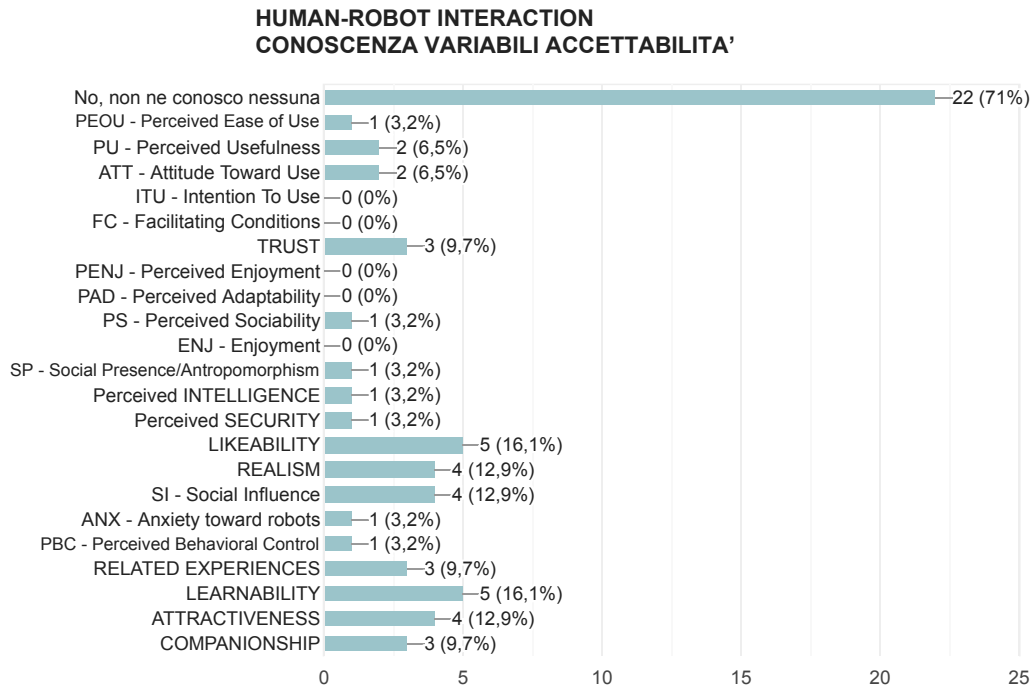



Figura 34 - Conoscenza delle principali variabili dell'accettabilità in ambito HRI.

of Use, Perceived Sociability, Social Presence, Perceived Intelligence, Perceived Security, Anxiety, Perceived Behavioral Control. Questi dati rappresentano un'ulteriore conferma dell'ipotesi di ricerca 2.

[D.27] I metodi e le variabili di valutazione HRI (descritti nelle sezioni precedenti) servono a valutare *a posteriori* l'accettabilità dei robot da parte degli utenti. Secondo te, sarebbe utile conoscerli prima della progettazione?
**Conoscere i metodi e le variabili di valutazione HRI** (Figura 35) citati nelle domande precedenti sarebbe utile per rendere la **progettazione più efficace** secondo il 51,6% dei partecipanti (16 designer). Secondo il 48,4% (15 designer) potrebbero **supportare la progettazione di robot assistivi centrata sull'utente** ma il 19,4% (6 designer) ha paura di non saperli applicare correttamente. Solo una minima percentuale (3,2% - 1 designer) ritiene che l'uso di questi metodi richiederebbe troppo tempo o costi/risorse eccessivi. Le percentuali avvalorano l'ipotesi di ricerca 3, secondo cui conoscere i metodi HRI e le variabili dell'accettazione sarebbe utile per implementare il bagaglio di informazioni preliminari utili alla traduzione dell'accettabilità in un progetto tangibile.

[D.28] Per progettare un robot accettabile, useresti uno strumento/metodo per…:
Uno **strumento di supporto alla progettazione di robot accettabili** secondo l'approccio HCD (Figura 36), sarebbe utile per la maggior parte degli intervistati. Il 51,6% (16 designer) userebbe questo strumento per **conoscere la possibile attinenza fra l'utente di riferimento per il progetto e i robot esistenti e attualmente sperimentati dalla ricerca**. Il 48,4% (15 designer) lo userebbe per conoscere quali sono le variabili più importanti per progettare un robot accettabile, in base agli utenti di riferimento. Il 38,7% (12 designer) lo userebbe per conoscere tutte le tipologie di robot esistenti più accettabili in base agli utenti. I risultati avvalorano l'ipotesi di ricerca 4, secondo cui oltre alla conoscenza delle variabili più influenti per l'accettazione di un robot sociale e assistivo per anziani, per i designer sarebbe strategico conoscere un approccio o un metodo per mettere in relazione il loro utente di riferimento con le caratteristiche principali dei robot assistivi sperimentati in letteratura. Ciò potrebbe fornire ai designer un metodo scientifico di traduzione delle variabili dell'accettazione in concetti come qualità morfologiche, comportamentali o di interazione, utili ai fini progettuali.

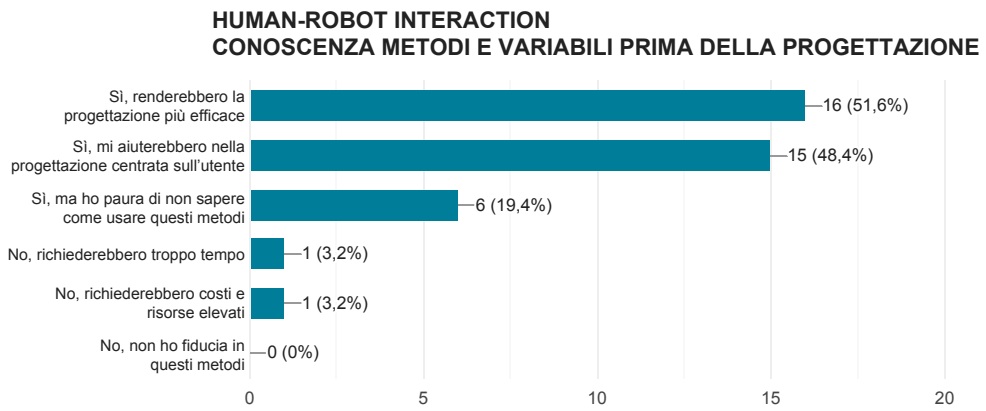



Figura 35 - Utilità della conoscenza delle principali variabili dell'accettabilità e dei metodi di valutazione in ambito HRI.

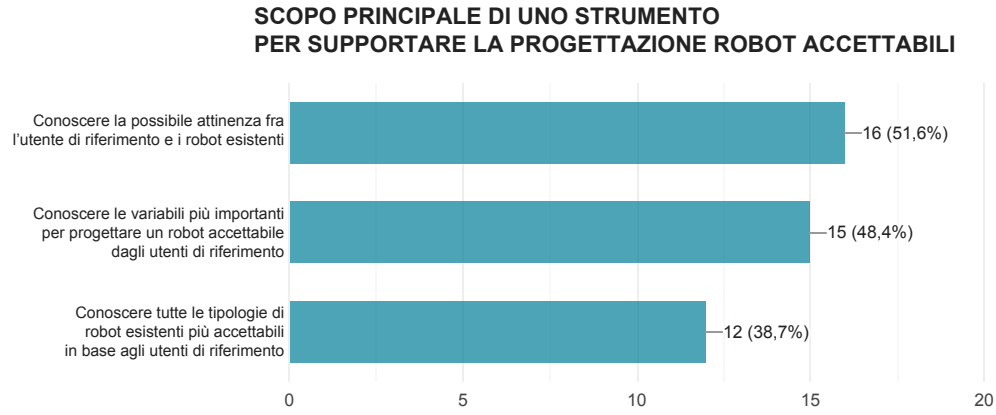



Figura 36 - Scopo principale di uno strumento di supporto alla progettazione di robot accettabili secondo l'approccio HCD.

### *12.2.3 Risultati e input derivanti dall'elaborazione dei dati - Europa*

***Sezione 1. Anagrafica e esperienza di progettazione in ambito robotico.***

La prima sezione (Figura 37), analogamente al questionario italiano, riguarda la raccolta di **informazioni personali** come la professione e l'età, allo scopo di definire un profilo di base dei designer intervistati. I partecipanti al questionario in Europa sono in numero inferiore a quello destinato all'Italia: si riportano i dati nonostante il piccolo numero di persone coinvolte, senza la pretesa di una discussione dalla valenza scientifica ma esclusivamente a scopo informativo e per estrapolare input interessanti in relazione alle domande e alle ipotesi di ricerca. L'età dei partecipanti è suddivisa omogeneamente fra le tre fasce dei **36 - 45 anni**, **46 - 60 anni** e **over 60** (ognuna con il 33,3%) ed è quindi lievemente superiore a quella italiana.

[Q.14] Do you know the Human-Centered Design approach?
L'**approccio dello HCD** (Figura 38) è conosciuto e usato solo dal 33,3% mentre il 66,7% dichiara di non averne esperienza ma di essere interessato a conoscerlo. I risultati europei appaiono più definiti e probabilmente più aperti all'ignoto di quelli italiani: sebbene più della metà di questi ultimi abbia dichiarato di usare l'approccio HCD, il 32,3% lo conosce ma non lo usa e una piccola fetta non lo ritiene efficace per il proprio lavoro.

[Q.15] Have you ever designed a robot (even just a concept)?
Per quanto riguarda l'**esperienza pregressa di progettazione in ambito robotico** (Figura 39), tutti i partecipanti (100%) dichiarano di non aver mai affrontato il design di un robot. Tale domanda segna il punto di diramazione del questionario che, data l'assenza di risposte affermative a questa domanda, prosegue solo per la sezione 2b (non sono riportate le domande dalla Q.16 alla Q.19).

***Sezione 2b. Designer senza esperienza di progettazione robotica: uso dei metodi HCD e metodologie di ricerca su utente e contesto.***

[Q.20] Have you used/would you use the Human-Centered Design approach to design a robot?

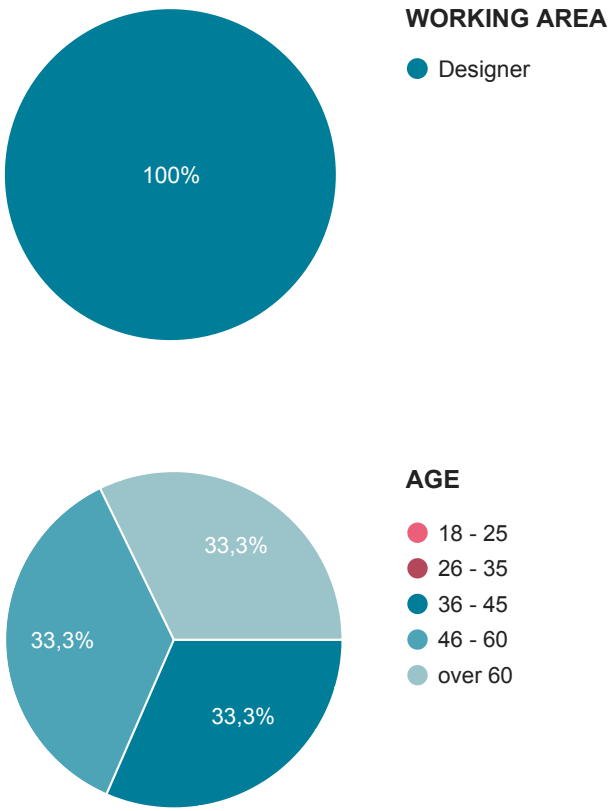



Figura 37 - Professione ed età dei partecipanti al questionario in inglese.

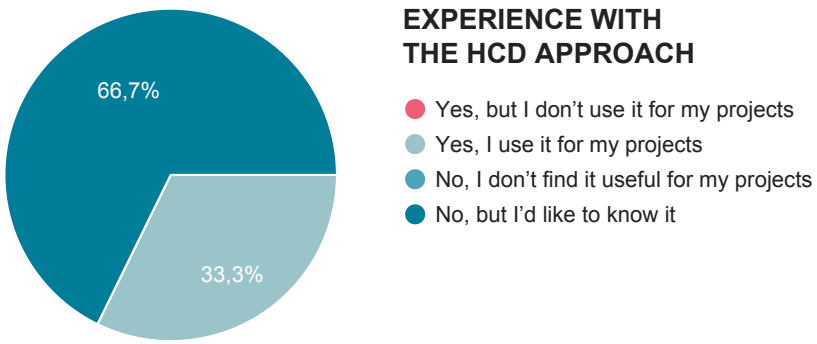



Figura 38 - La conoscenza dell'approccio Human-Centred Design da parte dei progettisti europei.

Per quanto riguarda l'uso eventuale dell'**approccio HCD durante la progettazione di un robot** (Figura 40) il 66,7% dichiara di essere favorevole mentre il 33,3% ha paura dei costi eccessivi. Ciò dipende, probabilmente, dalla **bassa conoscenza delle metodologie** oggetto della domanda [Q.14] che molto spesso sono economiche e richiedono un bassissimo impiego di risorse. I risultati mostrano una tendenza a livello europeo analoga a quella nazionale.

[Q.21] Which user-centered research methods do you use before designing?
La **ricerca sull'utente** (Figura 41) è condotta prevalentemente attraverso lo **scenario-based design** (100% - 3 designer) o **interviste** (66,7 - 2 designer). Solo il 33,3% (1 designer) usa questionari, focus group o workshop di co-design. Nessuno (0%) usa la ricerca etnografica. I risultati sono simili a quelli italiani e contribuiscono alla selezione dei principali metodi HCD da mettere in relazione con quelli HRI.

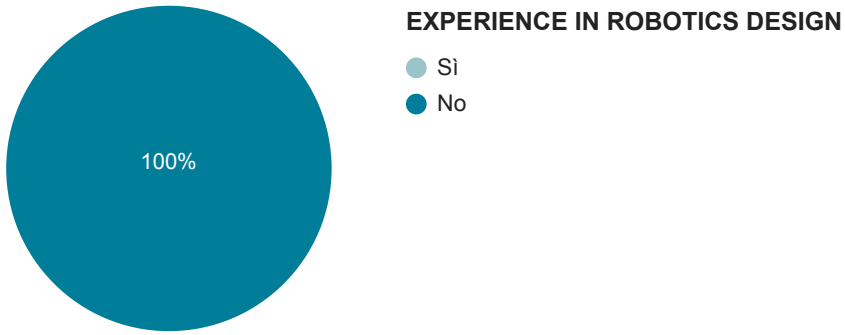



Figura 39 - Esperienza pregressa di progettazione in ambito robotico.

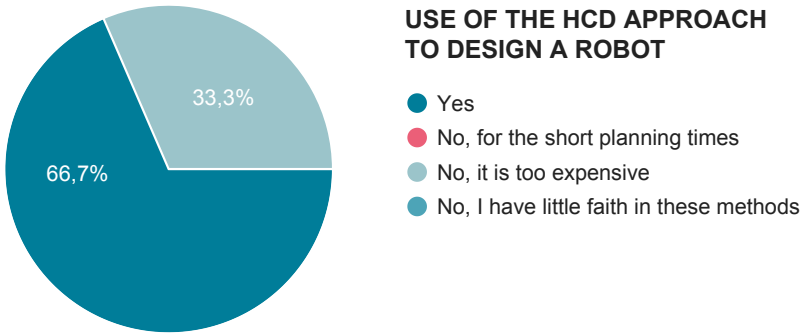



Figura 40 - Uso dell'approccio Human-Centred Design per la progettazione di un robot.

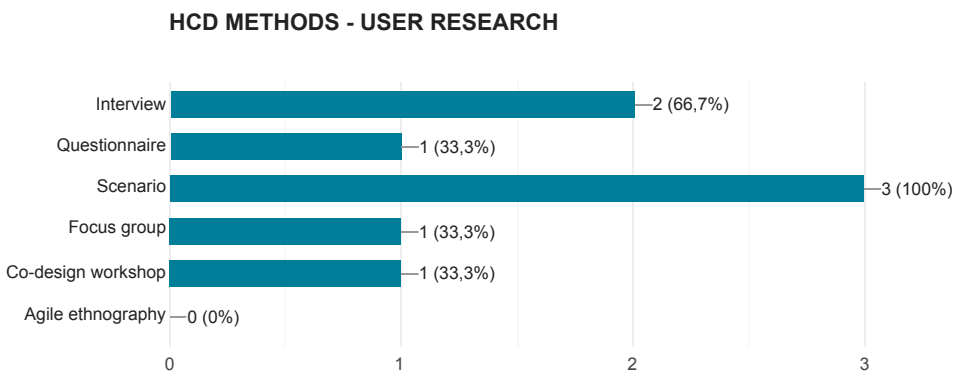



Figura 41 -Uso dei metodi di ricerca sull'utente.

[Q.22] Before designing, which context-centered research methods do you use?
La ricerca relativa all'**interazione fra utente e prodotto/sistema** in un determinato contesto (Figura 42) è effettuata prevalentemente mediante lo **sviluppo di concept** (100% - 3 designer). Una piccola percentuale usa le **valutazioni euristiche** (33,3% - 1 designer) o la **user performance analysis** (33,3% - 1 designer). Nessuno (0%) usa task analysis, gap analysis o test di usabilità. Tali dati dipendono probabilmente dalla bassa conoscenza dell'approccio HCD [Q.14] da parte dei partecipanti che, quindi, dichiarano di non usare metodi specifici per cui è necessaria formazione o comunque preparazione teorica e pratica. I risultati differiscono nettamente da quelli italiani che invece prevedevano un uso più omogeneo dei diversi metodi citati: sia in Europa che in Italia lo sviluppo attraverso concept risulta essere il metodo più usato.

***Sezione 3. Conoscenza dei principali metodi di valutazione e delle variabili dell'accettazione in ambito Human-Robot Interaction.***
[Q.23] If you had to design a robot which elements would you give priority to?
L'**approccio alla ricerca preliminare alla progettazione di un robot** (Figura 43) viene eseguito attraverso l'**analisi degli utenti** (100% - 3 designer) e delle **attività** che questi ultimi e il robot devono compiere (100% - 3 designer). Più della metà (66,7% - 2 designer) dichiara di ritenere importante anche una ricerca estetica/formale mentre solo uno (33,3%) condurrebbe una ricerca di mercato. I risultati mostrano che, rispetto agli italiani (che hanno dichiarato una netta preferenza per i primi due elementi), in Europa non vi è una scelta così definita. Tuttavia, il campione di utenti è troppo piccolo per poter effettuare ulteriori considerazioni.

[Q.24] Imagine having to design a robot for elderly care (both at home and in care facilities). In your opinion, to design a robot that is accepted by the elderly, which elements are priorities?
Gli **elementi che possono influenzare maggiormente l'accettabilità dei robot** (Figura 44), secondo gli intervistati, sono soprattutto le **abilità funzionali** (100% - 3 designer) e **terapeutiche** (100% - 3 designer) del robot. L'**usabilità e la facilità d'uso** sono importanti per il 66,7% (2 designer) mentre le abilità sociali (33,3% - 1 designer) e la User Experience (33,3% - 1 designer) sono considerate determinanti solo da una piccola percentuale. Un partecipante (33,3%) dichiara, attraverso la possibilità di inserire ulteriori opzioni di

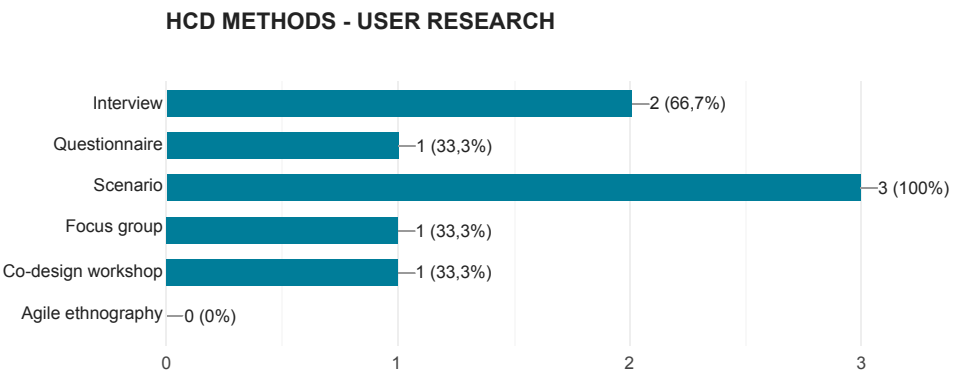



Figura 42 - Uso dei metodi di ricerca sul contesto di riferimento.

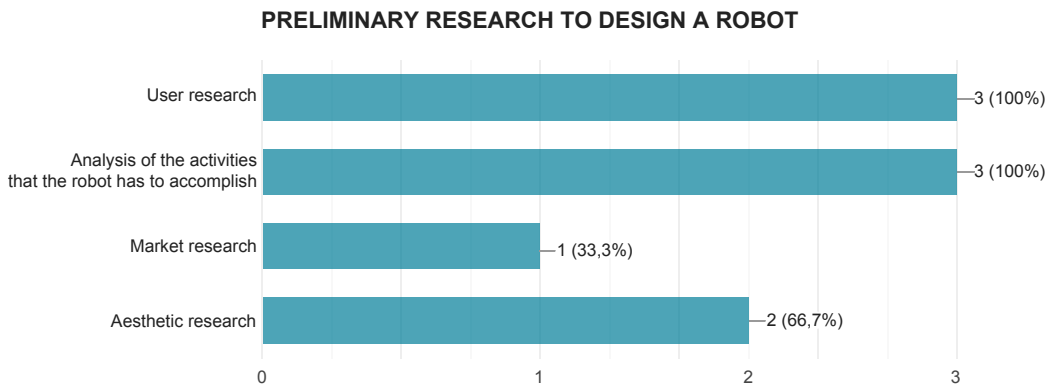



Figura 43 - Elementi prioritari della ricerca preliminare alla fase di progettazione.

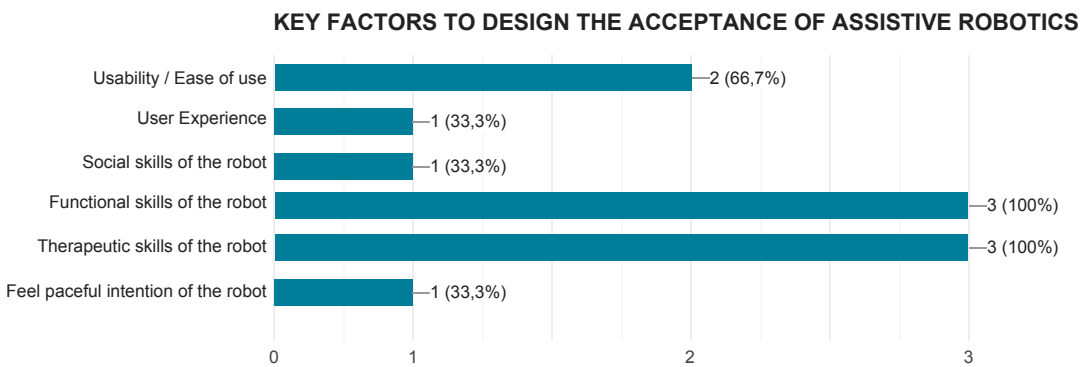



Figura 44 - Elementi che influenzano l'accettabilità di un robot da parte degli utenti secondo i designer europei.

risposta, che è importante comprendere le intenzioni del robot e soprattutto comunicare che queste sono pacifiche e non pericolose. I risultati sono estremamente diversi da quelli nazionali, per cui elementi prioritari sono l'usabilità, l'esperienza dell'utente e le abilità terapeutiche del robot: ciò è dovuto, probabilmente, ad una percentuale più alta di designer che ha sia esperienza pregressa nella progettazione robotica sia una maggior conoscenza dell'approccio e dei metodi HCD.

[Q.25] Which evaluation methods in Human-Robot Interaction do you know?
I **metodi di valutazione in ambito HRI** (Figura 45) sono **sconosciuti a tutti i progettisti intervistati** (100% - 3 designer). Tutti i metodi elencati fra le opzioni di risposta hanno ottenuto lo 0% di risposte. I risultati confermano la tendenza nazionale anche se, in tal caso, pochi designer hanno dichiarato di conoscere alcuni metodi non appartenenti esclusivamente all'area HRI. I risultati confermano l'ipotesi di ricerca 2, secondo cui i designer posseggono una conoscenza nulla o molto bassa sui principali metodi di valutazione usati in ambito HRI.

[Q.26] What variables for assessing the acceptability of robots in the Human-Robot Interaction area do you know?
Per quanto riguarda la **conoscenza delle principali variabili** che influenzano l'accettabilità dei robot da parte degli utenti (Figura 46) i risultati sono simili a quelli della domanda precedente. Infatti, tutti i partecipanti (100% - 3 designer) dichiarano di non conoscerne nessuna. Anche questi dati confermano la tendenza nazionale, sebbene i designer italiani abbiano affermato di conoscere in minima parte qualcuna delle variabili elencate. Questi dati rappresentano un'ulteriore conferma dell'ipotesi di ricerca 2.

[Q.27] The HRI evaluation methods and variables (described in the previous sections) are used to evaluate the acceptance of the robots by users after the design phase. In your opinion, would it be useful to know them before designing the robot?
I progettisti intervistati sono tendenzialmente aperti e **ritengono utile la conoscenza preliminare dei metodi e delle variabili di valutazione HRI** (Figura 47) citati nelle domande

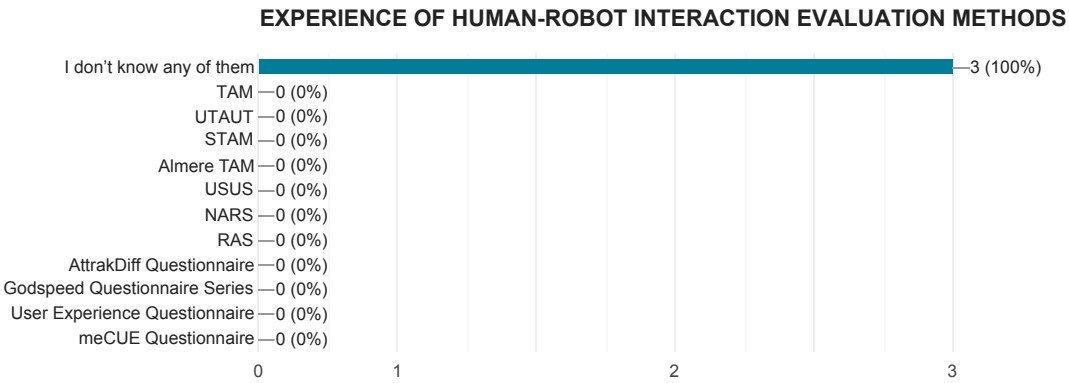



Figura 45 - Conoscenza dei principali metodi di valutazione in ambito HRI da parte dei designer europei.

precedenti. Il 66,7% (2 designer) ritiene che ciò **supporterebbe una progettazione centrata sull'utente** mentre il 33,3% (1 designer) ritiene che ciò potrebbe rendere la progettazione più efficace. Il 33,3% (1 designer), tuttavia, ha paura di non sapere come usarli. Ogni opzione di risposta negativa (scarsa fiducia nei metodi elencati, costi o tempi eccessivi) ha

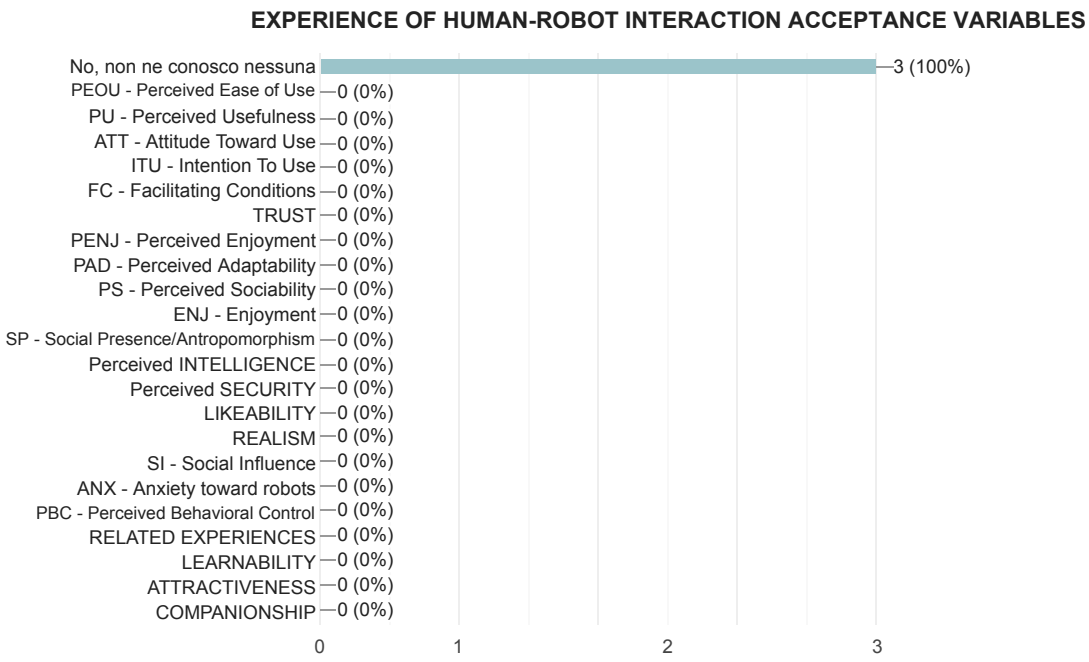



Figura 46 - Conoscenza delle principali variabili dell'accettabilità in ambito HRI da parte dei designer europei.

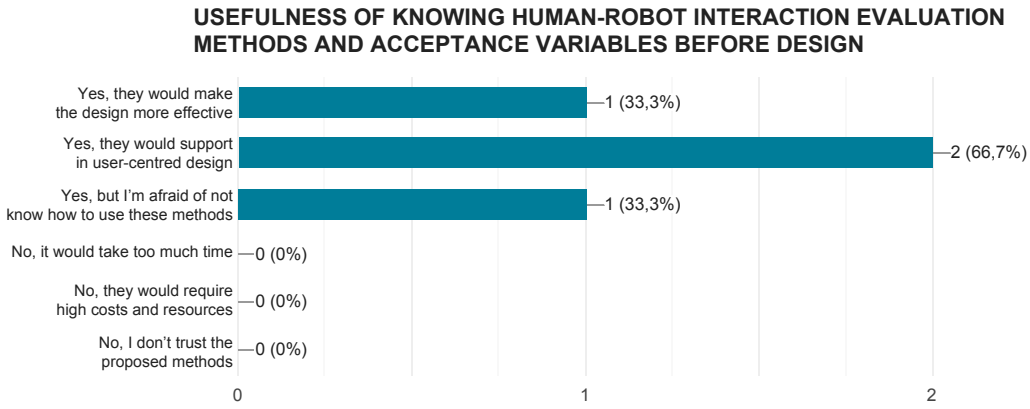



Figura 47 - Utilità della conoscenza delle principali variabili dell'accettabilità e dei metodi di valutazione in ambito HRI.

ottenuto lo 0% di risposte. I risultati sono in linea con quelli nazionali, anche se una minima percentuale di designer italiani ha mostrato qualche titubanza sulla conoscenza dei metodi/variabili sopra elencati. I dati europei confermano l'ipotesi di ricerca 3, secondo cui conoscere i metodi HRI e le variabili dell'accettazione sarebbe utile per implementare il bagaglio di informazioni preliminari utili alla traduzione dell'accettabilità in un progetto tangibile.

[Q.28] To design an acceptable robot, would you use a tool/method to:
Analogamente ai risultati ottenuti sul territorio nazionale, anche le risposte dei progettisti europei sono molto aperte all'uso eventuale di uno strumento di supporto alla progettazione di robot accettabili secondo l'approccio HCD (Figura 48). Il 100% (3 designer) userebbe uno **strumento per conoscere la possibile attinenza fra l'utente di riferimento e i robot esistenti**. Il 66,7% (2 designer) lo userebbe per conoscere quali sono le **variabili più importanti per progettare un robot accettabile**, in base agli utenti di riferimento. Nessuno (0%) lo userebbe per conoscere tutte le tipologie di robot esistenti più accettabili sperimentati in letteratura in base agli utenti di riferimento. I risultati sono in linea con quelli nazionali e avvalorano l'ipotesi di ricerca 4, secondo cui per i designer sarebbe strategico conoscere un approccio o un metodo per mettere in relazione il loro utente di riferimento con le caratteristiche principali dei robot assistivi sperimentati in letteratura, oltre alla conoscenza pratica e applicativa delle variabili più influenti per l'accettazione di un robot sociale e assistivo per anziani.

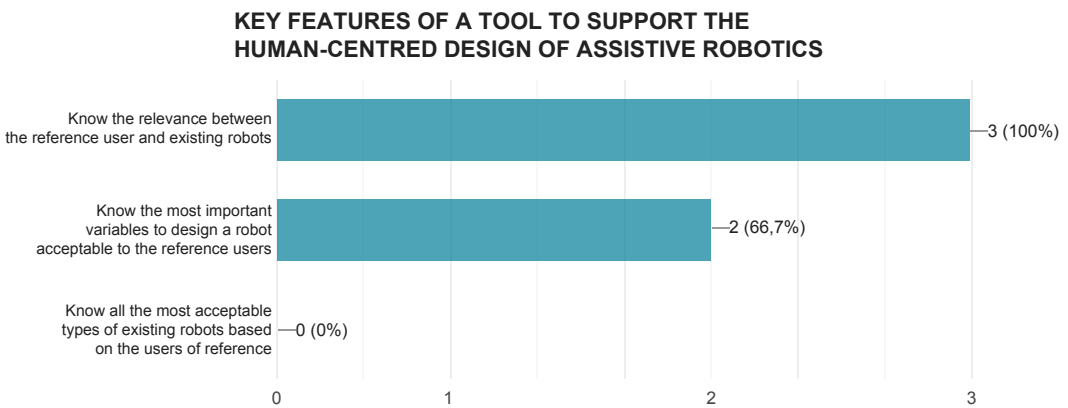



Figura 48 - Scopo principale di uno strumento di supporto alla progettazione di robot accettabili secondo l'approccio HCD.

## RESEARCH ANSWERS - SEZIONE 3

### Research Answer RQ.1

**RQ.1: La progettazione dell'accettabilità dei robot si basa su fattori diversi per le aree dello HCD e della HRI. Qual è il livello di conoscenza dei metodi di indagine e di valutazione dell'accettabilità propri della HRI? Sarebbe utile, per i designer, conoscere le dimensioni dell'accettabilità in robotica e i relativi protocolli di applicazione, per tradurle in elementi tangibili ai fini progettuali?**

L'indagine 2 ha fornito interessanti risultati relativi al rapporto fra design e Human-Robot Interaction, raccogliendo dati sulla conoscenza più o meno approfondita dei metodi di valutazione in ambito HRI da parte dei progettisti. Per quanto riguarda l'accettabilità in ambito robotico, il questionario ha consentito di raccogliere informazioni circa la conoscenza delle principali variabili che la determinano e la possibile applicazione delle metodologie di valutazione della HRI nella fase di ricerca preliminare del processo di progettazione. Infine, l'indagine ha confermato l'interesse dei designer riguardo alla possibilità di usare uno strumento per mettere in relazione l'utente, le attività e il contesto di riferimento di uno specifico progetto con le variabili dell'accettabilità sperimentate su robot reali in letteratura. Tutti i partecipanti hanno mostrato interesse verso l'uso di una piattaforma che consenta la raccolta e la consultazione di dati relativi agli elementi prioritari di cui il designer deve tener conto nel momento in cui si trova ad affrontare la progettazione di un robot assistivo. Dai risultati emersi è stato possibile definire le caratteristiche principali su cui basare lo strumento per il supporto alla progettazione di robot secondo l'approccio Human-Centred, basato sull'identificazione delle relazioni fra le *User Personas*, i profili robotici e le dimensioni dell'accettabilità sperimentate su utenti reali, al fine di generare suggerimenti o indicazioni progettuali fondate su studi scientifici.

### Research Answer RQ.2

**RQ.2: L'approccio dello HCD prevede l'uso di metodi di ricerca sull'utente e di valutazione iterativa del progetto, sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo, mentre in ambito HRI prevale la tendenza all'uso di metodi di valutazione quantitativa. Una maggiore integrazione di metodi qualitativi e quantitativi in ambito robotico, per individuare le esigenze degli utenti (spesso tacite o non acquisibili tramite approcci meramente quantitativi) e analizzare la loro esperienza globale con i robot, può migliorarne l'efficacia e la qualità dell'interazione?**

L'analisi *a posteriori* del processo metodologico applicato dagli Organismi di Ricerca nell'ambito del progetto CloudIA ha contribuito all'identificazione di una serie di *lesson learned*, ovvero *lezioni apprese* relative all'integrazione dei due approcci metodologici dello Human-Centred Design e della Human-Robot Interaction e alla conseguente gestione delle fasi costituenti il processo di ricerca, al fine di identificare eventuali implementazioni, esplorare i processi efficaci e/o *best practice* che possano contribuire ad ottimizzare i processi in progetti di ricerca futuri. L'identificazione delle *lezioni apprese* ha contribuito alla formulazione di una serie di risposte relative alla domanda di ricerca RQ.2, determinanti per la rielaborazione e la validazione delle ipotesi della ricerca dottorale. Fra queste, ad esempio, l'analisi di come l'integrazione delle diverse competenze e metodologie di analisi dei dati abbia consentito una valutazione olistica e globale dei bisogni degli utenti e ad una conseguente formulazione di soluzioni innovative e significative per la ricerca e, soprattutto, per gli utenti.

**Research Answer RQ.3**

**RQ.3: La cooperazione multidisciplinare fra diverse figure professionali (nello specifico designer e ingegneri/robotici) per lo sviluppo di un progetto in ambito robotico avviene spesso su base empirica, in quanto manca un *framework* scientifico standardizzato, scalabile e personalizzabile in base al progetto. Può sussistere una correlazione strutturata fra l'approccio e i metodi propri dello Human-Centred Design e l'approccio e i metodi di valutazione propri della Human-Robot Interaction?**

La cooperazione fra i due gruppi di ricerca, nell'ambito del progetto CloudIA, ha rappresentato un fattore determinante e cruciale per la proposta di soluzioni innovative, efficienti e in linea con le necessità e aspettative degli utenti nei contesti d'uso previsti, dall'altro la collaborazione è stata strutturata empiricamente, sulla base dell'integrazione dell'esperienza e del metodo progettuale proprio di ogni gruppo. L'eventuale presenza di un *framework* standardizzato, scalabile e personalizzabile avrebbe contribuito all'ottimizzazione del processo di sviluppo di un approccio collaborativo efficace. Lo HCD si è confermato come un approccio essenziale per una progettazione iterativa basata sulle necessità dell'utente in relazione anche al contesto di riferimento: se progettata secondo un approccio HCD, l'interazione uomo-robot, così complessa e costituita sia da fattori pratici e tangibili (usabilità, facilità d'uso, etc.) che su elementi sociali, cognitivi ed emotivi che concorrono a definire l'esperienza globale dell'utente, può generare quel significato metafisico, che costituisce la chiave del successo e dell'accettazione delle tecnologie, all'apice della piramide dello HCD (Giacomin, 2014). Il processo di analisi *a posteriori* dell'esperienza condotta nell'ambito del progetto CloudIA ha avvalorato le ipotesi di ricerca 3 e 4, poiché ha fatto emergere l'utilità (e la necessità), per i designer, di conoscere le variabili dell'accettazione valutate attraverso i metodi quantitativi HRI, così da poterle indagare nel corso della ricerca qualitativa preliminare e implementare nel corso dello sviluppo del progetto.

**Research Answer RQ.4**

**RQ.4: Nell'ottica di una cooperazione multidisciplinare fra designer e ingegneri/robotici, sarebbe possibile offrire ai designer un metodo scientifico di traduzione delle variabili dell'accettazione in concetti come qualità morfologiche, comportamentali o di interazione, utili ai fini progettuali?**

L'indagine 1 ha fornito interessanti risultati relativi all'impatto sociale dei robot assistivi (Broadbent et al., 2009) e dei ruoli che essi sono chiamati a svolgere (Abdi et al., 2018). Il questionario è stato strutturato in funzione dell'ipotesi di ricerca 4 e ha consentito di rispondere alla RQ.4: oltre alla conoscenza delle variabili più influenti per l'accettazione di un robot sociale e assistivo per anziani, per i designer sarebbe strategico conoscere un approccio o un metodo per mettere in relazione il loro utente di riferimento con le caratteristiche principali dei robot assistivi sperimentati in letteratura. I dati raccolti hanno costituito la struttura di base per lo sviluppo di un metodo scientifico di traduzione delle variabili dell'accettabilità in concetti come qualità morfologiche, comportamentali o di interazione, utili ai fini progettuali. Dai risultati, infatti, è stato possibile mettere in relazione le caratteristiche determinanti per l'accettazione dei robot assistivi sperimentate in letteratura con le preferenze e le attitudini di utenti potenziali e attuali: ciò ha rappresentato la base per la costituzione di *User Personas* e di *profili robotici accettabili* (Ruckert, 2011) a partire dall'identificazione di archetipi di utenti (capitolo 15).

# SEZIONE 4.
# LA RICERCA PROGETTUALE

## RESEARCH QUESTIONS - SEZIONE 4

**RQ.1: Gli approcci scientifici e metodologici della Human-Robot Interaction e dello Human-Centred Design, pur avendo radice comune nella Human-Computer Interaction, risultano notevolmente differenti per metodi, filosofia e per struttura stessa dell'approccio. Quali sono le principali intersezioni metodologiche fra le due aree? Può sussistere una correlazione strutturata e applicabile ai diversi contesti fra metodi e strumenti HCD e HRI?**
**Attività RQ.1:** I gruppi di lavoro, sia nel campo della ricerca che della progettazione, sono estremamente transdisciplinari e prevedono una sinergia fra svariate competenze. Tuttavia, come confermato dalla ricerca sperimentale i designer hanno una conoscenza molto bassa o nulla dei metodi propri della HRI. Invece, conoscere i metodi di valutazione e le variabili che definiscono l'accettabilità in HRI, costituirebbe uno strumento utile a supportare la sinergia fra le diverse figure professionali ma, soprattutto, a guidare il processo di ricerca preliminare sull'utente e una successiva definizione più chiara ed efficace del brief progettuale. La ricerca progettuale presentata in questa sezione mira a rispondere alla RQ.1 e a validare l'ipotesi di ricerca 1 e la sua successiva rielaborazione nell'ipotesi H-1 (capitolo 14), secondo cui può sussistere una correlazione fra i metodi propri dello HCD (Maguire, 2001; Giacomin, 2014) e quelli della HRI. La discussione focalizza l'attenzione sulla ricerca sugli utenti e sul processo iterativo che non sempre sono usati in ambito robotico. Un ulteriore punto chiave della discussione è la mancanza di un processo strutturato e iterativo in ambito HRI ma, soprattutto, l'utilizzo di metodi volti principalmente alla valutazione dell'interazione con il prodotto finito. La ricerca preliminare sulle esigenze degli utenti, infatti, non rappresenta un elemento fondamentale bensì facoltativo del processo di sviluppo HRI, la cui pianificazione e gestione dipende esclusivamente dalla volontà e dalla disposizione dei gruppi di ricerca.

**RQ.2: È possibile strutturare, sotto forma di strumento/piattaforma, un processo di sviluppo e progettazione di robot assistivi e sociali che possa guidare un team trans-disciplinare? Qual è il contributo scientifico dello HCD allo sviluppo di tale piattaforma?**
**Attività RQ.2:** Per rispondere alla RQ.2 la ricerca si è focalizzata sull'analisi degli eventuali punti di contatto fra le due discipline dello HCD e della HRI, sia dal punto di vista teorico e metodologico che applicativo/sperimentale, ma soprattutto sulle distanze, i *gap* e le differenze di significati e significanti specifici di cui si avvalgono i professionisti nei due settori. La ricerca si è focalizzata, prima che sugli utenti finali, su tutti quegli attori che lavorano nell'ambito del design o della robotica (progettisti, ingegneri, designer, ricercatori, etc.) e sui metodi che essi utilizzano per conoscere l'utente, le sue necessità, aspettative, obiettivi, desideri ma anche la sua esperienza generale e la sua valutazione *a posteriori* del prodotto/sistema utilizzato. Nello specifico, lo studio ha riguardato i metodi di indagine preliminare delle caratteristiche dell'utente finale e di valutazione della sua esperienza durante il processo iterativo della progettazione, usati nell'ambito dell'approccio scientifico dello Human-Centred Design e i metodi di valutazione dell'accettazione, della User-Experience, della HRI generale e dell'usabilità del sistema robotico, applicati in seguito all'avvenuta interazione uomo-robot e riconducibili all'ambito scientifico della Human-Robot Interaction. Inoltre, dall'analisi dei principali robot assistivi sperimentati dai ricercatori e descritti nella letteratura scientifica di riferimento è emersa la necessità di un coinvolgimento maggiore degli utenti durante le fasi di sviluppo dei robot assistivi e la conoscenza approfondita di tutte quelle esigenze che spesso restano tacite o sottintese. Un'appropriata analisi dell'utente, del contesto in cui si svolge l'interazione e delle attività da eseguire, potrebbe favorire l'accettazione ed incrementare l'attitudine e l'intenzione all'uso dei robot assistivi da parte delle per-

sone e, nel caso specifico discusso in questa sede, degli anziani. Lo HCD, come approccio scientifico alla base del concept della piattaforma, può offrire strumenti teorici e operativi per l'analisi degli elementi (utenti, contesto, attività, interazione) costituenti l'architettura portante della piattaforma. Questi elementi, infatti, hanno costituito la base per poter estrapolare, a partire dall'analisi degli studi scientifici di riferimento, una serie di elementi volti a definire una chiave di lettura *human-centred* delle stesse ricerche scientifiche e, successivamente, dei fattori che potessero rappresentare la struttura portante della metodologia proposta.

**RQ.3: È possibile mettere in relazione utente/attività/contesto/interazione con le caratteristiche principali dei robot sperimentati in letteratura, per fornire ai designer uno strumento scientifico di traduzione delle variabili dell'accettazione in elementi utili ai fini progettuali?**
**Attività RQ.3:** Per rispondere alla RQ.3, sulla base della tassonomia dei robot sociali e assistivi proposta da Fong, (2003) e delle proprietà identificate da Feil-Seifer & Mataric, (2005), i robot sono stati analizzati e suddivisi secondo quattro macro-categorie: *utente di riferimento*, *attività da compiere*, *modalità di interazione* e *contesto in cui si svolgono le attività*. Quest'ultimo è stato inserito in quanto risulta essere un fattore influente per la tipologia di interazione e quindi determinante per l'accettabilità dei robot. L'individuazione di macro-categorie è stata propedeutica alla sistematizzazione di dati utili allo sviluppo di *profili di utenti tipo*, anziani, che utilizzano i robot sociali e assistivi, ovvero di *archetipi*, rielaborati e rappresentati attraverso il metodo delle *User Personas*. Concorrono allo sviluppo delle User Personas anche le informazioni relative a: (1) i principali ambienti in cui si sono svolte le sperimentazioni, sia quelli in cui i robot sociali assistivi sono maggiormente utilizzati dagli utenti anziani che quelli per cui sono più adatti, data la natura delle attività che sono chiamati a svolgere. I contesti, in quanto elementi determinanti dell'interazione e della User Experience generale (Weiss et al., 2009b; Hassenzahl et al., 2003), influiscono sull'accettazione dei robot; (2) le attività compiute dai robot o dagli esseri umani insieme ai robot; (3) la tipologia e la sofisticazione dell'interazione, in quanto fattore importante per mettere in relazione *User Personas* e robot potenzialmente accettabili da quegli stessi archetipi di utente, in base alla attività e ai contesti di riferimento. Segue, inoltre, una ricerca orientata ad una lettura qualitativa delle variabili dell'accettabilità.

**RQ.4: Qual è il contributo scientifico dello HCD, e dei suoi strumenti e metodi operativi, in relazione alla progettazione dell'accettabilità di sistemi interattivi in ambito robotico?**
**Attività RQ.4:** Per rispondere alla RQ.4 è stata effettuata un'analisi dei principali metodi di valutazione nell'ambito della Human-Robot Interaction. Ciò ha posto le basi per l'individuazione e la selezione dei principali costrutti determinanti per l'accettabilità, intesi come caratteristiche fisiche, morfologiche, comportamentali, sociali, emozionali proprie del robot, dell'essere umano o generate dall'interazione fra i due. In seguito all'analisi dei principali robot assistivi sperimentati in letteratura sono state messe in relazione le variabili dell'accettabilità con le caratteristiche primarie dei robot assistivi e sociali, al fine di produrre una serie di *Robotic Variables Tabs*, ovvero profili robotici simili alle *Robotic Personas* ma relativi esclusivamente alle variabili dell'accettabilità possedute dal robot stesso e verificate da studi scientifici e da ricerche sperimentali condotte specificamente per questa ricerca dottorale (capitoli 10, 11, 12). Successivamente, a partire dalle stesse basi scientifiche, sono state sviluppate le *User Variables Tabs*, ovvero dei profili di utenti simili alle *User Personas*, basate anche queste sulle principali variabili (in quanto caratteristiche proprie del robot, dell'utente o risultato della loro interazione) che un robot dovrebbe possedere per essere accettato dall'utente oggetto dello studio.

**Parole chiave**

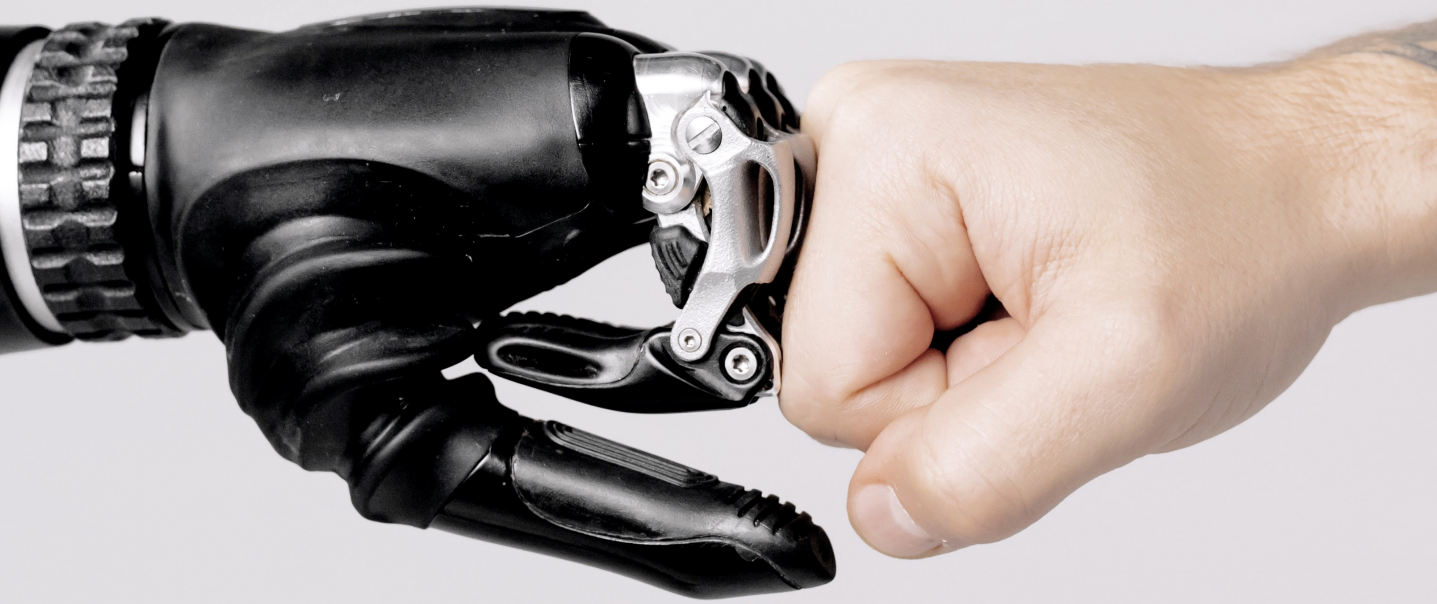
Processo iterativo
Coinvolgimento degli utenti
HCD e HRI
Intersezione metodologica
Progettazione trans-disciplinare

# Capitolo 13
# HCD e HRI: sviluppo progettuale di una correlazione strutturata fra gli approcci teorici e applicativi

**13.1 HCD e HRI: le differenze metodologiche e di processo**
13.1.1 Approccio iterativo e valutazione ciclica del progetto in ambito robotico: la sfida del coinvolgimento degli utenti

**13.2 Il ruolo dello Human-Centred Design in ambito robotico: i punti di contatto fra le due discipline**
13.2.1 Il ciclo iterativo dello HCD in ambito robotico: selezione di metodi appropriati per ogni fase

**13.3 I metodi HRI: le metodologie dello HCD per definire i requisiti progettuali dell'accettabilità**
13.3.1 UTAUT - Personas, Interviste e Etnografia
13.3.2 Almere TAM - Personas, Osservazione diretta, Etnografia
13.3.3 STAM - Personas, Questionario, Intervista
13.3.4 USUS - Questionario, Intervista, Focus Group, Test di Usabilità, Task Analysis
13.3.5 Godspeed - Questionario, Intervista, Scenario, Focus Group, Thinking Aloud
13.3.6 Attrakdiff - Questionario, Intervista, Test di Usabilità, Thinking Aloud
13.3.7 UEQ - Questionario, Test di Usabilità, Task Analysis, Thinking Aloud
13.3.8 NARS/RAS - Personas, Questionario



# CAPITOLO 13
# HCD e HRI: sviluppo progettuale di una correlazione strutturata fra gli approcci teorici e applicativi

La ricerca scientifica presentata nella sezione II, dopo aver indagato il tema dell'invecchiamento globale e del ruolo che le tecnologie assistive hanno e avranno nel prossimo futuro, per supportare l'indipendenza e la qualità del lavoro e della vita (non solo delle persone più anziane e/o fragili ma anche degli operatori sanitari e dei caregiver informali), si è poi focalizzata sulla robotica sociale e assistiva e su tutte le sue questioni etiche, sociali, progettuali o tecniche più discusse in letteratura. In seguito allo studio degli aspetti teorici della robotica e della Human-Robot Interaction (HRI), la ricerca ha analizzato i principali metodi di valutazione della stessa, per indagare quali siano gli aspetti più critici o comunque più determinanti per il **successo di un robot assistivo e sociale**. Dallo studio dei principali **metodi di valutazione** è emersa la **molteplicità e la varietà di approcci teorici** e di elementi oggetto di valutazione qualitativa e/o quantitativa, attraverso le varie metodologie sviluppate in letteratura. L'analisi delle principali componenti di tali metodi, ovvero degli *item* indagati o dei fattori che ne costituiscono l'architettura teorica, ha portato alla ricerca dell'accettabilità nella HRI, ovvero delle sue definizioni teoriche e delle variabili tangibili che possono determinarla. Contestualmente, una ricerca trasversale sugli **approcci scientifici e metodologici dell'E/HF**, dello **Human-Centred Design** (HCD), dell'Interaction Design e della User Experience, ha consentito di esplorare non solo le principali metodologie di ricerca preliminare e di valutazione iterativa del progetto ma anche il contributo e le sfide del design in relazione alla robotica in generale e, nello specifico, a quella assistiva e sociale. Gli approcci scientifici e metodologici della Human-Robot Interaction e dello Human-Centred Design, pur avendo radice comune nella Human-Computer Interaction, risultano notevolmente differenti per metodi, filosofia e per struttura stessa dell'approccio.

## 13.1 HCD e HRI: le differenze metodologiche e di processo

Le aree dell'E/HF e dello HCD perseguono l'obiettivo primario di **progettare per le persone**, utilizzando metodi per la raccolta di dati, l'analisi e la valutazione. Come evidenziano Wilson & Sharples, (2015, p. 15) tali metodi consistono in strumenti o **approcci generali che possono essere applicati in molte fasi del processo di progettazione** e possono essere suddivisi in cinque macro-categorie: dati sulle persone, analisi e sviluppo dei sistemi, valutazione delle prestazioni del sistema, valutazione degli effetti sulle persone e organizzazione dei programmi di gestione. Lo HCD, evolutosi a partire dalla HCI per la crescente complessità dei dispositivi tecnologici e delle interazioni sempre più intangibili,

nasce proprio per la necessità dei progettisti di conoscere più approfonditamente le parti interessate del progetto e i contesti d'uso (Maguire, 2001). Su queste basi, i metodi dello HCD riguardano soprattutto l'**analisi delle esigenze degli utenti**, focalizzandosi sulle esperienze, sulle aspettative, sui desideri ma anche sulla valutazione iterativa dell'usabilità e della qualità d'uso dei prodotti/sistemi (Maguire, 2001; Tosi, 2018).
L'approccio HCD, inoltre, è iterativo (Rubin & Chisnell, 2008; Pheasant & Haslegrave, 2006), ovvero basato sulla **valutazione ciclica del progetto**, che può essere revisionato e modificato. La forte componente pragmatica dello HCD consente quindi una traduzione immediata dei principi teorici in applicazioni metodologiche utili ad analizzare le variabili che influenzano l'interazione uomo-sistema, in base agli obiettivi e al contesto d'uso. Lo HCD ricerca, progetta e valuta sia gli aspetti pratici dell'interazione uomo/prodotto/sistema/ambiente, sulla base dei dati scientifici e delle caratteristiche antropometriche, sia gli aspetti progressivamente più complessi, quali le emozioni, le implicazioni socio-culturali ed etiche fino ai significati metafisici che gli individui formano attraverso l'interazione con il design (Giacomin, 2014). In sintesi, è possibile affermare che i metodi dello HCD servono a progettare, predire e valutare tutti gli aspetti dell'interazione uomo/prodotto/sistema (Stanton, 2014) e quindi si applicano prima, durante e dopo l'intero percorso progettuale e d'uso del prodotto/sistema.

**La Human-Robot Interaction si occupa di comprendere, progettare e valutare l'interazione fra uomo e sistemi robotici**. L'area della HRI è estremamente transdisciplinare, in quanto prevede la sinergia di innumerevoli figure professionali con competenze in robotica, ingegneria, informatica, psicologia, linguistica, etologia, design, sociologia, etc. Tale disciplina presenta svariati approcci che, pur essendo indipendenti, non si escludono a vicenda. Fra questi, Dautenhahn, (2007) identifica i principali, ovvero *robot-centred HRI*, *human-centred HRI* e *Robot cognition-centred HRI*. Nell'ottica di analizzare l'accettabilità delle tecnologie robotiche per l'uomo e di esplorare i punti di contatto fra le aree della HRI e dello HCD, l'approccio human-centred HRI appare il più appropriato: esso si basa sull'analisi delle caratteristiche (fisiche, morfologiche, comportamentali, etc.) che il robot deve avere affinché sia accettabile, efficiente e piacevole per l'uomo. Le sfide in tale ambito riguardano principalmente la ricerca di un design equilibrato e coerente fra comportamento e aspetto del robot, la progettazione di comportamenti socialmente accettabili, lo sviluppo di nuovi metodi e strumenti per la progettazione e la valutazione dell'HRI, l'identificazione delle esigenze di individui e dei gruppi di soggetti ai quali un robot potrebbe adattarsi e rispondere, l'elusione della *uncanny valley* (Mori, 1970), etc.
I metodi della HRI si focalizzano soprattutto su due elementi: il primo riguarda l'accettabilità vera e propria, ovvero tutti quei fattori che influenzano l'**intenzione di usare un robot** (ad esempio, facilità d'uso, divertimento, controllabilità, etc.), valutata ampiamente attraverso vari modelli di accettazione della tecnologia (ad esempio, TAM, UTAUT, Almere TAM, etc.); il secondo riguarda l'**usabilità**, definita come l'efficacia, l'efficienza e la soddisfazione con cui gli utenti raggiungono obiettivi specifici in ambienti specifici (ISO 9241-11). Tuttavia, la HRI è un campo relativamente giovane e particolarmente ampio, motivo per cui vi è una mancanza di metodi che tengano conto di tutti i fattori che concorrono a definire la **complessità dell'interazione uomo-robot** (Kidd & Breazeal, 2005, Bartneck et al., 2008). Ciò è ancora più evidente nel caso di HRI con utenti anziani, in quanto essi stabiliscono relazioni uniche e particolari con le tecnologie, aspettandosi che queste possano garantire la massima usabilità ed efficienza ma anche supportare valori intangibili come l'identità personale, la dignità, l'indipendenza e l'assenza di stigmatizzazione (Forlizzi et al., 2004).

Non esiste, quindi, un unico strumento di ricerca e validazione HRI, né un'architettura di sistema che possa guidare il progettista durante la ricerca preliminare, lo sviluppo e la valutazione della piattaforma robotica. Vi sono innumerevoli metodi e architetture teoriche (analizzate approfonditamente nel capitolo 9) applicate dai ricercatori in base agli elementi da valutare, alle attività, agli utenti e al contesto d'uso. Secondo Bethel & Murphy, (2009) esistono cinque principali metodi di valutazione utilizzati per la ricerca sugli utenti in HRI: (1) **autovalutazioni**, (2) **interviste**, (3) **misure comportamentali**, (4) **misure psicofisiologiche** e (5) **metriche di prestazione dei compiti**. Dalla revisione della letteratura, sembra che i metodi più comuni utilizzati negli studi in ambito HRI siano l'autovalutazione e le misure comportamentali. Vi è una ricerca limitata sull'uso di misure psicofisiologiche, interviste e metriche di esecuzione dei compiti.

Sia in ambito Human-Centred Design che Human-Computer Interaction il tema dell'usabilità è stato analizzato ampiamente, portando alla costruzione di un ricco bagaglio di strumenti metodologici a supporto dei ricercatori nell'identificazione di quei problemi che influenzano l'usabilità, come il thinking aloud, le valutazioni euristiche o i cognitive walkthroughs (Nielsen & Molich, 1990; Polson et al., 1992). Oltre a questi, vi sono anche molti metodi per valutare l'usabilità di una determinata tecnologia (ad esempio il System Usability Scale - SUS) (Keizer et al., 2019). La maggior parte degli studi in HRI si basa sulla somministrazione di **questionari finalizzati alla valutazione dell'accettabilità** e alla **predizione dell'intenzione d'uso** (ITU), come avviene con l'UTAUT (Venkatesh et al., 2003), l'Almere TAM (Heerink et al., 2009) o lo STAM (Chen & Chan, 2014b). I fattori analizzati in questi casi sono legati alla facilità d'uso (PEOU) o all'utilità (PU) in relazione alle variabili esterne che possono influenzare l'interazione uomo-robot, come l'influenza sociale (SI), l'esperienza pregressa, l'età, il genere, l'istruzione, l'ansia (ANX) o le eventuali condizioni facilitatrici. L'Almere TAM introduce alcuni elementi non strettamente legati all'usabilità, come la fiducia (TRUST), la socialità percepita (PS), l'adattabilità percepita del robot (PAD) e il piacere d'uso in termini di divertimento percepito durante l'interazione (PENJ). Nella maggior parte delle sperimentazioni presenti in letteratura, questi metodi sono usati per una valutazione *a posteriori* su un prototipo o su un progetto robotico finito (De Ruyter 2005; Looije et al., 2006; Heerink, 2010). L'urgenza di sviluppare sistemi di valutazione più ampi, che pongano l'attenzione anche sugli aspetti dell'accettazione e dell'impatto sociale, sulle qualità edoniche e sull'esperienza dell'utente, oltre che sull'usabilità, è sottolineata anche dalla nascita dell'USUS (Weiss et al., 2009a) o dai tentativi di applicazione in ambito robotico di questionari nati per altri campi (Niculescu et al., 2013; Gonnot et al., 2019), come l'Attrakdiff (Hassenzahl et al., 2003), il meCUE (Minge & Riedel, 2013) o l'UEQ (Laugwitz et al., 2008). Anche il Godspeed (Bartneck et al., 2009) mira a valutare aspetti come l'antropomorfismo, l'animazione, la piacevolezza, l'intelligenza e la sicurezza percepita, in quanto fattori non strettamente legati all'efficacia della performance ma comunque determinanti per la stessa e per l'esperienza globale dell'utente. Inoltre, gli studi in HRI prendono spesso in prestito da altre discipline scale di valutazione di parametri fisiologici o psicologici per analizzare l'affidabilità dei dati raccolti (ad esempio la NARS o la RAS di Nomura et al., (2004), il PANAS, che misura il benessere soggettivo etc.).
Vi sono pochi studi in robotica che hanno **integrato metodi qualitativi e quantitativi**, analogamente a quelli previsti dall'approccio HCD, come le interviste non strutturate, le osservazioni dirette, i questionari, etc. Fra questi (a mero titolo di esempio) vi sono la ricerca di Dautenhahn et al., (2006), Moshkina & Arkin, (2005), Multu et al., (2006a), Kulic & Croft, (2007), etc. Tuttavia, la diffusione crescente di robot sociali e assistivi nella vita di

tutti i giorni e la conseguente complessità maggiore dell'interazione uomo-robot sottolineano l'**importanza della comprensione degli utenti sin dalle prime fasi di sviluppo del robot** (Krageloh et al., 2019). In ambito HRI ciò è stato tradotto in ricerche relative a come vari fattori specifici possano influenzare l'accettazione del robot da parte degli utenti, come gli aspetti morfologici (Barnes et al., 2017), le espressioni facciali e affettive (Cameron et al., 2015), le differenze linguistico-culturali (Trovato et al., 2015), i comportamenti (Salem et al., 2013), lo spazio personale (Walters et al., 2009) o altre variabili come l'età o l'istruzione (Sciutti et al., 2014).

### *13.1.1 Approccio iterativo e valutazione ciclica del progetto in ambito robotico: la sfida del coinvolgimento degli utenti*

Dall'analisi degli studi presenti in letteratura, risulta evidente la **mancanza di una distinzione fra le opinioni generali sui robot e le percezioni dell'utente durante l'effettiva interazione con i robot**: ciò comporta una sovrapposizione dei termini *acceptability* (*accettabilità*) con *user acceptance* (*accettazione da parte dell'utente*) (Salvini et al., 2010). Da un punto di vista temporale, come afferma Nam, (2019) l'*acceptability* indica la valutazione dell'accettazione prima dell'uso o dell'implementazione del robot, in senso predittivo, mentre la *user acceptance* si riferisce alla valutazione dell'accettazione in seguito all'uso e all'interazione uomo-robot. Gran parte degli studi in HRI, quindi, indaga come le differenze culturali, le attitudini e i sentimenti verso i robot, le credenze e le opinioni personali possano influenzare l'accettazione da parte degli utenti, con lo scopo di predire la qualità dell'interazione uomo-robot, a partire da una serie di dati qualitativi e quantitativi raccolti attraverso ricerche su diversi gruppi di persone. **Progettare l'accettabilità per la HRI vuol dire applicare linee guida e principi nelle prime fasi progettuali del robot**: ciò implica considerare sia i dati relativi all'utente (user-centered) sia tutti gli altri elementi (contesto d'uso, ansia, paura o attitudini verso i robot, opinioni o credenze sociali, aspetti etici o legali, etc.) che possono influenzare il successo dell'interazione uomo-robot. Secondo Salvini et al., (2010), l'attuale ricerca sull'accettabilità in robotica dipende eccessivamente dalle caratteristiche fisiche e psicologiche degli utenti e non tiene conto di altri fattori come quelli organizzativi, legali o politici: di conseguenza propone l'adozione di un nuovo modello, lo *Human-tech* (Vincente, 2004), basato sul sistema tecnologia-persone e sulla rilevanza delle relazioni che ne conseguono. Tale modello sottolinea l'importanza dei **bisogni umani** rispetto all'eccessiva glorificazione della tecnologia, considerata come un mezzo per raggiungere degli obiettivi. Secondo Vincente, (2004) **la tecnologia dovrebbe adattarsi alle leggi fisiche e avere affinità con la natura umana**: per fare ciò egli divide il fattore umano in cinque livelli, di cui tener conto in sede di progettazione e che le tecnologie dovrebbero soddisfare, ovvero livello fisico, psicologico, di squadra, organizzativo e politico.

Dal punto di vista proprio degli approcci dell'E/HF e dello HCD, vi è una netta **differenza fra la raccolta o la consultazione di dati scientifici** (ad esempio, dati antropometrici, sociali, statistici etc.) da usare come riferimento per il progetto, **l'analisi dell'interazione** (sia in termini di usabilità che di piacere d'uso, esperienza dell'utente, etc.) e la **valutazione globale del progetto** sviluppato con gli utenti. I metodi propri dello HCD (Maguire, 2001; Giacomin, 2014), quindi, consentono sia di effettuare una ricerca qualitativa e quantitativa preliminare sugli utenti di riferimento, sia di coinvolgerli durante il processo di sviluppo e di valutazione intermedia, che di sperimentare a progetto concluso fattori come l'usabilità e la User Experience. Sulla base delle considerazioni e degli studi riportati fin ora, è possibile

affermare che tale differenza non è così netta in **ambito HRI**: in quest'area **la ricerca sugli utenti si riferisce principalmente alla raccolta e alla consultazione di dati scientifici** (antropometrici, sociali, culturali ma anche relativi a opinioni, preferenze, attitudini) da applicare durante lo sviluppo di una piattaforma robotica ma molto raramente include gli utenti nel processo di progettazione o prevede una ricerca preliminare approfondita sugli utenti a cui è destinato il robot. I metodi della HRI, dunque, consentono una **valutazione di svariati fattori a progetto concluso**, tralasciando spesso quel processo iterativo che è alla base di un approccio centrato sull'uomo.

Nello specifico, per quanto riguarda i robot sociali e assistivi gli studi che coinvolgono gli utenti durante il processo di progettazione hanno mostrato eccellenti risultati dal punto di vista dell'esperienza globale dell'utente e dell'accettazione della tecnologia robotica (Weiss et al., 2014; Forlizzi et al., 2004; Beer et al., 2012). Tuttavia, la pianificazione del processo dipende esclusivamente dalla conoscenza e dall'esperienza del gruppo di ricercatori che, seppure multidisciplinare, potrebbe non includere un designer o un progettista che conosca e sappia come applicare le metodologie proprie dell'HCD. In questi casi, il rischio è di non ottenere i risultati attesi o non riuscire ad estrapolare le informazioni necessarie, soprattutto attraverso i metodi qualitativi di indagine sull'utente (co-design, focus group, brainstorming, intervista non strutturata, osservazione diretta, etc.) o di non riuscire a cogliere gli aspetti taciti e non dichiarati utili ai fini del progetto. Infatti, nel campo dei robot assistivi è accaduto spesso che i ricercatori in HRI sviluppassero una serie di robot basati sulla loro comprensione degli anziani e dell'invecchiamento (Lee & Riek, 2018). Come conseguenza, gli anziani non hanno usato i robot nella misura prevista (ad esempio, Broadbent et al., 2009; Glende et al., 2016). Vi sono stati anche casi di successo in cui i ricercatori, usando metodi di ricerca dello HCD, hanno compreso meglio i loro utenti: Beer et al., (2012) hanno condotto un'approfondita valutazione dei bisogni degli anziani per assistenti robotici nelle faccende domestiche mentre Caleb-Solly et al., (2014) hanno tenuto dei seminari di progettazione di robot con anziani per incorporare i loro punti di vista nel progetto. La **progettazione partecipativa** risulta la strategia più efficace nell'ambito dei robot assistivi per anziani, come dimostrano gli studi di Lee et al., (2017) che hanno applicato il metodo del co-design per lo sviluppo di un robot assistivo, consentendo agli anziani di condividere con i ricercatori e con i progettisti le caratteristiche tecniche e morfologiche desiderate circa il prodotto finale. Anche Lee & Riek, (2018) hanno coinvolto sia gli anziani che alcuni stakeholder nel processo di progettazione di un robot sociale e assistivo, focalizzando la ricerca sull'idea di invecchiamento dal punto di vista degli utenti stessi, così da evitare che la progettazione fosse influenzata da luoghi comuni o da credenze errate, non relative allo specifico gruppo di utenti destinatari del robot. Sabanovic et al., (2015) hanno usato metodi di progettazione partecipativa per lo sviluppo di un robot sociale e assistivo per anziani, esplorando le principali preoccupazioni di questi ultimi e i desideri nei confronti di tali tecnologie.

In conclusione, l'indagine sugli approcci e sui metodi dello HCD e della HRI, genera molteplici domande di ricerca, a cui la ricerca teorica e progettuale cerca di dare risposta: *quali sono le principali intersezioni metodologiche fra le due aree? È possibile strutturare un processo di sviluppo e di progettazione di robot assistivi e sociali che possa guidare un team multidisciplinare? Qual è il contributo dello HCD in relazione ai metodi di valutazione dell'accettabilità più diffusi in ambito HRI? Può sussistere una correlazione strutturata fra i metodi dello HCD e della HRI, applicabile in diversi contesti?*

## 13.2 Il ruolo dello Human-Centred Design in ambito robotico: i punti di contatto fra le due discipline

In termini di accettabilità e qualità dell'esperienza dell'utente, il successo dell'applicazione di metodi di co-design e di ricerca preliminare sugli utenti destinatari di tecnologie robotiche, sottolinea la necessità di definire una **correlazione strutturata fra i metodi dello HCD e della HRI** e di **applicare il processo iterativo**, proprio del design, in ambito robotico. Nel capitolo dedicato al ruolo del design in ambito robotico è stata ampiamente argomentata l'importanza cruciale dell'approccio dell'E/HF e dello HCD per lo sviluppo di tecnologie robotiche basate sulle reali esigenze e aspettative degli utenti e, soprattutto, nel rispetto delle questioni etiche e delle implicazioni psico-sociali derivanti dall'interazione uomo-robot. La diffusione delle tecnologie robotiche sempre più sociali e intelligenti, soprattutto in ambito assistenziale, amplia le sfide del design in tale ambito e ne accresce le responsabilità etico-sociali.
I gruppi di lavoro, sia nel campo della ricerca che della progettazione, sono estremamente transdisciplinari e prevedono una sinergia fra svariate competenze. Tuttavia, come confermato dalla ricerca sperimentale effettuata nell'ambito del progetto di ricerca CloudIA e dalle indagini condotte sia in Italia che in Europa sugli utenti primari e secondari di robot assistivi e sui professionisti nel mondo della progettazione e della ricerca in design, i designer hanno una conoscenza molto bassa o nulla dei metodi propri della HRI (ipotesi di ricerca 2). Invece, conoscere i metodi di valutazione e le variabili che definiscono l'accettabilità in HRI, costituirebbe uno **strumento utile a supportare la sinergia fra le diverse figure professionali** ma, soprattutto, a **guidare il processo di ricerca preliminare sull'utente** e una successiva definizione più chiara ed efficace del brief progettuale (ipotesi di ricerca 3). La ricerca progettuale presentata in questa sezione mira a validare l'ipotesi di ricerca 1 e la sua rielaborazione nell'ipotesi H-1 (capitolo 14), secondo cui può sussistere una correlazione fra i metodi propri dello HCD (Maguire, 2001; Giacomin, 2014) e quelli della HRI. La discussione focalizza l'attenzione sulla **ricerca sugli utenti** e sul **processo iterativo** che, come dimostrato nel paragrafo precedente, non sempre sono applicati in ambito robotico. Un ulteriore punto chiave della discussione è la mancanza di un processo strutturato e iterativo in ambito HRI ma, soprattutto, l'utilizzo di metodi volti principalmente alla valutazione dell'interazione con il prodotto finito. La ricerca preliminare sulle esigenze degli utenti, infatti, non rappresenta un elemento fondamentale bensì facoltativo del processo di sviluppo HRI, la cui pianificazione e gestione dipende esclusivamente dalla volontà e dalla disposizione dei gruppi di ricerca.
L'approccio proposto mira a supportare la conoscenza e la formazione di progettisti e designer sui principali metodi di valutazione e sulle **variabili determinanti per l'accettabilità in HRI**, così da rendere più efficace il processo di indagine sugli utenti e porre l'attenzione sugli **elementi prioritari da esplorare**. Inoltre, la conoscenza preliminare dei fattori che saranno oggetto di valutazione *a posteriori* (attraverso i metodi della HRI) consentirebbe al designer di tradurre i risultati della ricerca sull'utente in direzioni progettuali e in soluzioni tangibili riferite al contesto, all'attività e agli utenti specifici di riferimento (ipotesi di ricerca 3).
In seguito ad un'approfondita analisi teorica e sperimentale sui principali metodi di valutazione e sulle variabili dell'accettabilità, sui processi sperimentali e sui contesti in cui sono stati applicati, la ricerca progettuale si pone l'obiettivo di **identificare quei fattori influenti per l'accettabilità**, la cui conoscenza e analisi può essere utile al designer nella fase di ricerca e di sviluppo e progettazione del robot (ipotesi di ricerca 3 e 4).

### *13.2.1 Il ciclo iterativo dello HCD in ambito robotico: selezione di metodi appropriati per ogni fase*

L'approccio dello HCD, come stabilito dalla Norma ISO 9241-210:2010 (e dalla sua più recente versione del 2019), prevede un processo iterativo, basato su cinque attività: **pianificare** il processo HCD; comprendere e specificare il **contesto di utilizzo**; specificare i **requisiti dell'utente**; produrre **soluzioni progettuali**; **valutare** il progetto. Queste attività devono essere eseguite secondo un ciclo iterativo, in cui ogni attività utilizza dati e informazioni prodotte da altre attività e in cui è possibile valutare iterativamente con gli utenti i prototipi delle soluzioni progettuali identificate, per migliorare il progetto e renderlo più adatto alle reali esigenze delle persone. Come già discusso nel capitolo 5, vi sono innumerevoli attività, strumenti e metodi a supporto di ogni fase del processo: Maguire (2001, p. 590) e Giacomin (2014, p. 616) raccolgono e discutono molti dei metodi in relazione alla fase del processo HCD in cui vengono usati, agli obiettivi e alle modalità d'uso. Per applicare il processo iterativo proprio dello HCD in ambito robotico, come sarà descritto nei paragrafi successivi sono stati selezionati solo alcuni fra i moltissimi metodi possibili e appartenenti sia all'ambito dell'ergonomia/fattori umani che a quello dello Human-Centred Design. I metodi selezionati sono usati prevalentemente nella fase di **definizione del contesto d'uso**, delle **esigenze degli utenti** e dei requisiti del progetto, in quanto più inerenti allo scopo della ricerca dottorale, ovvero **analizzare preliminarmente le dimensioni dell'accettabilità** valutate *a posteriori* dai metodi HRI, così da proporre soluzioni progettuali in base alle reali esigenze, aspettative e desideri degli utenti e, quindi, potenzialmente più accettabili. Sono stati inseriti anche alcuni metodi di valutazione dei prototipi o della soluzione progettuale che è possibile utilizzare nell'ottica del processo iterativo, per apportare miglioramenti e ridefinire il progetto a partire dai feedback raccolti. In Tabella 1 sono elencati i metodi selezionati in relazione alle fasi del processo HCD in cui sono usati e agli obiettivi. Per *Contesto d'uso* e *Requisiti dell'utente* si intendono le fasi di ricerca sugli utenti, sulle attività, sugli obiettivi, sull'ambiente fisico e organizzativo in cui sarà usato il prodotto (Maguire, 2001, p. 595; ISO 9241-210:2010).

## 13.3 I metodi HRI: le metodologie dello HCD per definire i requisiti progettuali dell'accettabilità

L'analisi dei principali metodi di valutazione in ambito HRI e dei loro costrutti ha posto le basi per la produzione di **schede di sintesi dell'architettura di ogni metodo** e l'estrapolazione delle **variabili principali che influenzano l'accettabilità** delle tecnologie robotiche. Fra queste, sono state identificate e discusse quelle utili alle attività del designer e che quindi dovrebbero essere esplorate durante la fase di indagine preliminare sugli utenti. Per ogni metodo usato in ambito HRI sono stati identificati i metodi propri dell'approccio HCD (Maguire, 2001; Giacomin, 2014) attraverso i quali è possibile indagare gli elementi messi in evidenza. Secondo la norma ISO 9241-2010:2010 i metodi dello HCD sono utili a comprendere il contesto d'uso, definire i requisiti del progetto e proporre soluzioni progettuali. In questa sezione l'analisi si focalizza principalmente, oltre che su alcuni metodi di valutazione del progetto, sulla comprensione del contesto d'uso che, secondo lo standard, implica: l'analisi delle caratteristiche degli utenti (caratteristiche fisiche, abilità, competenze, esperienza, formazione, etc.); l'analisi dei compiti che gli utenti devono eseguire (che potrebbero condizionare l'usabilità del sistema); l'analisi dell'ambiente fisico, tecnologico e sociale in cui il sistema sarà utilizzato.

| Metodo | Fasi del processo |
|---|---|
| **Personas (Cooper, 1999)** | Contesto d'uso, Requisiti utente |
| **Analisi etnografica (Preece et al., 2015; Rotman et al., 2012)** | Contesto d'uso, Requisiti utente |
| **Intervista (Stanton et al., 2014)** | Requisiti utente |
| **Scenario (Nielsen, 1991)** | Contesto d'uso, Requisiti utente, Design |
| **Focus group (Caplan, 1990; Jordan, 2000)** | Contesto d'uso, Requisiti utente, Design |
| **Task analysis (Wilson, 2015; Karwowski, 2006; Stanton et al., 2014)** | Contesto d'uso, Requisiti utente |
| **Thinking aloud (Jordan, 2000)** | Contesto d'uso, Requisiti utente, Design |
| **Osservazione diretta (Preece et al., 2015; Stanton et al., 2014)** | Contesto d'uso, Requisiti utente |
| **Questionario (Preece et al., 2015; Stanton et al., 2014)** | Contesto d'uso, Requisiti utente, Valutazione con utenti |
| **Test di usabilità (Nielsen, 1994; Rubin, 2008: Wilson, 2015)** | Valutazione con utenti |

Tabella 1 - I metodi selezionati in relazione alle fasi del processo HCD in cui sono usati.

Di seguito sono descritti in breve i principali metodi di valutazione della HRI, già analizzati approfonditamente nel capitolo dedicato, e si discutono le principali variabili che li costituiscono e che è possibile analizzare attraverso i metodi di analisi e valutazione con l'utente propri dell'approccio HCD.

### *13.3.1 UTAUT - Personas, Interviste, Etnografia*

L'UTAUT (Teoria Unificata di Accettabilità e Utilizzo della Tecnologia) sviluppato da Venkatesh et al., (2003) analizza le relazioni che intercorrono fra l'attitudine e l'intenzione all'uso (BI - Behavioral Intention) e l'utilizzo effettivo del sistema (USE), quindi l'accettazione della tecnologia. L'intenzione all'uso è influenzata dall'utilità percepita (PU), dalla facilità percepita (PEOU) del sistema e dell'influenza sociale (SI). L'uso del sistema è determinato anche dalle condizioni facilitatrici che possono agevolare l'utilizzo della tecnologia. Inoltre, vi sono quattro fattori moderatori che regolano le relazioni fra i costrutti principali, ovvero età, genere, esperienza dell'utente con la tecnologia e volontarietà ad usarla. Attraverso i **metodi propri dello HCD** è possibile è possibile analizzare le condizioni facilitatrici, l'età, il genere, l'esperienza e la volontarietà degli utenti, così da definire un brief progettuale appropriato, **incrementare le possibilità che la tecnologia robotica possa soddisfare le esigenze** delle persone a cui è destinata e quindi le possibilità che sia accettata (Figura 1). Tali variabili riguardano principalmente l'analisi dell'utente, che è possibile effettuare, anche se non esclusivamente, attraverso i tre metodi seguenti[1]:

1 Cfr. https://www.interaction-design.org Accessed 26/05/2020.

## UTAUT (*Venkatesh, 2003*)

### PERSONAS I ETHNOGRAPHY I INTERVIEW

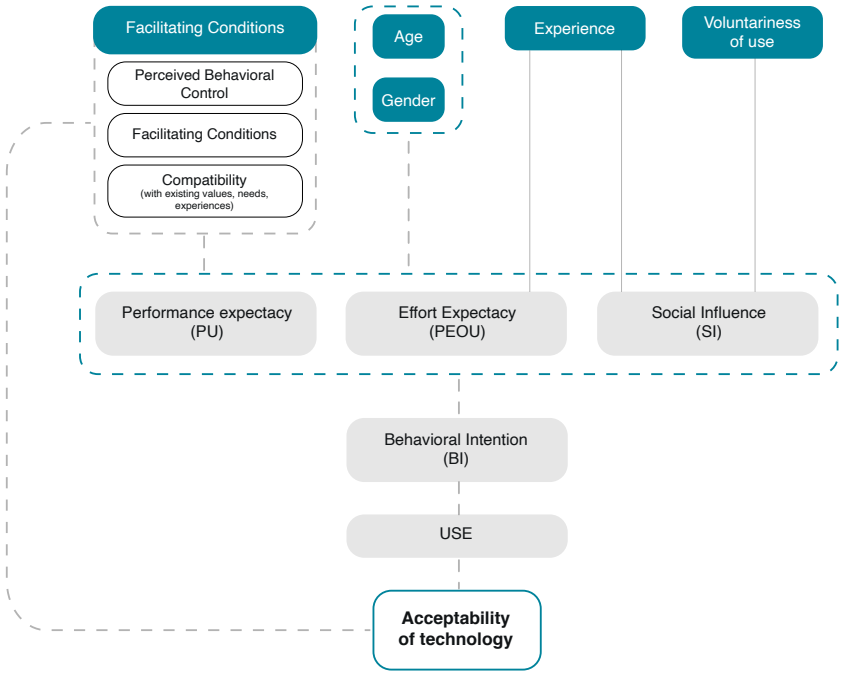



Figura 1 - L'architettura del metodo UTATU e le relazioni fra i suoi costrutti determinanti per l'accettabilità della tecnologia. In evidenza le variabili influenti per l'accettabilità che è possibile analizzare preliminarmente attraverso i metodi propri dello HCD identificati nella parte superiore dello schema (personas, etnografia e intervista all'utente).

- **Personas:** definite da Cooper, (2004, pp. 123-124) come "*ipotetici archetipi di utenti reali (…) definiti con notevole rigore e precisione*". Le personas presuppongono una ricerca basata sull'etnografia e sull'osservazione dei potenziali utenti al fine di identificare i loro obiettivi, bisogni, motivazioni e contesti d'uso. Inoltre, sono uno strumento efficace che consente al designer di empatizzare con gli utenti e quindi di comprendere i loro reali punti di vista;
- **Intervista:** strutturata o non strutturata, è un buon modo per estrarre informazioni dagli utenti riguardo alle loro esperienze, alle aspettative, alla percezione dell'usabilità, alle opinioni e ai valori. È un metodo rapido ed economico per raccogliere dati demografici o etnografici e per conoscere la mentalità, il comportamento e lo stile di vita di una persona;
- **Indagine etnografica:** è la descrizione dei modelli sociali e dei costumi che emergono dalle risposte e dai comportamenti di una certa cultura. È un buon modo per i progettisti di entrare in empatia e di produrre una rappresentazione realistica della vita degli utenti dal punto di vista di coloro che vivono e lavorano all'interno del dominio interessato. È un processo qualitativo e fornisce grandi spunti sul modo in cui gli utenti interagiscono con i prodotti.

### *13.3.2 Almere TAM - Personas, Osservazione diretta, Etnografia*

L'Almere TAM (Modello di Accettazione della Tecnologia Almere) è stato sviluppato da Heerink et al., (2010) in relazione all'area specifica della tecnologia assistiva (robot e interfacce digitali). Analizza le relazioni fra tredici costrutti influenti per l'intenzione all'uso (ITU) e per l'uso effettivo, ovvero: adattabilità (PAD) e socialità percepite (PS) del robot, presenza sociale (SP), ansia (ANX), attitudine (ATT), utilità (PU) e facilità d'uso percepite (PEOU), divertimento percepito (PENJ), fiducia, (TRUST) influenza sociale (SI) e condizioni facilitatrici. Non tiene conto di variabili moderatrici come età, genere, esperienze, livello di istruzione, etc. che tuttavia possono influenzare le variabili della sua architettura. Lo stesso Heerink, (2011) ha successivamente analizzato come un livello di istruzione e una maggior esperienza con la tecnologia corrisponda alla percezione di una maggiore facilità d'uso e ad una attitudine positiva verso le tecnologie assistive. Attraverso uno dei metodi propri dello HCD, le personas, è possibile analizzare le condizioni facilitatrici, l'esperienza e livello di educazione dell'utente. L'etnografia e l'osservazione possono essere utili a definire l'attitudine e/o l'ansia dell'utente verso i robot e il livello di influenza sociale, che può essere determinante per l'uso e la qualità dell'esperienza dell'utente (Figura 2). In sintesi, i metodi più efficaci per analizzare le variabili selezionate dell'Almere TAM sono[2]:

- **Personas:** definite da Cooper, (2004, pp. 123-124) come "*ipotetici archetipi di utenti reali (…) definiti con notevole rigore e precisione*". Le personas presuppongono una ricerca basata sull'etnografia e sull'osservazione dei potenziali utenti al fine di identificare i loro obiettivi, bisogni, motivazioni e contesti d'uso. Inoltre, sono uno strumento efficace che consente al designer di empatizzare con gli utenti e quindi di comprendere i loro reali punti di vista;
- **Osservazione diretta:** è un buon metodo per analizzare l'interazione e comprendere l'usabilità di un prodotto e l'esperienza complessiva dell'utente. È un modo semplice e veloce per raccogliere dati qualitativi, non richiede una formazione specifica, è facile da riprodurre e da analizzare. È efficace per la fase di ideazione: i dati qualitativi possono generare idee per il miglioramento del prodotto;
- **Indagine etnografica:** è la descrizione dei modelli sociali e dei costumi che emergono dalle risposte e dai comportamenti di una certa cultura. È un buon modo per i progettisti di entrare in empatia e di produrre una rappresentazione realistica della vita degli utenti dal punto di vista di coloro che vivono e lavorano all'interno del dominio interessato. È un processo qualitativo e fornisce grandi spunti sul modo in cui gli utenti interagiscono con i prodotti.

### *13.3.3 STAM - Personas, Questionario, Intervista*

Lo STAM (Senior TAM) è stato sviluppato da Chen & Chan, (2014b) per valutare l'accettabilità delle *gerontechnologies*, ovvero delle tecnologie in relazione agli aspetti fisico-cognitivi che caratterizzano gli utenti anziani. Oltre ai costrutti già presenti all'interno del modello UTAUT (PU, PEOU, ATT), lo STAM include l'ansia (ANX), l'utilità percepita da parte di utenti anziani e alcune condizioni facilitatrici come le condizioni di salute, le abilità cognitive e fisiche, le relazioni sociali e la qualità della vita. Il modello considera elementi moderatori come l'età, il genere, l'educazione e il livello economico. Come per l'UTAUT e per l'Almere TAM, le informazioni obiettive circa gli utenti (età, genere, livello di educazione ed economico) possono essere rilevate attraverso il metodo delle personas. Altri **metodi**

2 Cfr. https://www.interaction-design.org Accessed 26/05/2020.

## ALMERE TAM (*Heerink, 2009*)

### PERSONAS I OBSERVATION I ETHNOGRAPHY

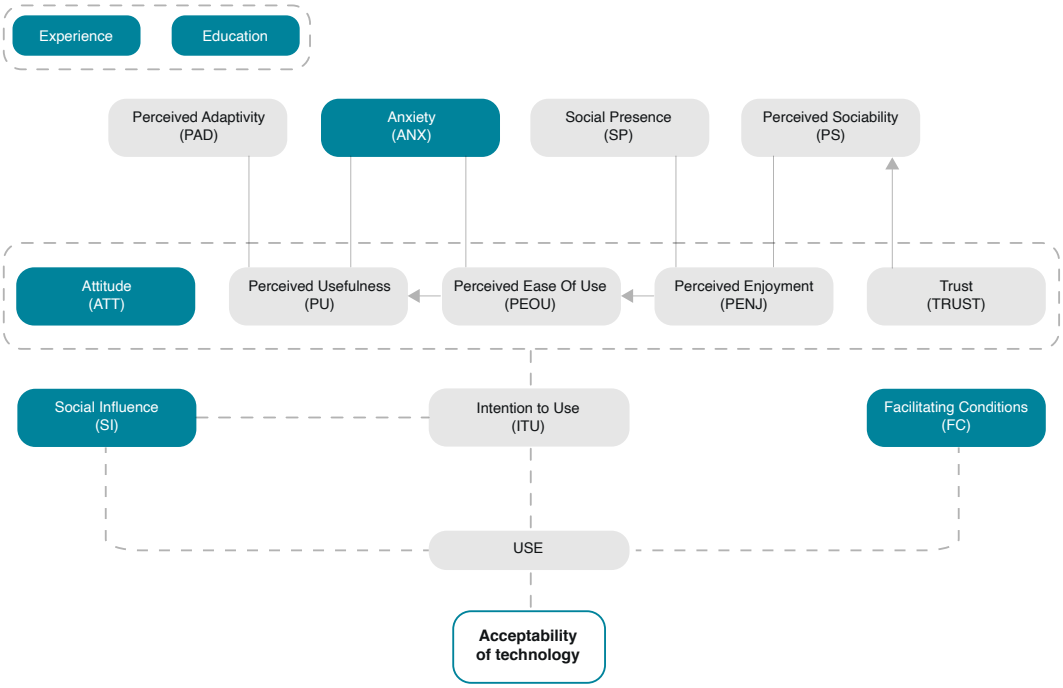



Figura 2 - L'architettura del metodo Almere TAM e le relazioni fra i suoi costrutti determinanti per l'accettabilità della tecnologia. In evidenza le variabili influenti per l'accettabilità che è possibile analizzare preliminarmente attraverso i metodi propri dello HCD identificati nella parte superiore dello schema (personas, osservazione diretta ed etnografia).

**propri dello HCD**, come l'intervista e il questionario sono efficaci per **raccogliere dati qualitativi e quantitativi** circa le condizioni facilitatrici e l'ansia nei confronti dei robot e delle tecnologie assistive (Figura 3). Quindi, i metodi più efficaci per analizzare le variabili selezionate dello STAM sono[3]:

- **Personas:** definite da Cooper, (2004, pp. 123-124) come "*ipotetici archetipi di utenti reali (…) definiti con notevole rigore e precisione*". Le personas presuppongono una ricerca basata sull'etnografia e sull'osservazione dei potenziali utenti al fine di identificare i loro obiettivi, bisogni, motivazioni e contesti d'uso. Inoltre, sono uno strumento efficace che consente al designer di empatizzare con gli utenti e quindi di comprendere i loro reali punti di vista;
- **Questionario:** è un metodo efficace per raccogliere dati quantitativi circa le opinioni, le percezioni, l'esperienza dell'utente e l'usabilità. È un metodo rapido per raccogliere dati da un pubblico molto vasto in breve tempo;

3 Cfr. https://www.interaction-design.org Accessed 26/05/2020.

- **Intervista:** strutturata o non strutturata, è un buon modo per estrarre informazioni dagli utenti riguardo alle loro esperienze, alle aspettative, alla percezione dell'usabilità, alle opinioni e ai valori. È un metodo rapido ed economico per raccogliere dati demografici o etnografici e per conoscere la mentalità, il comportamento e lo stile di vita di una persona.

### *13.3.4 USUS - Questionario, Intervista, Focus Group, Test di Usabilità, Task Analysis*

L'USUS (Usability, Social acceptance, User Experience, Societal impact) è stato sviluppato da Weiss et al., (2009a) per una valutazione globale dell'interazione uomo-robot. Il metodo è **basato su una prospettiva Human-Centred** e prevede una serie di variabili estrapolate da varie discipline, fra cui la HCI, la psicologia e la sociologia. Le variabili principali determinanti per l'accettabilità dei robot sono: usabilità, accettazione sociale, esperienza dell'utente e impatto sociale. Attraverso le metodologie proprie dello HCD è possibile **indagare alcune di queste variabili durante la fase preliminare di ricerca sull'utente** (Figura 4). Inoltre, nell'ottica di un processo iterativo, è possibile valutare un eventuale prototipo o

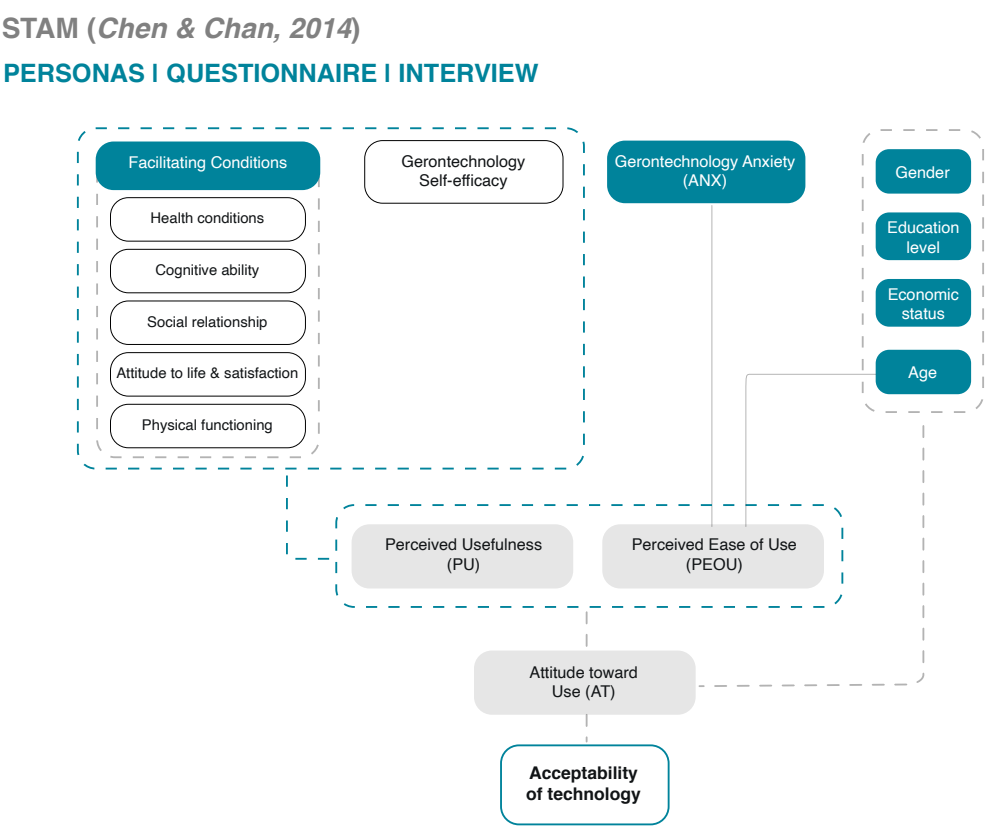



Figura 3 - L'architettura del metodo STAM e le relazioni fra i suoi costrutti determinanti per l'accettabilità della tecnologia. In evidenza le variabili influenti per l'accettabilità che è possibile analizzare preliminarmente attraverso i metodi propri dello HCD identificati nella parte superiore dello schema (personas, questionario e intervista).

**USUS (*Weiss et al., 2009*)**

**QUESTIONNAIRE I INTERVIEW I FOCUS GROUP I USABILITY TEST I TASK ANALYSIS**

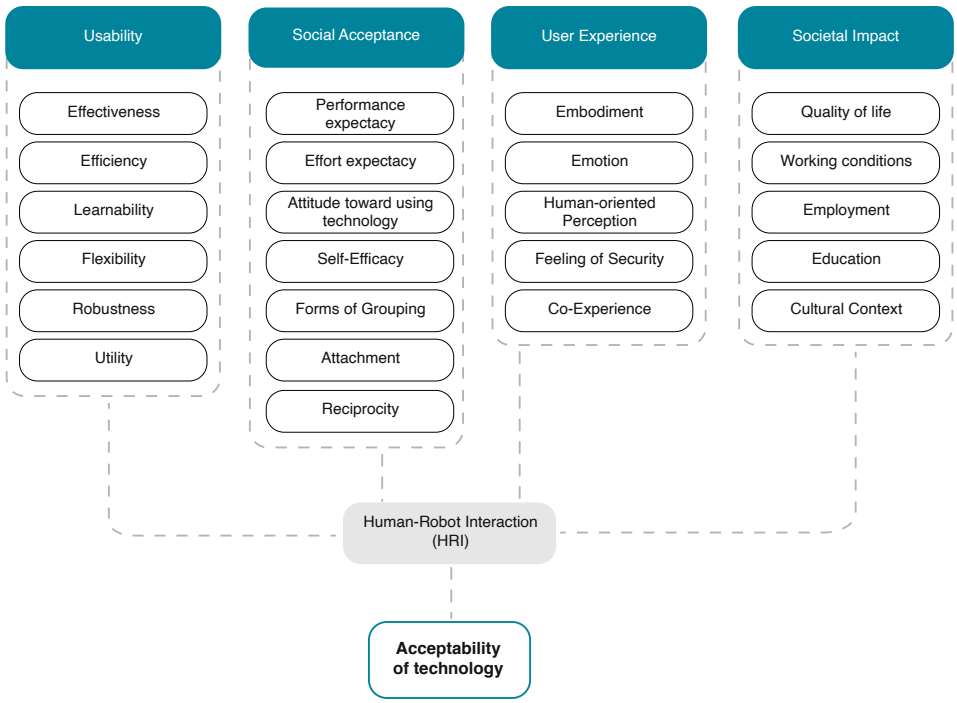



Figura 4 - L'architettura del metodo USUS e le relazioni fra i suoi costrutti determinanti per l'accettabilità della tecnologia. In evidenza le variabili influenti per l'accettabilità che è possibile analizzare preliminarmente attraverso i metodi propri dello HCD identificati nella parte superiore dello schema (questionario, intervista, focus group, test di usabilità e task analysis).

proposta progettuale attraverso i metodi della task analysis o test di usabilità. In sintesi, le metodologie dello HCD più efficaci per analizzare le variabili selezionate dell'USUS sono[4]:

- **Questionario:** è un metodo efficace per raccogliere dati quantitativi circa le opinioni, le percezioni, l'esperienza dell'utente e l'usabilità. È un metodo rapido per raccogliere dati da un pubblico molto vasto in breve tempo;
- **Intervista:** strutturata o non strutturata, è un buon modo per estrarre informazioni dagli utenti riguardo alle loro esperienze, alle aspettative, alla percezione dell'usabilità, alle opinioni e ai valori. È un metodo rapido ed economico per raccogliere dati demografici o etnografici e per conoscere la mentalità, il comportamento e lo stile di vita di una persona;
- **Focus group:** sono un ottimo metodo per analizzare le opinioni di un gruppo di utenti. Sono costituiti da gruppi di massimo 10 utenti che lavorano insieme a un moderatore, a un facilitatore o a un ricercatore. È un colloquio su larga scala e consiste nel formu-

4 Cfr. https://www.interaction-design.org Accessed 26/05/2020.

lare domande e nel registrare le risposte dei partecipanti. Per condurre un focus group efficace è essenziale preparare una struttura guida per il moderatore e reclutare accuratamente gli utenti;
- **Test di usabilità:** consente di testare la facilità d'uso di un progetto su un gruppo di utenti rappresentativi. Di solito comporta l'osservazione degli utenti mentre tentano di completare le attività e può essere eseguito per diversi tipi di progetti, dalle interfacce utente ai prodotti fisici. Viene spesso condotto ripetutamente, dallo sviluppo iniziale fino al rilascio di un prodotto;
- **Task analysis:** è un metodo efficace per identificare i problemi e le opportunità per migliorare l'esperienza dell'utente ma anche per generare idee preliminari per la progettazione. Questo strumento consiste in un diagramma che spiega le azioni che un utente deve compiere per completare un obiettivo. Il diagramma illustra le azioni intraprese dagli utenti per raggiungere i loro obiettivi, ma anche le esperienze personali, sociali e culturali e l'influenza dell'ambiente fisico sull'interazione uomo/sistema.

### *13.3.5 Godspeed - Questionario, Intervista, Scenario, Focus Group, Thinking Aloud*

Il Godspeed è stato elaborato da Bartneck et al., (2009) al fine di valutare cinque elementi chiave dell'interazione uomo-robot: **antropomorfismo**, **animazione**, **piacevolezza**, **intelligenza percepita**, **sicurezza percepita**. L'architettura del modello in Figura 5 mostra la correlazione e l'influenza delle variabili identificate da Bartneck et al., (2009) sull'accettabilità delle tecnologie robotiche ma anche sui fattori che le possono influenzare. Una discussione più approfondita di tutte le variabili e delle loro relazioni è effettuata nel paragrafo 15.1, dedicato all'analisi dei principali costrutti per l'accettabilità. Attraverso i metodi propri dello HCD è possibile **valutare preliminarmente alcuni dei fattori del Godspeed**, ovvero: antropomorfismo, insieme ai suoi fattori determinanti (età, genere e nazionalità); piacevolezza percepita; sicurezza percepita, insieme ai fattori esterni che la determinano (ansia e stato affettivo); realismo del contesto d'uso e complessità delle azioni (che possono influenzare l'intelligenza percepita del robot). I metodi dello HCD più efficaci per un'indagine preliminare di tali variabili sono[5]:
- **Questionario:** è un metodo efficace per raccogliere dati quantitativi circa le opinioni, le percezioni, l'esperienza dell'utente e l'usabilità. È un metodo rapido per raccogliere dati da un pubblico molto vasto in breve tempo;
- **Intervista:** strutturata o non strutturata, è un buon modo per estrarre informazioni dagli utenti riguardo alle loro esperienze, alle aspettative, alla percezione dell'usabilità, alle opinioni e ai valori. È un metodo rapido ed economico per raccogliere dati demografici o etnografici e per conoscere la mentalità, il comportamento e lo stile di vita di una persona;
- **Scenario:** è uno strumento utile per analizzare le azioni dell'utente all'interno di un contesto. Lo scenario descrive la sequenza di azioni o di un obiettivo che l'utente desidera realizzare in un contesto specifico. È un buon metodo per indagare le interazioni chiave con un sistema e concentrarsi sulle attività all'interno del sistema stesso. Lo scenario consente ai progettisti di esplorare idee e anche di definire le aree più importanti da valutare durante i test di usabilità;

5 Cfr. https://www.interaction-design.org Accessed 26/05/2020.

**GODSPEED (*Bartneck et al., 2009*)**

**QUESTIONNAIRE I INTERVIEW I SCENARIO I FOCUS GROUP I THINKING ALOUD**

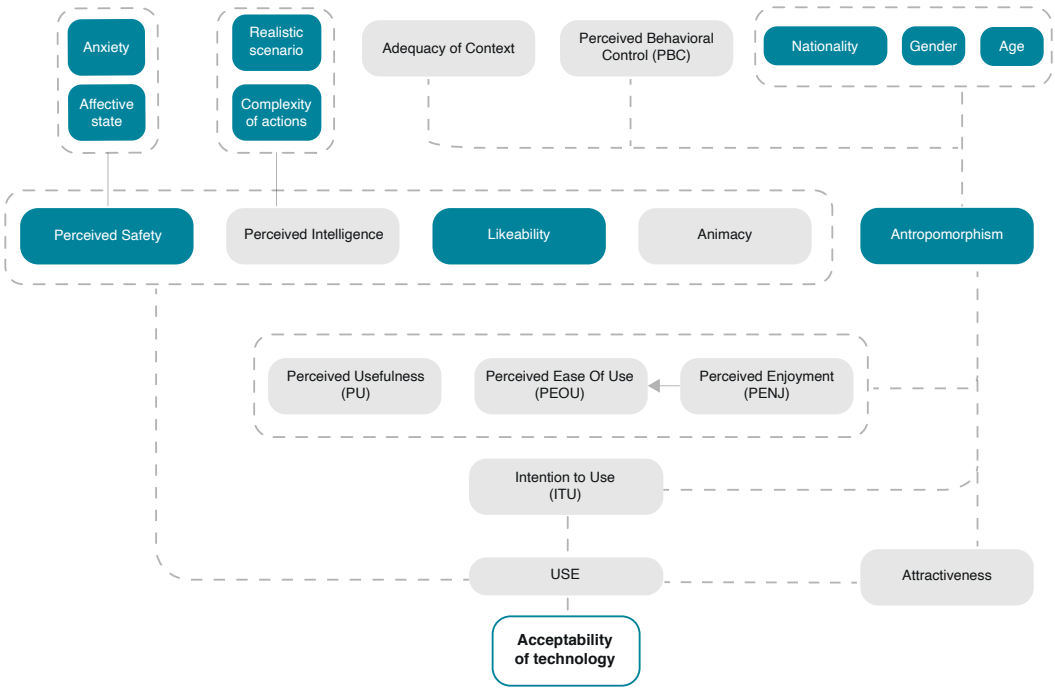



Figura 5 - L'architettura del metodo Godspeed e le relazioni fra i suoi costrutti determinanti per l'accettabilità della tecnologia. In evidenza le variabili influenti per l'accettabilità che è possibile analizzare preliminarmente attraverso i metodi propri dello HCD identificati nella parte superiore dello schema (questionario, intervista, scenario, focus group, thinking aloud).

- **Focus group:** sono un ottimo metodo per analizzare le opinioni di un gruppo di utenti. Sono costituiti da gruppi di massimo 10 utenti che lavorano insieme a un moderatore, a un facilitatore o a un ricercatore. È un colloquio su larga scala e consiste nel formulare domande e nel registrare le risposte dei partecipanti. Per condurre un focus group efficace è essenziale preparare una struttura guida per il moderatore e reclutare accuratamente gli utenti;
- **Thinking aloud:** questo metodo consente di scoprire cosa pensano veramente gli utenti di un prodotto/sistema/interfaccia, parlando ad alta voce. In particolare, chiedere agli utenti di spiegare ad alta voce ciò che pensano durante l'interazione con un sistema è utile per mostrare le idee, le opinioni o le criticità riscontrate dagli utenti, che di solito si trasformano in raccomandazioni progettuali. È un modo economico e affidabile per raccogliere dati qualitativi. Inoltre, non ha bisogno di formazione.

### *13.3.6 Attrakdiff - Questionario, Intervista, Test di Usabilità, Thinking Aloud*

L'Attrakdiff è stato sviluppato da Hassenzahl, (2003) con l'obiettivo di valutare i prodotti interattivi sia in base alle qualità pragmatiche (legate prevalentemente all'usabilità) che a

quelle edoniche (legate all'identità, alla stimolazione, alla novità, etc.). Sebbene il metodo sia utilizzato prevalentemente per la valutazione di interfacce, è stato inserito all'interno di questa discussione in quanto risulta usato ampiamente (Mast et al., 2012; Weiss et al., 2009b; Niculescu et al., 2013; Gonnot et al., 2019) per analizzare l'interazione con robot dotati di interfacce utente (visualizzabili prevalentemente su tablet, smartphone o display vari). Secondo il modello Attrakdiff l'accettabilità delle tecnologie è determinata da un'**esperienza dell'utente positiva** e dall'**attrattività del sistema**. L'esperienza dell'utente è influenzata dalle emozioni e dal comportamento dello stesso, oltre che da un giudizio globale sul prodotto/sistema. Questi, a loro volta, sono determinate dalle **qualità pragmatiche ed edoniche** del prodotto. L'attrattività, invece, dipende da svariati fattori, fra cui il contesto d'uso, lo stato interno dell'utente e il sistema stesso. Attraverso i **metodi dello HCD** è possibile **analizzare preliminarmente** le esigenze, le aspettative, le preferenze e le opinioni degli utenti in relazione alle qualità edoniche e pragmatiche. Inoltre, è possibile indagare a fondo alcune delle variabili determinanti dell'attrattività (Figura 6). In sintesi, i metodi dello HCD ritenuti più efficaci per analizzare preliminarmente le variabili selezionate dell'Attrakdiff sono[6]:

- **Questionario:** è un metodo efficace per raccogliere dati quantitativi circa le opinioni, le percezioni, l'esperienza dell'utente e l'usabilità. È un metodo rapido per raccogliere dati da un pubblico molto vasto in breve tempo;
- **Intervista:** strutturata o non strutturata, è un buon modo per estrarre informazioni dagli utenti riguardo alle loro esperienze, alle aspettative, alla percezione dell'usabilità, alle opinioni e ai valori. È un metodo rapido ed economico per raccogliere dati demografici o etnografici e per conoscere la mentalità, il comportamento e lo stile di vita di una persona;
- **Test di usabilità:** consente di testare la facilità d'uso di un progetto su un gruppo di utenti rappresentativi. Di solito comporta l'osservazione degli utenti mentre tentano di completare le attività e può essere eseguito per diversi tipi di progetti, dalle interfacce utente ai prodotti fisici. Viene spesso condotto ripetutamente, dallo sviluppo iniziale fino al rilascio di un prodotto;
- **Thinking aloud:** questo metodo consente di scoprire cosa pensano veramente gli utenti di un prodotto/sistema/interfaccia, parlando ad alta voce. In particolare, chiedere agli utenti di spiegare ad alta voce ciò che pensano durante l'interazione con un sistema è utile per mostrare le idee, le opinioni o le criticità riscontrate dagli utenti, che di solito si trasformano in raccomandazioni progettuali. È un modo economico e affidabile per raccogliere dati qualitativi. Inoltre, non ha bisogno di formazione.

### *13.3.7 UEQ - Questionario, Test di Usabilità, Task Analysis, Thinking Aloud*

Il metodo UEQ è stato sviluppato da Laugwitz et al., (2008) con lo scopo di ottenere feedback dagli utenti sulla loro **esperienza d'uso in seguito all'interazione** con un prodotto/sistema. Sebbene l'UEQ non sia stato sviluppato specificamente per valutare la HRI, è molto usato in ambito robotico per valutare la User Experience (ad esempio, Gerlowska et al., 2018).

L'UEQ mira a valutare la globalità della User Experience attraverso variabili che determinano le qualità pragmatiche ed edoniche del prodotto e da altri fattori (età, genere, nazio-

6 Cfr. https://www.interaction-design.org Accessed 26/05/2020.

## ATTRAKDIFF (*Hassenzahl et al., 2003*)

### QUESTIONNAIRE I INTERVIEW I USABILITY TEST I THINKING ALOUD

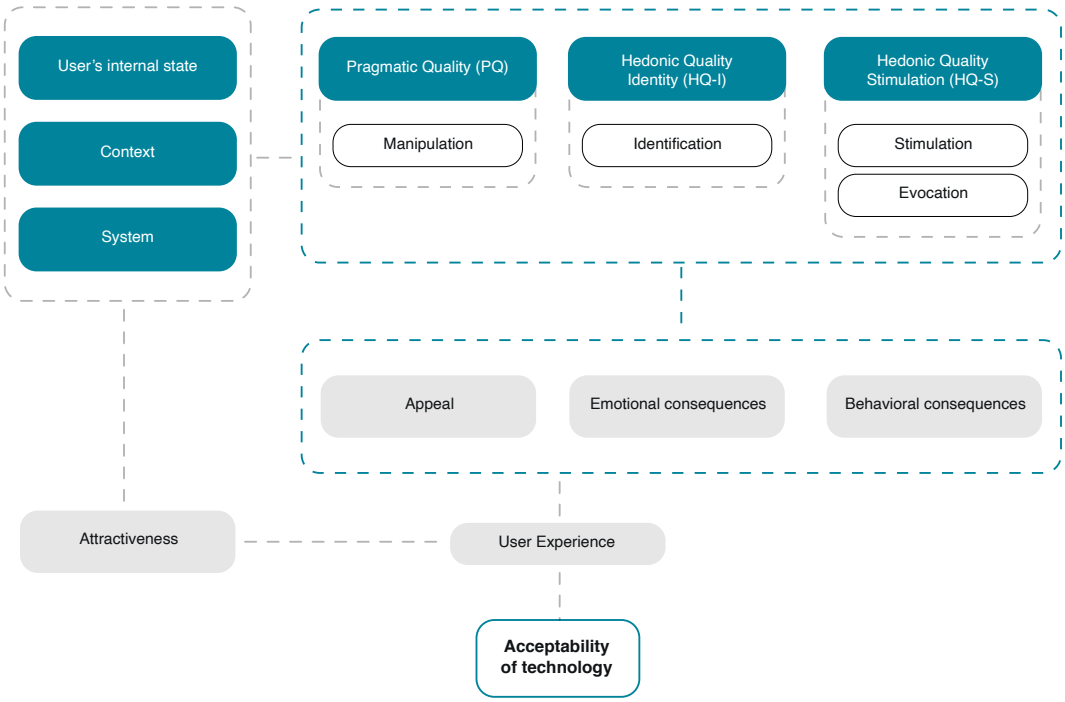



Figura 6 - L'architettura del metodo Attrakdiff e le relazioni fra i suoi costrutti determinanti per l'accettabilità della tecnologia. In evidenza le variabili influenti per l'accettabilità che è possibile analizzare preliminarmente attraverso i metodi propri dello HCD identificati nella parte superiore dello schema (questionario, intervista, test di usabilità, thinking aloud).

nalità) che influenzano l'attrattività percepita del prodotto. Attraverso i metodi dello HCD è possibile analizzare preliminarmente alcune delle variabili dell'UEQ, così da **definire i requisiti progettuali utili** ai fini dell'accettabilità delle tecnologie robotiche (Figura 7). I metodi HCD considerati più efficaci in relazione ai costrutti dell'UEQ sono[7]:

- **Questionario:** è un metodo efficace per raccogliere dati quantitativi circa le opinioni, le percezioni, l'esperienza dell'utente e l'usabilità. È un metodo rapido per raccogliere dati da un pubblico molto vasto in breve tempo;
- **Test di usabilità:** consente di testare la facilità d'uso di un progetto su un gruppo di utenti rappresentativi. Di solito comporta l'osservazione degli utenti mentre tentano di completare le attività e può essere eseguito per diversi tipi di progetti, dalle interfacce utente ai prodotti fisici. Viene spesso condotto ripetutamente, dallo sviluppo iniziale fino al rilascio di un prodotto;

7 Cfr. https://www.interaction-design.org Accessed 26/05/2020.

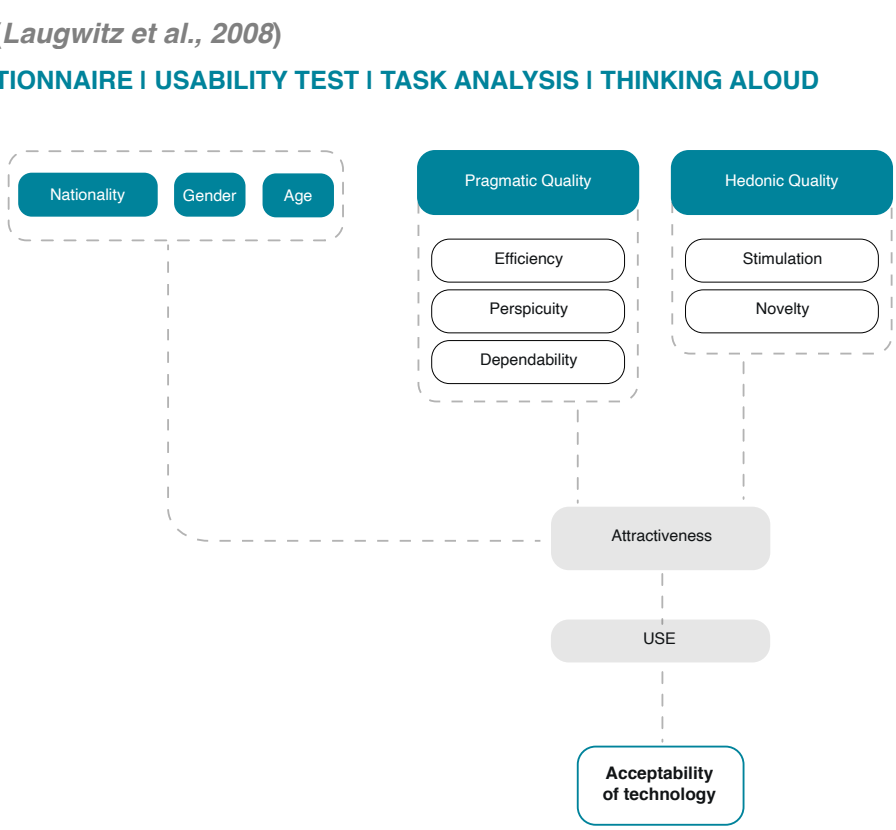



Figura 7 - L'architettura del metodo UEQ e le relazioni fra i suoi costrutti determinanti per l'accettabilità della tecnologia. In evidenza le variabili influenti per l'accettabilità che è possibile analizzare preliminarmente attraverso i metodi propri dello HCD identificati nella parte superiore dello schema (questionario, test di usabilità, task analysis, thinking aloud).

- **Task analysis:** è un metodo efficace per identificare i problemi e le opportunità per migliorare l'esperienza dell'utente ma anche per generare idee preliminari per la progettazione. Questo strumento consiste in un diagramma che spiega le azioni che un utente deve compiere per completare un obiettivo. Il diagramma illustra le azioni intraprese dagli utenti per raggiungere i loro obiettivi, ma anche le esperienze personali, sociali e culturali e l'influenza dell'ambiente fisico sull'interazione uomo/sistema;
- **Thinking aloud:** questo metodo consente di scoprire cosa pensano veramente gli utenti di un prodotto/sistema/interfaccia, parlando ad alta voce. In particolare, chiedere agli utenti di spiegare ad alta voce ciò che pensano durante l'interazione con un sistema è utile per mostrare le idee, le opinioni o le criticità riscontrate dagli utenti, che di solito si trasformano in raccomandazioni progettuali. È un modo economico e affidabile per raccogliere dati qualitativi. Inoltre, non ha bisogno di formazione.

### *13.3.8 - NARS / RAS - Personas, Questionario*

La scala NARS (Negative Attitude Toward Robots Scale) è stata sviluppata da Nomura et al., (2004) per analizzare il livello di attitudini negative degli esseri umani nei confronti dei

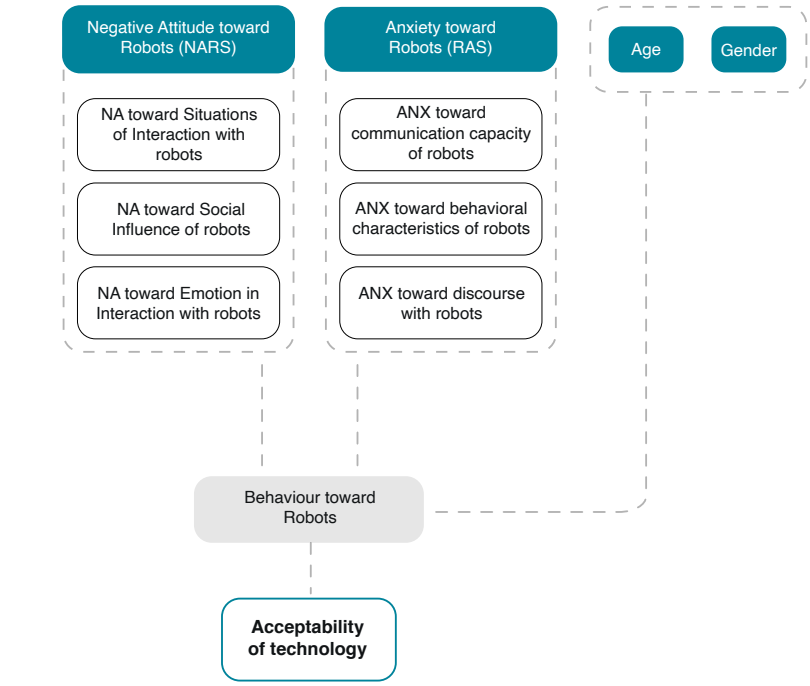



Figura 8 - L'architettura delle scale NARS e RAS e le relazioni fra i loro costrutti determinanti per l'accettabilità della tecnologia. In evidenza le variabili influenti per l'accettabilità che è possibile analizzare preliminarmente attraverso i metodi propri dello HCD identificati nella parte superiore dello schema (personas, questionario).

robot, che possono influenzare la qualità dell'interazione, dell'esperienza e quindi l'accettabilità. Analogamente la scala RAS (Robot Anxiety Scale) è stata sviluppata da Nomura et al., (2008) per analizzare l'**ansia provata dagli utenti nei confronti dei robot**, in quanto fattore determinante per il comportamento dell'individuo e quindi per l'accettabilità. Tali scale di valutazione, la cui architettura è composta da diverse variabili, sono usate al fine di migliorare l'interazione uomo-robot e di renderla più efficace. A partire dai metodi HCD è possibile identificare i pensieri, le aspettative, le ansie o le paure degli utenti prima dell'interazione con i robot, al fine di calibrare i requisiti progettuali in base alle esigenze degli utenti (Figura 8). I metodi HCD più efficaci per indagare le dimensioni della NARS e RAS sono[8]:

- **Personas:** definite da Cooper, (2004, pp. 123-124) come "*ipotetici archetipi di utenti reali (…) definiti con notevole rigore e precisione*". Le personas presuppongono una ricerca basata sull'etnografia e sull'osservazione dei potenziali utenti al fine di identificare i loro obiettivi, bisogni, motivazioni e contesti d'uso. Inoltre, sono uno strumento

8 Cfr. https://www.interaction-design.org Accessed 26/05/2020.

efficace che consente al designer di empatizzare con gli utenti e quindi di comprendere i loro reali punti di vista;
- **Questionario:** è un metodo efficace per raccogliere dati quantitativi circa le opinioni, le percezioni, l'esperienza dell'utente e l'usabilità. È un metodo rapido per raccogliere dati da un pubblico molto vasto in breve tempo.

Di seguito è presentata una scheda di sintesi (Figura 9) relativa ai principali metodi di ricerca e di valutazione dello HCD attraverso i quali è possibile **indagare preliminarmente alcune delle variabili che costituiscono l'architettura dei metodi della HRI** e che sono **determinanti per l'accettabilità** delle tecnologie robotiche da parte degli utenti. L'applicazione dei metodi di ricerca sull'utente nelle fasi preliminari del processo di progettazione di un robot sociale e assistivo, può essere utile ad identificare le caratteristiche degli utenti stessi, del contesto d'uso, dei compiti e dell'ambiente fisico, sociale e tecnologico in cui il robot sarà usato. Ciò è utile a **definire i requisiti del progetto** e a proporre soluzioni che soddisfino realmente le necessità dell'utente.

## Le inter-relazioni fra i principali metodi della Human-Robot Interaction e quelli propri dello Human-Centred Design

Figura 9 - Le inter-relazioni fra i principali metodi dello Human-Centred Design e quelli propri della Human-Robot Interaction.

## Parole chiave

Framework scientifico
Ipotesi di ricerca
Approccio scalabile e modulare
Criteri di accettabilità robotica
Collegamenti interdisciplinari

# Capitolo 14
# Il concept sperimentale della piattaforma Robotics & Design

**14.1 Introduzione: i requisiti della piattaforma Robotics & Design - Inglese/Italiano**

**14.2 Le ipotesi della ricerca dottorale: validazione e risultati attesi**

**14.3 Struttura e sviluppo della piattaforma: le basi scientifiche**
- 14.3.1 Utente e contesto
- 14.3.2 Attività e interazione
- 14.3.3 Variabili dell'accettabilità

**14.4 Schede di sintesi: lo stato dell'arte fra i robot assistivi e sociali più accettabili**
- 14.4.1 Schede di sintesi: robot automi
- 14.4.2 Schede di sintesi: robot zoomorfi
- 14.4.3 Schede di sintesi: robot androidi e umanoidi

# CAPITOLO 14
# Il concept sperimentale della piattaforma Robotics & Design

## 14.1 Introduction: the *Robotics & Design* tool requirements - English

The Human-Centered Design approach, if applied to the preliminary design phases of assistive robots, could lead to a deep understanding of needs, beliefs, expectations and desires of people. Users involvement during the preliminary design phases makes the designer empathize with them. Designers can use many methods (interviews, focus groups, ethnography, observation, etc.) to explore people's emotions, fears and other abstract feelings that cannot be investigated through quantitative tools and statistical data. An appropriate knowledge of the user, of the context in which the interaction takes place and of the activities to be performed, could increase the attitude and intention of people to use assistive robots. This process would be even more effective if the designer knew the variables of *acceptance* in the Human-Robot Interaction field. The designers almost always work within a multidisciplinary team composed of engineers, computer scientists, psychologists, sociologists, etc. Designers are catalysts for different professional skills involved in the project: consequently, they should also know the evaluation methods and intervention strategies in the field of HRI. This would lead designers to have a broader view on design processes and to recognize the most important acceptance variables, in relation to users, activities, contexts and type of interaction.
The correlation between acceptance variables and qualitative information (collected through HCD methods) related to the users' abstract feelings, is fundamental for the success of the project. In fact, this can provide suggestions and also specific directions to the project brief.
In summary, the systematization of the information analysed during preliminary research phase (through the HCD methods) and of the data collected by the HRI evaluation methods, during the experimental phase can shorten the distances between the two disciplines, in order to design assistive and social robots that are truly accepted and suitable for the specific needs of people.
Therefore, the innovation in assistive robotics can become an *innovation of meaning* (Verganti, 2017), suggests new *whys*, or new reasons why people should use something. It gives new values to both problems and design solutions: a meaningful innovation brings an original interpretation of what is relevant and significant for the market, or a new direction to go in. In this perspective, design can make a key contribution to innovation and competitiveness, as suggested by the European Union, (2009) in the *Commission Staff Working Document*: *the design is a driver of user- centered innovation*, it is a discipline

and an approach whose activity is focused on users' needs, aspirations and skills, which must be integrated with environmental, safety and accessibility considerations in products, services and systems. The challenge for designers is both to design considering people's needs and expectations, declared and/or tacit, and to foresee future interactions between users and the proposed system/service. In robotics, the aim of the designers is to explore both the technical information and the personal stories and experiences that contribute to the complex interaction between man and robot. The latter can be influenced by extremely subjective factors and users' personal stories. Nevertheless, human-robot interaction can also be designed in relation to universal patterns and shared characteristics.

The main topic of this research concerns the relationship between design (specifically, the Human-Centred Design approach) and Human-Robot Interaction. The purpose of this study concerns the analysis of possible points of contact between the two disciplines, both from a theoretical/methodological point of view and from an applicative/experimental one. Therefore, the purpose of this research is to shorten distances, bridge gaps and analyze the differences between design and robotics.
This research focuses both on the end users of the assistive robots, and on the actors working in the design or robotics field (designers, engineers, designers, researchers, etc.), on their tools and strategies to investigate users (needs, expectations, etc. before the interaction with the product/system) and also on methods of evaluation of the general user experience (after the interaction with the product/system). Specifically, this study concerns the methods of preliminary investigation of user characteristics and iterative evaluation of his experience with the product, according to the HCD approach (e.g. personas, questionnaires, interviews, scenario, etc.) and the methods of evaluation of acceptability, UX and usability of robotic systems, applied in the field of HRI (e.g. Godspeed Questionnaire, UTAUT, Almere TAM, USUS, etc.).
Based on theoretical-scientific research, experimental investigations (chapters 11 and 12) and research on methodological approaches of HRI and HCD (chapter 13), it was possible to evaluate and reformulate the research hypotheses (paragraph 14.2). This allowed to redefine the expected results and requirements of the project output proposed and described in the following paragraphs and chapters.

## 14.1 Introduzione: i requisiti della piattaforma *Robotics & Design* - Italiano

In seguito all'analisi dei principali robot assistivi sperimentati in ricerche internazionali e descritti dalla letteratura scientifica di riferimento, oltre ai problemi relativi all'accettabilità e ai fattori che possono più o meno influenzarla, risulta evidente un'ulteriore questione: la necessità di un coinvolgimento maggiore degli utenti durante le fasi di sviluppo dei robot assistivi e la conoscenza approfondita di tutte quelle necessità, credenze, aspettative e desideri che spesso restano taciti o sottintesi. È necessaria, quindi, l'applicazione dell'approccio metodologico dello Human-Centred Design, al fine di progettare robot assistivi sulla base dei **reali bisogni** degli utenti primari (gli anziani, i diretti utilizzatori dei prodotti) ma anche degli utenti secondari (i caregiver, i familiari, gli amici e tutta quella rete di persone che orbita intorno alla cura e al benessere dell'individuo). Il **coinvolgimento dell'utente** durante le fasi preliminari della progettazione facilita l'empatia del progettista che, attraverso svariati metodi (interviste, focus group, etnografia, osservazione, etc.) può indagare ed esplorare emozioni, paure e tutti quei fattori astratti e qualitativi che non sono acquisibili solo attraverso metodi quantitativi e dati statistici. Un'appropriata conoscenza

dell'utente, del contesto in cui si svolge l'interazione e delle attività da eseguire, potrebbe favorire l'accettazione ed incrementare l'attitudine e l'intenzione all'uso dei robot assistivi da parte delle persone e, nel caso specifico discusso in questa sede, degli anziani. Tuttavia, tale processo sarebbe ancora più efficace se il progettista avesse una conoscenza generale dei fattori, dei costrutti e delle **variabili dell'accettazione** dal punto di vista della Human-Robot Interaction. Infatti, pur lavorando a stretto contatto con un team multidisciplinare composto da ingegneri, informatici, psicologi, sociologi, etc., il designer, in quanto **catalizzatore delle diverse abilità professionali** coinvolte all'interno del progetto, dovrebbe conoscere anche i metodi di valutazione propri della HRI: ciò gli consentirebbe non solo di ampliare la propria visione progettuale ma, soprattutto, di mettere in evidenza le variabili e i costrutti più importanti in relazione agli utenti, alle attività, al contesto e alla tipologia di interazione. Queste, se confrontate e messe a sistema rispetto ai dati qualitativi raccolti attraverso i metodi di valutazione preliminare (secondo l'approccio HDC), possono produrre suggerimenti progettuali cruciali, nonché fornire direzioni specifiche al brief di progetto, sulla base di informazioni riferite al caso specifico su cui i professionisti lavorano. In sintesi, la sistematizzazione dei dati raccolti dalla fase di ricerca preliminare dello HCD e delle valutazioni HRI in fase sperimentale (quindi, successive sia alla fase progettuale che alla fase di valutazione intermedia prevista dal ciclo iterativo della UX), può abbreviare le distanze fra le due discipline e farle convergere, al fine di progettare robot assistivi e sociali realmente accettati e adatti alle specifiche necessità delle persone. L'innovazione dei prodotti e dei futuri robot assistivi, in tal modo, diventa un'**innovazione di significato** (Verganti, 2017), suggerisce nuovi *perché*, ovvero nuove ragioni per cui le persone dovrebbero usare qualcosa, conferisce nuovi valori sia ai problemi sia alle soluzioni progettuali, ai prodotti: l'innovazione di significato porta con sé un'interpretazione originale di ciò che è rilevante e significativo per il mercato, ovvero una nuova direzione verso cui dirigersi. In quest'ottica, il design fornirebbe quel contributo all'innovazione e alla competitività che gli è stato riconosciuto dall'Unione Europea, (2011) nell'ambito del Commission Staff Working Document, in cui si guarda al "*Design as a driver of user-centred innovation*", ovvero come una disciplina ed un approccio la cui attività è focalizzata sui bisogni dell'utente, sulle sue aspirazioni e sulle sue abilità che vanno poi integrate con considerazioni ambientali, di sicurezza e accessibilità nei prodotti, nei servizi e nei sistemi. La sfida del design è quindi di considerare nel brief di progetto i bisogni e le aspettative, dichiarate e/o tacite, degli utenti, ma anche prevedere la loro interazione con il sistema/servizio proposto (Tosi & Rinaldi, 2015). Lo scopo è quello di comunicare e rielaborare non solo le informazioni ma anche le storie personali e le esperienze che concorrono a generare la **complessa interazione uomo-robot**: questa, seppur influenzata da fattori estremamente soggettivi e dal vissuto personale di ogni singolo utente, può essere progettata secondo schemi e caratteristiche universalmente condivise.

Il tema principale della ricerca presentata in questa sede riguarda il rapporto fra l'area del design (nello specifico, dello Human-Centred Design) e della Human-Robot Interaction: lo scopo dello studio è di analizzare gli eventuali punti di contatto fra le due discipline, sia dal punto di vista teorico e metodologico che applicativo/sperimentale, ma soprattutto di mettere in evidenza le distanze, i *gap* e le differenze di significati e significanti specifici di cui si avvalgono i professionisti nei due settori. La ricerca si focalizza, prima che sugli utenti finali, su tutti quegli attori che lavorano nell'ambito del design o della robotica (progettisti, ingegneri, designer, ricercatori, etc.) e sugli strumenti che essi utilizzano per conoscere l'utente, le sue necessità, aspettative, obiettivi, desideri ma anche la sua esperienza gene-

rale e la sua valutazione *a posteriori* del prodotto/sistema utilizzato. Nello specifico, parte della ricerca ha riguardato i metodi di **indagine preliminare** delle caratteristiche dell'utente finale e di valutazione della sua esperienza durante il **processo iterativo** della progettazione, usati nell'ambito dell'approccio scientifico dello Human-Centred Design (ad esempio, questionario, interviste, scenario, personas, etc.) e i metodi di valutazione dell'accettazione, della user-experience, della HRI generale e dell'usabilità del sistema robotico, applicati in seguito all'avvenuta interazione uomo-robot e riconducibili all'ambito scientifico della Human-Robot Interaction (ad esempio, Godspeed Questionnaire, UTAUT, Almere TAM, USUS, etc.).
Sulla base della ricerca teorico-scientifica, delle indagini sperimentali (capitoli 11 e 12) e della ricerca sugli approcci metodologici della HRI e dello HCD (capitolo 13), è stato possibile valutare e riformulare le ipotesi di ricerca (paragrafo 14.2). Ciò ha consentito di ridefinire i risultati attesi e i requisiti dell'output progettuale proposto e descritto nei paragrafi e nei capitoli successivi.

## 14.2 Le ipotesi della ricerca dottorale: validazione e risultati attesi

La ricerca, mirata all'analisi dell'accettazione dei robot sociali ed assistivi da parte degli anziani, ha portato all'individuazione di quelle aree potenzialmente sviluppabili per una sinergia più univoca e omogenea fra HCD e HRI. Tali aree riguardano sia (1) l'aspetto più teorico delle due discipline scientifiche ma anche (2) l'applicazione pratica e le loro metodologie e strumenti di indagine. Il focus dello studio, poi, scende ancor più nel particolare, fino ad identificare (3) quegli atteggiamenti, convinzioni interiori, opinioni, necessità e bisogni professionali dei designer che si trovano ad affrontare la complessa progettazione di un robot assistivo e sociale per anziani. Ciò ha condotto necessariamente alla formulazione o alla ridefinizione di una serie di ipotesi che, rappresentando il minimo comune denominatore delle indagini e della ricerca presentata in questa sede, saranno verificate o smentite ma che, in ogni caso, saranno utili alla definizione di un ***framework*** **concettuale** a supporto di un **collegamento teorico e pratico** dell'HCD e dell'HRI. Le ipotesi (schematizzate in Figura 1) si riferiscono all'ambito dei robot sociali ed assistivi per anziani (e ai relativi metodi specifici analizzati) ma sono state strutturate secondo un **approccio scalabile e applicabile analogamente anche ad altri ambiti**.
Le ipotesi enunciate di seguito costituiscono una rielaborazione nonché una descrizione più dettagliata di quelle espresse all'interno del capitolo 2: eventuali approfondimenti e/o riadattamenti delle ipotesi sono stati possibili in seguito ai risultati ottenuti dalla ricerca scientifica e sperimentale descritti nei capitoli precedenti.

**Ipotesi H-1**
Può sussistere una correlazione fra i metodi propri dello Human-Centred Design (usati sia per analizzare l'utente sia per valutare la sua interazione con il prodotto dopo l'uso) e i metodi di valutazione propri della Human-Robot Interaction (applicati in seguito all'uso, per valutare generalmente l'interazione con il robot).

**Ipotesi H-1a**
È possibile identificare gli elementi o le variabili (standard o, comunque, univoci in base al brief progettuale) che influenzano l'accettazione e quindi il successo del prodotto, utili per il designer nella fase preliminare della progettazione.

**Ipotesi H-2**
Per i designer sarebbe utile conoscere i metodi di valutazione dell'interazione uomo-robot, dell'accettabilità, dell'esperienza e dell'usabilità della piattaforma robotica durante la fase di ricerca preliminare sull'utente. Conoscere nel dettaglio i parametri di valutazione del robot e dell'interazione con l'utente finale può supportare la definizione più chiara ed efficace del brief progettuale e aiutare a determinare la direzione o le caratteristiche necessarie del progetto.

**Ipotesi H-3**
Nonostante l'uso standardizzato di metodi presi in prestito da altre discipline (ad esempio, l'analisi etnografica), i designer posseggono una conoscenza nulla o molto bassa di metodi di indagine e valutazione propri della Human-Robot Interaction.

**Ipotesi H-3a**
La progettazione dell'accettazione di un robot avviene in base a fattori diversi per ingegneri e designer. Sarebbe utile, per i designer, conoscere le variabili dell'accettazione e le loro inter-relazioni dal punto di vista dell'HRI, così da poter implementare il bagaglio di informazioni preliminari utili alla traduzione dell'accettabilità in un progetto tangibile.

**Ipotesi H-4**
Oltre alla conoscenza delle variabili più influenti per l'accettazione di un robot sociale e assistivo per anziani, per i designer sarebbe strategico conoscere un approccio o un metodo per mettere in relazione il loro utente di riferimento con le caratteristiche principali dei robot assistivi sperimentati in letteratura. Ciò potrebbe fornire ai designer un metodo scientifico di traduzione delle variabili dell'accettazione in concetti come qualità morfologiche, comportamentali o di interazione, utili ai fini progettuali.

A partire dalle **ipotesi H-1 e H-1a** è stata effettuata un'analisi approfondita dei principali **metodi di valutazione HRI** e dei loro costrutti fondamentali. In seguito all'indagine teorica sono state prodotte delle schede di sintesi dell'architettura di ogni metodo e sono state estrapolate le **variabili che influenzano l'accettazione** e la cui conoscenza, quindi, potrebbe essere utile in fase di ricerca sull'utente e di progettazione (capitolo 13). A partire dalle schede di sintesi sono stati analizzati i rapporti che sussistono fra le variabili dell'accettazione selezionate, di cui è stato trovato riscontro attraverso un'approfondita analisi relativa all'applicazione di tali variabili in progetti di ricerca e sperimentazioni con utenti (capitolo 10). In seguito alla verifica e alla validazione delle variabili è stata prodotta una **tavola delle variabili** dell'accettazione, suddivise in macro-categorie in base al loro ambito applicativo (*Table of Variables* – capitolo 16). A partire dall'**ipotesi H-2** sono stati identificati i principali metodi di ricerca sull'utente utilizzati dai designer e relativi all'approccio scientifico dello HCD. In seguito, sono stati selezionati tutti quei fattori costituenti i metodi di valutazione della HRI (applicati sul prodotto finito) che potrebbero essere analizzati dal designer già durante la fase preliminare di ricerca sull'utente, per una progettazione centrata sulle persone e sull'accettabilità dei robot assistivi. Tali elementi sono stati evidenziati all'interno della struttura dell'architettura di ogni singolo metodo HRI (capitolo 13).

Le **ipotesi H-3 e H-3a** sono state formulate a partire dall'esperienza progettuale di un robot sociale e assistivo per anziani effettuata nell'ambito del **progetto CloudIA** (Sviluppo e Sperimentazione di servizi Robotici e sociali in cloud per il supporto di persone fragili e non

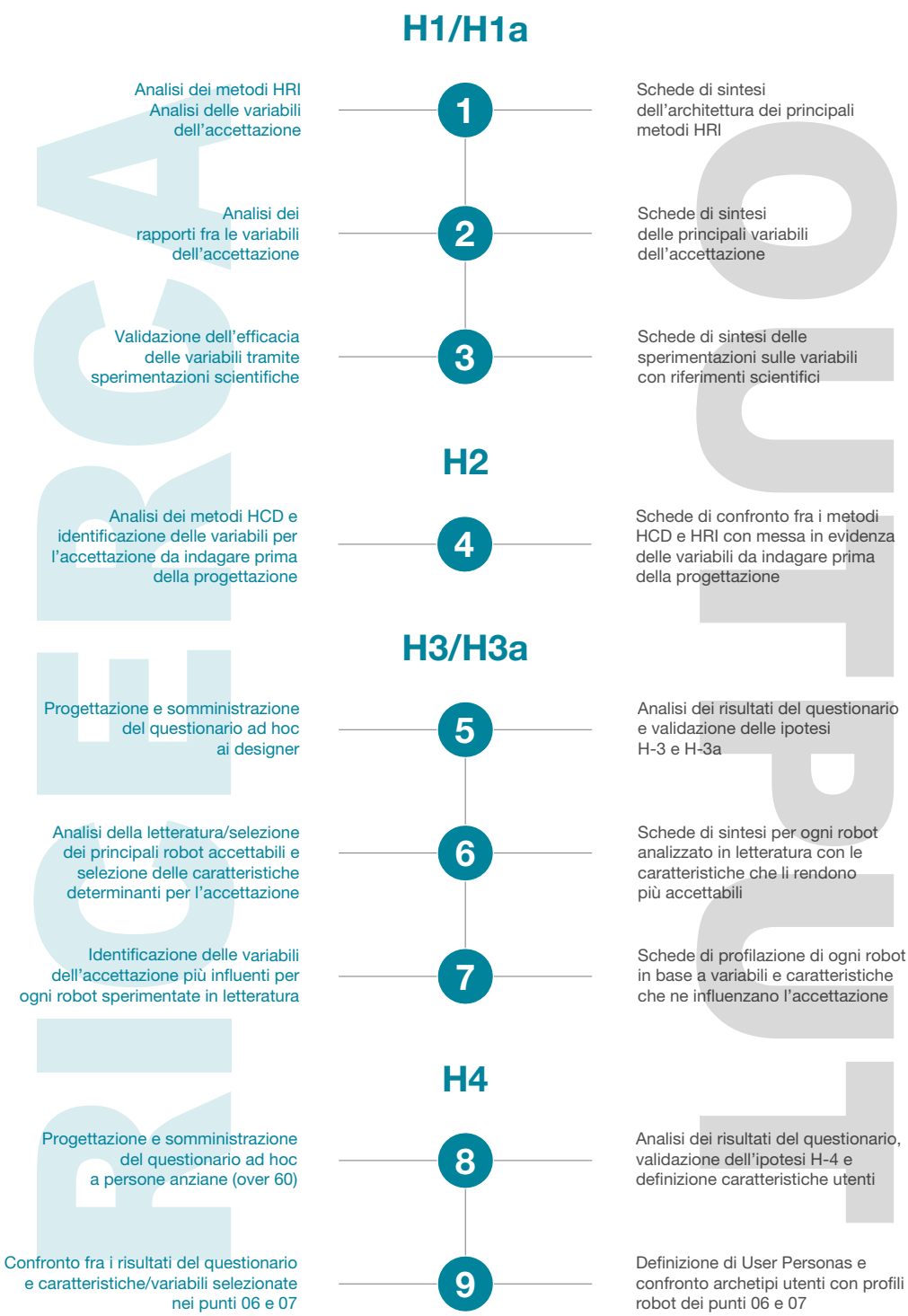



Figura 1 - Le ipotesi di ricerca e la cronologia dei relativi studi scientifici e dei risultati prodotti.

autosufficienti in strutture residenziali) co-finanziato nell'ambito del programma dal *POR FESR Toscana 2014-2020*. Esse sono state poi validate attraverso la somministrazione online di un **questionario ad *hoc***, finalizzato all'indagine della conoscenza, da parte dei designer, dei metodi e delle variabili dell'accettazione nell'area HRI (capitolo 12 - Indagine 2). Inoltre, a partire dalle ipotesi H-3 e H-3a, sono stati selezionati i **robot più accettabili**, secondo le sperimentazioni riportate nella letteratura scientifica di riferimento, e sono state estrapolate le loro principali funzioni, caratteristiche estetico-formali, comportamentali o interattive che concorrono ad aumentare la loro accettazione da parte degli utenti. I risultati di tale ricerca sono stati utili ai fini della produzione di **profili di sintesi**, uno per ogni singolo robot (paragrafo 14.4). Oltre alle varie caratteristiche formali e funzionali, in tal modo è stato possibile mettere in relazione le variabili dell'accettazione con le caratteristiche di ogni robot, identificando le più influenti, in base agli **utenti di riferimento**, alle **attività** e al **contesto dell'interazione**. Sono quindi state prodotte delle schede che identificano le variabili più influenti per ogni robot (*Robotic Variables Tabs* - capitolo 16). L'**ipotesi H-4** *è stata validata attraverso la somministrazione online di un* **questionario *ad hoc***, finalizzato all'indagine delle preferenze, aspettative, obiettivi e attitudini nei confronti dei robot da parte di utenti anziani (over 60) (capitolo 12 - Indagine 1). I risultati dell'indagine sono stati messi in relazione con caratteristiche determinanti per l'accettazione dei robot assistivi sperimentate in letteratura: ciò ha consentito la definizione di ***User Personas*** e di ***profili robotici accettabili*** (Ruckert, 2011) da archetipi specifici di utenti. (*User* e *Robotic Personas* e *Schede di accettabilità* - capitolo 15).

Sulla base di tali considerazioni, è stato pianificato lo sviluppo di uno strumento, sotto forma di **piattaforma web open source destinata ai designer**, per una ricerca agile sui fattori che concorrono all'accettazione di robot assistivi per anziani e l'identificazione pratica e basata su sperimentazioni scientifiche delle qualità morfologiche, comportamentali o di interazione, utili ai fini progettuali in termini di accettabilità della tecnologia.
La piattaforma proposto ha l'obiettivo di rispondere alle seguenti necessità:

- proporre un approccio teorico finalizzato al **collegamento fra le discipline** HRI e HCD;
- mettere in evidenza gli elementi principali che influenzano l'accettazione dei robot sociali e assistivi e **strutturare una metodologia di analisi *a priori*** di tali elementi: ciò consentirebbe di progettare secondo le variabili determinanti dell'accettazione e di non valutarle solo nell'ambito della sperimentazione con utenti, che avviene in un secondo momento, ovvero quando lo sviluppo dei robot è concluso;
- selezionare e categorizzare i **robot sociali e assistivi** attualmente sviluppati sulla base di quegli **elementi qualitativi e quantitativi** (che caratterizzano gli utenti, le attività e la tipologia di interazione) che determinano l'accettazione, al fine di strutturare un *database interattivo* che, in relazione al contesto particolare per cui si progetta, possa fornire indicazioni, suggerimenti e direzioni specifiche (che hanno valenza scientifica in quanto già sperimentate con utenti e in contesti reali);
- strutturare **uno strumento interattivo e costantemente *in divenire***, che può essere arricchito dalle esperienze progettuali e sperimentali degli utilizzatori.

## 14.3 Struttura e sviluppo della piattaforma: le basi scientifiche

Sulla base **della tassonomia dei robot sociali e assistivi** proposta fa Fong, (2003) e delle proprietà selezionate da Feil-Seifer & Mataric, (2005) (di cui si è discusso ampiamente nel capitolo dedicato ai robot sociali e assistivi), i robot sono stati identificati sulla base di

tre macro-categorie, ovvero: utente di riferimento, attività da compiere, modalità di interazione. A queste è stata aggiunta un'ulteriore macro-categoria: il contesto in cui si svolgono le attività, in quanto risulta essere un fattore influente per la tipologia di interazione e quindi determinante per l'accettabilità dei robot.

Le quattro categorie hanno costituito la base per poter estrapolare, a partire dall'analisi degli studi scientifici di riferimento, una serie di elementi volti a definire una **chiave di lettura *Human-Centred*** delle stesse ricerche scientifiche e, successivamente, i fattori che potessero rappresentare la **struttura portante** dello strumento proposto. Essi sono:

- **le caratteristiche degli utenti** anziani, coinvolti nelle sperimentazioni con robot assistivi, che influenzano l'accettazione e quindi l'uso di tali dispositivi. Dalla ricerca è stato possibile raccogliere una quantità di dati tale da consentire la costituzione di ***profili di utenti tipo***, anziani, che utilizzano i robot sociali e assistivi, ovvero *archetipi*, rielaborati e rappresentati attraverso il metodo delle *User Personas*;
- **i contesti d'uso**: includono sia i principali ambienti in cui si sono svolte le sperimentazioni, sia quelli in cui i robot sociali assistivi sono maggiormente utilizzati dagli utenti anziani e per cui sono più adatti, data la natura delle attività che sono chiamati a svolgere. I contesti, in quanto elementi determinanti dell'interazione e della User Experience generale (Weiss et al., 2009a; Hassenzahl et al., 2003), influiscono sull'accettazione dei robot e, quindi, rappresentano ulteriori elementi che concorrono alla costituzione delle *User Personas*;
- **le attività** compiute dai robot o dagli esseri umani insieme ai robot: sulla base delle funzioni dei principali robot sociali e assistivi, sia commerciali che destinati alla ricerca, sono state definite tre categorie di attività (**funzionale, sociale e terapeutica**) che influenzano la tipologia di accettazione (funzionale e sociale). L'identificazione delle attività ha contribuito sia alla definizione delle *User Personas*, sia alla suddivisione dei robot per qualità pragmatiche oltre che per qualità morfologiche. Tale suddivisione è stata necessaria per identificare quali fossero i robot più *appropriati* (sia in termini di funzionalità che di aspetto formale e di comportamento) che potessero essere attribuiti agli archetipi di utenti, sulla base di una **corrispondenza delle necessità, obiettivi, aspettative** delle Personas e delle attività, benefici, **criteri di accettabilità** insiti nel robot (e validati tramite studi scientifici);
- **la tipologia e la sofisticazione dell'interazione**: gli sviluppatori e i progettisti di robot sociali e assistivi pre-determinano le tipologie di interazione più efficaci fra questi dispositivi e gli utenti, in base alle attività da compiere. Il modo in cui un robot comunica con gli utenti varia non solo per tipologia ma anche per **complessità**: entrambi gli elementi concorrono a definire l'esperienza generale, la relazione che si instaura fra uomo e robot e, quindi, l'accettazione e la volontà d'uso prolungato. L'identificazione delle tipologie di interazione, più o meno complesse, ha costituito un fattore importante per mettere in relazione *User Personas* e **robot potenzialmente accettabili** da quegli stessi archetipi di utente, in base alla attività e ai contesti di riferimento;
- **le variabili dell'accettazione**: dall'analisi dei principali modelli di accettazione della tecnologia (ad esempio Davis, 1989; Venkatesh et al., 2003; Heerink et al., 2010; Nomura et al., 2008), e delle ricerche teoriche e delle sperimentazioni successive con ulteriori metodi (ad esempio Graaf & Allouch, 2015; Lee et al., 2003; Hassenzahl et al., 2003; Bartneck et al., 2009; Weiss et al., 2009a), sono state estrapolate le principali variabili che concorrono a determinare l'accettazione dei robot sociali e assistivi. Inoltre, è stato possibile conferire un valore qualitativo ad ogni variabile, così che ognuna di esse

fosse attribuita ai robot selezionati e agli utenti rappresentati dalle *User Personas*. Ciò ha permesso di selezionare, in maniera indipendente per ogni robot e per ogni utente, le **variabili più validate dagli studi scientifici** e con valori più *elevati*, generando una **profilazione di persone e robot assistivi** sulla base delle variabili dell'accettazione.

### *14.3.1 Utente e contesto*

L'identificazione delle **caratteristiche demografiche**, relative alla qualità della vita e allo stato di salute dei potenziali utilizzatori di un robot assistivo, sono incluse generalmente in ogni sperimentazione, affiancando i questionari specifici di ogni studio. In particolare, per quanto riguarda l'accettazione, dalla revisione degli esperimenti riportati in letteratura su questi temi, si evince che sia il livello di **esperienza tecnologica** che le aspettative nei confronti dei robot possono influenzare la relazione che l'anziano instaura con tali sistemi. L'esperienza precedente con i robot o con dispositivi tecnologici (Ezer et al., 2009; Smarr et al., 2014) determina sia le aspettative che l'atteggiamento verso i robot. Infatti, sebbene sia stato dimostrato che gli anziani mostrano molta apertura e, talvolta, meno preconcetti dei giovani verso i robot (Arras & Cerqui, 2005; Deutsch et al., 2019; Smarr et al., 2014), se essi hanno molta esperienza tecnologica possono percepire la piattaforma robotica come più facile da usare (PEOU) (Heerink et al., 2010) ma, al contrario, una minor esperienza può implicare la percezione di una difficoltà d'uso maggiore e generare ansia (ANX) o attitudini negative (ATT). Una maggior esperienza, inoltre, può aiutare gli anziani ad avere **aspettative realistiche** e ad immaginare con più facilità i contesti e le modalità per trarre beneficio dall'assistenza robotica (Cavallo et al., 2018) ma comporta livelli bassi di influenza sociale (SI) e fiducia (Trust), riducendo così l'intenzione all'uso (ITU) (Heerink et al., 2010; Di Nuovo et al., 2018). L'esperienza influenza anche il potenziale *inganno emotivo* che può generarsi dall'interazione con il robot: utenti non esperti, infatti, rischiano di affidarsi eccessivamente al robot (più di utenti con esperienza) esercitando poco il proprio giudizio critico (Van Maris et al., 2020). Gli altri fattori quali età, genere, livello di educazione, nazionalità e stato di salute rappresentano variabili determinanti per l'accettazione dei robot assistivi in base al contesto e al ruolo che la piattaforma robotica deve svolgere. In letteratura, infatti, sono presenti molteplici studi che coinvolgono sia persone sane che con disabilità fisiche e cognitive: ciò influenza non solo la scelta dei robot da analizzare ma, soprattutto, la tipologia di interazione e, quindi, modificano le variabili prioritarie più influenti che rendono il robot *accettabile* per quella specifica tipologia di utenti. Analogamente, anche il contesto dell'interazione influenza la tipologia di compiti da eseguire e l'eventuale rapporto instaurato fra robot e anziani. Il contesto, inoltre, implica il coinvolgimento di più attori (caregiver formali e/o informali, amici, familiari) che si aggiungono all'utente primario (l'anziano) e che generano un'ulteriore esperienza personale e soggettiva dell'utilizzo del robot assistivo. Anche le loro caratteristiche e necessità vanno considerate nel brief progettuale, in quanto potenzialmente determinanti per l'efficacia e l'accettabilità dei dispositivi robotici (Cesta et al., 2016; Marti et al., 2006; Sakairi, 2004; Sabelli et al., 2011).
Sulla base di tali considerazioni e dei dati ricavati dall'indagine bibliografica sono stati definiti una serie di **archetipi di utente**, attraverso il metodo delle ***User Personas***. Le *Personas*, definite come un *ipotetico archetipo* (Cooper, 2004) rappresentano una persona specifica in uno specifico ruolo, che ha le caratteristiche specifiche del gruppo di utenti a cui appartiene. L'archetipo si costruisce con dati contestuali: consiste nella storia e nella descrizione di un individuo specifico che ha un nome, una vita e una personalità (Hartson & Pyla, 2012). Le *Personas*, dunque, rappresentano una tecnica consolidata per una progettazione centrata sull'utente: visualizzare concretamente i bisogni, gli obiettivi, le caratte-

ristiche personali e individuali che influiscono sull'interazione uomo-robot, rappresenta una fase necessaria per lo sviluppo di piattaforme robotiche realmente efficaci e accettabili. In Tabella 1 e in Tabella 2 sono elencate le caratteristiche degli utenti e i relativi contesti d'uso utilizzati per la costruzione delle *User Personas* e selezionati in base alla loro influenza sull'accettabilità dei robot sociali e assistivi.

### *14.3.2 Attività e interazione*

I robot sociali e assistivi possono fornire assistenza alle persone anziane attraverso il compimento di svariate attività, sulla base degli utenti e dei contesti dell'interazione, finalizzate a supportare (Feil-Seifer & Mataric, 2005) lo svolgimento di attività quotidiane, di specifiche terapie o di stimolazione e riabilitazione cognitiva o emotiva. Dall'analisi dei principali robot assistivi (commerciali e non commerciali) sperimentati in letteratura si evince che le principali attività per cui essi sono progettati riguardano tre aspetti fondamentali dell'assistenza: **aspetto funzionale** (legato all'aiuto durante le attività quotidiane in ambiente domestico), come la pulizia o le faccende domestiche, il promemoria per farmaci o appuntamenti o la manipolazione di oggetti pesanti per ridurre lo sforzo e il rischio di infortunio in casa; **aspetto sociale** (finalizzato a contrastare il pericolo di isolamento e depressione dell'anziano che vive autonomamente in casa), come la telepresenza, l'intrattenimento, la comunicazione con altre persone o la compagnia per alleviare lo stress, favorire l'espressione delle emozioni o degli stati interni e aumentare sia il senso di autonomia che di sicurezza dell'individuo; **aspetto terapeutico** (legato alla somministrazione di terapie sia per problemi o patologie fisiche che psico-cognitive), come l'applicazione della *robot-therapy* nella terapia occupazionale in sostituzione degli animali reali (qualora questi non possano esse-

| **UTENTE** | |
|---|---|
| **Età** | 60 - 100 |
| **Genere** | M -F |
| **Stato di salute** | Sano<br>Lieve deficit cognitivo<br>Demenza<br>Patologie (Alzheimer, Parkinson) |
| **Esperienza tecnologica** | 1 - 5 (nullo - moltissimo) |
| **Background culturale** | Titolo di studio<br>Nazionalità |
| **Aspettativa** | 1 - 5 (nullo - moltissimo) |

Tabella 1 - Le caratteristiche degli utenti selezionate per la costruzione delle *User Personas*.

| **CONTESTO** |
|---|
| **Casa** |
| **Residenza per anziani** |
| **Struttura sanitaria per anziani** |
| **Centro diurno** |

Tabella 2 - I contesti selezionati per la costruzione delle *User Personas*.

re usati per motivi di sicurezza o di logistica) per alleviare lo stress e gestire le emozioni, supportare e stimolare l'attività fisica o per somministrare terapie per patologie specifiche come l'Alzheimer o il Parkinson.

Le attività compiute dai robot influenzano il loro rapporto con gli anziani, determinandone una maggiore o minore accettazione, ovvero una maggiore o minore volontà di utilizzo prolungata nel tempo. È possibile trovare una **corrispondenza fra le tra diverse tipologie di attività** identificate e descritte sopra **e il tipo di accettazione**. Quest'ultima può essere funzionale (Forlizzi et al., 2004; Pineau et al., 2003; De Ruyter et al., 2005) o sociale/terapeutica (Wada & Shibata, 2007; Bickmore et al., 2005). La prima è intesa in termini di utilità (PU), facilità d'uso (PEOU) e usabilità, che rappresentano quelle **qualità pragmatiche** determinanti per l'atteggiamento (ATT) delle persone nei confronti dei robot (Yang & Yoo, 2004; Wu & Chen, 2005). L'accettazione funzionale è strettamente legata anche ad aspetti estetici: la morfologia del robot, infatti, dovrebbe essere il più fedele possibile alle azioni che è in grado di compiere e alle abilità che possiede: una mancata corrispondenza, infatti, può influenzare negativamente la PEOU e il piacere d'uso (PENJ). Inoltre l'efficacia e l'efficienza con cui il robot porta a termine determinate attività, determinano la credibilità e fiducia (Dependability) nei confronti del sistema (Cramer et al., 2010; Neunast et al., 2010). La seconda tipologia di accettazione include l'abilità sociale del robot percepita dagli utenti (PS), che è direttamente correlata alla fiducia nei confronti del robot (TRUST), l'espressività, le abilità comunicative ma anche l'antropomorfizzazione (SP/ANTR) e **la relazione emotiva** che l'anziano instaura con il robot. L'efficacia di un robot assistivo chiamato a svolgere attività sociale e terapeutica dipende molto dalla percezione di quanto il sistema è intelligente (Perceived Intelligence) o sicuro (Perceived Security) ma anche da quanto esso è in grado di adattarsi (PAD) alle necessità delle persone che lo utilizzano (Forlizzi et al., 2004; Bartneck et al., 2009). Inoltre, la relazione emotiva e fiduciaria che si instaura fra robot ed essere umano, soprattutto nel caso di robot da compagnia, per la comunicazione sociale o per la terapia affettiva, dipendono da fattori contestuali come le norme sociali (SI), l'ansia nei confronti dei robot (ANX) o le esperienze pregresse (Related Experiences) oltre che da fattori edonici come l'attrattiva (Attractiveness) o il livello in cui gli utenti credono che il robot si comporti realisticamente (Realism) (Breazeal, 2003a; Dautenhahn et al., 2005; Rogers, 2010; Bartneck et al., 2006; Nomura et al., 2008). Esiste una doppia corrispondenza fra necessità e obiettivi degli utenti - soddisfatti dalle capacità e dai servizi offerti dai robot - e fra caratteristiche soggettive degli utenti (età, genere, esperienza, nazionalità, background socio-culturale, etc.) - che influenzano la relazione uomo-robot, l'efficacia degli stessi robot sociali e assistivi per una specifica persona e che determinano le principali variabili per l'accettazione. Analogamente è possibile effettuare un collegamento fra tipologia e sofisticazione dell'interazione e stato interno degli individui, che può influenzare l'intelligenza percepita (Perceived Intelligence) del robot (Bartneck et al., 2009), le abilità sociali (PS) che sembra avere (Breazeal, 2003a) ma anche il controllo percepito (PBC) sul sistema (Venkatesh et al., 2003), che ne determina la PU e la PEOU.

Sulla base di tali considerazioni e sui dati raccolti nel corso della ricerca teorica e sperimentale sui robot sociali e assistivi, è stato possibile identificare i **robot più appropriati per ogni singolo archetipo di utente**, in relazione alle loro necessità, obiettivi e aspettative ma anche in base alle abilità, ai servizi, alle tipologie di interazione offerte dai robot e a quegli elementi (validati da studi scientifici) che ne aumentano o ne definiscono l'accettazione da parte degli anziani. Le attività e le interazioni sono mostrate in Tabella 3 e in Tabella 4.

| ATTIVITA' | | |
|---|---|---|
| **Funzionale** | Attività domestiche | Pulizia<br>Organizzazione<br>Manipolazione oggetti |
| | Promemoria | Farmaci<br>Appuntamenti |
| | Autonomia domestica/riduzione sforzi | |
| | Sicurezza/Sorveglianza | |
| **Sociale** | Intrattenimento/Divertimento | |
| | Facilitatore sociale | Conversazione con il robot |
| | Comunicazione | Telepresenza |
| | Gestione delle emozioni | Benessere emotivo |
| | | Riduzione stress |
| | | Espressione emotiva |
| | Compagnia | |
| **Terapia/Riabilitazione** | Terapia affettiva | |
| | Stimolazione cognitiva | |
| | Stimolazione fisiologica | |
| | Terapia specifica patologie | Alzheimer<br>Parkinson |
| | Supporto attività fisica | |

Tabella 3 - Le tipologie di attività identificate per costituire le *User Personas* e suddividere i robot sociali e assistivi.

| ATTIVITA' | INTERAZIONE | |
|---|---|---|
| **Funzionale** | Comunicazione orale | No contatto fisico |
| | Gesti | No contatto fisico |
| | Input diretto (touch, mouse, pulsanti) | Contatto fisico |
| | | |
| **Sociale** | Comunicazione orale | No contatto fisico |
| | Gesti | No contatto fisico |
| | Input diretto (touch, mouse, pulsanti) | Contatto fisico |
| | Tatto | Contatto fisico |
| | | |
| **Terapia/Riabilitazione** | Comunicazione orale | No contatto fisico |
| | Gesti | No contatto fisico |
| | Input diretto (touch, mouse, pulsanti) | Contatto fisico |
| | Tatto | Contatto fisico |

Tabella 4 - Le tipologie di interazione identificate in relazione alle attività per costituire le *User Personas* e suddividere i robot sociali e assistivi.

### *14.3.3 Le variabili dell'accettabilità*

Dalle ricerche teoriche e sperimentali discusse nei capitoli precedenti, sono state identificate le principali variabili che concorrono a determinare l'accettazione (Tabella 5). Ogni variabile sarà discussa approfonditamente nel capitolo 16. In seguito alla selezione dei principali robot assistivi e sociali, alla definizione degli archetipi di utenti e all'identificazione delle loro corrispondenze con le attività e tipologie di interazione, sono stati prodotti dei profili di utenti e di robot assistivi sulla base dell'attinenza fra le variabili e gli elementi caratterizzanti degli uni e degli altri.

| VARIABILI INDIPENDENTI | VARIABILI DIPENDENTI | REFERENCES | METODI STANDARD |
|---|---|---|---|
| | **Utilitarian** | | |
| PEOU | PU - ITU | Davis (1989, 1993)<br>Venkatesh et al. (2003)<br>Heerink et al. (2010)<br>Chen & Chan (2014a)<br>Lee et al. (2003)<br>Yang & Yoo (2004)<br>Yuanquan et al. (2008) | TAM<br>UTAUT<br>Almere TAM<br>STAM |
| PU | ITU | Davis (1989, 1993)<br>Venkatesh et al. (2003)<br>Heerink et al. (2010)<br>Chen & Chan (2014a)<br>Lee et al. (2003)<br>Yang & Yoo (2004)<br>Yuanquan et al. (2008) | TAM<br>UTAUT<br>Almere TAM<br>STAM |
| ATT | PU - ITU - ACCEPTANCE | Davis (1989, 1993)<br>Heerink et al. (2010)<br>Chen & Chan (2014a)<br>Weiss et al., (2009a)<br>Yang & Yoo (2004)<br>Wu & Chen (2005) | TAM<br>Almere TAM<br>STAM<br>USUS |
| ITU | USE - ACCEPTANCE | Davis (1989, 1993)<br>Venkatesh et al. (2003)<br>Heerink (2010)<br>Lee et al. (2003) | Tutti i modelli di accettabilità |
| FC | PEOU - PU - ITU | Venkatesh et al. (2003)<br>Heerink et al. (2010)<br>Chen & Chan (2014a)<br>Sun & Zhang (2006b) | UTAUT<br>Almere TAM<br>STAM |
| TRUST | PS - ITU | De Ruyter et al. (2005)<br>Heerink et al. (2010)<br>Wu & Chen (2005)<br>Cody-Allen & Kishore (2006)<br>Sharkey & Sharkey (2012) | Almere TAM |
| PENJ | ITU - ACCEPTANCE | Heerink et al. (2010)<br>Sun & Zhang (2006a)<br>Van der Hejden (2004) | Almere TAM |
| PAD | PU - ACCEPTANCE | Heerink et al. (2010)<br>Forlizzi et al. (2009)<br>Broadbent et al. (2009) | Almere TAM |

| | | | |
|---|---|---|---|
| LEARNABILITY | USABILITY - USE | Neunast et al., (2010)<br>Weiss et al., (2009a) | USUS |
| ROBUSTNESS | USABILITY - USE | Weiss et al., (2009a) | USUS |
| DEPENDABILITY | TRUST - PS - ITU | Neunast et al., (2010)<br>Cramer et al., (2010)<br>Laugwitz et al., (2008) | UEQ |
| | | **Hedonic** | |
| PS | ACCEPTANCE | Heerink (2010)<br>Breazeal (2003b)<br>Dautenhahn et al. (2005)<br>Forlizzi (2007)<br>Mitsunaga et al. (2008) | Almere TAM |
| ENJ | ACCEPTANCE | Heerink et al. (2010) | Almere TAM |
| SP/ANTR | PENJ - PEOU - PU - ITU - ACCEPTANCE | Duffy (2003)<br>Heerink et al. (2010)<br>Goudey & Bonnin (2016)<br>Bartneck et al. (2009) | Almere TAM<br><br>Godspeed |
| P-INTELLIGENCE | ACCEPTANCE | Bartneck et al. (2009) | Godspeed |
| P-SECURITY | | Bartneck et al. (2009) | Godspeed |
| LIKEABILITY | | Bartneck et al. (2009) | Godspeed |
| REALISM | ACCEPTANCE | Bartneck et al. (2009) | Godspeed |
| ATTRACTIVENESS | ACCEPTANCE | Lee et al. (2003)<br>Laugwitz et al., (2008)<br>(Hassenzahl et al., 2003) | UEQ<br>Attrakdiff |
| | | **Social norms** | |
| SI | ENJ - ATT - ITU | Venkatesh et al. (2003)<br>Heerink (2010)<br>McFarland & Hamilton (2006)<br>Rogers (2010)<br>Karahanna & Limayem (2000) | UTAUT<br>Almere TAM |
| | | **Contextual factors** | |
| ANX | PEOU - PU | Nomura et al. (2006, 2008)<br>Montazemi et al. (1996)<br>Heerink et al. (2010)<br>Chen & Chan (2014a) | NARS -RAS<br><br>Almere TAM<br>STAM |
| PBC | PEOU - ITU - USE | Venkatesh (2000) | |
| RELATED EXPERIENCES | ITU - USE | Bartneck et al. (2006)<br>Goudey & Bonnin (2016)<br>MacDorman et al. (2008) | |

Tabella 5 - Le principali variabili dell'accettazione estrapolate dagli studi scientifici (teorici e sperimentali) sui robot sociali e assistivi.

## 14.4 Schede di sintesi: lo stato dell'arte fra i robot assistivi e sociali più accettabili

L'identificazione e l'analisi delle principali sperimentazioni scientifiche, condotte con robot assistivi e sociali e utenti anziani e fragili in ambiente reale, ha consentito di raccogliere e sistematizzare un'importante quantità di dati relativi ai robot maggiormente testati in letteratura, integrati poi con quelli emersi da ampie revisioni come quelle di Kachouie et al., (2014), Allaban et al., (2020), Alver-Oliveira et al., (2015). Su queste basi, sono stati selezionati i **robot assistivi e sociali più rappresentativi** e sono state prodotte una serie di **schede di sintesi** delle sperimentazioni e dei risultati presenti in letteratura. I risultati sono discussi e analizzati approfonditamente nei capitoli 4, 9 e 10.
Le schede presentano un'analisi generale della categoria di appartenenza, del contesto d'uso e delle modalità di interazione con il robot, per poi identificare i principali utenti (nazionalità, caratteristiche demografiche e livello di salute psico-fisica) con cui sono stati sperimentati, i benefici e i criteri di accettabilità emersi dai test e le metodologie usate dai ricercatori per gli studi. Successivamente, le schede mostrano i principali risultati emersi dagli studi scientifici condotti con i robot.
I robot analizzati nelle schede seguenti sono suddivisi in tre macro-categorie, come già argomentato nell'introduzione al capitolo 10 dedicato alle sperimentazioni con utenti: **automi**, **zoomorfi** e **umanoidi** o **androidi**. I robot automi analizzati nelle schede di sintesi sono: Giraff e Giraff-plus; Robot-ERA; VGo, Care-O-Bot; Jibo; ElliQ. I robot zoomorfi analizzati nelle schede di sintesi sono: Paro; Aibo; NeCoRo; iCat; I robot androidi o umanoidi analizzati nelle schede di sintesi sono: Robovie; Pepper; Ifbot; Matilda; PaPeRo; Nao; Sophia.

### *14.4.1 Schede di sintesi: robot automi*

Le schede di sintesi presentate di seguito sono relative ad una selezione dei principali robot assistivi e sociali appartenenti alla categoria degli automi (Dautenhahn, 2013), ovvero dall'aspetto meccanico e proprio di un dispositivo tecnologico senza alcun riferimento a caratteristiche umane o animali. I robot assistivi, oggetto di sperimentazione, selezionati nell'ambito degli automi sono Giraff e Giraff-plus; Robot-ERA; VGo, Care-O-Bot; Jibo; ElliQ (Schede 1 - 6). Si tratta sia di robot commerciali, usabili dai privati nelle proprie abitazioni o in vari contesti d'uso, che di dispositivi sviluppati appositamente per studi scientifici, da usare prevalentemente in strutture assistenziali o in case di riposo. Le schede mirano a fornire un quadro generale, anche se sicuramente non esaustivo, delle principali sperimentazioni e delle caratteristiche dei robot, utili in relazione al tema dell'accettabilità delle tecnologie e del contributo del design e dell'approccio Human-Centred per la progettazione di robot assistivi e sociali basati sulle reali esigenze e aspettative degli utenti.

## GIRAFF & GIRAFF PLUS

**Categoria:**
Automa / Telepresence robot

**Attività:**
Comunicazione e socializzazione, telepresenza, facilitatore sociale, sicurezza

**Contesto d'uso:**
Casa, casa di riposo, strutture sanitarie per anziani

**Utenti delle sperimentazioni:**
Uomini e donne over 65, caregiver e familiari

**Nazionalità degli utenti:**
Italia, Stati Uniti, Australia

**Stato cognitivo utenti:**
Sani, lieve deficit cognitivo, demenza

**Tipo di interazione:**
Touch / Vista / Udito-Voce

**Benefici testati:**
Migliora le abilità sociali e di comunicazione, incremento senso di indipendenza, autostima e sicurezza, riduce isolamento e depressione

**Criteri di accettabilità:**
Caratteristiche funzionali (soprattutto per la socializzazione), usabilità e facilità d'uso, iIntegrazione nel contesto d'uso e personalizzazione

**Accettabilità estetica:**
Design minimale e discreto

**Metodi di sperimentazione:**
Questionario, registrazione osservazione diretta, intervista semi-strutturata

### Risultati delle principali sperimentazioni scientifiche

| | |
|---|---|
| Cesta et al., (2016) | Incremento senso di indipendenza, autostima e sicurezza<br>Incremento delle abilità sociali e di comunicazione |
| Sabanovic et al., (2015) | Incremento delle abilità sociali e di comunicazione<br>Incremento del senso di autonomia |
| Coradeschi et al., (2014) | Le preferenze sul design variano in base al background culturale<br>Gli utenti danno priorità ad un robot affidabile, facile da usare, personalizzabile e con istruzioni |
| Moyle et al., (2014) | Giraffplus aiuta a coinvolgere le persone con demenza durante le chiamate di telepresenza e a generare emozioni positive |

Scheda 1 - La scheda riporta un quado generale dei robot Giraff e Giraff plus, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi ai robot Giraff e Giraff plus.

## ROBOT-ERA (DORO, CORO, ORO)

**Categoria:**
Automa / Socially Assistive Robot

**Attività:**
DORO: Telepresenza, promemoria, autonomia domestica, sicurezza
CORO: sicurezza e sorveglianza
ORO: compagnia, supporto deambulazione, trasporto pesi

**Contesto d'uso:**
Casa, ambienti esterni

**Utenti delle sperimentazioni:**
Uomini e donne over 65

**Nazionalità degli utenti:**
Italia

**Stato cognitivo utenti:**
Sani

**Tipo di interazione:**
Touch / Vista / Udito-Voce

**Benefici testati:**
Migliora le abilità sociali e di comunicazione, incremento senso di indipendenza, autostima e sicurezza

**Criteri di accettabilità:**
Accettato per la facilità d'uso, la robustezza e il senso di sicurezza, l'usabilità dell'interfaccia multi-modale

**Accettabilità estetica:**
Presenza di testa e caratteristiche simili all'uomo, altezza inferiore a quella media di un essere umano (percezione di maggior controllo del robot)

**Metodi di sperimentazione:**
Questionario, analisi video-registrazioni

### Risultati delle principali sperimentazioni scientifiche

| | |
|---|---|
| Cavallo et al., (2018) | Incremento senso di indipendenza, autostima e sicurezza<br>Accettabilità influenzata dalla facilità d'uso, dalla robustezza e il senso di sicurezza<br>Accettabilità influenzata dalla valutazione estetica del robot |
| Di Nuovo et al., (2018) | Utilità e facilità d'uso del sistema con interfaccia multi-modale<br>L'esperienza tecnologica influenza l'utilità percepita |
| Esposito et al., (2018) | Le espressioni facciali aumentano il coinvolgimento e il divertimento degli utenti e le capacità comunicative del robot |

Scheda 2 - La tabella riporta un quadro generale del sistema Robot-ERA, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al sistema Robot-E-RA.

## VGo

**Categoria:**
Automa / Telepresence robot

**Attività:**
Comunicazione e socializzazione, telepresenza, facilitatore sociale, sicurezza

**Contesto d'uso:**
Casa, casa di riposo, strutture sanitarie per anziani

**Utenti delle sperimentazioni:**
Uomini e donne over 65, caregiver e familiari

**Nazionalità degli utenti:**
Stati Uniti, Australia

**Stato cognitivo utenti:**
Sani, lieve deficit cognitivo, demenza

**Tipo di interazione:**
Touch / Vista / Udito-Voce

**Benefici testati:**
Migliora le abilità sociali e di comunicazione, incremento senso di indipendenza, autostima e sicurezza, riduce isolamento e depressione

**Criteri di accettabilità:**
Caratteristiche funzionali (soprattutto per la socializzazione e comunicazione), usabilità e facilità d'uso, navigazione agile in spazi domestici, ritenuto utile, divertente e intelligente

**Accettabilità estetica:**
Dimensioni ridotte e fluidità dei movimenti

**Metodi di sperimentazione:**
Questionario, osservazione diretta, intervista semi-strutturata

### Risultati delle principali sperimentazioni scientifiche

| | |
|---|---|
| Moyle et al., (2020) | VGo aiuta a coinvolgere le persone con demenza nelle videochiamate<br>Migliora la qualità della conversazione ed è facile da usare anche da chi non ha esperienza tecnologica |
| Wilk & Johnson, (2014) | Facilita la comunicazione da remoto fra medico e paziente, l'esecuzione di esercizi di riabilitazione e ha valutazione emotiva positiva |
| Seelye et al., (2012) | L'aspetto del robot e la comunicazione sono valutate positivamente<br>Poca preoccupazione per la privacy per il senso di controllo degli utenti<br>Apprezzamento per i benefici sulla qualità della vita |

Scheda 3 - La scheda riporta un quado generale del robot VGo, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot VGo.

## CARE-O-BOT

**Categoria:**
Automa / Socially Assistive Robot

**Attività:**
Telepresenza, autonomia domestica, sicurezza e sorveglianza, compagnia, supporto deambulazione, trasporto e manipolazione oggetti, intrattenimento, comunicazione e socializzazione

**Contesto d'uso:**
Casa, casa di riposo, strutture sanitarie per anziani

**Utenti delle sperimentazioni:**
Uomini e donne over 65, caregiver e familiari

**Nazionalità degli utenti:**
Germania, Spagna, Italia, Paesi Bassi, Regno Unito, Francia, Stati Uniti

**Stato cognitivo utenti:**
Sani

**Tipo di interazione:**
Touch / Vista / Udito-Voce

**Benefici testati:**
Migliora le abilità sociali e di comunicazione, incremento senso di indipendenza, autostima e sicurezza, riduce isolamento e depressione

**Criteri di accettabilità:**
Accettato per la facilità d'uso, la robustezza e il senso di sicurezza, l'usabilità dell'interfaccia multi-modale

**Accettabilità estetica:**
Considerato esteticamente gradevole

**Metodi di sperimentazione:**
Questionario, analisi video-registrazioni, etnografia, intervista semi-strutturata, questionari, focus group

### Risultati delle principali sperimentazioni scientifiche

| | |
|---|---|
| Mast et al., (2015) | Verifica dell'accettabilità del robot anche attraverso l'interfaccia<br>Importanza dell'adozione dell'approccio HCD per il miglioramento del robot, soprattutto in relazione all'usabilità<br>Miglioramento della qualità della vita degli anziani autonomi in casa |
| Sabanovic et al., (2015) | Robot come ottimo strumento di promemoria farmaci e controllo pasti<br>Supporto alla comunicazione con i familiari |
| Graf et al., (2004) | Robot facile da usare<br>Robot affidabile in termini di supporto alla deambulazione e sicurezza |
| Lee et al., (2016) | Robot considerato gradevole ed estremamente utile<br>Importanza dell'analisi delle esigenze degli utenti per la progettazione |

Scheda 4 - La scheda riporta un quado generale del robot Care-O-Bot, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot Care-O-Bot.

**JIBO**

**Categoria:**
Automa / Home Social Robot

**Attività:**
Facilitatore sociale, compagnia (Companion robot), intrattenimento e divertimento, comunicazione e socializzazione

**Contesto d'uso:**
Casa, casa di riposo

**Utenti delle sperimentazioni:**
Uomini e donne over 65

**Nazionalità degli utenti:**
Stati Uniti

**Stato cognitivo utenti:**
Sani, lieve deficit cognitivo

**Tipo di interazione:**
Gesti / Vista / Udito-Voce

**Benefici testati:**
Migliora le abilità sociali e di comunicazione, aumenta il coinvolgimento degli utenti in attività sociali

**Criteri di accettabilità:**
Accettato per la socializzazione, la personalità proattiva, la tipologia di animazione naturale

**Accettabilità estetica:**
Aspetto accattivante, piccole dimensioni, simile a oggetti e cose familiari, di uso quotidiano

**Metodi di sperimentazione:**
Questionario, analisi video-registrazioni, osservazione diretta, intervista semi-strutturata

**Risultati delle principali sperimentazioni scientifiche**

| | |
|---|---|
| Kim et al., (2015) | Utilità Percepita (PU) e aspetto accattivante sono variabili che influenzano l'accettazione e l'uso |
| Ostrowski et al., (2019) | Migliora le abilità sociali e di comunicazione<br>Aumenta il coinvolgimento degli utenti in attività sociali |

Scheda 5 - La tabella riporta un quadro generale del robot Jibo, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot Jibo.

**ELLIQ**

**Categoria:**
Automa / Social Desk Robot

**Attività:**
Compagnia, intrattenimento e divertimento, comunicazione e socializzazione, stimolazione cognitiva, supporto attività fisica, sicurezza

**Contesto d'uso:**
Casa

**Utenti delle sperimentazioni:**
Uomini e donne over 65, caregiver

**Nazionalità degli utenti:**
Stati Uniti

**Stato cognitivo utenti:**
Sani

**Tipo di interazione:**
Gesti / Touch / Vista / Udito-Voce

**Benefici testati:**
Riduce il divario tecnologico fra generazioni, connette anziani poco esperti di tecnologia, migliora le abilità sociali e di comunicazione, incremento senso di indipendenza, autostima e sicurezza, riduce isolamento e solitudine

**Criteri di accettabilità:**
Accettato per la facilità d'uso, personalità proattiva e l'interazione multi-modale

**Accettabilità estetica:**
Aspetto accattivante, piccole dimensioni, simile a oggetti e cose familiari, di uso quotidiano

**Metodi di sperimentazione:**
Questionario, analisi video-registrazioni, focus group, intervista semi-strutturata

**Risultati delle principali sperimentazioni scientifiche**

| | |
|---|---|
| Intuition Robotics, (2019) | Incremento senso di indipendenza e riduzione dell'isolamento<br>Accettato perché simile a oggetti e cose familiari, di uso quotidiano |

Scheda 6 - La tabella riporta un quadro generale del robot ElliQ, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot ElliQ.

### *14.4.2 Schede di sintesi: robot zoomorfi*

Le schede di sintesi presentate di seguito sono relative ad una selezione dei principali robot assistivi e sociali appartenenti alla categoria degli zoomorfi (Dautenhahn, 2013), ovvero dall'aspetto o con caratteristiche simili a quelle di un animale. I robot assistivi, oggetto di sperimentazione, selezionati nell'ambito degli automi sono Paro; Aibo; NeCoRo; iCat (Schede 7 - 10). Si tratta sia di robot commerciali che sviluppati appositamente per studi scientifici. Le schede mirano a fornire un quadro generale, anche se sicuramente non esaustivo, delle principali sperimentazioni e delle caratteristiche dei robot utili in relazione al tema dell'accettabilità delle tecnologie e del contributo del design e dell'approccio Human-Centred per la progettazione di robot assistivi e sociali basati sulle reali esigenze e aspettative degli utenti.

### *14.4.3 Schede di sintesi: robot androidi e umanoidi*

Le schede di sintesi presentate di seguito sono relative ad una selezione dei principali robot assistivi e sociali appartenenti alla categoria degli androidi e/o umanoidi (Dautenhahn, 2013), ovvero dall'aspetto simile a quello di un umano o con elementi caratteristici propri degli esseri umani (naso, bocca, occhi, orecchie, braccia, etc.). I robot assistivi, oggetto di sperimentazione, selezionati nell'ambito degli automi sono: Robovie; Pepper; Ifbot; Matilda; PaPeRo; Nao; Sophia (Schede 11 - 17). Si tratta sia di robot commerciali destinati ad un uso privato che di dispositivi sviluppati appositamente per studi scientifici. Le schede mirano a fornire un quadro generale, anche se sicuramente non esaustivo, delle principali sperimentazioni e delle caratteristiche dei robot utili in relazione al tema dell'accettabilità delle tecnologie e del contributo del design e dell'approccio Human-Centred per la progettazione di robot assistivi e sociali basati sulle reali esigenze e aspettative degli utenti.

## PARO

**Categoria:**
Zoomorfo / Socially Assistive Robot

**Attività:**
Terapia affettiva (Pet therapy), terapia cognitiva, facilitatore sociale (socializzazione, comunicazione), compagnia

**Contesto d'uso:**
Casa, casa di riposo, strutture sanitarie per anziani, centri diurni

**Utenti delle sperimentazioni:**
Uomini e donne over 65, caregiver

**Nazionalità degli utenti:**
Giappone, Stati Uniti, Australia, Corea, Brunei, Regno Unito, Italia, Svezia

**Stato cognitivo utenti:**
Sani, lieve deficit cognitivo, demenza

**Tipo di interazione:**
Gesti / Tatto / Vista / Udito-Voce

**Benefici testati:**
Riduzione dello stress, miglioramento umore, abilità cognitive, socializzazione e comunicazione, diminuizione solitudine e isolamento

**Criteri di accettabilità:**
Accettato indipendentemente dal contesto culturale, considerato attraente e quindi più facile da usare, onsiderato divertente ma confuso con un gioco per bambini

**Accettabilità estetica:**
Piccole dimensioni, forma mista fra animale e robot, simile a oggetti di uso quotidiano

**Metodi di sperimentazione:**
Etnografia, osservazione diretta, questionario, intervista semi-strutturata e libera

### Risultati delle principali sperimentazioni scientifiche

| | |
|---|---|
| Saito et al., (2002)<br>Saito et al., (2004)<br>Wada et al., (2002, 2004) | Miglioramento dei sentimenti degli anziani<br>Effetti sociali e psicologici positivi<br>Riduzione della stanchezza mentale |
| Saito et al., (2003)<br>Shibata et al., (2004, 2008)<br>Wada et al., (2003) | Miglioramento dell'umore e riduzione di depressione e sconforto<br>Aumento delle risate<br>Incoraggiamento della comunicazione fra i pazienti e operatori sanitari<br>Riduzione dello stress degli operatori sanitari |
| Shibata & Wada (2008)<br>Wada et al., (2009)<br>Wada et al., (2004/05/06) | Miglioramento della depressione e dell'umore<br>Miglioramento delle interazioni sociali<br>Incoraggiamento della comunicazione fra pazienti e operatori sanitari<br>Mantenimento dell'interesse per il robot nel lungo termine |
| Wada et al., (2005, 2008) | Miglioramento dell'attività dei neuroni corticali |
| Kidd et al., (2006)<br>Taggart et al., (2005) | Miglioramento delle interazioni sociali<br>Miglioramento dei sentimenti degli anziani<br>Coinvolgimento in attività di conversazione |
| Kawaguchi et al., (2010)<br>Wada & Shibata (2006, 2007, 2008) | Miglioramento delle interazioni sociali<br>Miglioramento della reazione fisiologica allo stress<br>Incoraggiamento della comunicazione |
| Marti et al., (2006) | Riduzione dello stress<br>Stimolazione dell'espressione delle emozioni, della conversazione e delle attività sociali |

Scheda 7 - La tabella riporta un quadro generale del robot PARO, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot PARO.

## AIBO

**Categoria:**
Zoomorfo / Companion Robot

**Attività:**
Terapia affettiva (Pet therapy), facilitatore sociale, comunicazione e socializzazione, stimolazione cognitiva, supporto attività fisica, compagnia, intrattenimento e divertimento, potenziale terapia Alzheimer

**Contesto d'uso:**
Casa, casa di riposo, strutture sanitarie per anziani, centri diurni

**Utenti delle sperimentazioni:**
Uomini e donne over 65

**Nazionalità degli utenti:**
Giappone, Italia, Scozia, Stati Uniti

**Stato cognitivo utenti:**
Sani,lieve deficit cognitivo, demenza, Alzheimer

**Tipo di interazione:**
Gesti / Tatto / Vista / Udito-Voce

**Benefici testati:**
Riduce lo stress, migliora umore, abilità cognitive, socializzazione e comunicazione, diminuisce solitudine e isolamento

**Criteri di accettabilità:**
Accettato per l'espressività del robot dal punto di vista emotivo e per la personalità

**Accettabilità estetica:**
Piccole dimensioni, forma mista fra animale e robot, simile a oggetti e cose familiari, di uso quotidiano

**Metodi di sperimentazione:**
Questionario, analisi video-registrazioni, osservazione diretta

### Risultati delle principali sperimentazioni scientifiche

| | |
|---|---|
| Kanamori et al., (2003) | Riduzione della solitudine<br>Miglioramento dell'attività<br>Miglioramento della qualità della vita in relazione alla salute |
| Suga et al., (2003) | Stimolazione emozionale |
| Sakairi (2004) | Miglioramento delle attività e dello stato emozionale<br>Miglioramento della comunicazione con gli operatori e con altri pazienti |
| Tamura et al., (2004) | Miglioramento dell'attività degli anziani durante la terapia<br>Miglioramento della socializzazione |
| Banks et al., (2008) | La pet therapy ha ridotto il senso di solitudine |
| Hamada et al., (2008)<br>Hamada et al., (2004) | Miglioramento delle abilità degli anziani |

Scheda 8 - La tabella riporta un quadro generale del robot AIBO, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot AIBO.

## NECORO

**Categoria:**
Zoomorfo / Therapeutic Robot

**Attività:**
Terapia affettiva (Pet therapy), facilitatore sociale, comunicazione e socializzazione, compagnia (companion robot)

**Contesto d'uso:**
Casa, casa di riposo, strutture sanitarie per anziani

**Utenti delle sperimentazioni:**
Uomini e donne over 65, caregiver

**Nazionalità degli utenti:**
Giappone, Stati Uniti

**Stato cognitivo utenti:**
Sani,lieve deficit cognitivo, demenza

**Tipo di interazione:**
Gesti / Tatto / Vista / Udito-Voce

**Benefici testati:**
Riduce lo stress, genera emozioni positive, migliora umore, socializzazione e comunicazione, diminuisce solitudine e isolamento e agitazione

**Criteri di accettabilità:**
Accettato per l'espressività del robot dal punto di vista emotivo e per l'aspetto piacevole

**Accettabilità estetica:**
Piccole dimensioni, forma mista fra animale e robot, pelliccia piacevole al tatto

**Metodi di sperimentazione:**
Questionario, osservazione diretta

### Risultati delle principali sperimentazioni scientifiche

| | |
|---|---|
| Nakashima et al., (2010) | Miglioramento della comunicazione fra utenti<br>Riduzione dell'agitazione<br>Miglioramento dell'umore |
| Libin & Cohen-Mansfield (2002, 2004) | Miglioramento del piacere durante l'interazione nel gioco del robot<br>Riduzione dei comportamenti dirompenti e dell'agitazione |

Scheda 9 - La tabella riporta un quadro generale del robot NeCoRo, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot NeCoRo.

## ICAT

**Categoria:**
Zoomorfo / Socially Assistive Robot

**Attività:**
Conversazione (conversational partner), assistenza tipo reminder, assistente vocale

**Contesto d'uso:**
Casa di riposo, strutture sanitarie per anziani

**Utenti delle sperimentazioni:**
Uomini e donne over 65

**Nazionalità degli utenti:**
Giappone, Olanda, Nuova Zelanda

**Stato cognitivo utenti:**
Sani

**Tipo di interazione:**
Vista / Udito-Voce

**Benefici testati:**
Comunicazione e conversazione, riduzione di solitudine e isolamento

**Criteri di accettabilità:**
Elevate abilità sociali influenzano l'accettabilità in positivo, considerato più interessante e più accettato da chi ha esperienza precedente, la presenza sociale influenza il PENJ che influenza L'ITU che influenza l'USE

**Accettabilità estetica:**
Piccole dimensioni, forma mista fra uomo, animale e robot

**Metodi di sperimentazione:**
Questionario, analisi videoregistrazioni, osservazione diretta

### Risultati delle principali sperimentazioni scientifiche

| | |
|---|---|
| Heerink et al., (2006, 2007, 2009) | Incremento dell'accettazione di un partner conversazionale per le sue abilità sociali |
| Heerink et al., (2008, 2009) | La presenza sociale influenza il piacere d'uso e quindi l'intenzione all'uso |

Scheda 10 - La tabella riporta un quadro generale del robot iCat, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot iCat.

## ROBOVIE

**Categoria:**
Androide / Socially Assistive Robot

**Attività:**
Facilitatore sociale, compagnia (companion robot), comunicazione e socializzazione, supporto all'espressione e alla gestione delle emozioni

**Contesto d'uso:**
Strutture assistenziali per anziani

**Utenti delle sperimentazioni:**
Uomini e donne over 65, caregiver

**Nazionalità degli utenti:**
Giappone

**Stato cognitivo utenti:**
Sani

**Tipo di interazione:**
Vista / Udito-Voce

**Benefici testati:**
Riduzione di stress, solitudine e isolamento, miglioramento di umore, abilità cognitive, socializzazione e comunicazione, supporto all'espressione emotiva

**Criteri di accettabilità:**
Impressione positiva sul robot in generale e sull'attività di assistenza,accettato per le capacità di adattarsi al contesto e alle necessità individuali

**Accettabilità estetica:**
Apprezzato per l'aspetto simile a quello di un bambino: ciò incentivava gli anziani ad interagire con il robot

**Metodi di sperimentazione:**
Analisi video-registrazioni, osservazione diretta, intervista semi-strutturata

### Risultati delle principali sperimentazioni scientifiche

| | |
|---|---|
| Sabelli et al., (2011) | Migliora il senso di conforto dato dalla conversazione<br>Migliora l'atteggiamento positivi degli anziani<br>Migliora il supporto emotivo e la socializzazione |
| Nomura & Sasa (2008)<br>Nomura & Takeuchi (2011) | Apprezzamento maggiore dei robot come entità sociali da parte degli anziani piuttosto che dei giovani<br>L'identificazione delle emozioni e espressioni del robot dipende dall'età e dall'esperienza pregressa |

Scheda 11 - La tabella riporta un quadro generale del robot Robovie, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot Robovie.

## PEPPER

**Categoria:**
Androide / Programmable Robot

**Attività:**
Facilitatore sociale, compagnia, comunicazione e socializzazione, supporto espressione, gestione delle emozioni e deambulazione, stimolazione cognitiva

**Contesto d'uso:**
Casa di riposo, strutture assistenziali per anziani

**Utenti delle sperimentazioni:**
Uomini e donne over 65, caregiver

**Nazionalità degli utenti:**
Giappone, Regno Unito, Germania, Finlandia, Israele, Austria, Olanda

**Stato cognitivo utenti:**
Sani, lieve deficit cognitivo, demenza

**Tipo di interazione:**
Gesti / Touch / Tatto / Vista / Udito-Voce

**Benefici testati:**
Riduzione di stress, solitudine e isolamento, miglioramento di umore, abilità cognitive, socializzazione e comunicazione, supporto all'espressione emotiva, stimolazione attività fisica e creativa

**Criteri di accettabilità:**
Accettato per le capacità di gioco, le capacità sociali, conversazione e di interazione adattabile in base al contesto

**Accettabilità estetica:**
Apprezzato per l'aspetto estetico in generale

**Metodi di sperimentazione:**
Questionario, analisi video-registrazioni, osservazione diretta, intervista semi-strutturata

### Risultati delle principali sperimentazioni scientifiche

| | |
|---|---|
| Van Maris et al. (2020) | L'interazione a lungo termine con il robot accresce la facilità d'uso percepita ma non accresce il livello di attaccamento emotivo da parte degli anziani |
| Piezzo & Suzuki, (2017) | Il robot è un ottimo assistente alla deambulazione |
| Bechade et al., (2019)<br>Dominey et al., (2017) | Il robot è un buon rilevatore di emozioni umane e un facilitatore sociale |
| Osaka et al., (2020) | Il robot supporta l'attività fisica per la riabilitazione |
| Unbahaun et al., (2019) | Il robot supporta l'attività fisica, le attività creative e cognitive favorendo il benessere sociale e individuale |
| Poberznik &<br>Merilampi (2019) | Disponibilità degli anziani a comunicare con il robot<br>Gli eventuali errori o difetti di comunicazione hanno incrementato l'empatia verso il robot |
| Feringold<br>Polak et al., (2018) | Gli anziani preferiscono interagire fisicamente con un robot piuttosto che con un tablet rispetto ai giovani<br>Un'interazione multi-modale simile all'uomo è più coinvolgente |

Scheda 12 - La tabella riporta un quadro generale del robot Pepper, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot Pepper.

## IFBOT

**Categoria:**
Androide / Communication Robot

**Attività:**
Facilitatore sociale, compagnia (companion robot), comunicazione e socializzazione, interazione emotiva, stimolazione cognitiva, intrattenimento

**Contesto d'uso:**
Strutture sanitarie per anziani

**Utenti delle sperimentazioni:**
Uomini e donne over 65

**Nazionalità degli utenti:**
Giappone

**Stato cognitivo utenti:**
Sani,lieve deficit cognitivo, demenza, depressione

**Tipo di interazione:**
Vista / Udito-Voce

**Benefici testati:**
Riduzione di stress, solitudine e isolamento, miglioramento di umore, abilità cognitive, socializzazione e comunicazione, stimola l'attivazione emotiva

**Criteri di accettabilità:**
Impressione positiva sul robot in generale e sull'attività di assistenza

**Accettabilità estetica:**
Apprezzato per le piccole dimensioni e la forma mista fra uomo, animale e robot

**Metodi di sperimentazione:**
Analisi video-registrazioni, osservazione diretta, focus group

### Risultati delle principali sperimentazioni scientifiche

| | |
|---|---|
| Kanoh et al., (2011) | Il robot è utile per la stimolazione cognitiva, il miglioramento dell'umore e l'intrattenimento |
| Matsuyama et al., (2009) | Il robot è un buon facilitatore sociale |

Scheda 13 - La tabella riporta un quadro generale del robot Ifbot, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot Ifbot.

## MATILDA

**Categoria:**
Androide / Assistive Robot

**Attività:**
Facilitatore sociale, compagnia (companion robot), comunicazione e socializzazione, interazione emotiva, stimolazione cognitiva, attività di gruppo

**Contesto d'uso:**
Strutture assistenziali per anziani

**Utenti delle sperimentazioni:**
Uomini e donne over 65

**Nazionalità degli utenti:**
Australia

**Stato cognitivo utenti:**
Sani, lieve deficit cognitivo, demenza, depressione, Parkinson

**Tipo di interazione:**
Touch / Gesti / Vista / Udito-Voce

**Benefici testati:**
Miglioramento di umore, abilità cognitive, socializzazione e comunicazione, stimola l'attivazione emotiva, personalizzazione delle cure, coinvolgimento in attività di gruppo

**Criteri di accettabilità:**
Impressione positiva sul robot in generale e sull'attività di assistenza

**Accettabilità estetica:**
Apprezzato per le piccole dimensioni (non intimidisce) e la forma mista fra uomo e robot

**Metodi di sperimentazione:**
Questionario, analisi video-registrazioni, osservazione diretta, focus group

### Risultati delle principali sperimentazioni scientifiche

| | |
|---|---|
| Khosla et al. (2012)<br>Khosla et al. (2013) | Miglioramento della personalizzazione delle cure<br>Miglioramento del benessere generale |

Scheda 14 - La tabella riporta un quadro generale del robot Matilda, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot Matilda.

## PAPERO

**Categoria:**
Androide / Socially Assistive Robot

**Attività:**
Assistenza, conversazione, interazione emotiva e sociale, intrattenimento, sicurezza

**Contesto d'uso:**
Casa, casa di riposo, strutture sanitarie per anziani

**Utenti delle sperimentazioni:**
Uomini e donne over 65, caregiver

**Nazionalità degli utenti:**
Giappone

**Stato cognitivo utenti:**
Sani,lieve deficit cognitivo, demenza, depressione, Parkinson

**Tipo di interazione:**
Vista / Udito-Voce

**Benefici testati:**
Riduzione di stress, solitudine e isolamento, miglioramento di umore e stati d'animo negativi, socializzazione e comunicazione, stimola le attività sociali

**Criteri di accettabilità:**
Impressione positiva sul robot, apprezzato per la facilità d'uso, le capacità sociali e di conversazione e l'adattabilità alle esigenze di interazione degli utenti

**Accettabilità estetica:**
Apprezzato per le piccole dimensioni e la forma mista fra uomo e robot

**Metodi di sperimentazione:**
Questionario, intervista

### Risultati delle principali sperimentazioni scientifiche

| | |
|---|---|
| Sasama et al., (2011) | Miglioramento della comunicazione con caregivers e amici<br>Aumento delle attività sociali |
| Sabanovic et al., (2015) | Robot apprezzato per le capacità di conversazione<br>L'interazione che si adatta alle necessità degli utenti favorisce l'accettazione |
| Kobayashi et al., (2018) | La gestione tramite comandi vocali aumenta la facilità d'uso<br>Il robot è un buon supporto per il controllo la sicurezza degli anziani da parte dei familiari<br>La frequenza d'uso aumenta in caso di persone sole in casa |

Scheda 15 - La tabella riporta un quadro generale del robot PaPeRo, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot PaPeRo.

## NAO

**Categoria:**
Umanoide / Programmable Robot

**Attività:**
Facilitatore sociale, compagnia, comunicazione e socializzazione, supporto espressione delle emozioni, monitoraggio a distanza, motivatore per uno stile di vita sano, supporto attività fisica, sicurezza e intrattenimento

**Contesto d'uso:**
Casa, casa di riposo, strutture assistenziali per anziani

**Utenti delle sperimentazioni:**
Uomini e donne over 65, caregiver

**Nazionalità degli utenti:**
Israele, Austria, Svezia, Olanda, Germania, Stati Uniti, Canada

**Stato cognitivo utenti:**
Sani, lieve deficit cognitivo, demenza

**Tipo di interazione:**
Gesti / Tatto / Vista / Udito-Voce

**Benefici testati:**
Riduzione di ansia e agitazione, miglioramento di umore, supporto alla socializzazione e comunicazione, stimolazione attività fisica, aumenta il senso di autonomia

**Criteri di accettabilità:**
Accettato per le capacità sociali e la simpatia, l'interazione tramite comandi vocali e tatto, facilità d'uso e la sicurezza percepita
Accettato perché gesticola in maniera simile all'uomo

**Accettabilità estetica:**
Apprezzato per l'aspetto estetico in generale e le dimensioni ridotte

**Metodi di sperimentazione:**
Questionario, analisi video-registrazioni, osservazione diretta, intervista semi-strutturata

### Risultati delle principali sperimentazioni scientifiche

| | |
|---|---|
| Werner et al., (2012) | Il robot è un buon compagno per la conversazione<br>Il robot è considerato simpatico, intelligente e sicuro |
| Alenljung et al. (2018) | Il tatto influenza l'interazione uomo-robot dal punto di vista emotivo |
| Keizer et al., (2019) | L'usabilità, l'enjoyment e il senso di controllo sono elevati durante l'uso<br>NAO è preferito al tablet per svolgere attività fisica |
| Montemerlo et al., (2002)<br>Pineau et al., (2003) | Aumento dell'eccitazione per l'uso del robot |
| Torta et al. (2013)<br>Torta et al. (2014) | La comunicazione è più efficace rispetto ad altri dispositivi digitali<br>L'interazione vocale è più efficiente<br>Il robot supporta e coinvolge nello svolgimento di attività fisica<br>I benefici sono evidenti sia a breve che a lungo termine<br>La facilità d'uso percepita aumento con il passare del tempo |

Scheda 16 - La tabella riporta un quadro generale del robot NAO, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot NAO.

## SOPHIA

**Categoria:**
Umanoide / Artificial Intelligence

**Attività:**
Compagnia, intrattenimento e divertimento, comunicazione e socializzazione, stimolazione cognitiva ed emotiva, conversazione

**Contesto d'uso:**
Laboratorio

**Utenti delle sperimentazioni:**
Uomini e donne

**Nazionalità degli utenti:**
Cina

**Stato cognitivo utenti:**
Sani

**Tipo di interazione:**
Gesti / Vista / Udito-Voce

**Benefici testati:**
Miglioramento dell'umore e diminuzione della frequenza cardiaca, sentimenti positivi in seguito all'interazione con il robot, miglioramento dello stato psico-emotivo degli utenti, emozioni auto-trascendenti

**Criteri di accettabilità:**
Accettato per personalità proattiva, l'interazione multi-modale, sensibilità emotiva

**Accettabilità estetica:**
Aspetto accattivante ed espressione delle emozioni

**Metodi di sperimentazione:**
Questionari, analisi video-registrazioni, intervista semi-strutturata, misurazioni fisiologiche

### Risultati delle principali sperimentazioni scientifiche

| | |
|---|---|
| Goertzel et al., (2017) | Aumento di sentimenti affettivi in generale e di sentimenti positivi verso i robot<br>Miglioramento dell'umore e diminuzione della frequenza cardiaca. |
| Mossbridge et al., (2018) | Le conversazioni tra l'uomo e Sophia, dotata di un'intelligenza artificiale emotivamente sensibile, sono accompagnate da emozioni auto-trascendenti. |

Scheda 17 - La tabella riporta un quadro generale del robot Sophia, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot Sophia.

**Parole chiave**

User Personas
Robotic Personas
Pattern comportamentali
Corrispondenza uomo-robot
Accettabilità psico-emotiva

# Capitolo 15
# La centralità dell'utente: l'approccio HCD per progettare l'accettabilità in ambito robotico

**15.1 User Personas: introduzione e finalità**

**15.2 User Personas per l'ambito HRI**
15.2.1 User Personas 1: Elisabeth Brown

**15.3 Robotics Personas: introduzione e finalità**

**15.4 Robotics Personas: approccio HCD per la progettazione della HRI**
15.4.1 Robotic Personas 1: AIBO - Companion robot
15.4.2 Robotic Personas 2: NAO - Autonomous programmable robot
15.4.3 Robotic Personas 3: ElliQ - Proactive desk robot

**15.5 User e Robotic Personas: strumenti efficaci per definire i criteri dell'accettabilità**
15.5.1 Schede di compatibilità 1: Elisabeth Brown e AIBO, NAO, ElliQ

**15.6 Ulteriori User/Robotic Personas e schede di compatibilità sviluppate**

# CAPITOLO 15
# La centralità dell'utente: l'approccio HCD per progettare l'accettabilità in ambito robotico

Le caratteristiche socio-demografiche, insieme alle necessità, agli obiettivi, alle motivazioni e alla storia personale di ogni singolo utente influenzano notevolmente il suo rapporto con la robotica assistiva. Come analizzato all'interno del capitolo 9, i metodi della HRI identificano le **caratteristiche degli utenti** (età, genere, esperienza tecnologica, istruzione, etc.) sotto forma di variabili, ovvero di fattori dotati di un certo *peso* nel determinare la volontà d'uso e l'efficacia dell'interazione con un robot assistivo. Dal punto di vista dell'approccio HCD, tali fattori sono determinanti ma non esaustivi nel definire la **qualità dell'esperienza** d'uso e nel **predire l'accettabilità** dei dispositivi robotici. Infatti, ad essi vanno aggiunti tutti quegli elementi taciti o dichiarati, come gli obiettivi e le motivazioni individuali, i fattori biografici, le preferenze, etc. non circoscrivibili all'interno di etichette predeterminate. L'insieme delle variabili standard e di tutti i fattori individuali che concorrono all'accettazione in robotica possono essere analizzati attraverso svariati metodi propri dello HCD, come l'indagine etnografica, il focus group, le interviste, le personas. Nello specifico, in questo capitolo sarà approfondito il metodo delle ***User Personas*** come strumento chiave per la ricerca preliminare sull'utente finalizzata alla progettazione di robot assistivi che possano effettivamente supportare e aiutare le persone nel compiere con successo le attività, soddisfacendo le loro aspettative e rispettando le singole necessità individuali.

## 15.1 User Personas: introduzione e finalità

L'approccio Human-Centred Design si focalizza sulla progettazione centrata sull'utente e quindi sull'indagine approfondita dei suoi obiettivi, bisogni, necessità, aspettative dichiarate e/o tacite. In letteratura esistono molteplici metodi di ricerca qualitativa e quantitativa sull'utente, applicabili a seconda del contesto, delle risorse o del progetto da sviluppare. Alcuni di questi metodi sono stati trasmessi al campo del design a partire da quello della Human-Computer Interaction (HCI): è questo il caso delle *User Personas*.
Una definizione di *Personas* è data da Cooper a partire dal 1992, nell'ambito del suo metodo *Goal-Directed design*, un approccio centrato sull'utente per progettare sistemi informatici che si adattassero ad una specifica prospettiva di una specifica persona. Lo strumento delle personas consiste nello **sviluppo di una descrizione precisa dell'utente di riferimento** e di ciò che egli desidera realizzare.
L'efficacia del metodo, come asserito da Cooper, sta nella raffinatezza con cui viene messo in atto, ovvero dal modo in cui viene definita e poi usata la descrizione della persona: seb-

bene l'approccio più naturale sembra essere quello di intervistare e osservare un utente reale, si corre il rischio di essere influenzati dall'utente stesso nell'identificazione delle criticità e delle possibili soluzioni. Per tal motivo Cooper suggerisce di inventare utenti *fasulli* e di progettare per loro. Sulla base di tali considerazioni, egli (Cooper, 2004, pp. 123-124) definisce le personas come: "*Le personas non sono persone reali, ma le rappresentano durante l'intero processo di progettazione. Sono ipotetici archetipi di utenti reali. Sebbene siano immaginari, sono definiti con notevole rigore e precisione. In realtà, non 'inventiamo' le nostre persone ma le scopriamo come un sottoprodotto del processo di indagine. Tuttavia, inventiamo i loro nomi e i dettagli personali. Le personas sono definite dai loro obiettivi. Gli obiettivi, ovviamente, sono definiti dalle loro persone. Questo può sembrare tautologico, ma non lo è. Le persone si rivelano attraverso la nostra ricerca e analisi (…). Analizziamo le persone di riferimento e i loro obiettivi attraverso un processo di perfezionamento, successivo alla nostra indagine iniziale sul problema. In genere, iniziamo con un'approssimazione ragionevole e convergiamo rapidamente su un gruppo credibile di personaggi. Sebbene questo processo iterativo sia simile al processo iterativo utilizzato dagli ingegneri durante il processo di implementazione di un software, è significativamente diverso per un aspetto importante. Valutare e implementare iterativamente un progetto nella fase iniziale è semplice e veloce perché stiamo lavorando su carta e con parole*". Le personas, dunque, presuppongono una **ricerca basata sull'etnografia e sull'osservazione** dei potenziali utenti al fine di identificare **schemi rappresentativi** dei loro obiettivi, bisogni, motivazioni e contesti d'uso. Più sono specifiche le descrizioni, più le personas sono efficaci, sia perché figurano come individui reali nelle menti dei designer e ciò favorisce l'**empatizzazione** e la comprensione del reale punto di vista degli utenti, sia perché le descrizioni dettagliate aiutano a mettere a fuoco le capacità, le motivazioni e gli obiettivi.

## 15.2 User personas per l'ambito HRI

A partire dalla ricerca teorica relativa alle sperimentazioni dei principali robot assistivi e sociali per utenti anziani e fragili (ampiamente descritta nel capitolo 10), dai risultati della ricerca e sperimentazione condotta nell'ambito del progetto di ricerca CloudIA (capitolo 11) e dai dati emersi nell'ambito delle indagini condotte su utenti potenziali e/o effettivi in Italia e in Europa (capitolo 12), è stato possibile **raccogliere informazioni su varie tipologie di utenti**. Nello specifico, la sistematizzazione dei dati ha riguardato gli individui anziani e fragili: sono state identificate le caratteristiche oggettive e quantitative (età, genere, stato familiare, nazionalità, livello di istruzione, livello di esperienza tecnologica), informazioni relative allo stato fisico, sociale, cognitivo e qualità della vita, dati quantitativi relativi a esigenze, opinioni, aspettative in relazione all'uso di un robot assistivo e sociale. L'influenza delle caratteristiche demografiche sull'accettabilità nella Human-Robot Interaction è stata dimostrata e discussa nei capitoli precedenti. A partire dalla sistematizzazione dei dati, quindi, sono state prodotte una serie di User Personas, ovvero degli **archetipi di utenti anziani e fragili** che includono tutte le informazioni determinanti per la progettazione, lo sviluppo e la valutazione di tecnologie robotiche accettabili (Cesta et al., 2016; Ezer et al., 2009; Scopelliti et al., 2005; Broadbent et al., 2009).
Di seguito è analizzato dettagliatamente uno fra i principali profili di utenti tipo identificati. Le altre User Personas sviluppate sono consultabili alla fine di questo capitolo. I nomi e cognomi non sono riferiti a persone reali ma fungono da codice identificativo per facilitare la consultazione dei dati (Cooper, 2004). Analogamente, tutte le informazioni raccolte sono

frutto di una sintesi dei dati scientifici raccolti da utenti reali e non sono riferiti ad un singolo individuo (Hartson & Pyla, 2012).

### *15.2.1 User Personas 1: Elisabeth Brown*

Elisabeth Brown (Figura 1) è una donna di 70 anni, sposata, che vive nel Regno Unito. Il livello di istruzione è alto (Laurea Magistrale), vive autonomamente nella propria abitazione e gode di buona salute fisica e mentale. L'età può influenzare le strategie di risoluzione dei problemi in relazione ai dispositivi tecnologici, per cui gli anziani possono essere più diffidenti verso l'adozione di nuove tecnologie (Scopelliti et al., 2005; McCreadie & Tinker, 2005). Tuttavia, come dimostrato da Ezer et al., (2009), gli anziani sono propensi ad interfacciarsi con le nuove tecnologie se queste offrono benefici dal punto di vista funzionale (ad esempio, supporto nelle faccende domestiche, promemoria, etc.). Inoltre, le donne mostrano attitudini positive verso i robot che contribuiscono al monitoraggio o al mantenimento del proprio stato di salute (Gaul et al., 2010). Il livello di esperienza con la tecnologia di Elisabeth è piuttosto elevato e include l'uso prevalente di computer, smartphone e tablet e un uso minore di assistenti digitali o smartwatch. Un livello elevato di istruzione e di esperienza tecnologica aumentano le probabilità di accettazione di robot assistivi, in quanto determinanti per la facilità d'uso percepita (PEOU) e per una maggior familiarità e motivazione all'uso di queste tecnologie (Czaja et al., 2006, Sun & Zhang, 2006b).
La qualità della vita di Elisabeth Brown è relativamente alta: si muove e svolge le attività quotidiane in maniera autonoma, può prendersi cura di sé sia dal punto di vista fisico che cognitivo in maniera indipendente. Mostra bassi livelli di ansia e non soffre di depressione o dolori/patologie croniche. Su queste basi sono state identificate le attività per cui l'utente avrebbe bisogno di maggior supporto e dai cui trarrebbe più beneficio. Le attività, come già argomentato nel capitolo 14, sono suddivise in funzionali, sociali e terapeutiche: ognuna di esse è determinante per il tipo di interazione che la persona stabilisce con il robot e, quindi, per la sua soddisfazione e accettazione. Dal punto di vista funzionale, Elisabeth ha più probabilità di accettare un robot utile per le faccende domestiche o come promemoria ma meno per le altre attività legate alla cura personale per cui, in caso di necessità, preferirebbe cure umane (Deutsch et al., 2019). Per quanto riguarda le attività sociali, Elisabeth ha già una buona rete sociale, pertanto potrebbe apprezzare un robot per l'intrattenimento o per intrattenere più facilmente le relazioni sociali (ad esempio, videochiamate, eventi a cui partecipare, etc.) (Broadbent et al., 2012; Alves-Oliveira et al., 2015). Infine, per quanto riguarda le attività terapeutiche e/o legate alla salute, Elisabeth potrebbe beneficiare di un robot che la aiuti a mantenersi in forma svolgendo attività fisica o altre attività di compagnia (Gross et al., 2019); Alves-Oliveira et al., 2015). Sulla base delle caratteristiche identificate, Elisabeth appare generalmente ben disposta verso l'uso di robot assistivi e sociali: l'alto livello di esperienza tecnologica fa sì che abbia poca ansia ma anche aspettative molto alte verso tali tecnologie. Analogamente, le eventuali condizioni facilitatrici previste dai metodi di valutazione della HRI (UTAUT, Almere TAM, STAM, etc.) possono influenzare positivamente l'accettabilità di un robot assistivo da parte di questa tipologia di utente.

## 15.3 Robotics Personas: introduzione e finalità

La progettazione di robot assistivi sempre più sociali, interattivi e dai ruoli ancora più complessi e indefinibili, ha portato alcuni ricercatori (soprattutto nell'ambito della sociologia e della psicologia applicate alla robotica) a riflettere sulla complessità comportamentale e caratteriale nella Human-Robot Interaction. Alcuni robot sono chiamati a compiere azioni

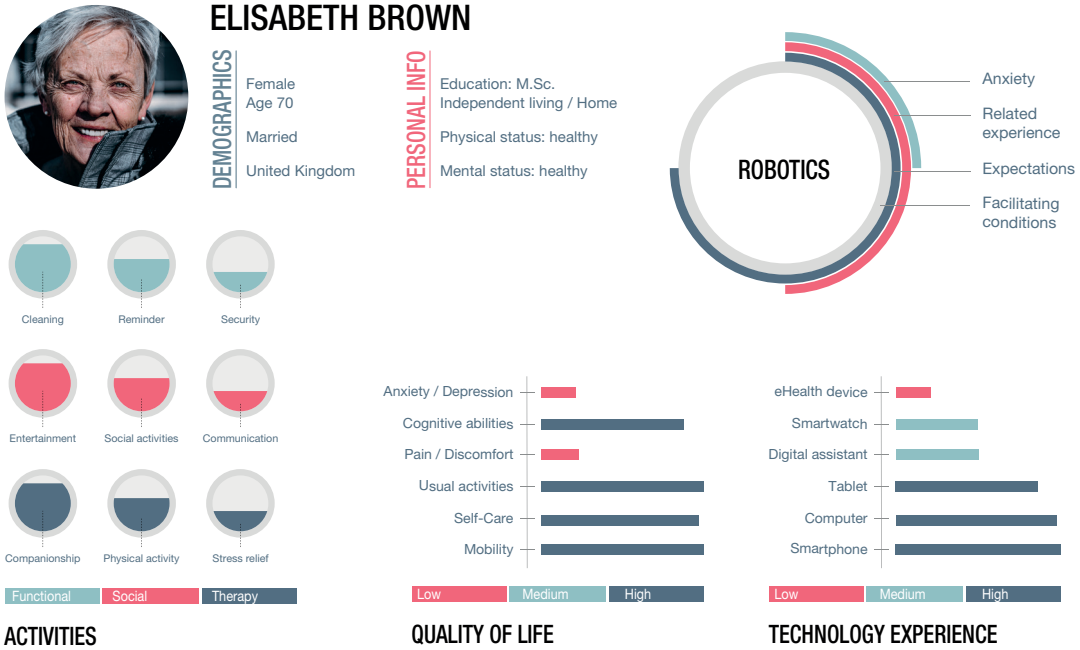



Figura 1 - User Personas 1: Elisabeth Brown, sviluppata a partire dai dati scientifici delle sperimentazioni condotte con robot sociali e assistivi, dai risultati del progetto di ricerca CloudIA e dall'indagine condotta sul territorio italiano ed europeo.

semplici e definite, rivestendo ruoli chiari e semplici, che non richiedono spiccate doti sociali o di conversazione. Tuttavia, si sta assistendo ad un incremento di robot che svolgono attività in cui la socialità ma anche la capacità di percepire e reagire ai comportamenti e alle emozioni umane sono caratteristiche molto importanti, se non determinanti per il successo di tali prodotti. I robot da conversazione per persone sole, l'assistente per tutta la famiglia, il robot receptionist, infermiere o tutor per l'insegnamento: tutti questi compiti, per la loro stessa natura, non potrebbero essere svolti da un robot in maniera fredda e distaccata ma presuppongono un minimo di **interazione socio-emotiva** e di **abilità comunicative** di un certo livello di complessità che simulino quelle umane.
A tal proposito, Ruckert, (2011) attua un interessante collegamento fra la robotica e il tema delle *Personas*, in quanto ***personalità percepite o evidenti*** che stanno emergendo molto dal punto di vista della progettazione della HRI. Infatti "*i ricercatori della HRI stanno scoprendo che interazioni sociali sempre più avvincenti fra uomo e robot si ottengono quando il robot viene implementato attraverso il metodo delle personas*" (Ruckert, 2011, p. 237).
In pratica, la ricerca scientifica riflette sul potenziale di incarnare una personalità all'interno di un robot, ovvero di fornire quest'ultimo di tratti comportamentali e caratteriali: per esplorare le ***personas robotiche***, i ricercatori in HRI attingono dalle teorie principali sulla personalità umana appartenenti all'ambito della psicologia (Corr & Matthews, 2009), come la *Big Five Inventory* (John, 1990) che identifica cinque tratti fondamentali della personalità umana: apertura mentale, coscienziosità, estroversione, gradevolezza, stabilità emotiva. Per personalità si intende l'insieme di tratti che caratterizzano un individuo e che sono relativamente stabili nel tempo. Gli studi in ambito HRI, finalizzati all'implementazione di

personalità all'interno di entità robotiche, si sono concentrati sulla fusione del metodo delle personas (Human-Centred) con ulteriori tecniche di sviluppo e definizione della personalità, fino a strutturare un processo di progettazione della stessa, scalabile e applicabile a diverse tipologie di robot e contesti. Tuttavia per definire, in maniera efficace e nel rispetto di tutte le questioni etiche, i ruoli e soprattutto i limiti entro i quali i *robot dotati di personalità* potranno sostituire o comunque assistere in maniera invasiva gli esseri umani, è importante considerare la molteplicità delle possibili *personas* ma anche l'*unità* che si colloca al suo interno. Secondo Ruckert, (2011) gli esseri umani sono profondamente complessi e hanno esperienza di sé e degli altri talvolta come unità, talvolta come molteplicità, ovvero come un'**eterogenea sfumatura di personalità** che arricchisce le interazioni sociali ed è, in parte, ciò che caratterizza il significato stesso di *essere umano*. Tale considerazione si riallaccia alla definizione di molteplicità di James, (1980, p. 294): "*un uomo ha tanti sé sociali quanti sono gli individui che lo riconoscono*". Tutti questi sé sono molteplici ma sono contestualmente determinati come unità. Riportando tali considerazioni in ambito robotico, è intuitivo immaginare come un singolo ruolo, talvolta, possa richiedere diverse sfumature in base al destinatario dell'interazione, al contesto o alla situazione specifica: un robot in ambito assistenziale o sanitario deve saper trasmettere sia comprensione che risolutezza, così come in ambito educativo. Il metodo delle personas può essere utile a definire un **determinato ruolo sociale** da attribuire al robot con tutte le sue sfaccettature e univoche molteplicità. L'applicazione delle personas ai robot non è, tuttavia, un processo semplice e lineare e lascia spazio a molte domande di ricerca: *è possibile progettare la complessità e la molteplicità delle personalità umane in ambito HRI? In che modo la personalità, intesa come maschera e quindi simulazione da parte del robot di comportamenti ed emozioni umane, influenza l'autenticità dell'interazione uomo-robot?*

Una definizione delle caratteristiche essenziali per l'interazione sociale è stata proposta nell'ambito dell'approccio *Interaction Pattern Approach* da Kahn et al., (2008), di cui si è trattato approfonditamente nel capitolo dedicato alla Human-Robot Interaction. Tale modello, validato nel corso di sperimentazioni con Robovie e con bambini, adolescenti o giovani adulti (Kahn et al., 2012a; Kahn et al., 2012b), prevede che i **pattern comportamentali** possano essere specificati in maniera talmente astratta da essere applicati univocamente a diversi contesti e scopi. Ruckert et al., (2013) propongono un'estensione dell'*Interaction Pattern Approach*, suggerendo di incorporare nei robot non una singola personalità ma personalità multiple, complesse e dinamiche. Ciò sarebbe possibile elaborando delle **reti di personalità complementari** per un robot utilizzabile in un contesto specifico e con un ruolo preciso.

Esprimere una personalità robotica, che sia essa univoca o molteplice, implica importanti sfide e domande per il design: *che tipo di personalità progettare? Come esprimere questa personalità?* Etc.

Meerbeek et al., (2009) propongono un **processo iterativo** per progettare e valutare le espressioni di un robot domestico. La loro ricerca parte dalla riflessione sull'importanza di trasmettere agli utenti un modello mentale che li aiuti a dare un senso ai comportamenti del robot e a capire quali azioni deve compiere. Una progettazione appropriata dell'interazione uomo-robot, infatti, è determinante per l'accettazione dei robot in generale e soprattutto di quelli con scopo sociale o assistenziale. Sulla base degli studi di Heider & Simmel, (1944) e di Tremoulet & Feldman, (2000) sull'attribuzione di comportamenti umani ai movimenti di oggetti o punti sullo schermo, Forlizzi et al., (2006) avevano già sperimentato come l'introduzione del robot per le pulizie Roomba in ambito domestico avesse influenzato i ruoli sociali degli utenti, anche se il piccolo robot non era stato progettato per l'intera-

zione sociale. Tale processo, noto come ***antropomorfismo*** è un tema di ricerca molto complesso nel campo della HRI e costituisce, secondo alcuni metodi di valutazione, una variabile determinante dell'accettabilità dei robot da parte delle persone. Per un designer o un progettista è importante comprendere come le percezioni dell'utente influenzino la HRI e come strutturare una personalità in maniera coerente all'interno di un robot: secondo Dryer, (1999) la **coerenza della personalità** è data dalla coesione del comportamento, dalla stabilità nel tempo e dalla generalità cross-situazionale. In linea con le ipotesi di Duffy, (2003), Meerbeck et al., (2009) sostengono che le caratteristiche antropomorfe del robot debbano essere progettate sia per rendere l'interazione più fluida e naturale ma anche in base alle reali abilità tecniche del robot. Essi propongono un metodo di progettazione di personalità robotiche che sia una sintesi dei tre approcci già esistenti:

- **technology driven:** il comportamento deriva da **caratteristiche funzionali**, come la navigazione o la velocità di movimento. La principale architettura di comportamento in tale categoria è quella di Brooks, (2014) per cui il comportamento del robot è una caratteristica emergente composta da un insieme di azioni di base. Solo in seguito, con Loyall, (1997) e Neubauer, (2004) è stata posta l'attenzione al modo in cui l'utente percepisce questi comportamenti, anche se l'implementazione della personalità *technology driven* non si è mai distaccata dalla progettazione basata sui limiti tecnologici;
- **artistic design:** l'approccio artistico è focalizzato sull'**espressione del comportamento**, ovvero su come le persone lo percepiscono, tralasciando la funzionalità tecnica. Tale approccio si basa sui principi di animazione, fra cui i più importanti sono i 12 principi delle animazioni Disney espressi da Thomas & Johnson, (1981). Il primo ad applicarli alla robotica è stato Van Breemen, (2004), dimostrando così di poter far sembrare il comportamento del robot più realistico. A tal proposito Dautenhahn, (2002) fornisce alcune linee guida ai progettisti, distinguendo due dimensioni del design: **design universale** (incorpora caratteristiche universalmente condivise in cui l'utente può riconoscersi) e **design astratto** (che lascia libertà artistica al designer);
- **user centered:** basato sul ciclo di progettazione iterativo per perfezionare il prodotto sulla base delle reali necessità, obiettivi e esperienze dell'utente. In ambito HRI vi sono diversi approcci in tal senso: Ljungblad et al., (2006) hanno usato il metodo delle personas per progettare agenti artificiali, mentre il robot personale PaPeRo (Osada et al., 2006) è stato sviluppato attraverso il metodo dello scenario. Tuttavia, nonostante l'attenzione per l'utente, le idee creative del designer rappresentano un elemento fondamentale per la progettazione dell'interazione di personalità robotiche.
- Il nuovo metodo proposto da Meerbeck et al., (2009) consiste in cinque fasi:
- **creazione di un profilo della personalità:** a partire dalla *Big Five Inventory*, i ricercatori hanno selezionato diversi tratti di ogni personalità da utilizzare come item all'interno di questionari da somministrare agli utenti, al fine di ottenere feedback sulla personalità desiderata per il robot;
- **ricerca di ispirazione per le espressioni**, attraverso workshop teatrali incentrati sulle espressioni emotive e sull'interpretazione artistica di una personalità robotica;
- **bozza di scenario**, basato sulle espressioni scelte per il robot, strutturate all'interno di uno storyboard;
- **visualizzazione in 3D** dello scenario;
- **valutazione dello scenario** attraverso il metodo del thinking aloud con dodici partecipanti.

Il processo proposto rappresenta un'interessante punto di contatto fra la HRI e l'approccio HCD, combinando aspetti tecnici, artistici e centrati sull'utente.

La personalità percepita costituisce sicuramente un valore aggiunto e un elemento determinante per l'interazione e l'accettabilità dei robot. Tuttavia, analogamente alle relazioni uomo-uomo, l'interazione con un robot dotato di una certa personalità è caratterizzata da qualità e caratteristiche astratte e non quantificabili, non inquadrabili in schemi o modelli standardizzati, che sono influenzate anche da emozioni, sensazioni, ricordi o dal vissuto personale dell'utente. Ciò rende il tema della personalità robotica molto complesso e profondo e introduce ulteriori domande di ricerca: *come strutturare la personalità robotica in relazione a quella dell'utente di riferimento? Come poter prevedere e progettare una sorta di affinità fra i due caratteri?*
A tal proposito Woods et al., (2005) si chiedono se la personalità del robot debba corrispondere a quella dell'utente umano o essere diversa. Hanno fatto interagire ventotto adulti con un robot umanoide che mostrava due stili comportamentali (socialmente interattivo e socialmente ignaro). Attraverso la somministrazione di questionari è stato possibile rilevare il **livello di corrispondenza fra i tratti di personalità umana e robotica**. Dai risultati emerge che i soggetti umani non si consideravano simili a nessuno dei due robot: essi ritenevano di avere personalità più forti. Inoltre, è stato dimostrato che fattori come il genere, l'età e l'esperienza tecnologica possono essere determinanti per il modo in cui i soggetti valutavano la loro personalità in confronto a quella del robot. Le persone più giovani e con più esperienza tecnologica, infatti, sembrano essere più preparate ad attribuire tratti della propria personalità ad un robot.

## 15.4 Robotics Personas: approccio HCD per la progettazione della HRI

A partire dai risultati delle sperimentazioni con utenti reali e robot assistivi e sociali (capitolo 10) e dai dati raccolti nell'ambito dell'indagine esplorativa condotta in Italia e in Europa (capitolo 12), sono stati prodotti una serie di **profili robotici** (*Robotics Personas*) che non si focalizzano esclusivamente sull'eventuale personalità mostrata dal robot bensì sui contesti d'uso, sulle attività e sulla tipologia di interazione per cui i singoli robot si sono rivelati più efficaci e appropriati per gli utenti di riferimento. Le Robotic Personas mostrano, infatti, anche le caratteristiche degli utenti per cui si sono mostrati più accettabili e le nazioni in cui sono stati sperimentati. Infine, sono stati selezionati i principali criteri morfologici, funzionali, interattivi determinanti per l'accettabilità in relazione al contesto e all'utente di riferimento.
Di seguito sono analizzate alcune fra le principali *Robotic Personas* elaborate. Le altre *Robotic Personas* sviluppate sono consultabili alla fine di questo capitolo. I profili robotici si riferiscono a robot realmente esistenti e sperimentati: ogni profilo si considera come rappresentativo di una categoria di robot assistivi e sociali simili per aspetto formale, funzione e attività.

### *15.4.1 Robotic Personas 1: AIBO - Companion robot*

AIBO (Figura 2) è stato sperimentato in svariati contesti d'uso (casa, casa di riposo, strutture assistenziali, centri diurni) su utenti giapponesi, italiani, scozzesi e americani. Le tipologie di interazione possibili sono i gesti, i comandi vocali, la vista e il tatto. Il robot si è dimostrato efficace sia per utenti sani o con lievi deficit cognitivi (Neunast et al., 2010; Kanamori et al., 2002), sia con persone affette da demenza o addirittura da Alzheimer (Hamada et al., 2008; Tamura et al., 2004). Le attività sociali per cui AIBO risulta più efficace sono: intrattenimento, compagnia, comunicazione o espressione emotiva e facilitatore sociale (Suga et al., 2003; Kanamori et al., 2003; Sakairi, 2004). I benefici sociali emersi dal-

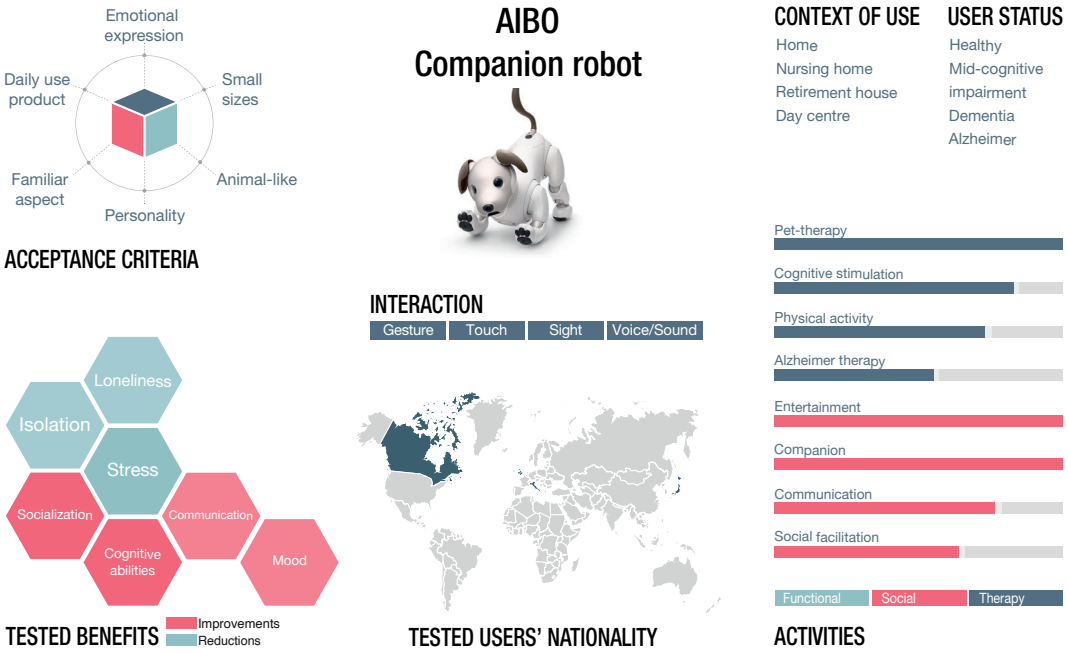



Figura 2 - Robotic Personas 1: AIBO - Companion robot. Sviluppata a partire dai dati scientifici delle sperimentazioni condotte con robot sociali e assistivi e dall'indagine esplorativa condotta sul territorio italiano ed europeo.

le sperimentazioni con AIBO riguardano soprattutto l'aumento della socializzazione, della comunicazione e dell'espressione emotiva degli utenti e del loro stato d'animo. Le attività terapeutiche per cui si è dimostrato più efficace sono: pet-therapy, stimolazione cognitiva, attività fisica e terapia per l'Alzheimer (Hamada et al., 2008; Banks et al., 2008; Hamada et al., 2004). Quindi, i benefici testati in ambito terapeutico sono soprattutto la riduzione di stress, solitudine e isolamento e l'implementazione delle abilità cognitive e della qualità della vita in generale.
I criteri morfologici, funzionali o interattivi che rendono AIBO più apprezzato e accettato dagli utenti sono: dimensioni piccole, aspetto zoomorfo e familiare, personalità proattiva e espressività emotiva (Backonjia et al., 2018; Kertész & Turunen, 2019; Kanamori et al., 2002; Abdi et al., 2018).

### *15.4.2 Robotic Personas 2: NAO - Autonomous programmable robot*

NAO (Figura 3) è stato sperimentato principalmente in ambiente domestico, in case di riposo e in strutture assistenziali su utenti provenienti da Stati Uniti, Canada, Germania, Italia, Olanda, Svezia, Austria, Israele. Le tipologie di interazione possibili sono i gesti, i comandi vocali, la vista e il tatto. Il robot si è dimostrato efficace sia per utenti sani o con lievi deficit cognitivi (Torta et al., 2013; Torta et al., 2014; Werner et al., 2012) sia per quelli affetti da demenza (Soler et al., 2015; Martin et al., 2013). Le attività funzionali per cui NAO risulta più efficace sono quelle legate alla sicurezza e al monitoraggio a distanza dello stato di salute degli utenti (Torta et al., 2013; Werner et al., 2012). Le principali attività sociali riguardano l'intrattenimento, la compagnia, la comunicazione e la facilitazione sociale (Werner

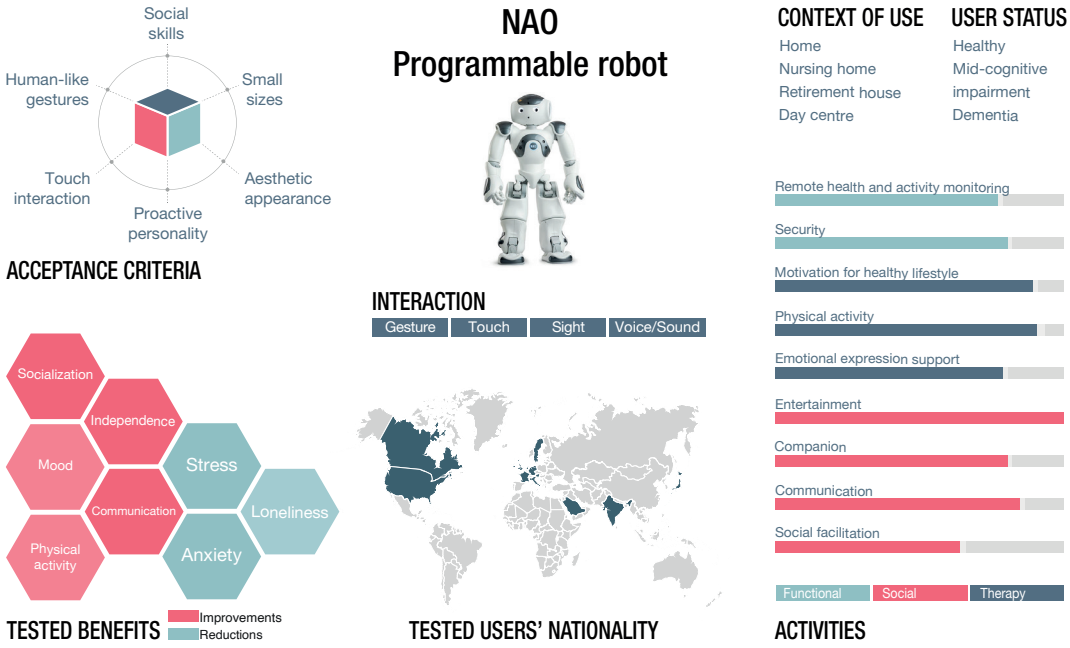



Figura 3 - Robotic Personas 2: NAO - Companion robot. Sviluppata a partire dai dati scientifici delle sperimentazioni condotte con robot sociali e assistivi e dall'indagine esplorativa condotta sul territorio italiano ed europeo.

et al., 2012; Torta et al., 2014; Montemerlo et al., 2002). Le attività terapeutiche più efficaci con NAO sono la motivazione al mantenimento di uno stile di vita sano e attivo, incluso lo svolgimento di attività fisica e l'espressione emotiva (Torta et al., 2013; Keizer et al., 2019). Di conseguenza i miglioramenti più evidenti riguardano il supporto all'indipendenza e all'autonomia degli anziani, l'aumento della socializzazione e della comunicazione, la motivazione a svolgere attività sociali e un generale miglioramento dello stato d'animo con conseguente riduzione dello stress, dell'ansia e del senso di solitudine. I criteri morfologici, funzionali o interattivi che rendono NAO più apprezzato e accettato dagli utenti sono: le piccole dimensioni e l'aspetto estetico accattivante, la personalità proattiva e le abilità sociali, la possibilità di interazione tramite tatto e i gesti simili a quelli degli esseri umani (Alenljung et al., 2018; Torta et al., 2013; Pineau et al., 2003; Werner et al., 2012).

### *15.4.3 Robotic Personas 3: ElliQ - Proactive desk robot*

ElliQ (Figura 4) è stato sperimentato principalmente in ambiente domestico su utenti provenienti dagli Stati Uniti. Le tipologie di interazione possibili sono i gesti, i comandi vocali, la vista e il tatto. Il robot si è dimostrato efficace su utenti sani, anche se la relativa novità del prodotto non esclude future sperimentazioni su utenti con differenti caratteristiche fisiche e/o cognitive. Le attività funzionali per cui ElliQ risulta più efficace sono legate alla sicurezza e alla possibilità di personalizzare l'interazione grazie all'intelligenza artificiale (AI). ElliQ è apprezzata soprattutto per le attività sociali, ovvero intrattenimento, compagnia, facilitazione sociale, supporto alla comunicazione e al coinvolgimento delle persone. Infine, le attività terapeutiche per cui ElliQ è efficace sono il supporto all'attività fisica e il

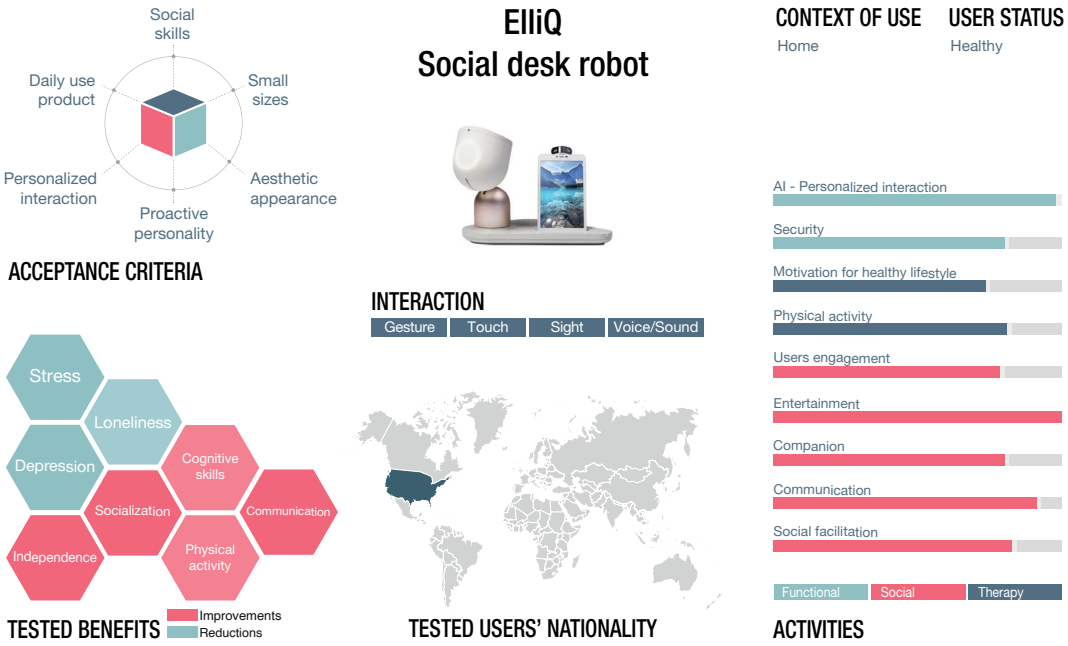



Figura 4 - Robotic Personas 3: ElliQ - Proactive desk robot. Sviluppata a partire dai dati scientifici delle sperimentazioni condotte con robot sociali e assistivi e dall'indagine esplorativa condotta sul territorio italiano ed europeo.

mantenimento di uno stile di vita sano (Intuition Robotics, 2019; Deutsch et al., 2019). Di conseguenza, i miglioramenti sperimentati in seguito all'uso di ElliQ riguardano il supporto all'indipendenza e allo svolgimento di attività fisica, l'aumento di socializzazione e di comunicazione fra le persone e il miglioramento delle abilità cognitive. È stata testata, quindi, una riduzione dello stress, della solitudine e anche della depressione (Intuition Robotics, 2019; Deutsch et al., 2019).
I criteri morfologici, funzionali o interattivi che rendono ElliQ più apprezzato e accettato dagli utenti sono: piccole dimensioni e aspetto acccattivante simile a quello di un oggetto d'uso quotidiano, personalità proattiva e abilità sociali, oltre che la possibilità di instaurare un tipo di interazione personalizzata in base alle necessità degli utenti (Intuition Robotics, 2019; Deutsch et al., 2019).

## 15.5 User e Robotic Personas: strumenti efficaci per definire i criteri dell'accettabilità

La produzione di archetipi di utenti tipo e di profili dei principali robot assistivi e sociali, sperimentati a livello globale, rappresenta uno strumento efficace per selezionare, identificare e comparare i **requisiti essenziali** e i **criteri più accettabili** di ogni piattaforma robotica. Nell'ottica dello sviluppo dello strumento finale, sulla base delle ipotesi di ricerca H-3, H-3a e H-4, per ogni User Personas sono state identificate le tre Robotic Personas più compatibili, in relazione alle funzioni, caratteristiche estetico-formali, comportamentali e interattive. Ciò ha consentito di sviluppare una serie di **schede comparative**, sulla base della ricerca

teorica relativa alle sperimentazioni dei principali robot assistivi e sociali per utenti anziani e fragili (capitolo 10) e dei dati emersi nell'ambito delle indagini esplorative su utenti in Italia e in Europa (capitolo 12). Le schede comparative sono utili ad evidenziare le esigenze della User Personas che il robot assistivo può soddisfare, sulla base delle attività, dei benefici e dei criteri di accettabilità propri del profilo robotico.
Di seguito sono descritte le schede relative alla user personas 1: esse rappresentano la componente primaria dello strumento proposto nonché il principale output dei processi di (1) selezione e **categorizzazione dei robot sociali e assistivi** attualmente sviluppati, (2) identificazione degli **elementi qualitativi e quantitativi** che determinano l'accettazione degli stessi, (3) strutturazione dell'**architettura di un database** che, sulla base del contesto di progettazione, possa fornire indicazioni utili a definire i requisiti progettuali. Ulteriori schede di compatibilità sviluppate sono consultabili alla fine di questo capitolo.

### *15.5.1 Schede di compatibilità 1: Elisabeth Brown e AIBO, NAO, ElliQ*

Sulla base dei dati scientifici raccolti e sistematizzati nei capitoli dedicati alla ricerca teorica e sperimentale, i robot sociali e assistivi AIBO (robotic personas 1), NAO (robotic personas 2) ed ElliQ (robotic personas 3) risultano i più adatti a soddisfare i requisiti progettuali emersi dall'analisi della user personas 1 (Elisabeth Brown). I tre robot non sono indistintamente accettabili dal profilo utente 1 ma presentano alcune differenze classificabili in base alle attività, ai benefici, ai miglioramenti relativi alla qualità della vita e ai criteri estetici, funzionali, comportamentali del robot.

Dal punto di vista delle **attività** per cui Elisabeth Brown può necessitare di **assistenza** (Figura 5) AIBO risulta più efficace per gli aspetti sociali (intrattenimento, facilitazione sociale, espressione emotiva) o terapeutici (compagnia, riduzione dello stress e motivazione ad una vita sana e attiva). Analogamente, NAO è molto efficace per le attività sociali ma meno per quelle terapeutiche (è utile soprattutto come *motivatore*) o funzionali. ElliQ, invece, risulta estremamente efficace sia per gli aspetti funzionali (rilevamento cadute, promemoria per medicine o appuntamenti), che per quelli sociali (intrattenimento, facilitatore sociale, coinvolgimento) e terapeutici (riduzione dello stress e della solitudine, motivatore per l'attività fisica).

Dal punto di vista dei benefici per la **qualità della vita** della user personas 1 (Figura 6), risulta evidente una riduzione dello stato di ansia e di solitudine in seguito all'uso di tutti e tre i robot selezionati, sebbene il beneficio sia maggiore nel caso di AIBO. Le abilità cognitive, il senso di indipendenza e il mantenimento di uno stile di vita sano e attivo migliorano notevolmente soprattutto in seguito all'uso di ElliQ. Infine, lo stato d'animo di Elisabeth beneficia della compagnia di tutti e tre i robot ma soprattutto di ElliQ e AIBO.

Per quanto riguarda i principali criteri per cui i tre robot risultano essere più accettabili in base alle esigenze della user personas 1 (Figura 7) emerge che sia AIBO, NAO ed ElliQ sono apprezzati per le piccole dimensioni, criterio determinante per l'accettabilità di robot assistivi e sociali, soprattutto in ambiente domestico, e influente per la riduzione di ansia e per la percezione del prodotto tecnologico come più sicuro, più facile da usare e più di compagnia, alla stregua di un prodotto d'uso quotidiano o di un animale domestico (Torta et al., 2014; Werner et al., 2012; Deutsch et al., 2019; Wu et al., 2012; Jia, 2017). AIBO è più accettabile per l'aspetto simile a quello di un animale domestico e comunque familiare; analogamente ElliQ lo è per l'aspetto simile a quello di un prodotto d'uso quotidiano. NAO

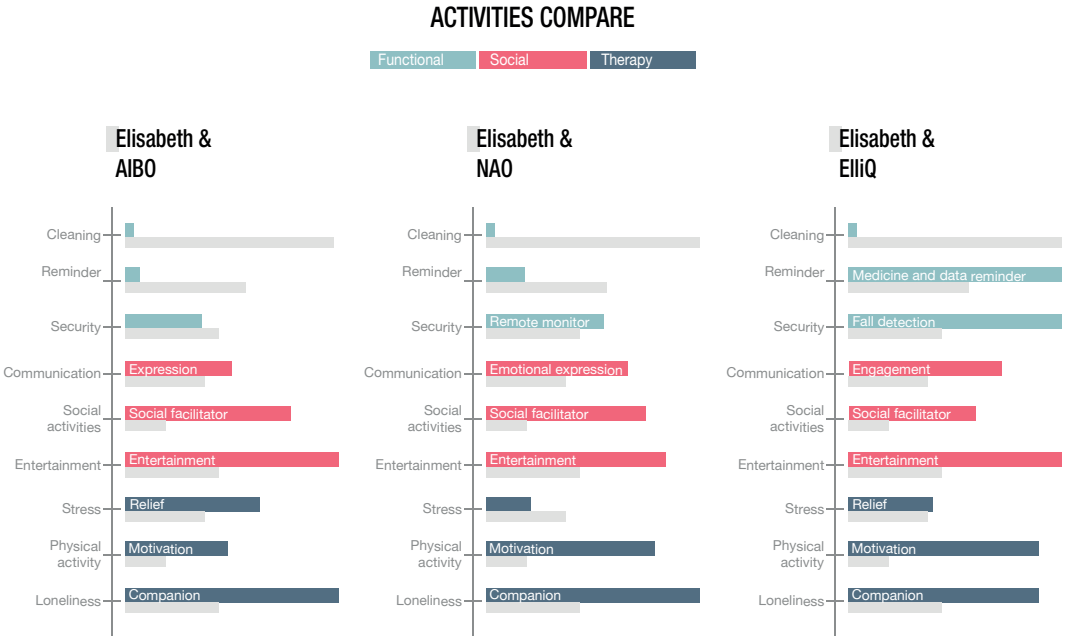



Figura 5 - Scheda comparativa delle attività per cui i robot AIBO (robotic personas 1), NAO (robotic personas 2) ed ElliQ (robotic personas 3) risultano più accettabili per la user personas 1 (Elisabeth Brown). In grigio sono indicate le esigenze dell'utente e a colori, secondo la legenda, le varie tipologie di attività.

ed ElliQ risultano avere l'aspetto più accattivante. Per quanto riguarda l'aspetto emotivo, sociale e comportamentale, AIBO è il più apprezzato per la forte espressività affettiva e per la possibilità di interazione e di comunicazione attraverso il tatto. Quest'ultima caratteristica riguarda anche NAO, il cui **livello di accettabilità** dipende anche dai suoi gesti simili a quelli umani. ElliQ, dotata di un'intelligenza artificiale piuttosto avanzata, a differenza di NAO e AIBO consente un tipo di **interazione estremamente personalizzata** (l'adattabilità è una variabile influente per l'accettazione della tecnologia, soprattutto secondo i modelli Almere TAM e USUS). La personalità proattiva è molto apprezzata in ElliQ e NAO, in quanto fattore influente per il coinvolgimento durante l'interazione (Shamsuddin et al., 2012). Infine, tutti e tre i robot sono accettabili per le abilità sociali, soprattutto NAO ed ElliQ.

## 15.6 Ulteriori User/Robotic Personas e schede di compatibilità sviluppate

Di seguito sono consultabili ulteriori User Personas, Robotic Personas e relative schede di compatibilità (Figure 8 - 21) sviluppate ai fini della tesi dottorale e dello sviluppo dello strumento/piattaforma proposto come output progettuale della ricerca.
I criteri di sviluppo dei profili di utenti e di robot, e delle relative schede di compatibilità, sono analoghi a quelli già descritti dettagliatamente nel caso della User Personas 1, delle Robotic Personas 1, 2, 3 e delle schede di acompatibilità 1 (Elisabeth Brown e AIBO, NAO, ElliQ). Di conseguenza, questo paragrafo ha l'obiettivo di consentire la consultazione di ulteriori schede pur senza la discussione già effettuata precedentemente. Inoltre, in questa sede, la consultazione di ulteriori schede ha il solo scopo di fornire una visione generale

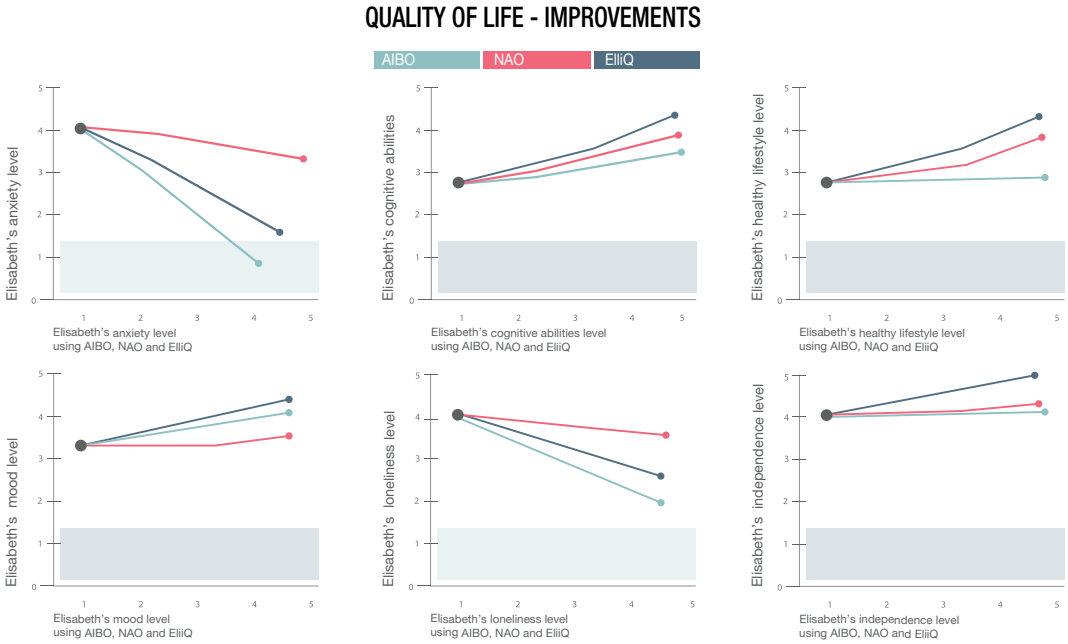



Figura 6 - Scheda comparativa dei benefici per la qualità della vita per cui i robot AIBO (robotic personas 1), NAO (robotic personas 2) ed ElliQ (robotic personas 3) risultano più accettabili ed efficaci per la user personas 1 (Elisabeth Brown). Ogni grafico rappresenta l'andamento dei livelli dei sei principali benefici individuati in seguito all'uso dei tre robot.

dello strumento proposto e dei relativi contenuti: essendo tale strumento un progetto *in itinere*, la cui architettura sarà definita alla conclusione della tesi dottorale ma il cui sviluppo potrà trovare continuità nell'ambito di progetti di ricerca nazionali e/o internazionali, è verosimile che in questa sede non sarà possibile inserire la totalità di schede e contenuti sviluppabili ma solo una piccola parte, utile ad esporre la struttura e le fondamenta dell'output proposto.

Per quanto riguarda le User Personas, i nomi e cognomi non sono riferiti a persone reali ma fungono da codice identificativo per facilitare la consultazione dei dati (Cooper, 2004). Analogamente, tutte le informazioni raccolte sono frutto di una sintesi dei dati scientifici raccolti da utenti reali e non sono riferiti ad un singolo individuo (Hartson & Pyla, 2012).
I profili robotici si riferiscono a robot realmente esistenti e sperimentati: ogni profilo si considera come rappresentativo di una categoria di robot assistivi e sociali simili per aspetto formale, funzione e attività.

Le schede di compatibilità rappresentano la componente primaria dello strumento proposto nonché il principale output dei processi di (1) selezione e **categorizzazione dei robot sociali e assistivi** attualmente sviluppati, (2) identificazione degli **elementi qualitativi e quantitativi** che determinano l'accettazione degli stessi, (3) strutturazione dell'**architettura di un database** che, sulla base del contesto di progettazione, possa fornire indicazioni utili a definire i requisiti progettuali.

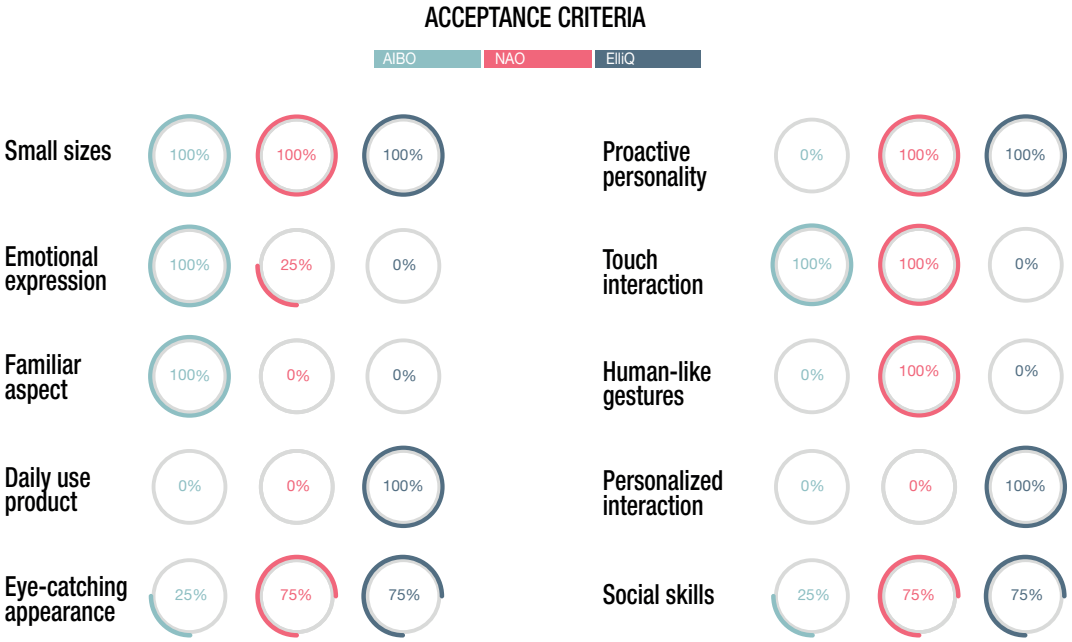



Figura 7 - Scheda comparativa dei criteri per cui i robot AIBO (robotic personas 1), NAO (robotic personas 2) ed ElliQ (robotic personas 3) risultano più accettabili ed efficaci in relazione alle esigenze della user personas 1 (Elisabeth Brown).

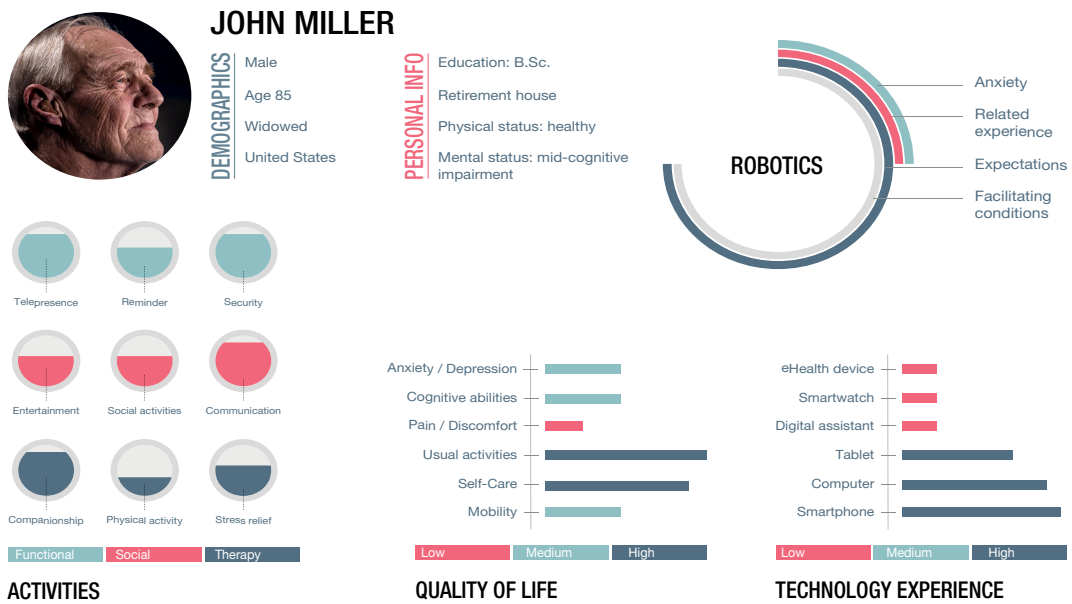



Figura 8 - User Personas 2: John Miller, sviluppata a partire dai dati scientifici delle sperimentazioni condotte con robot sociali e assistivi, dai risultati del progetto di ricerca CloudIA e dall'indagine condotta sul territorio italiano ed europeo.

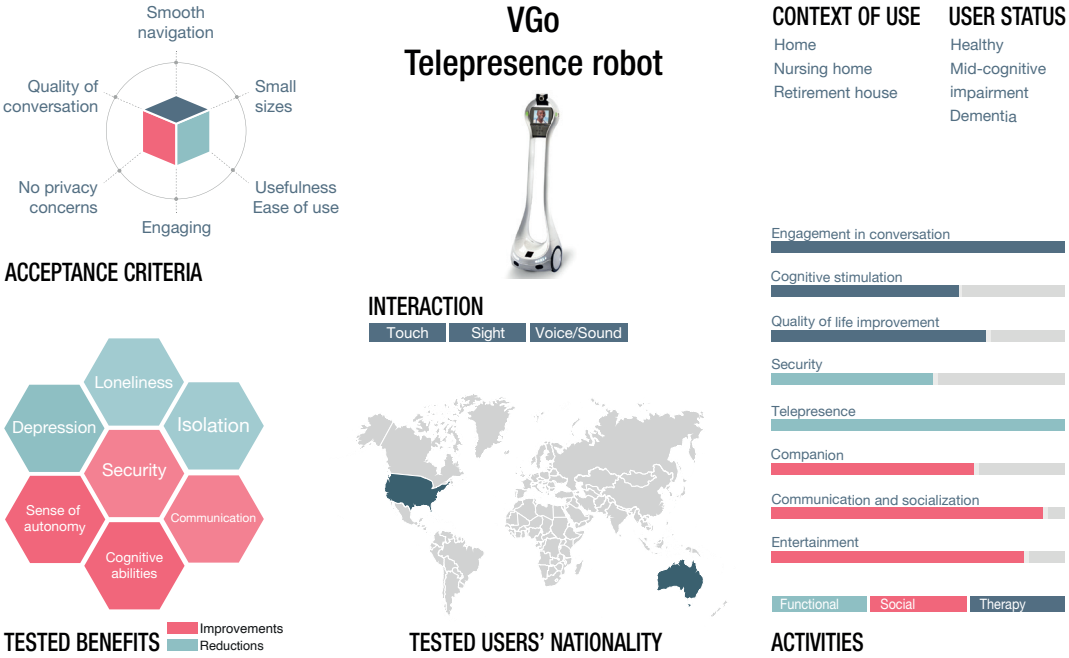



Figura 9 - Robotic Personas 4: VGo - Telepresence robot. Sviluppata a partire dai dati scientifici delle sperimentazioni condotte con robot sociali e assistivi e dall'indagine esplorativa condotta sul territorio italiano ed europeo.

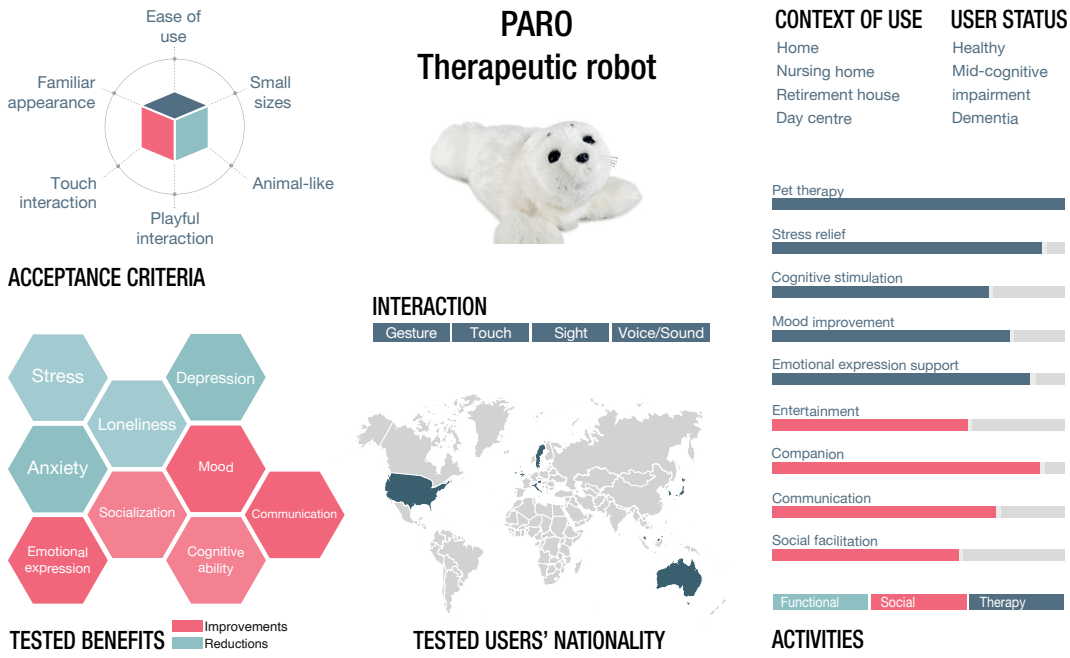



Figura 10 - Robotic Personas 5: PARO - Therapeutic robot. Sviluppata a partire dai dati scientifici delle sperimentazioni condotte con robot sociali e assistivi e dall'indagine esplorativa condotta sul territorio italiano ed europeo.

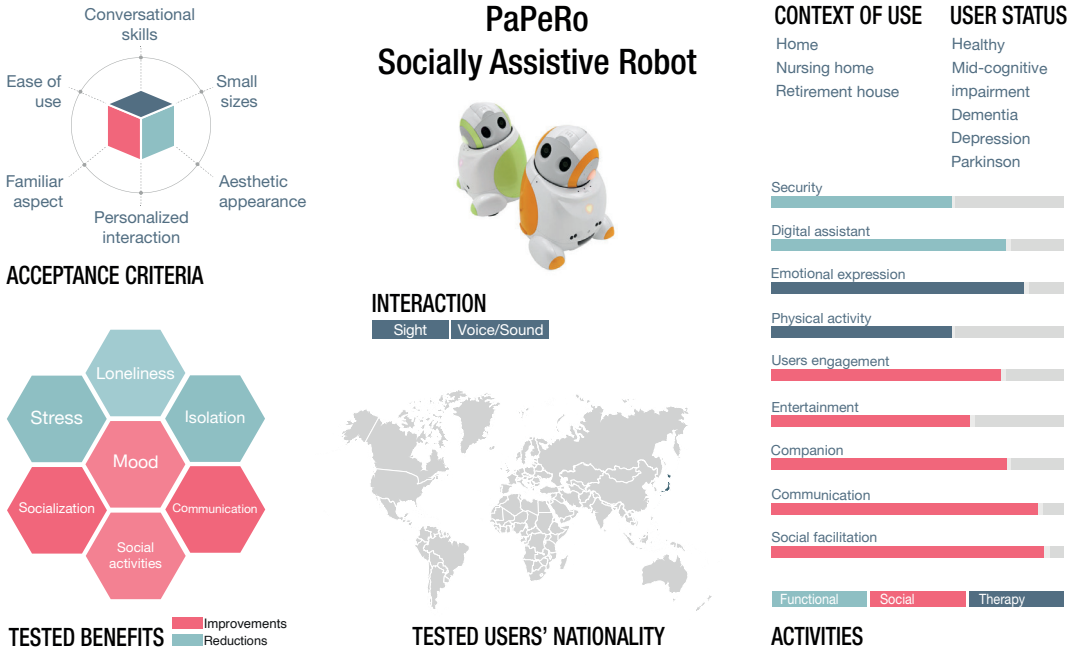



Figura 11 - Robotic Personas 6: PaPeRo - Socially Assistive robot. Sviluppata a partire dai dati scientifici delle sperimentazioni condotte con robot sociali e assistivi e dall'indagine esplorativa condotta sul territorio italiano ed europeo.

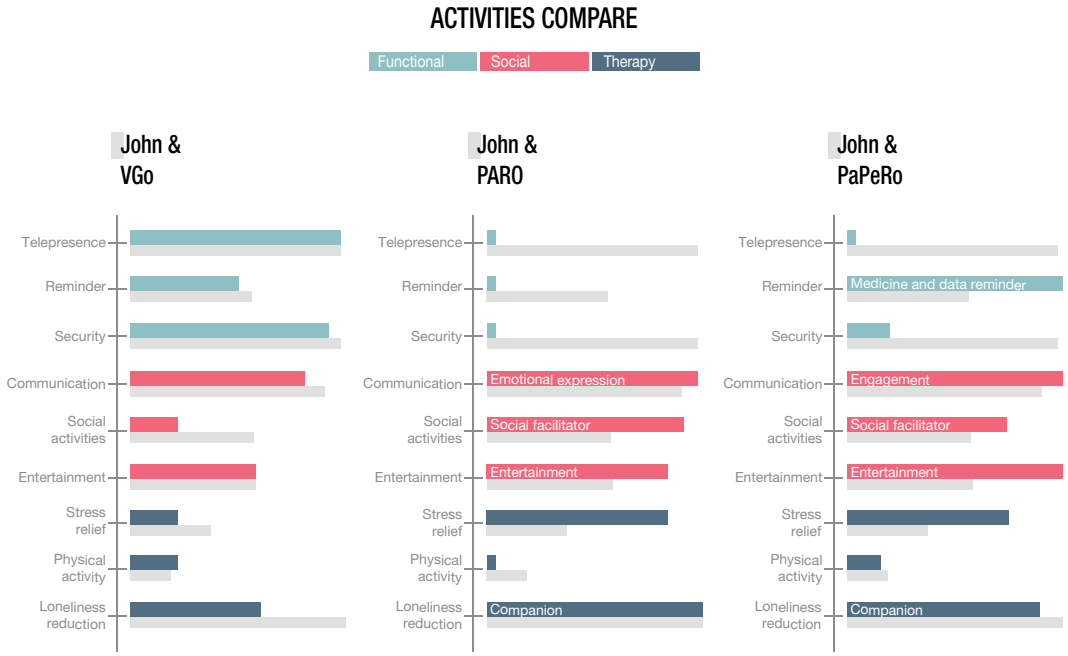



Figura 12 - Scheda comparativa delle attività per cui i robot VGo (robotic personas 4), PARO (robotic personas 5) e PaPeRo (robotic personas 6) risultano più accettabili per la user personas 2 (John Miller). In grigio sono indicate le esigenze dell'utente e a colori, secondo la legenda, le varie tipologie di attività.

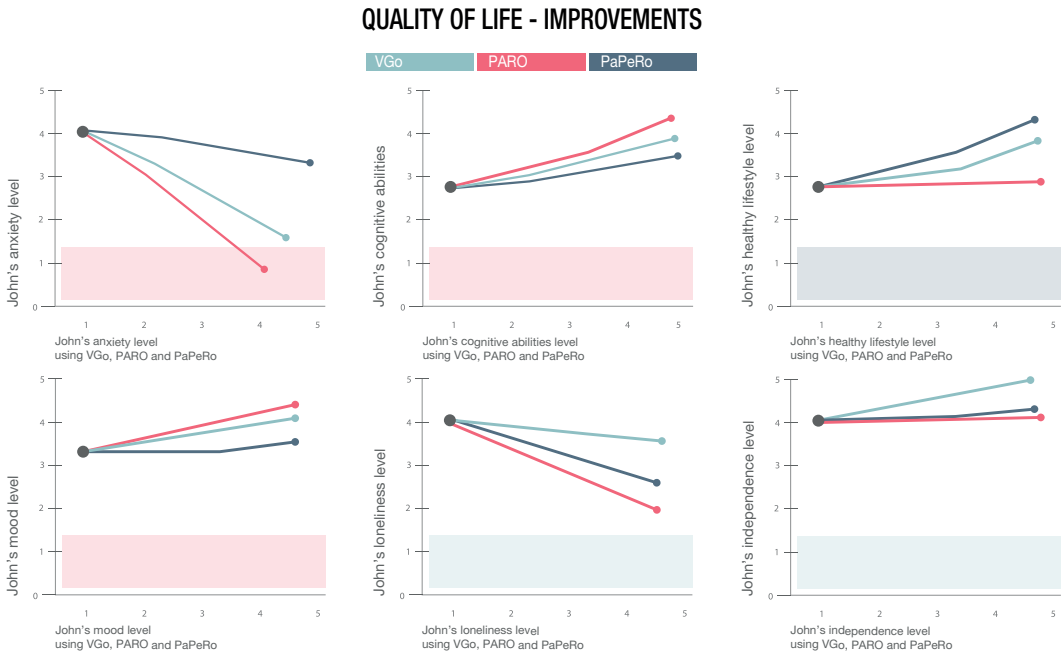



Figura 13 - Scheda comparativa dei benefici per la qualità della vita per cui i robot VGo (robotic personas 4), PARO (robotic personas 5) e PaPeRo (robotic personas 6) risultano più accettabili ed efficaci per la user personas 2 (John Miller). Ogni grafico rappresenta l'andamento dei livelli dei sei principali benefici individuati in seguito all'uso dei tre robot.

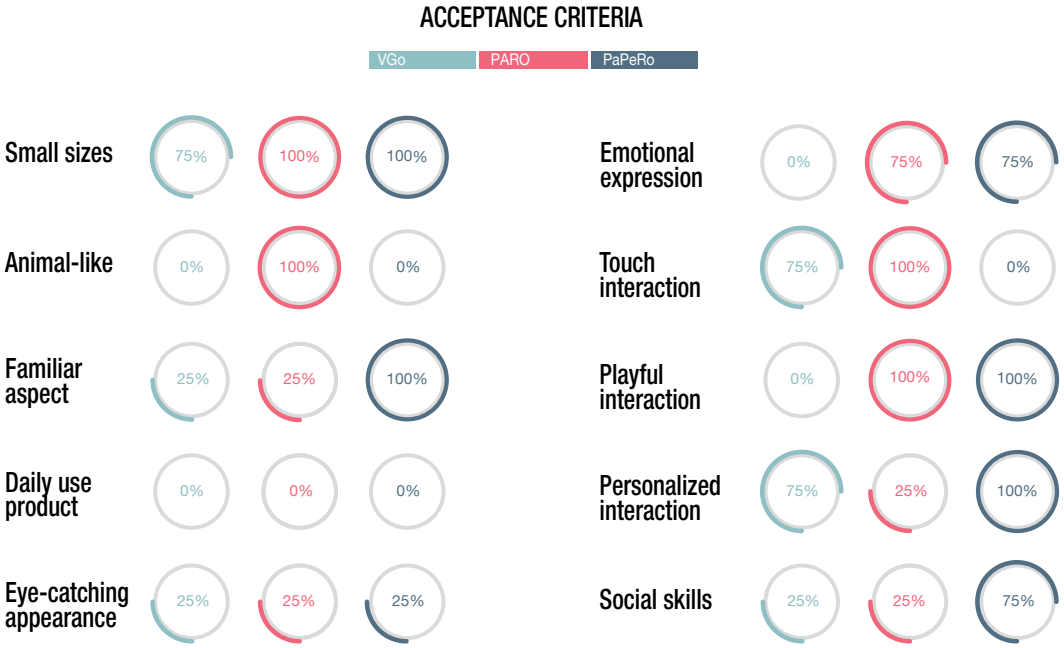



Figura 14 - Scheda comparativa dei criteri per cui i robot VGo (robotic personas 4), PARO (robotic personas 5) e PaPeRo (robotic personas 6) risultano più accettabili ed efficaci in relazione alle esigenze della user personas 2 (John Miller).

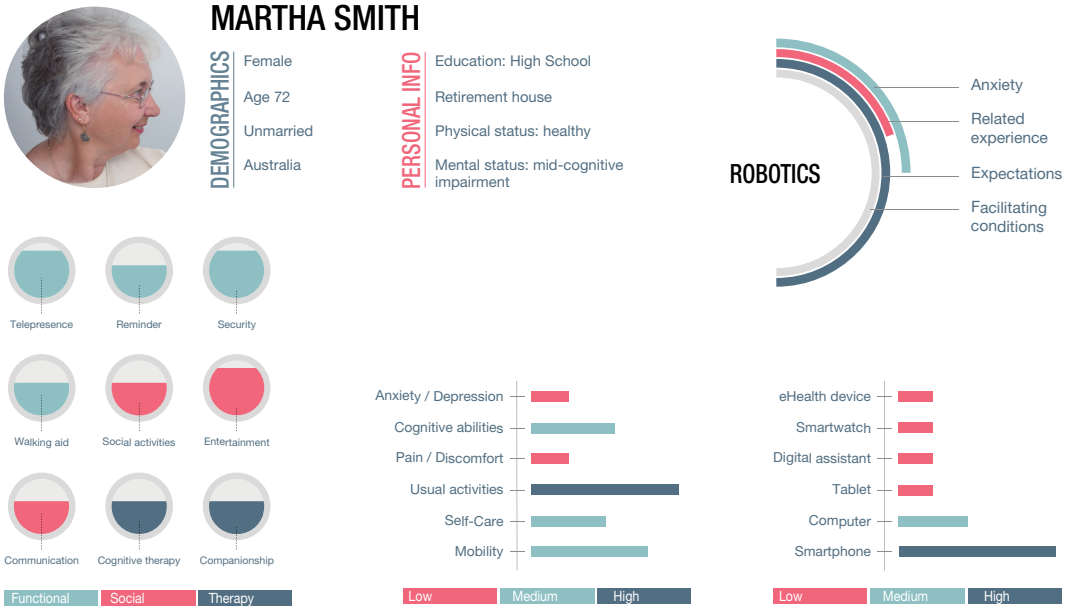



Figura 15 - User Personas 3: Martha Smith, sviluppata a partire dai dati scientifici delle sperimentazioni condotte con robot sociali e assistivi, dai risultati del progetto di ricerca CloudIA e dall'indagine condotta sul territorio italiano ed europeo.

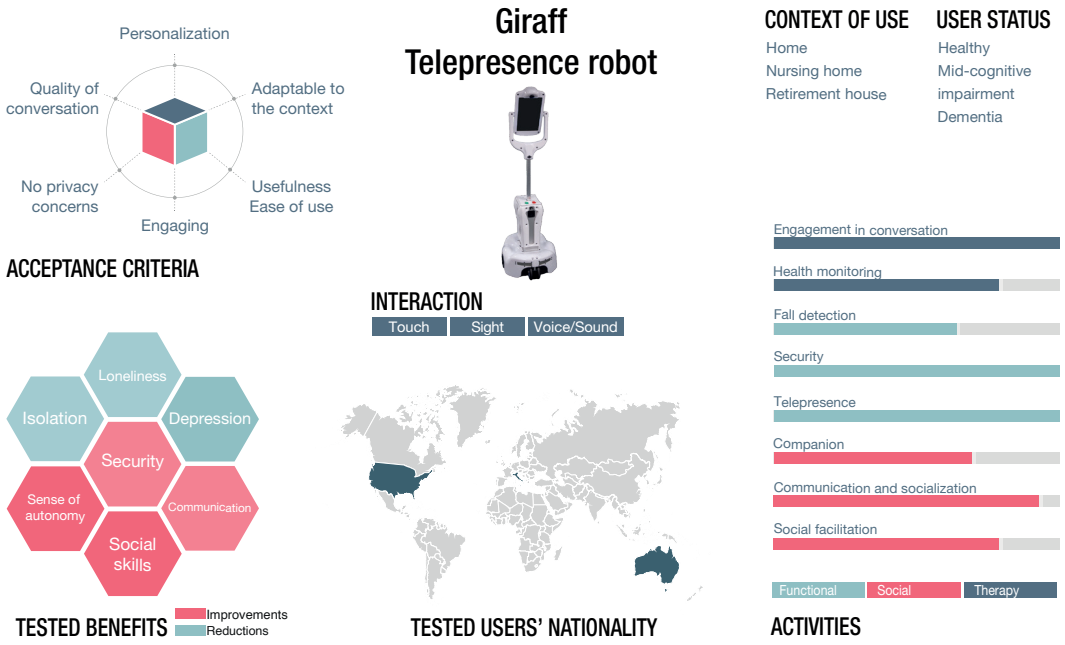



Figura 16 - Robotic Personas 7: Giraff - Telepresence robot. Sviluppata a partire dai dati scientifici delle sperimentazioni condotte con robot sociali e assistivi e dall'indagine esplorativa condotta sul territorio italiano ed europeo.

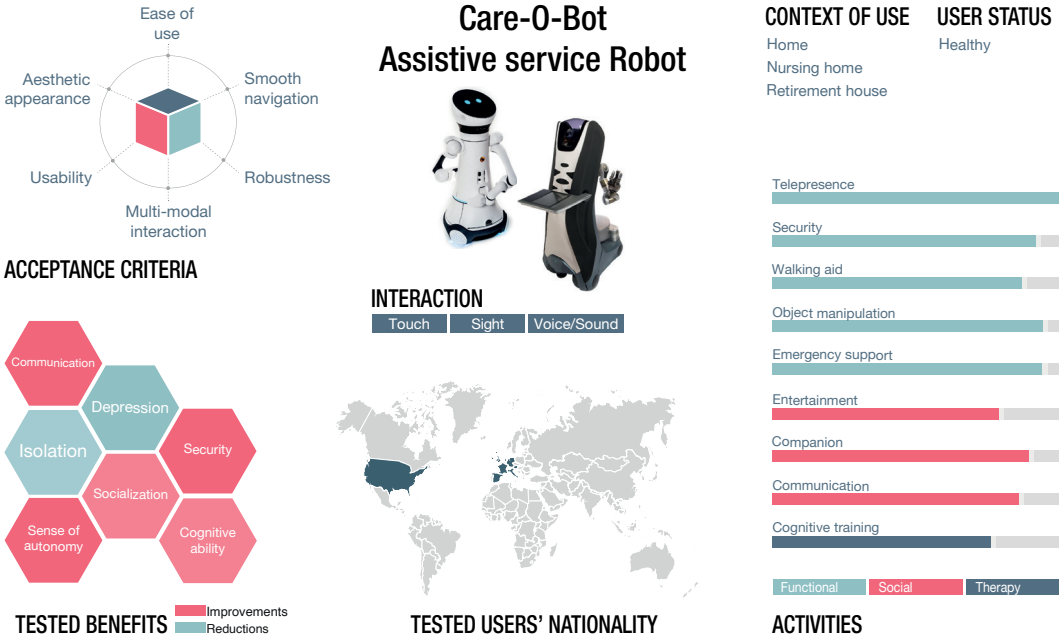



Figura 17 - Robotic Personas 8: Care-O-Bot - Assistive service robot. Sviluppata a partire dai dati scientifici delle sperimentazioni condotte con robot sociali e assistivi e dall'indagine esplorativa condotta sul territorio italiano ed europeo.

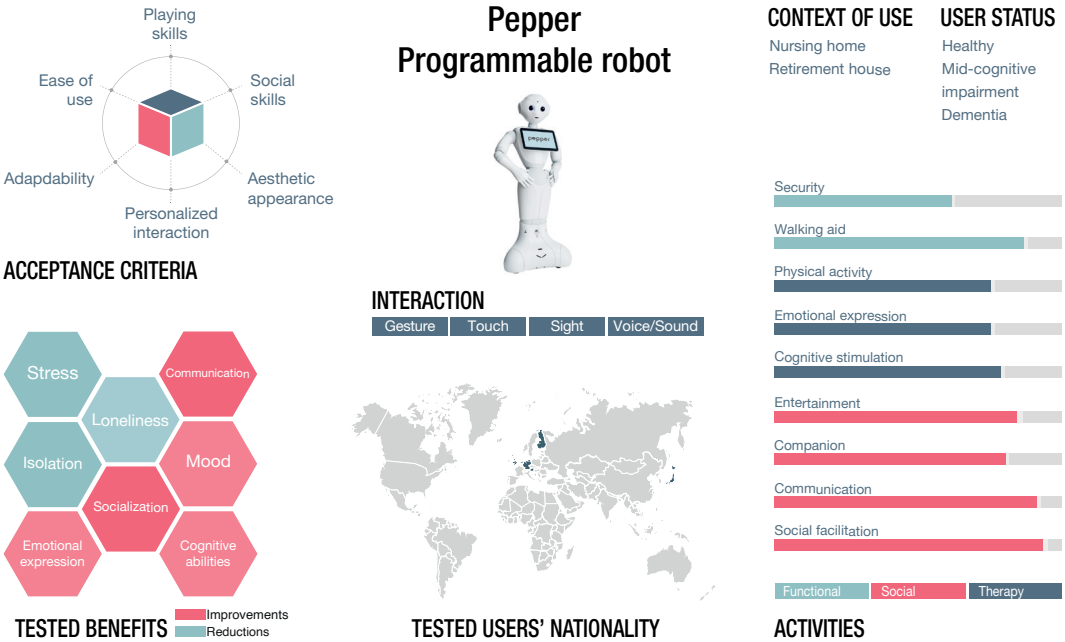



Figura 18 - Robotic Personas 9: Pepper - Programmable robot. Sviluppata a partire dai dati scientifici delle sperimentazioni condotte con robot sociali e assistivi e dall'indagine esplorativa condotta sul territorio italiano ed europeo.

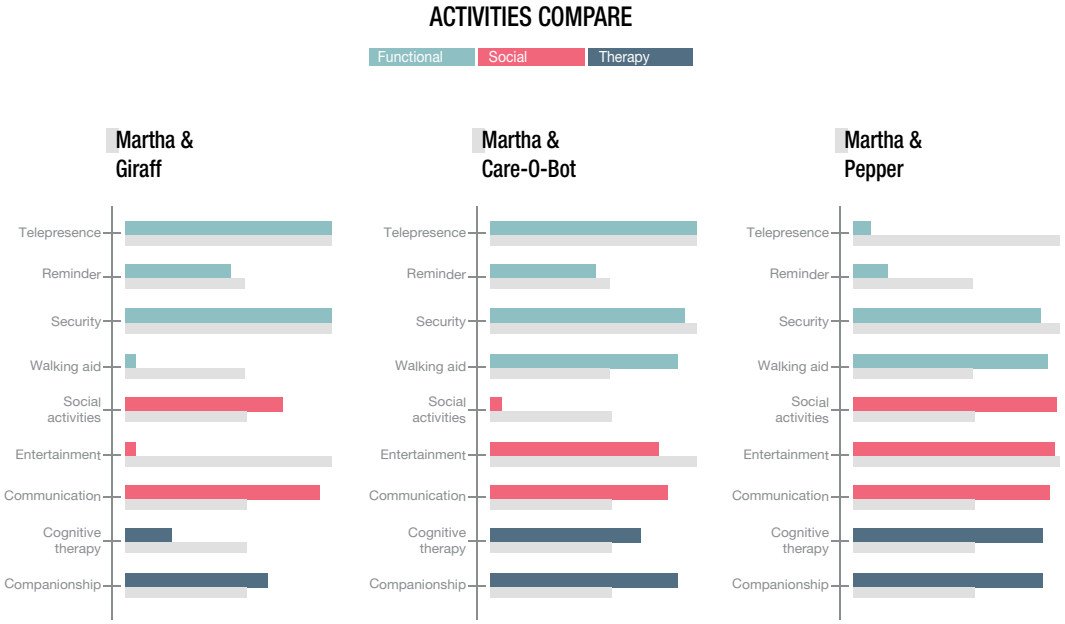



Figura 19 - Scheda comparativa delle attività per cui i robot Giraff (robotic personas 7), Care-O-Bot (robotic personas 8) e Pepper (robotic personas 9) risultano più accettabili per la user personas 3 (Martha Smith). In grigio sono indicate le esigenze dell'utente e a colori, secondo la legenda, le varie tipologie di attività.

Figura 20 - Scheda comparativa dei benefici per la qualità della vita per cui i robot Giraff (robotic personas 7), Care-O-Bot (robotic personas 8) e Pepper (robotic personas 9) risultano più accettabili ed efficaci per la user personas 3 (Martha Smith). Ogni grafico rappresenta l'andamento dei livelli dei sei principali benefici individuati in seguito all'uso dei tre robot.

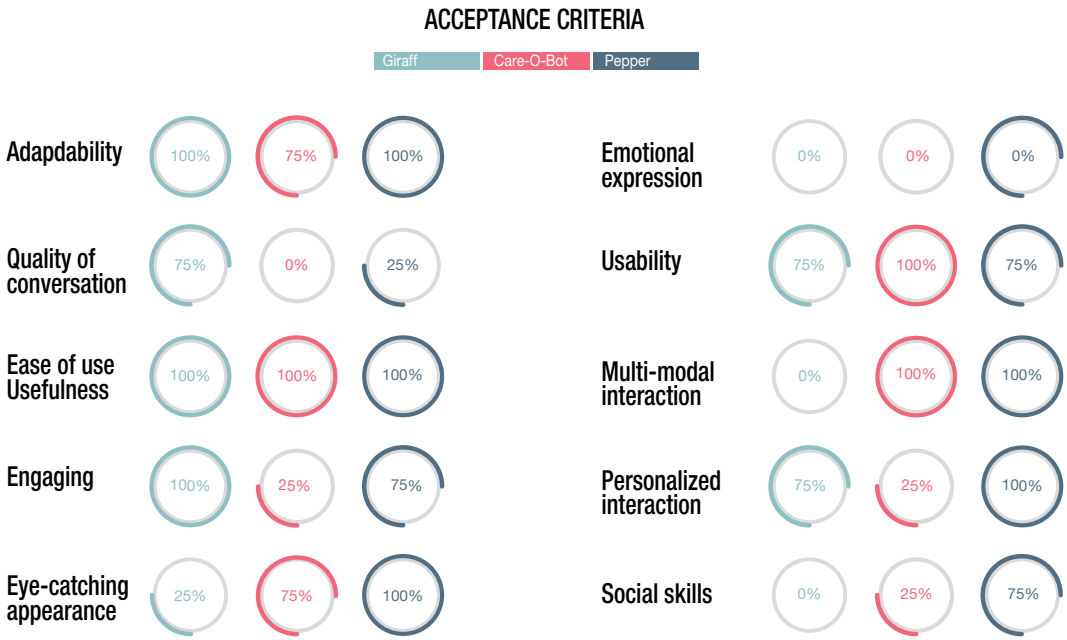



Figura 21 - Scheda comparativa dei criteri per cui i robot Giraff (robotic personas 7), Care-O-Bot (robotic personas 8) e Pepper (robotic personas 9) risultano più accettabili ed efficaci in relazione alle esigenze della user personas 3 (Martha Smith).

**Parole chiave**

Variabili dell’accettabilità
Valutazione qualitativa
Table of variables
User Variables Tabs
Robotic Variables Tabs

# Capitolo 16
# Progettare l'accettabilità: le variabili come strumento di indagine e di valutazione

**16.1 Analisi dei principali costrutti per l'accettabilità**

**16.2 La Table of variables**

**16.3 Robotic Personas e variabili dell'accettabilità: Robotic Variables Tabs**
16.3.1 Robotic Variables Tab 1: AIBO
16.3.2 Robotic Variables Tab 2: NAO
16.3.3 Robotic Variables Tab 3: ElliQ

**16.4 User Personas e variabili dell'accettabilità: User Variables Tabs**
16.4.1 User Variables Tab 1: Elisabeth Brown

**16.5 Robotic e User Variables Tabs: strumenti per progettare l'accettabilità**
16.5.1 Schede di accettabilità 1: Elisabeth Brown e AIBO, NAO, ElliQ

**16.6 Ulteriori Robotic/User Variables Tabs e schede di accettabilità sviluppate**

ASIMO
HONDA

# CAPITOLO 16
# Progettare l'accettabilità: le variabili come strumento di indagine e di valutazione

Le ipotesi di ricerca H-1, H-2, H-3 e H-3a sono state definite, sviluppate e validate attraverso specifiche sezioni della ricerca teorica, sperimentale ma anche progettuale. Nello specifico, a partire dalle ipotesi H-1 e H-1a è stata effettuata un'analisi dei principali metodi di valutazione nell'ambito della Human-Robot Interaction. Ciò ha posto le basi, oltre che per la proposta di un approccio teorico e applicativo (capitolo 14) finalizzato alla ricerca e allo sviluppo di soluzioni per le questioni identificate nell'ambito delle suddette ipotesi (H-1 e H-1a), anche per l'individuazione e la selezione dei principali costrutti determinanti per l'accettabilità, intesi come caratteristiche fisiche, morfologiche, comportamentali, sociali, emozionali proprie del robot, dell'essere umano o generate dall'interazione fra i due. In seguito all'analisi dei principali robot assistivi sperimentati in letteratura, nell'ottica di proporre un sistema di validazione delle ipotesi di ricerca H-2 e H-3a, sono state messe in relazione le variabili dell'accettabilità con le caratteristiche primarie dei robot assistivi e sociali, al fine di produrre una serie di *Robotic Variables Tabs*, ovvero profili robotici simili alle robotic personas ma relativi esclusivamente alle variabili dell'accettabilità possedute dal robot stesso e verificate da studi scientifici e da ricerche sperimentali condotte specificamente per questa ricerca dottorale (capitoli 10, 11, 12). Successivamente, a partire dalle stesse basi scientifiche, sono state sviluppate le *User Variables Tabs*, ovvero dei profili di utenti simili alle User Personas, basate anche queste sulle principali variabili (in quanto caratteristiche proprie del robot, dell'utente o risultato della loro interazione) che un robot dovrebbe possedere per essere accettato dall'utente oggetto dello studio.
Di seguito sono descritte le **principali variabili dell'accettabilità**, la cui discussione è stata ampiamente argomentata nel capitolo 7, le loro interconnessioni e influenze reciproche. Ciò ha consentito di formulare uno strumento di visualizzazione rapida delle stesse variabili e delle loro inter-relazioni, ovvero la *Table of variables*, destinato prevalentemente a professionisti nell'ambito della ricerca, del design e della progettazione ma usabile anche da altre categorie di utenti. La lista di variabili non è esaustiva, ma include le variabili principali risultate più determinanti nell'ambito dei principali studi in ambito HRI. La costante innovazione in tale settore, non esclude che la lista possa includere ulteriori variabili o prevedere la modifica di alcune delle loro correlazioni, in seguito ai progressi della ricerca scientifica. La *Table of variables* e i profili di utenti e di robot assistivi costituiscono una porzione della piattaforma Robotics & Design, sviluppata e proposta in questa sede (sulla base dell'ipotesi di ricerca H-4). L'eventuale modifica o aggiornamento delle variabili e dei profili stessi non pregiudica l'architettura stessa del metodo che è basata, come si vedrà nel capitolo

successivo, su un database dinamico e interattivo, progettato appositamente per essere aggiornato e ampliato in relazione alle esperienze scientifiche e progettuali dei professionisti a cui è rivolto.

## 16.1 Analisi dei principali costrutti per l'accettabilità

A partire dalle numerose ricerche e sperimentazioni che hanno interessato le variabili inerenti all'interazione e l'accettazione per la HRI, fra cui gli studi di Heerink et al., (2009) per lo sviluppo dell'Almere TAM o di De Graaf & Allouch, (2015) sull'*acceptance* dei robot sociali, di seguito sono analizzati i principali costrutti che influenzano l'accettabilità e le loro **reciproche interdipendenze**. I costrutti analizzati sono stati selezionati a partire da quelli appartenenti ai primi modelli di accettazione della tecnologia, fino a quelli che caratterizzano gli ultimi metodi costruiti specificamente per la valutazione dell'accettazione in ambito HRI.

**Perceived Ease Of Use (PEOU) e Perceived Usefulness (PU)**

La Perceived Ease Of Use (*facilità d'uso percepita*) e la Perceived Usefulness (*utilità percepita*) sono presenti sin dai primi modelli di accettazione della tecnologia come il TAM di Davis, (1989). Essi sono determinanti dell'Intention to Use (ITU) come validato dagli studi di Lee et al., (2003) e Li et al., (2008). Questi costrutti sono stati ripresi anche nell'UTAUT e definiti come Effort Expectacy (EE) e Performance Expectacy (PE). Secondo alcuni studi (Davis, 1993; Venkatesh et al., 2003) la percezione della facilità d'uso (PEOU) può influenzare l'utilità percepita (PU). Infine, l'atteggiamento verso l'uso della tecnologia (Attitude - ATT), secondo alcuni (Yang & Yoo, 2004) è determinante dell'utilità percepita (PU).

**Intention to Use (ITU)**

L'Intention to Use (*intenzione all'uso*) è un indicatore affidabile dell'uso effettivo (Actual **USE**), come assunto fondamentale di ogni modello di accettabilità (Lee et al., 2003).

**Attitude (ATT)**

L'Attitudine può avere un'influenza diretta sull'Intention to Use (ITU) e sulla Perceived Usefulness (PU), secondo Yang & Yoo, (2004). Questi ricercatori hanno distinto, inoltre, un'*attitude* intesa come atteggiamento affettivo (quanto può piacere un oggetto) che influisce poco sull'accettazione o un atteggiamento cognitivo (dipende dalle credenze interne e soggettive di un individuo su uno specifico oggetto) che potrebbe essere un fattore determinante e diretto della ITU, come confermato da Wu & Chen, (2005).

**Social Influence (SI)**

La Social Influence (*influenza sociale*) o *social norm*, non risulta essere affidabile dagli esperimenti di Heerink, (2010), nonostanze secondo McFarland & Hamilton, (2006) sia un elemento determinante dell'intenzione all'uso (ITU) e quindi dell'uso effettivo (USE). È verosimile che il costrutto in questione possa essere incluso nelle sperimentazioni in relazione all'*enjoyment* o all'*attitude* e, quindi, che possa influenzare il piacere durante l'utilizzo del robot o l'atteggiamento degli utenti nei suoi confronti.

**Anxiety toward robots (ANX)**

L'Anxiety toward robots (*ansia nei confronti dei robot*) è alla base degli studi di Nomura et al., (2006) e della costituzione della RAS (Robot Anxiety Scale), in cui si dimostra che tale costrutto ha molta influenza nell'interazione con i robot. L'ansia risulta essere determinante anche nell'ambito di sperimentazioni di modelli di accettabilità, sebbene strettamente legati al mondo della HCI: secondo Montazemi et al., (1996) essa può influenzare direttamente la PEOU e la PU. In ambito HRI l'influenza dell'ANX sulla PEOU è stata verificata da Nomura et al., (2008) ma rimane ancora oggetto di ulteriori ricerche.

**Facilitating Conditions (FC)**
Le Facilitating Conditions (*condizioni facilitatrici*), in quanto fattori che agevolano l'uso della tecnologia, sono rilevanti solo nei casi in cui la tecnologia è realmente disponibile per l'uso da parte degli utenti. Esse influenzano la PU e la PEOU e l'ITU (quindi l'uso effettivo). Possono variare in base agli utenti: secondo Chen & Chan, (2014b) esse sono specifiche e particolari per gli utenti anziani, in quanto includono fattori come lo stato di salute, le abilità cognitive e fisico-funzionali, le relazioni sociali, etc.
**TRUST (TRU)**
La Trust (*fiducia*) è correlata alle abilità sociali (De Ruyter et al., 2005) e influenza direttamente l'ITU (Wu & Chen, 2005; Cody-Allen & Kishore, 2006). Ciò significa che un robot con elevate abilità sociali può ottenere più fiducia da parte degli utenti che, di conseguenza, si affideranno maggiormente ai suoi consigli e daranno più peso alle sue affermazioni. Il tema della fiducia ha generato importanti questioni etiche, soprattutto in relazione ad utenti anziani: essa può causare attacco emotivo e, di conseguenza, il cosiddetto inganno emotivo, ovvero un eccessivo affidamento al robot da parte dell'individuo che rischia di esercitare sempre meno le proprie facoltà di giudizio (Sharkey & Sharkey, 2012).
**Perceived Enjoyment (PENJ)**
Il Perceived Enjoyment (*godimento percepito*), ovvero il piacere durante l'interazione con un robot o agente sociale e di compagnia, può influenzare l'accettabilità in quanto fattore determinante dell'ITU (Sun & Zhang, 2006a). Secondo Van der Hejden, (2004) l'uso di sistemi edonici per l'intrattenimento è fortemente influenzato dal piacere d'uso e, anche se i robot assistivi per anziani non sono progettati specificamente per il divertimento, il piace d'uso unito al divertimento può agevolare la loro interazione con gli umani, divenendo un fattore rilevante anche nel caso di sistemi più utilitaristici.
**Perceived Sociability (PS)**
La Perceived Sociability (*socialità percepita*), ovvero quanto l'utente percepisce come sociali i comportamenti del robot, è stata introdotta da Heerink, (2010) sebbene studi precedenti (Forlizzi, 2007; Mitsunaga et al., 2008) abbiano dimostrato che, nel caso di robot assistivi, le capacità sociali influenzano l'apprezzamento generale del robot. Questo costrutto è influenzato dalla TRUST.
**Perceived Adaptiveness** (**PAD)**
La Perceived Adaptiveness (*adattabilità percepita*), ovvero il livello in cui un sistema robotico può adattarsi alle diverse necessità degli utenti anziani, influenza la PU e quindi la sua accettazione. Come asserito da Forlizzi et al., (2009), gli anziani hanno un modo specifico di relazionarsi ai nuovi sistemi tecnologici e bisogni e aspettative mutevoli nel tempo: per garantire il mantenimento dell'autonomia delle persone a casa il più a lungo possibile è importante che tali sistemi siano flessibili al punto da adattarsi a questi cambiamenti, supportando l'*ecologia dell'invecchiamento*.
**Social Presence (SP) e Antropomorphism (ANTR)**
La Social Presence (*presenza sociale*) dipende dalla *media equation* (Reeves & Nass, 1996), secondo cui le persone tendono ad antropomorfizzare e a trattare come entità sociali le macchine e i robot, come fossero persone. Già Heider & Simmel, (1944) avevano dimostrato che le persone attribuiscono motivazioni, intenzioni e obiettivi a oggetti inanimati, sulla base dei modelli dei loro movimenti.
L'antropomorphism (*antropomorfismo*) influenza l'accettabilità dei robot (Duffy, 2003) in quanto determinante del PENJ: secondo lo studioso le caratteristiche antropomorfe devono essere attentamente bilanciate con le abilità tecnologiche del robot per non suscitare aspettative troppo elevate che non possono essere soddisfatte. Inoltre, l'antropomorfismo,

se non eccessivo (e quindi non a rischio di incorrere nella uncanny valley), può influenzare positivamente la PU e la PEOU ma anche direttamente l'Intention to Use (ITU) se le persone hanno esperienza pregressa con la tecnologia e i robot (Goudey & Bonnin, 2016).

**Perceived Behavioral Control (PBC)**

Il Perceived Behavioral Control (*controllo comportamentale percepito*) è la percezione degli utenti della loro capacità di mettere in atto un determinato comportamento ed è il prodotto (Ajzen, 1991) dell'insieme delle *control belief* (credenze di controllo, ovvero le convinzioni sulla presenza di fattori che possono facilitare o impedire l'esecuzione del comportamento). Il PBC è un variabile predittrice del comportamento in quanto influenza la facilità d'uso percepita, l'intenzione d'uso e l'uso effettivo (Venkatesh, 2000).

**Related Experiences (EXP)**

Le Related Experiences (*esperienze pregresse con i robot*) sia dirette che indirette, tramite media, articoli e altre fonti, possono influenzare l'intenzione d'uso e l'uso effettivo (Bartneck et al., 2006).

**Realism (REAL) e Animacy**

Il Realism (*realismo*) indica il livello in cui gli utenti credono che il robot si comporti realisticamente e l'Animacy (animazione) indica il livello in cui le persone ritengono che un robot sembri *vivo* (Bartneck et al., 2009). L'animazione percepita del robot può essere influenzata dall'intelligenza percepita ma anche dalla *social presence* (Okita & Schwartz, 2006). Il realismo, mostrato sotto forma di comportamenti, aspetto estetico e fedeltà visiva all'uomo, è importante quanto le capacità sociali del robot nel determinare la qualità e la tipologia di interazione fra uomo e robot (Paawe et al., 2015). Il realismo estetico riguarda l'aspetto fisico del robot (*embodiment*) ed è simile alla somiglianza, ovvero alla misura in cui un robot assomiglia all'entità che incarna nel mondo reale (antropomorfismo, zoomorfismo, etc.) (Fong et al., 2003). Il realismo comportamentale riguarda il grado in cui il comportamento del robot corrisponde a ciò a cui dovrebbe assomigliare. Un realismo comportamentale più elevato porta ad un aumento della socialità percepita (Paawe et al., 2015).

**Attractiveness (ATR)**

L'Attractiveness (*attrattiva*), è intesa come la valutazione positiva del robot data dalla combinazione di elementi pragmatici ed edonici (Hassenzahl et al., 2003). È fra le variabili che più influenzano l'accettabilità e l'usabilità percepita (Gerlowska et al., 2018).

**Likeability (LIKE)**

La Likeability (*piacevolezza, simpatia*) è introdotta come fattore influente per l'accettabilità e per la qualità dell'interazione uomo-robot all'interno del questionario Godspeed da Bartneck et al., (2009). La dimensione della Likeability si basa sull'importanza della prima impressione sulla formulazione di un giudizio nell'ambito delle relazioni umane: essa è molto influenzata dal comportamento percepito attraverso la comunicazione vocale. È stato dimostrato, infatti, che le prime impressioni positive conducono ad una valutazione più positiva di una persona (Robbins et al., 1994). Ciò vale anche nel caso di prime impressioni relative ai robot, in quanto questi ultimi vengono trattati come entità sociali (Reeves & Nass, 1996).

**Perceived Intelligence (PINT)**

La Perceived Intelligence (intelligenza percepita) fa parte del questionario Godspeed per la valutazione della HRI (Bartneck et al., 2009). La dimensione dell'intelligenza rappresenta una grande sfida per la robotica, riconducibile necessariamente all'intelligenza artificiale (AI), sulle cui conoscenze e metodologie si basano i comportamenti dei robot. Molto spesso viene usato il metodo del Wizard-of-Oz, per simulare un comportamento robotico intelligente durante le sperimentazioni, ma è chiaro che i limiti dell'intelligenza robotica sono

evidenti nel caso di un'interazione in ambiente reale. Utilizzando un robot, infatti, gli utenti percepiscono il suo livello di intelligenza che, a sua volta, influenza la loro relazione con il robot. È verosimile che l'intelligenza percepita di un robot dipenda dalla sua competenza, conoscenza e reattività (Koda & Maes, 1996).

**Perceived Security (PSEC)**

La Perceived Security (*sicurezza percepita*) è un elemento fondamentale nell'interazione uomo-robot, sia in ambito industriale o sanitario sia in quello domestico e privato. Secondo Bartneck et al., (2009) la sicurezza percepita descrive la percezione dell'utente del livello di pericolo e il livello di comfort percepito durante l'interazione. Ciò è fondamentale affinché i robot siano accettati come collaboratori o come validi strumenti di assistenza.

**Learnability (LRN)**

La Learnability (*apprendimento*) è un indicatore dell'usabilità originario dall'ambito dell'ingegneria del software e introdotto da Weiss et al., (2009a) all'interno del modello USUS per la valutazione della HRI. La learnability indica la facilità con cui è possibile imparare ad usare un sistema/prodotto da parte di utenti inesperti. È un fattore chiave per l'usabilità e quindi per l'accettabilità dei robot assistivi in quanto questi ultimi rappresentano dispositivi con cui le persone hanno solitamente poca esperienza. La learnability include diversi elementi, quali la familiarità, la coerenza, la prevedibilità e la facilità d'uso e dipende anche dalla complessità del sistema, dalla personalità e dalle preferenze di apprendimento dell'utente e dal controllo percepito (Neunast et al., 2010).

**Robustness (ROB)**

La Robustness (*robustezza*), insieme alla learnability, è analizzata da Weiss et al., (2009a) all'interno dell'USUS. Questa variabile indica il livello di supporto fornito all'utente per consentire il raggiungimento con successo dei compiti e obiettivi. Infatti, è verosimile che utenti inesperti possano commettere errori durante l'interazione con i robot assistivi: una HRI efficace deve consentire alle persone di correggere questi errori in maniera autonoma e il sistema robotico stesso dovrebbe prevenire gli errori essendo reattivo e sicuro.

**Dependability (DEP)**

La Dependability (*affidabilità*) è un fattore determinante per la fiducia (*trust*) in ambito HRI (Cramer et al., 2010). La dependability è determinante per l'accettabilità dei robot assistivi da parte delle persone anziane e include l'affidabilità percepita del sistema, ovvero se esso funziona in modo sicuro, veloce e preciso (Neunast et al., 2010).

## 16.2 La *Table of variables*

A partire dalla ricerca teorica e dalle indagini sperimentali è stata sviluppata la *Table of variables* (Figura 1), sulla base delle ipotesi di ricerca H-3a e H-4. La *Table of variables*, parte del più ampio metodo Robotics & Design, rappresenta uno strumento destinato principalmente a designer, progettisti, ricercatori ma anche ai professionisti in altri ambiti, che si occupano di Human-Robot Interaction. Lo scopo generale dello strumento è la consultazione e la **verifica immediata** delle principali **variabili determinanti per l'accettabilità**, soprattutto in relazione a **robot assistivi e sociali** per utenti anziani e fragili. La tavola consente, inoltre, di visualizzare i rapporti e il *peso* di ogni costrutto sull'accettabilità e, quindi, sull'efficacia della tecnologia robotica per l'utente e il contesto a cui è destinata.

I rapporti fra le variabili e il loro livello di influenza sull'uso rispettano le gerarchie e le inter-relazioni presenti nei principali metodi di valutazione in HRI (UTAUT, Almere TAM, STAM, Godspeed, etc.) descritti nei capitoli precedenti ma non propongono una lettura statistica bensì **qualitativa** del ruolo svolto dai costrutti in relazione all'accettabilità. La

lista di variabili contenute nella tavola non è esaustiva ma include solo le principali e quelle risultate più influenti sulla base dei dati scientifici raccolti. La *Table of variables* presenta una lista delle principali variabili numerate in ordine crescente a partire da quelle relative alle **dimensioni funzionali** della HRI, seguite da quelle **edoniche**, **sociali** e dai **fattori contestuali**. La numerazione non indica l'importanza o il livello di influenza dei costrutti sull'uso finale della tecnologia robotica ma funge da **codice identificativo** per la singola variabile. Il codice e la sigla abbreviata delle variabili sono riportati nella tavola vera e propria (sulla destra in Figura 1): insieme alle quattro variazioni cromatiche rendono più agile e immediata l'identificazione del tipo di costrutto (utilitaristico, edonico, sociale e contestuale) come specificato nella apposita legenda. La lettura della tavola avviene da sinistra a destra, a partire dalla casella *USE* (ovvero l'effettiva accettabilità) centro ideale rispetto al quale sono inserite tutte le variabili. Sia in direzione orizzontale che verticale, la prossimità all'origine corrisponde ad una maggiore influenza sull'uso. La posizione delle variabili indica anche le loro **influenze reciproche**: in direzione orizzontale le più distanti dalla casella *USE* rappresentano generalmente variabili esterne o predittive che possono influenzare i valori di quelle dipendenti; in direzione verticale, analogamente, le variabili più distanti dall'origine sono predittive o influenti su quelle più interne. La rappresentazione, come già affermato precedentemente, non ha valore statistico o quantitativo ma mira ad un'identificazione qualitativa dei principali costrutti dell'accettabilità e delle loro inter-relazioni.

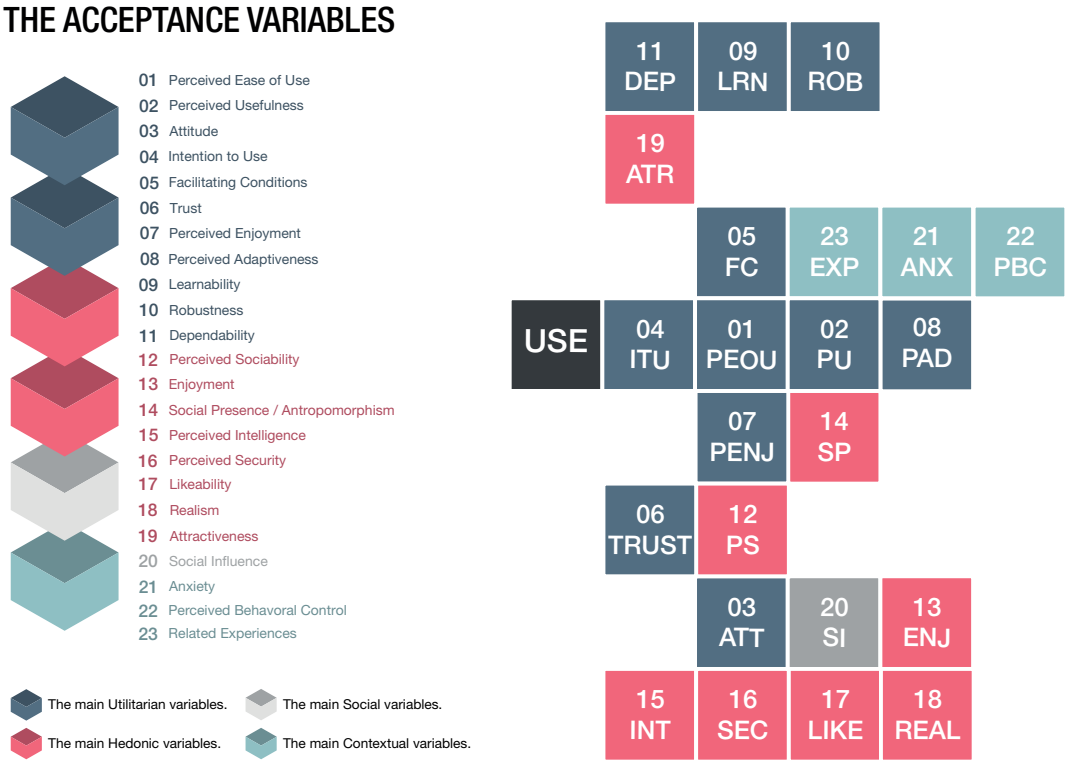



Figura 1 - La *Table of variables*: lo strumento per identificare le principali variabili utilitaristiche, edoniche, sociali e contestuali dell'accettabilità nella Human-Robot Interaction e le loro influenze reciproche.

Claudia Becchimanzi
Università degli Studi di Firenze - Dottorato di Ricerca in Architettura - Curriculum Design - Ciclo XXXIII

## 16.3 Robotic Personas e variabili dell'accettazione: *Robotic variables tabs*

L'analisi delle sperimentazioni con utenti reali e robot assistivi e sociali (capitolo 10) e dei risultati emersi dall'indagine esplorativa (capitolo 12) hanno costituito la base scientifica per strutturare le robotic personas (capitolo 15). Oltre all'identificazione delle attività, dei contesti d'uso, del tipo di interazione, dei benefici e dei criteri per l'accettabilità, sono state selezionate le principali variabili determinanti per l'accettabilità possedute da ogni robot specifico e verificate da studi scientifici e da ricerche sperimentali (capitoli 10, 11, 12). Ciò ha consentito di mettere in relazione, per ogni robot oggetto dello studio, i valori delle variabili maggiormente analizzate nel campo della ricerca in HRI, al fine di generare profili di robot assistivi e sociali sulla base delle variabili dell'accettabilità. Tali profili robotici sono strutturati in relazione alle robotic personas, di cui costituiscono un'estensione e approfondimento. I valori delle variabili sono espressi secondo una **valutazione qualitativa** ma non statistica.

Di seguito sono analizzate le principali schede delle variabili in relazione ai profili robotici (*Robotic Variables Tabs*). Le *Robotic Variables Tabs* si riferiscono a robot realmente esistenti e sperimentati nell'ambito della ricerca scientifica. Ulteriori *Robotic Variables Tabs* sviluppate sono consultabili alla fine di questo capitolo.

### *16.3.1 Robotic Variables Tab 1: AIBO*

Dal punto di vista delle variabili dell'accettabilità, AIBO (Figura 2) è stato oggetto di molteplici sperimentazioni con diversi metodi di valutazione (NARS, *ad hoc* questionnaires, NASA-TLX, varianti del TAM, varianti del Godspeed, etc.). La *Robotic Variable Tab* di AIBO è suddivisa in due sezioni: nella prima, a sinistra, è possibile visualizzare i livelli relativi alle variabili utilitaristiche e sociali; nella seconda, a destra, è possibile visualizzare i livelli delle variabili edoniche e contestuali determinanti per l'accettabilità. La tavola rappresenta solo le principali variabili valutate nel corso delle sperimentazioni con il robot AIBO e le più influenti per l'interazione uomo-robot anche in relazione a quelle identificate nell'ambito della *Table of variables*.

Dal punto di vista funzionale, AIBO è percepito come estremamente facile da usare (alta PEOU) ma non utile dal punto di vista pragmatico (bassa PU). I valori medio alti di attitudine all'uso (medio-alta ATT) e di piacere e divertimento percepito durante l'uso (medio-alta PENJ), entrambi dimostrati dagli utenti, determinano un valore medio-alto di intenzione all'uso (ITU) (Bartneck et al., 2007; Moshkina & Arkin, 2005; Neunast et al., 2010). AIBO infonde fiducia (media TRUST) anche se non eccessivamente e appare molto adattabile e flessibile (medio-alta PAD), probabilmente grazie alla possibilità di personalizzare l'interazione e di programmare il robot (Komatsu et al., 2012). Infine, l'influenza sociale (SI) appare medio alta (Lee & Sabanovic, 2014): i possessori di AIBO trattano il robot come fosse un giocattolo tecnologico e accettano di buon grado la sua presenza in ambiente domestico. Questi valori spiegano anche l'elevato piacere percepito durante l'uso (PENJ).

Dal punto di vista edonico e contestuale, i comportamenti di AIBO sono considerati mediamente socievoli (medio-alta PS) ma gli utenti attribuiscono al robot elevati livelli di presenza sociale (alta SP), il che determina alta PEOU e ITU (Kertész & Turunen, 2019; Bartneck et al., 2007; Lee et al., 2005) ma anche alto realismo (REAL). Analogamente il piacere reale durante l'interazione è alto (ENJ) così come l'intelligenza e la sicurezza percepite (alte INT e SEC), la simpatia (alta LIKE) e l'attrattività (alta ATR), che determina i valori elevati di PEOU (Lee & Sabanovic, 2014; Fujita, 2004; Lee et al., 2005; Kertész & Turunen, 2019).

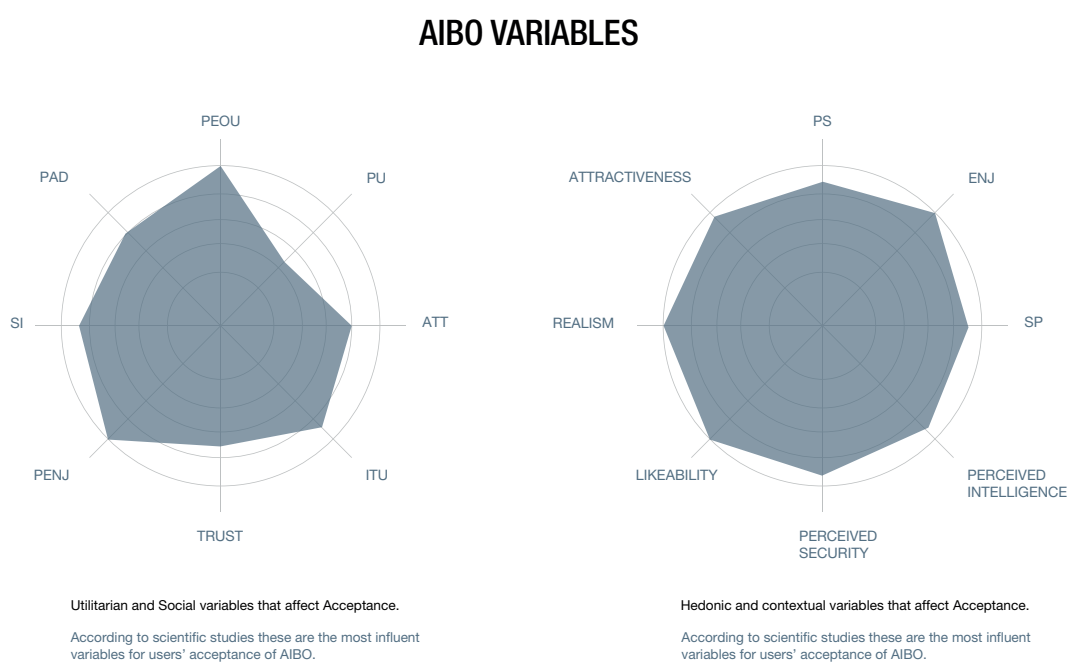



Figura 2 - La *Robotic Variables Tab 1* di AIBO mostra le variabili utilitaristiche e sociali (a sinistra) e quelle edoniche e contestuali (a destra) su due diagrammi a radar.

### *16.3.2 Robotic Variables Tab 2: NAO*

La *Robotic Variables Tab* di NAO (Figura 3) mostra una notevole differenza fra i risultati delle sperimentazioni relative alle sue abilità funzionali e sociali e quelle edoniche o contestuali. La tavola mostra solo le principali variabili estrapolate dagli studi condotti con NAO a livello globale. Dal punto di vista utilitaristico e sociale, NAO è risultato molto facile da usare (alta PEOU) ma non ritenuto estremamente utile (bassa PU) (Torta et al., 2014; Keizer et al., 2019). Data la possibilità di essere programmato e personalizzato, la facilità con cui l'utente impara ad usarlo è relativa (media LRN) ma ciò lo rende abbastanza adattabile ai diversi contesti d'uso (media PAD). I valori alti di attitudine all'uso (alta ATT), di fiducia (TRUST) e di piacere e percepito durante l'uso (medio-alta PENJ), entrambi dimostrati dagli utenti, determinano un valore medio-alto di intenzione all'uso (ITU) (Torta et al., 2013; Torta et al., 2014). L'influenza sociale (SI) risulta medio alta. Dal punto di vista edonico e contestuale, NAO ha una bassa presenza sociale (SP), dovuta probabilmente ai valori medio bassi di socialità percepita (PS) data dalle ridotte dimensioni del robot che è considerato alla stregua di un animale domestico (Torta et al., 2014). I bassi livelli di SP portano quindi a livelli medio bassi di realismo (REAL) (Werner et al., 2012). NAO è percepito dagli utenti come molto intelligente (alta INT), simpatico (alta LIKE) e divertente (alta ENJ) anche se non estremamente sicuro (medio-bassa SEC), probabilmente a causa delle ridotte dimensioni e dell'aspetto all'apparenza molto delicato, il che causa anche livelli medi di ansia (ANX), dovuti alla paura degli utenti di danneggiare il robot (Werner et al., 2012; Keizer et al., 2019; Alenljung et al., 2018). Gli atteggiamenti nei confronti di NAO sono tendenzialmente positivi, soprattutto nel caso di comunicazione orale e dell'interazione attraverso il tatto (Torta et al., 2013; Alenljung et al., 2018).

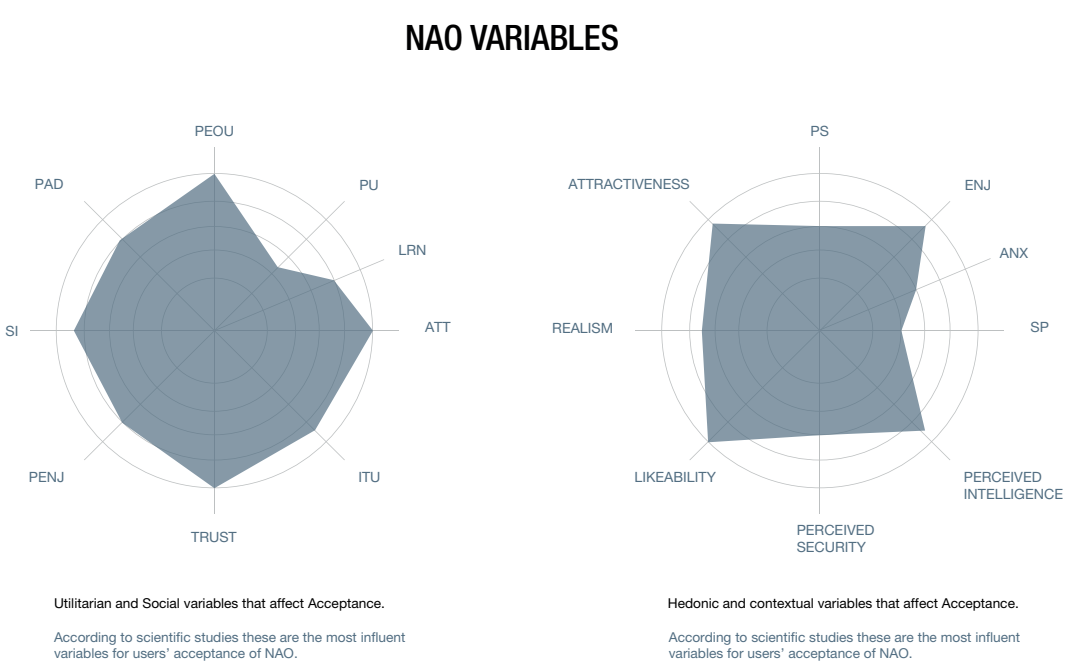



Figura 3 - La *Robotic Variables Tab 2* di NAO mostra le variabili utilitaristiche e sociali (a sinistra) e quelle edoniche e contestuali (a destra) su due diagrammi a radar.

### *16.3.3 Robotic Variables Tab 3: ElliQ*

La *Robotic Variable Tab* di ElliQ (Figura 4) è stata strutturata sulla base delle principali sperimentazioni condotte attualmente su utenti sani e in contesti domiciliari. Come già affermato precedentemente, la relativa novità del robot è causa di un numero non estremamente vasto di sperimentazioni: tuttavia, è verosimile che, in futuro, saranno condotte sperimentazioni su tipi di utenti e su contesti più ampi e vari.
Dal punto di vista funzionale e sociale, ElliQ mostra un'elevata facilità d'uso (PEOU) e valori medio alti di facilità di apprendimento (LRN), dovuti probabilmente all'intelligenza artificiale e all'interazione tramite comandi vocali, ma ha livelli non troppo alti di utilità percepita (medio-bassa PU). Il robot risulta estremamente flessibile (alta PAD), con alti livelli di fiducia (TRUST) e piacere percepito durante l'uso (alta PENJ). L'influenza sociale (SI) è molto bassa, soprattutto per il suo aspetto simile a quello di un oggetto d'uso quotidiano. Le variabili precedenti determinano un valore medio-alto di intenzione all'uso (ITU) (Intuition Robotics, 2019; Deutsch et al., 2019).
Dal punto di vista edonico e contestuale ElliQ ha valori medio alti di presenza sociale (SP) e intelligenza percepiti (INT), generati dalla personalità proattiva e dalla possibilità di personalizzare l'interazione. Analogamente, anche la simpatia (LIKE) e la sicurezza percepite sono medio alte. L'esperienza pregressa (bassa EXP) e l'ansia nei confronti dei robot (ANX) non si rivelano fattori determinanti per l'accettabilità di ElliQ, dato il suo aspetto e le sue funzionalità simili a quelle di un assistente digitale e alla forma simile a quella di un oggetto d'uso quotidiano. Le forme accattivanti e la personalità proattiva, che impara a conoscere gli utenti per personalizzarne i contenuti interattivi, generano alti livelli di attrattività (ATR) (Intuition Robotics, 2019; Deutsch et al., 2019).

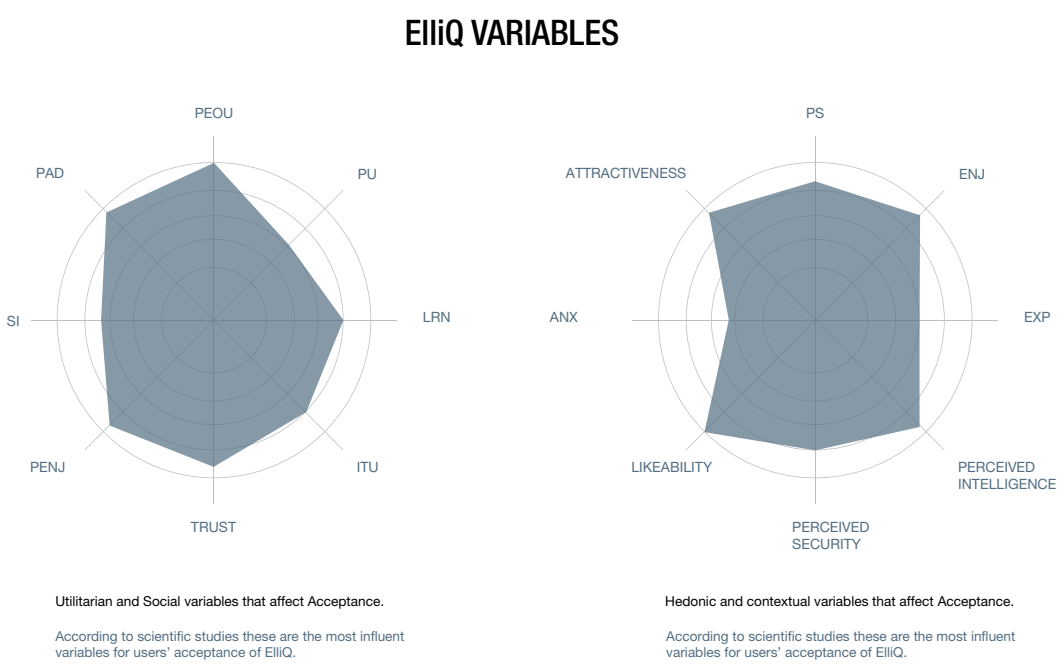



Figura 4 - La *Robotic Variables Tab 3* di ElliQ mostra le variabili utilitaristiche e sociali (a sinistra) e quelle edoniche e contestuali (a destra) su due diagrammi a radar.

## 16.4 User Personas e variabili dell'accettazione: *User Variables Tabs*

L'analisi delle sperimentazioni con utenti reali e robot assistivi e sociali (capitolo 10), i risultati della ricerca condotta nell'ambito del progetto di ricerca CloudIA (capitolo 11) e i risultati emersi dell'indagine esplorativa (capitolo 12) hanno costituito la base scientifica per strutturare le user personas (capitolo 15). Sulla base delle informazioni relative a dati demografici, qualità della vita, esperienza con la tecnologia, attività e esigenze di assistenza e opinioni e aspettative nei confronti dei robot, è stato possibile identificare i robot più adatti per la user personas analizzata. L'analisi delle principali variabili dell'accettabilità di ogni robot selezionato ha inoltre permesso di estrapolare le principali **variabili da tenere in considerazione per progettare un robot accettabile** e soddisfacente per la user personas di riferimento (*Robotics Variables Tabs*). Su queste basi, sono state sviluppate delle *User Variables Tabs*, che rappresentano un'estensione e un **approfondimento delle user personas**: ogni tavola, infatti, consente di identificare i fattori più importanti per la progettazione di un robot accettabile destinato all'archetipo di utente di riferimento. Le *User Variables Tabs*, analogamente alle schede robotiche, sono basate su un'**analisi qualitativa** e non statistica dei dati e dei risultati emersi dalla fase di ricerca scientifica teorica e sperimentale. Di seguito è descritta la User Variable Tab relativa alla User Personas 1 – Elisabeth Brown (capitolo 15). Ulteriori *User Variables Tabs* sviluppate sono consultabili alla fine di questo capitolo.

### *16.4.1 User Variables Tab 1: Elisabeth Brown*

Le dimensioni dell'accettabilità più influenti per l'interazione con un robot sociale e assistivo da parte di Elisabeth Brown (Figura 5) sono suddivise in utilitaristiche e sociali (a sini-

stra) e in edoniche e contestuali (a destra). Dal punto di vista utilitaristico e sociale, l'età, l'esperienza tecnologica medio alta così come il livello di istruzione aumentano le probabilità che l'utente trovi facile da usare (alta PEOU) e abbia un'elevata attitudine (medio-alta ATT) all'uso dei robot sociali e assistivi (Scopelliti et al., 2005; Heerink, 2011; Sun & Zhang, 2006a). Un robot accettabile per Elisabeth, in base alle caratteristiche socio-demografiche, della qualità della vita e anche al suo stato familiare, al genere e alla sua relativa autonomia, rendono prioritari fattori come la fiducia (medio-alta TRUST), il divertimento percepito (medio-alta PENJ) e l'influenza sociale (alta SI) ma meno importanti elementi come l'utilità percepita (bassa PU) (Broadbent et al., 2012; Alves-Oliveira et al., 2015). Infine, le esigenze di Elisabeth sarebbero soddisfatte da un robot flessibile (alta PAD), che possa adattarsi alle sue molteplici necessità funzionali e sociali (Forlizzi et al., 2004; Gross et al., 2019; Gaul et al., 2010).
Dal punto di vista edonico e contestuale, Elisabeth preferirebbe un robot sicuro (alta SEC) e simpatico (medio-alta LIKE) con un aspetto accattivante e coerente con le funzioni che è chiamato a svolgere (Neunast et al., 2010; Forlizzi et al., 2004; Bartneck et al., 2009). Elisabeth potrebbe apprezzare maggiormente un robot per il supporto alle attività funzionali o per rendere più efficace la comunicazione con la sua rete sociale: per questo motivo fattori come il divertimento (bassa ENJ), l'intelligenza percepita (bassa INT), il realismo (bassa REAL), la presenza sociale (bassa SP) e la socievolezza percepita (bassa PS) sono importanti ma non eccessivamente determinanti per l'accettabilità (Deutsch et al., 2019; Broadbent et al., 2012; Alves-Oliveira et al., 2015; Ezer et al., 2009; Van Dijk, 2006).

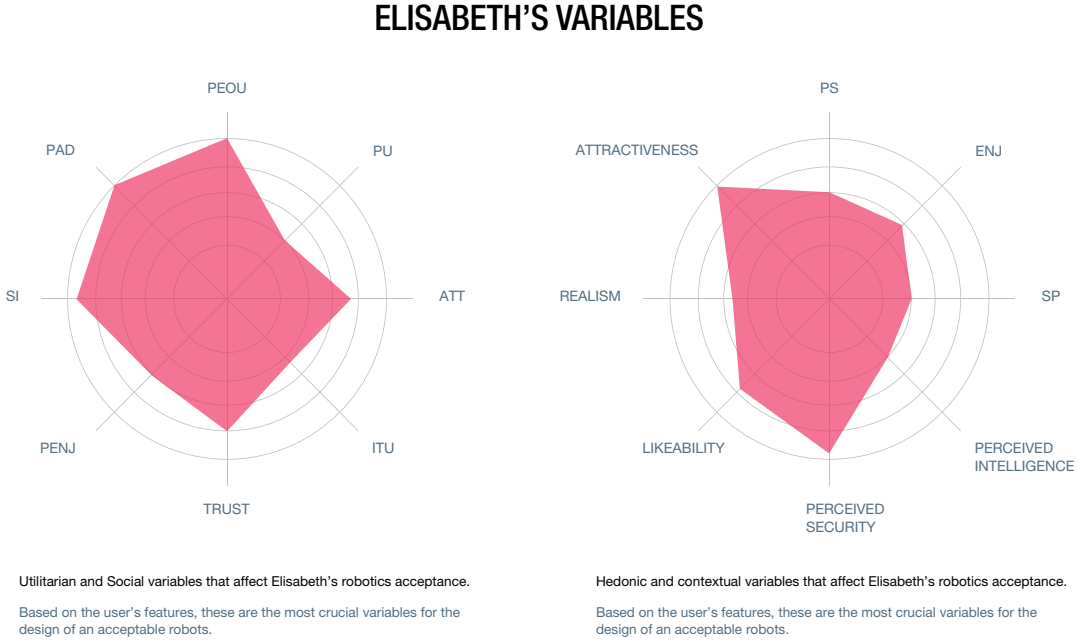



Figura 5 - La *User Variables Tab 1* di Elisabeth Brown mostra i fattori che più influenzano la sua accettazione di robot sociali e assistivi. Le variabili utilitaristiche e sociali (a sinistra) e quelle edoniche e contestuali (a destra) sono rappresentate su due diagrammi a radar.

## 16.5 Robotic e User *Variables Tabs*: strumenti per progettare l'accettabilità

La produzione di *Robotic* e *User Variables Tabs* sulla base della ricerca scientifica teorica e sperimentale descritta nei capitoli precedenti, rappresenta uno strumento efficace per identificare e analizzare le variabili dell'accettabilità principali utili a definire il brief progettuale, in relazione ad uno specifico utente e/o contesto. Nell'ottica dello sviluppo dello strumento finale, sulla base delle ipotesi di ricerca H-2, H-3a e H-4, analogamente al processo condotto per le user e robotic personas, per ogni tavola delle variabili utente sono state identificate le tre *Robotic Variables Tabs* più compatibili. Ciò ha consentito di sviluppare una serie di schede di accettabilità utili a identificare le variabili più importanti per la progettazione di un robot accettabile per l'archetipo di utente di riferimento. A partire dalle schede di accettabilità, poi, sono state sviluppate le relative piramidi dell'accettabilità che, sulla base delle influenze e inter-connessioni fra variabili mostrate nella *Table of variables*, evidenziano i fattori determinanti per progettare un robot che soddisfi le esigenze dell'utente. Tali schede sono basate su un'interpretazione qualitativa e non statistica dei dati scientifici analizzati
Di seguito sono descritte le tavole relative alla *user personas 1* e *user variables tab 1*, in quanto ulteriore approfondimento dell'output di ricerca dei processi di (1) selezione e **categorizzazione dei robot sociali e assistivi** attualmente sviluppati, (2) identificazione degli **elementi qualitativi e quantitativi** che determinano l'accettazione degli stessi, (3) strutturazione dell'**architettura di un database** che, sulla base del contesto di progettazione, possa fornire indicazioni utili a definire i requisiti progettuali. Ulteriori schede di accettabilità sviluppate sono consultabili alla fine di questo capitolo.

### *16.5.1 Schede di accettabilità 1: Elisabeth Brown e AIBO, NAO, ElliQ*

Sulla base dei dati scientifici raccolti e sistematizzati nei capitoli dedicati alla ricerca teorica e sperimentale, anche dal punto di vista delle principali variabili dell'accettabilità, i robot sociali e assistivi AIBO (robotic variable tab 1), NAO (robotic variable tab 2) ed ElliQ (robotic variable tab 3) risultano i più adatti a soddisfare i requisiti progettuali emersi dall'analisi della user variables tab 1 (Elisabeth Brown). Le schede di accettabilità mostrano come i fattori che influenzano l'accettabilità di un robot da parte di Elisabeth (basati sulle caratteristiche proprie dell'utente e, quindi, *assoluti*) possano influenzare la sua interazione con i tre robot selezionati (e quindi variare in base al tipo di robot, alle attività e ai contesti d'uso). I tre robot risultano compatibili con la user variables tab 1 per elementi distinti fra loro, che sono stati selezionati e raccolti all'interno di piramidi dell'accettabilità. Dal punto di vista dei fattori utilitaristici e sociali (Figura 6) AIBO, NAO ed ElliQ soddisfanno la facilità d'uso (PEOU), l'adattabilità (PAD) e la fiducia (TRUST) richieste dall'archetipo Elisabeth Brown. ElliQ appare più utile (PU), più facile da imparare (LRN) ed è percepito come più piacevole (PENJ), probabilmente per la possibilità di interagire con comandi vocali ma soprattutto per l'intelligenza artificiale che si adatta e impara, nel tempo, a conoscere e soddisfare le esigenze dell'utente. Elisabeth potrebbe avere una maggior attitudine (ATT) ad usare AIBO, percepito quasi come un giocattolo tecnologico da compagnia e come molto espressivo dal punto di vista emotivo (Moshkina & Arkin, 2005). Sulla base degli elementi descritti e delle loro influenze reciproche descritte dai principali modelli di valutazione dell'accettabilità in HRI, l'archetipo di utente Elisabeth Brown sarebbe ugualmente intenzionato ad usare i tre robot presi in esame, con un maggior livelli di intenzione d'uso (ITU) per ElliQ, accettata soprattutto per l'aspetto accattivante e per le funzionalità legate alla socializzazione e al monitoraggio della salute (Smarr et al., 2014; Gaul et al., 2010). Dal punto di vista dei fattori edonici e contestuali (Figura 7), AIBO, NAO ed ElliQ soddisfanno la necessità dell'utente

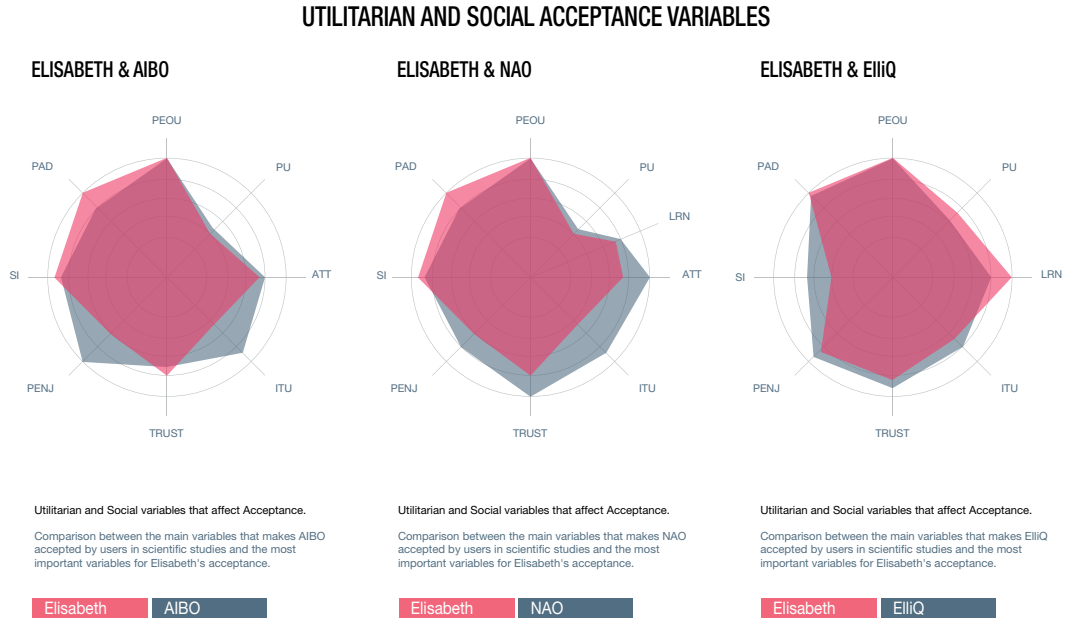



Figura 6 - Scheda di accettabilità 1: i fattori utilitaristici e sociali che influenzano l'accettabilità di un robot da parte della *user personas 1* (Elisabeth Brown) e relativa *user variables tab 1* determinano la sua interazione e quindi le variabili che caratterizzano l'interazione con le *robotic personas* e relative *robotic variables tabs 1, 2, 3* (AIBO, NAO, ElliQ).

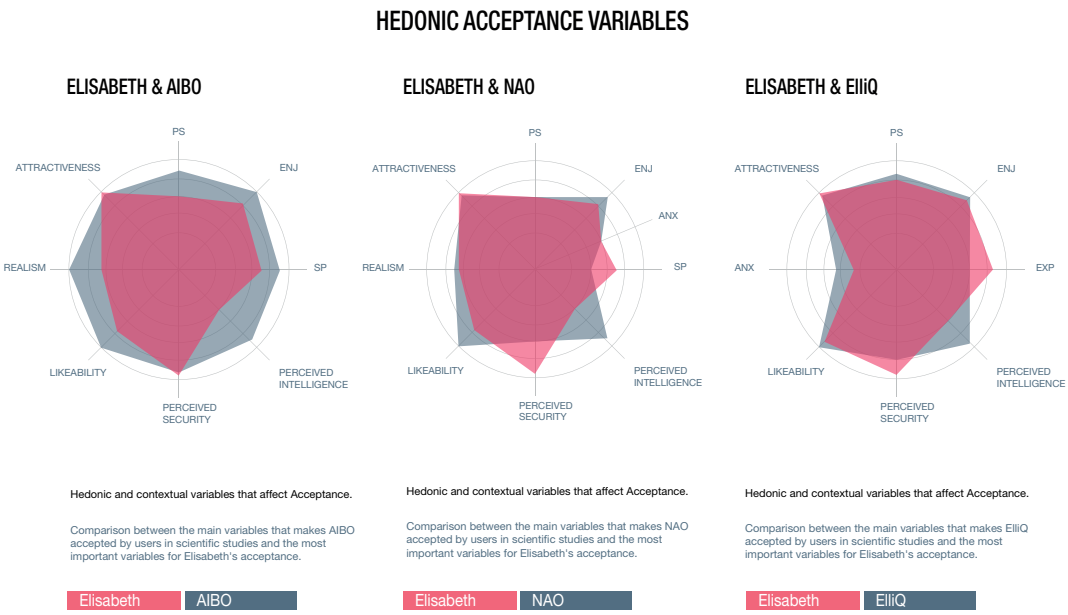



Figura 7 - Scheda di accettabilità 1: i fattori edonici e contestuali che influenzano l'accettabilità di un robot da parte della *user personas 1* (Elisabeth Brown) e relativa *user variables tab 1* determinano la sua interazione e quindi le variabili che caratterizzano l'interazione con le *robotic personas* e relative *robotic variables tabs 1, 2, 3* (AIBO, NAO, ElliQ).

di percepire sicurezza (SEC) durante l'uso e di interagire con un prodotto accattivante e attraente (ATR). Tutti e tre i robot hanno valori medio alti di simpatia (LIKE), di piacere e di divertimento durante l'uso (ENJ) ma ElliQ è percepita come leggermente più intelligente (INT): ciò è dovuto probabilmente all'intelligenza artificiale e alla possibilità di personalizzare l'interazione. La presenza sociale (SP) e quindi il realismo (REAL) sono medio alti e compatibili con quelli richiesti dall'utente, sia nel caso di AIBO che di NAO: tali fattori non sono stati considerati per ElliQ in quanto morfologicamente simile ad un oggetto d'uso quotidiano. Nel suo caso, le funzionalità, gli elementi edonici e le abilità del robot soddisfano quelle richieste dal livello di esperienza (EXP) medio alto e dalla bassa ansia (ANX) nei confronti dei robot da parte di Elisabeth. La socialità percepita (PS) è medio alta per tutti e tre i robot ma lievemente maggiore nel caso di ElliQ.
Sulla base delle schede di accettabilità, per ogni robot preso in esame sono state identificate le variabili più determinanti, da considerare durante il processo di progettazione e sviluppo di un robot sociale e assistivo destinato all'archetipo utente 1 (Elisabeth Brown). Ciò ha consentito di produrre una **piramide dell'accettabilità per ogni robot**, con il fine di consentire un'identificazione immediata delle dimensioni dell'accettabilità più importanti per l'utente di riferimento ma soprattutto di verificare le loro influenze e il loro *peso*, rispetto all'utente, alle attività, contesto d'uso e tipologia di interazione di riferimento. Alla base della piramide vi sono le variabili maggiormente influenti (sia in relazione all'utente che alle influenze presenti nei principali metodi di valutazione HRI) e con livelli di compatibilità più elevati. La **piramide dell'accettabilità 1** relativa ad **AIBO** (robotic personas 1) ed Elisabeth Brown (user personas 1) è mostrata in Figura 8. Secondo la piramide, le dimensioni più importanti per la progettazione e lo sviluppo di un robot sociale e assistivo zoomorfo, simile ad AIBO, per l'utente 1 sono la fiducia (TRUST), la sicurezza (SEC), la facilità d'uso (PEOU) e il divertimento (ENJ). A queste seguono l'adattabilità percepita (PAD), la simpatia

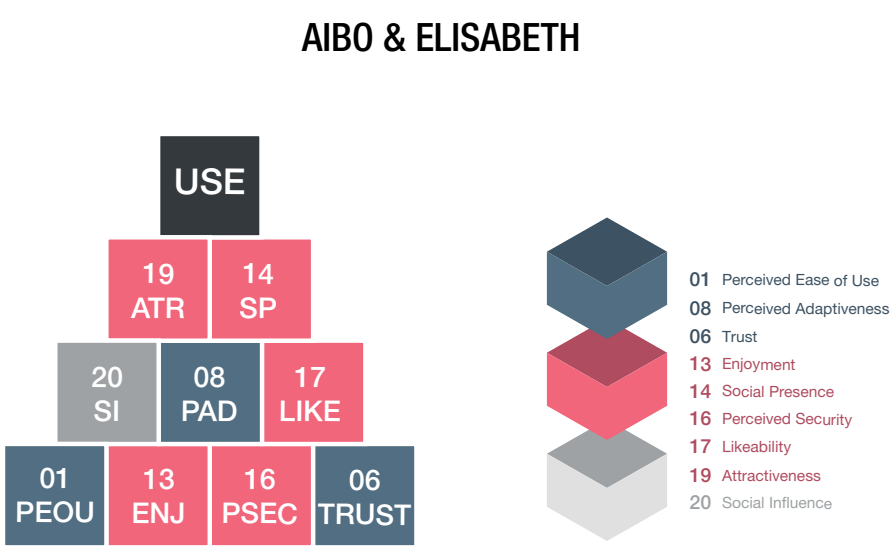



Figura 8 - Piramide di accettabilità 1 (Elisabeth Brown e AIBO): le variabili dell'accettabilità più importanti per l'utente di riferimento. Alla base della piramide vi sono le variabili maggiormente influenti (sia in relazione all'utente che alle influenze presenti nei principali metodi di valutazione HRI) e con livelli di compatibilità più elevati.

(LIKE) e l'influenza sociale (SI). Infine, ultime in ordine di priorità, la presenza sociale (SP) e l'attrattività (ATR). La **piramide dell'accettabilità 2** relativa a **NAO** (robotic personas 2) ed Elisabeth Brown (user personas 1) è mostrata in Figura 9. In questo caso, la progettazione di un robot umanoide e sociale per l'utente 1 si basa sui fattori della fiducia (TRUST), sicurezza (ENJ), divertimento (ENJ), facilità d'uso (PEOU) e bassi livelli di ansia (ANX). Essi sono seguiti da facilità di apprendimento (LRN), influenza sociale (SI), adattabilità percepita (PAD) e simpatia (LIKE). Infine, ultime in ordine di priorità, la presenza sociale (SP) e l'attrattività (ATR). La **piramide dell'accettabilità 3** relativa a **ElliQ** (robotic personas 3) ed Elisabeth Brown (user personas 1) è mostrata in Figura 10. Secondo la piramide, le dimensioni più importanti per la progettazione e lo sviluppo di un robot sociale e proattivo simile ad ElliQ per l'utente 1 sono la fiducia (TRUST), la facilità d'uso (PEOU), il divertimento (ENJ) e l'utilità percepita (PU) che quindi possono aumentare i livelli di intenzione d'uso (ITU). Vi sono poi il divertimento (PENJ) e la sicurezza percepita (SEC), l'intelligenza percepita (INT) e alti livelli di esperienza dell'utente (EXP). A queste seguono la facilità di apprendimento (LRN), la simpatia (LIKE), l'influenza sociale (SI), l'attrattività (ATR) e i bassi livelli di ansia da parte dell'utente (ANX). Infine, l'adattabilità percepita (PAD) e la socialità percepita (PS).

## 16.6 Ulteriori *Robotic/User Variables Tabs* e schede di accettabilità sviluppate

Di seguito sono consultabili ulteriori *Robotic* e *User Variables Tabs* e relative schede di accettabilità (Figure 11 - 28) sviluppate ai fini della tesi dottorale e dello sviluppo dello strumento/piattaforma proposto come output progettuale della ricerca.
I criteri di sviluppo sono analoghi a quelli già descritti dettagliatamente nel caso delle *Robotic Variables Tabs 1*, *2*, *3*, della *User Variables Tab 1*, della scheda di accettabilità 1 (Eli-

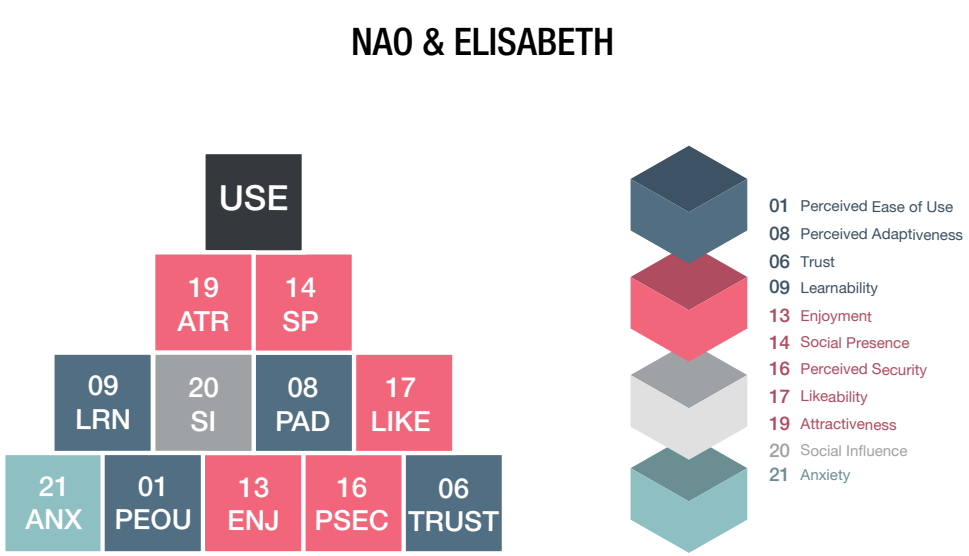



Figura 9 - Piramide di accettabilità 2 (Elisabeth Brown e NAO): le variabili dell'accettabilità più importanti per l'utente di riferimento. Alla base della piramide vi sono le variabili maggiormente influenti (sia in relazione all'utente che alle influenze presenti nei principali metodi di valutazione HRI) e con livelli di compatibilità più elevati.

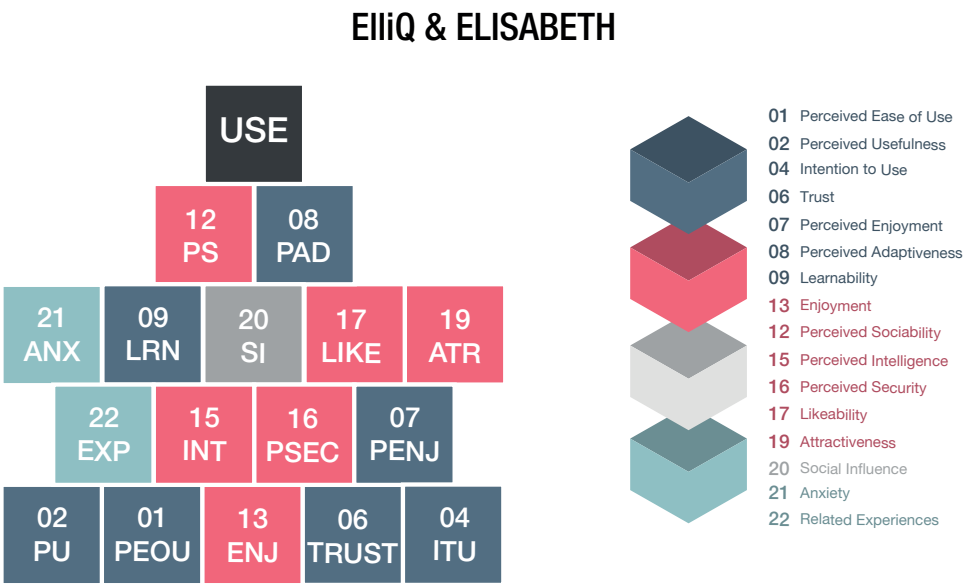



Figura 10 - Piramide di accettabilità 3 (Elisabeth Brown e EIliQ): le variabili dell'accettabilità più importanti per l'utente di riferimento. Alla base della piramide vi sono le variabili maggiormente influenti (sia in relazione all'utente che alle influenze presenti nei principali metodi di valutazione HRI) e con livelli di compatibilità più elevati.

sabeth Brown e AIBO, NAO, EIliQ) e delle piramidi dell'accettabilità 1,2,3. Di conseguenza, questo paragrafo ha l'obiettivo di consentire la consultazione di ulteriori schede pur senza la discussione già effettuata precedentemente. Inoltre, in questa sede, la consultazione di ulteriori schede ha il solo scopo di fornire una visione generale dello strumento proposto e dei relativi contenuti: essendo tale strumento un progetto *in itinere*, la cui architettura sarà definita alla conclusione della tesi dottorale ma il cui sviluppo potrà trovare continuità nell'ambito di progetti di ricerca nazionali e/o internazionali, è verosimile che in questa sede non sarà possibile inserire la totalità di schede e contenuti sviluppabili ma solo una piccola parte, utile ad esporre la struttura e le fondamenta dell'output proposto. Le *Robotic Variables Tabs* si riferiscono a robot realmente esistenti e sperimentati nell'ambito della ricerca scientifica. Le *User Variables Tabs*, analogamente alle schede robotiche, sono basate su un'analisi qualitativa e non statistica dei dati e dei risultati emersi dalla fase di ricerca scientifica teorica e sperimentale. Le schede di accettabilità sono state sviluppate sulla base dell'output di ricerca dei processi di (1) selezione e **categorizzazione dei robot sociali e assistivi** attualmente sviluppati, (2) identificazione degli **elementi qualitativi e quantitativi** che determinano l'accettazione degli stessi, (3) strutturazione dell'**architettura di un database** che, in relazione al contesto, possa fornire indicazioni utili a definire i requisiti progettuali. La piramide dell'accettabilità ha lo scopo di consentire un'identificazione immediata delle dimensioni dell'accettabilità più importanti per l'utente di riferimento ma soprattutto di verificare le loro influenze e il loro *peso*, rispetto all'utente, alle attività, al contesto d'uso e alla tipologia di interazione di riferimento. Alla base della piramide vi sono le variabili maggiormente influenti (sia in relazione all'utente che alle influenze presenti nei principali metodi di valutazione HRI) e con livelli di compatibilità più elevati.

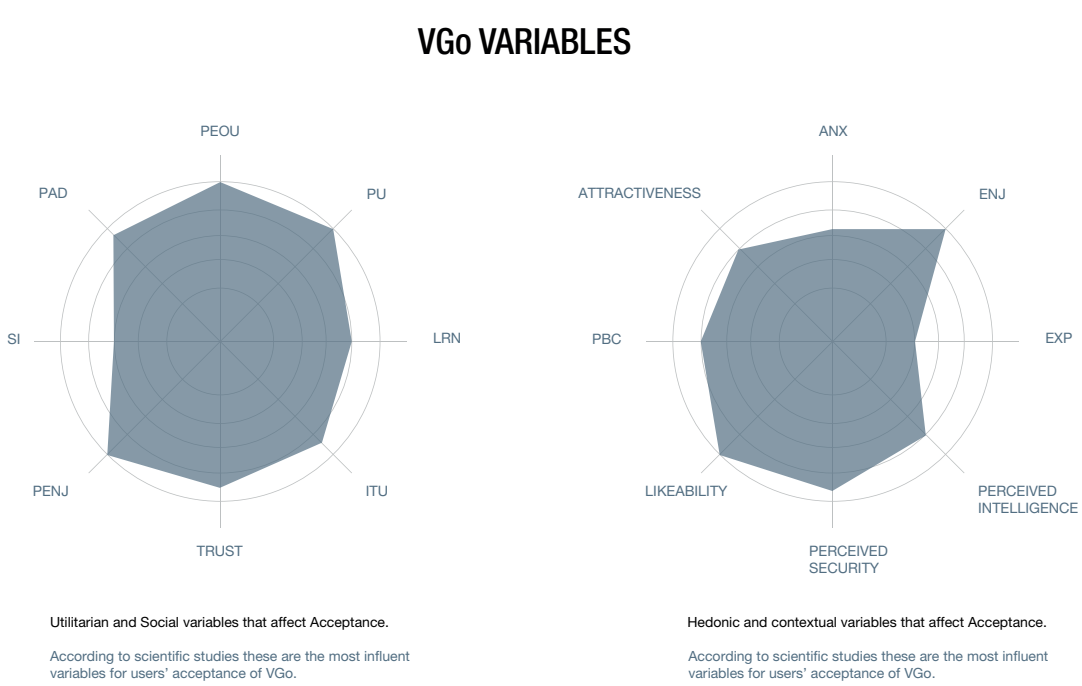



Figura 11 - La *Robotic Variables Tab 4* di VGo mostra le variabili utilitaristiche e sociali (a sinistra) e quelle edoniche e contestuali (a destra) su due diagrammi a radar.

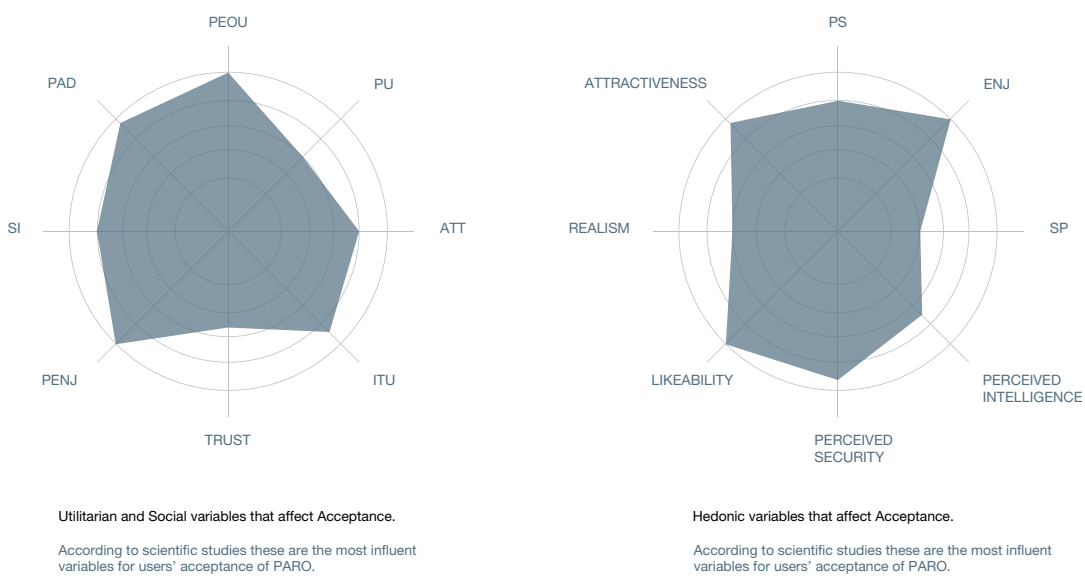



Figura 12 - La *Robotic Variables Tab 5* di PARO mostra le variabili utilitaristiche e sociali (a sinistra) e quelle edoniche e contestuali (a destra) su due diagrammi a radar.

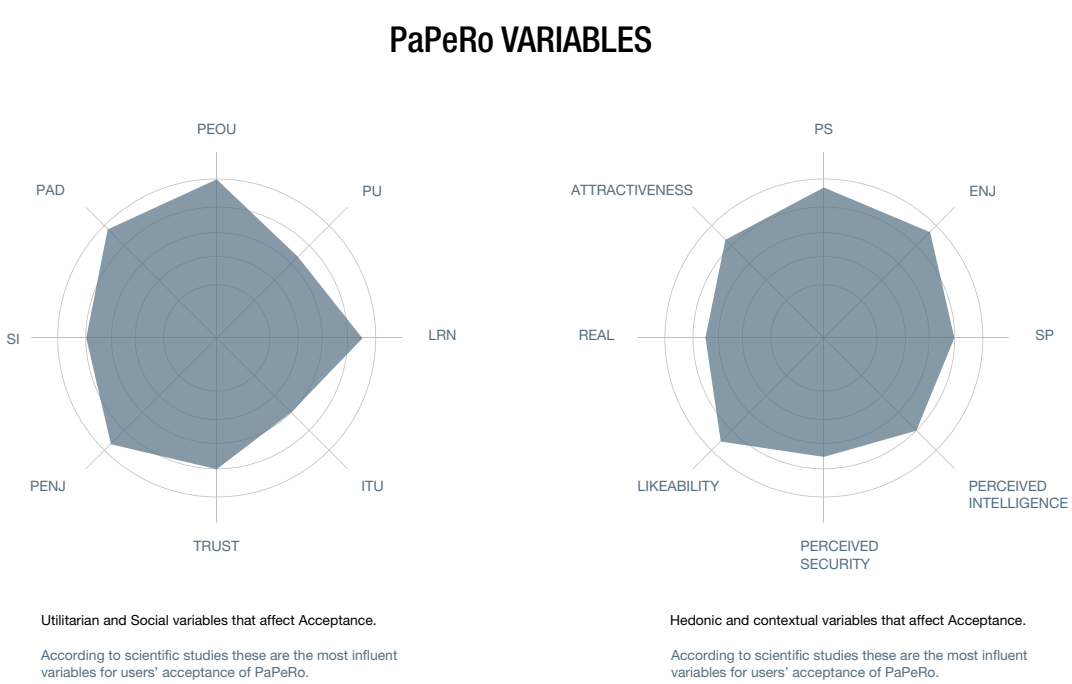



Figura 13 - La *Robotic Variables Tab 6* di PaPeRo mostra le variabili utilitaristiche e sociali (a sinistra) e quelle edoniche e contestuali (a destra) su due diagrammi a radar.

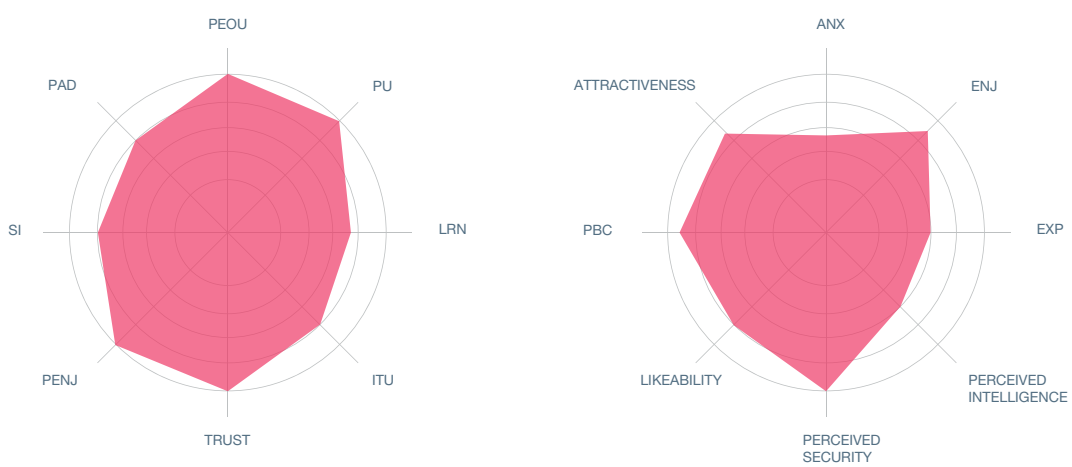



Figura 14 - La *User Variables Tab 2* di John Miller mostra i fattori che più influenzano la sua accettazione di robot sociali e assistivi. Le variabili utilitaristiche e sociali (a sinistra) e quelle edoniche e contestuali (a destra) sono rappresentate su due diagrammi a radar.

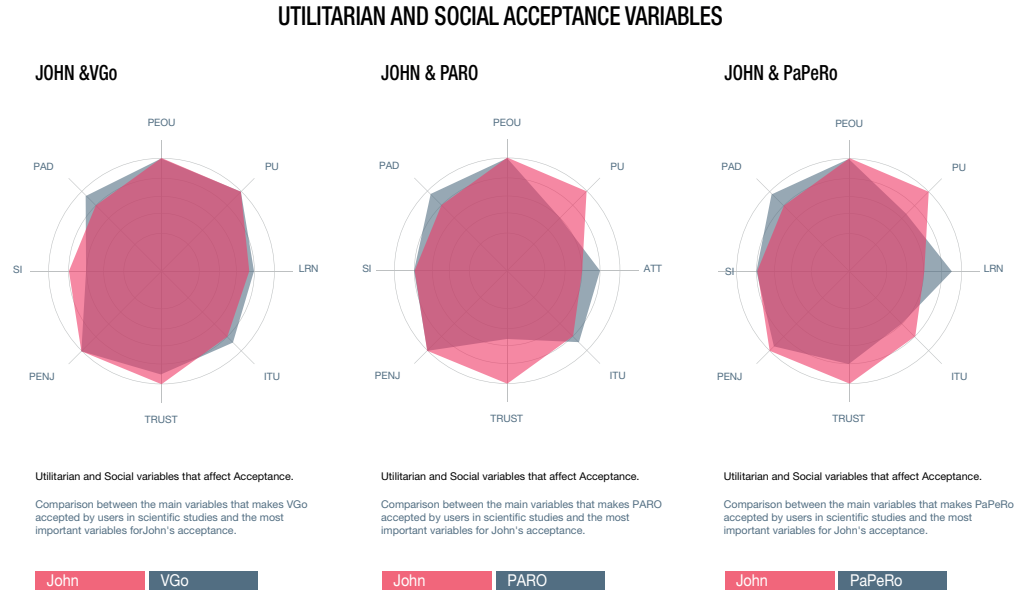



Figura 15 - Scheda di accettabilità 2: i fattori utilitaristici e sociali che influenzano l'accettabilità di un robot da parte della *user personas 2* (John Miller) e relativa *user variables tab 2* determinano la sua interazione e quindi le variabili che caratterizzano l'interazione con le *robotic personas* e relative *robotic variables tabs 4, 5, 6* (VGo, PARO, PaPeRo).

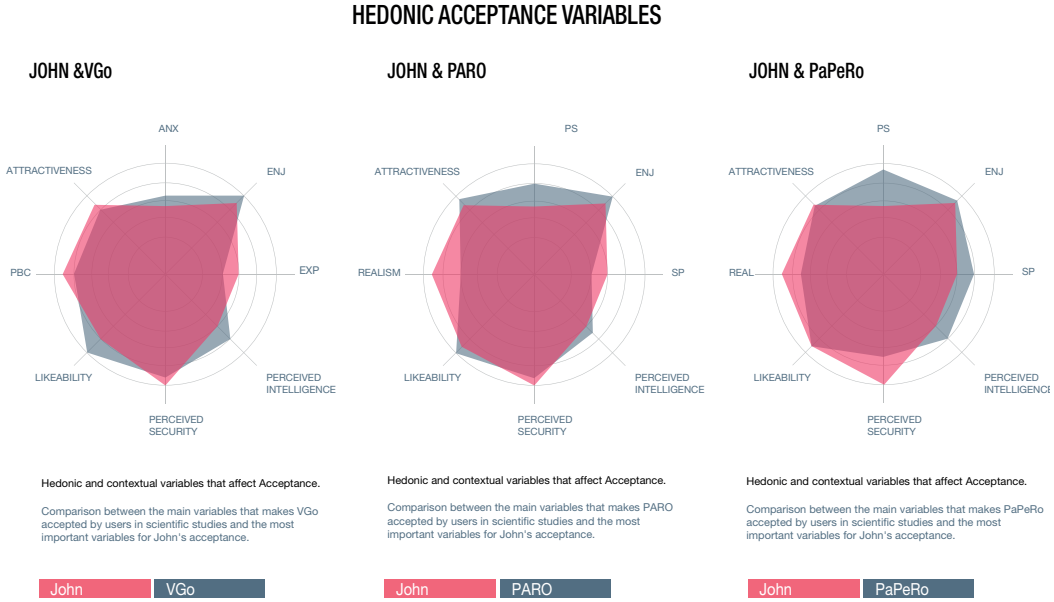



Figura 16 - Scheda di accettabilità 2: i fattori edonici e contestuali che influenzano l'accettabilità di un robot da parte della *user personas 2* (John Miller) e relativa *user variables tab 2* determinano la sua interazione e quindi le variabili che caratterizzano l'interazione con le *robotic personas* e relative *robotic variables tabs 4, 5, 6* (VGo, PARO, PaPeRo).

## VGo & JOHN

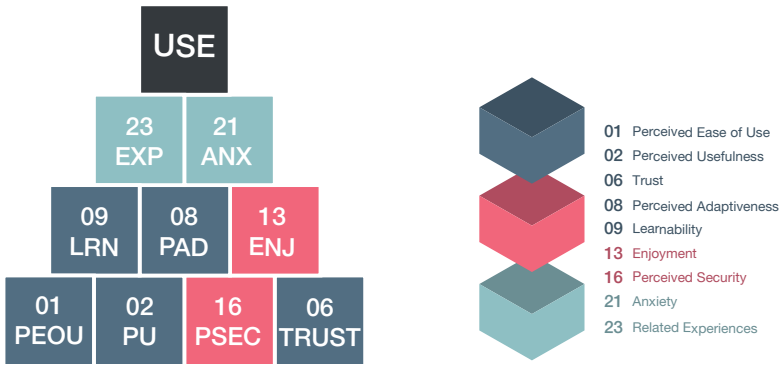



Figura 17 - Piramide di accettabilità 4 (John Miller e VGo): le variabili dell'accettabilità più importanti per l'utente di riferimento. Alla base della piramide vi sono le variabili maggiormente influenti (sia in relazione all'utente che alle influenze presenti nei principali metodi di valutazione HRI) e con livelli di compatibilità più elevati.

## PARO & JOHN

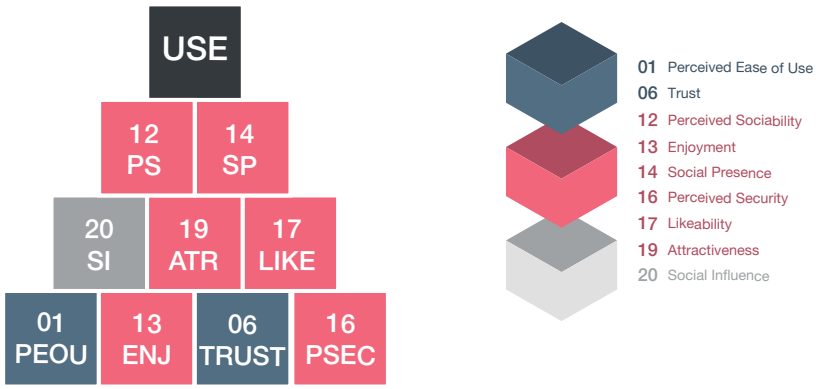



Figura 18 - Piramide di accettabilità 5 (John Miller e PARO): le variabili dell'accettabilità più importanti per l'utente di riferimento. Alla base della piramide vi sono le variabili maggiormente influenti (sia in relazione all'utente che alle influenze presenti nei principali metodi di valutazione HRI) e con livelli di compatibilità più elevati.

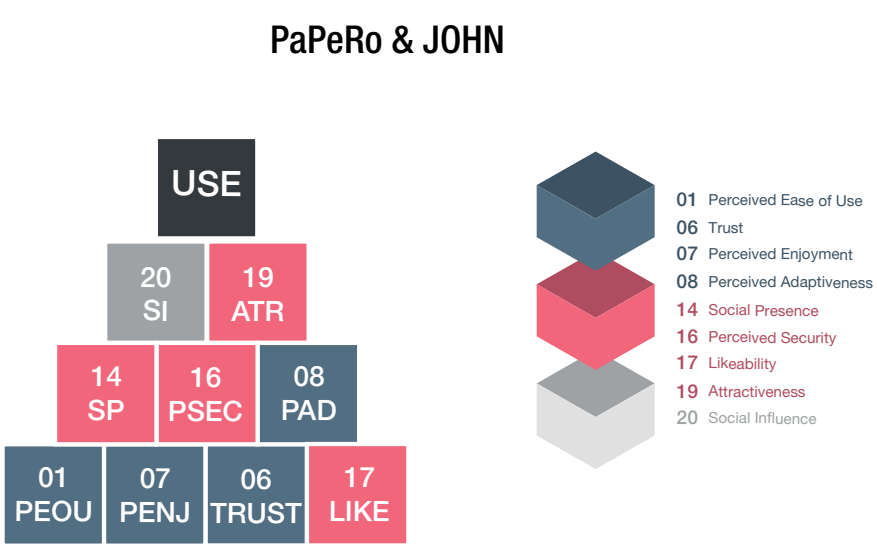



Figura 19 - Piramide di accettabilità 6 (John Miller e PaPeRo): le variabili dell'accettabilità più importanti per l'utente di riferimento. Alla base della piramide vi sono le variabili maggiormente influenti (sia in relazione all'utente che alle influenze presenti nei principali metodi di valutazione HRI) e con livelli di compatibilità più elevati.

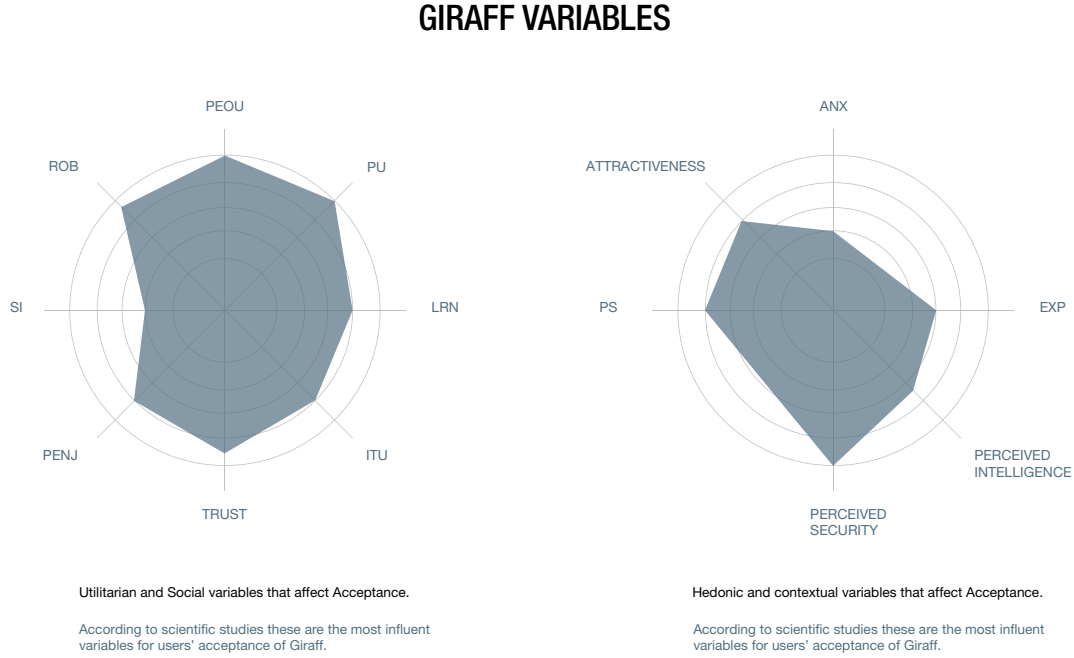



Figura 20 - La *Robotic Variables Tab 7* di Giraff mostra le variabili utilitaristiche e sociali (a sinistra) e quelle edoniche e contestuali (a destra) su due diagrammi a radar.

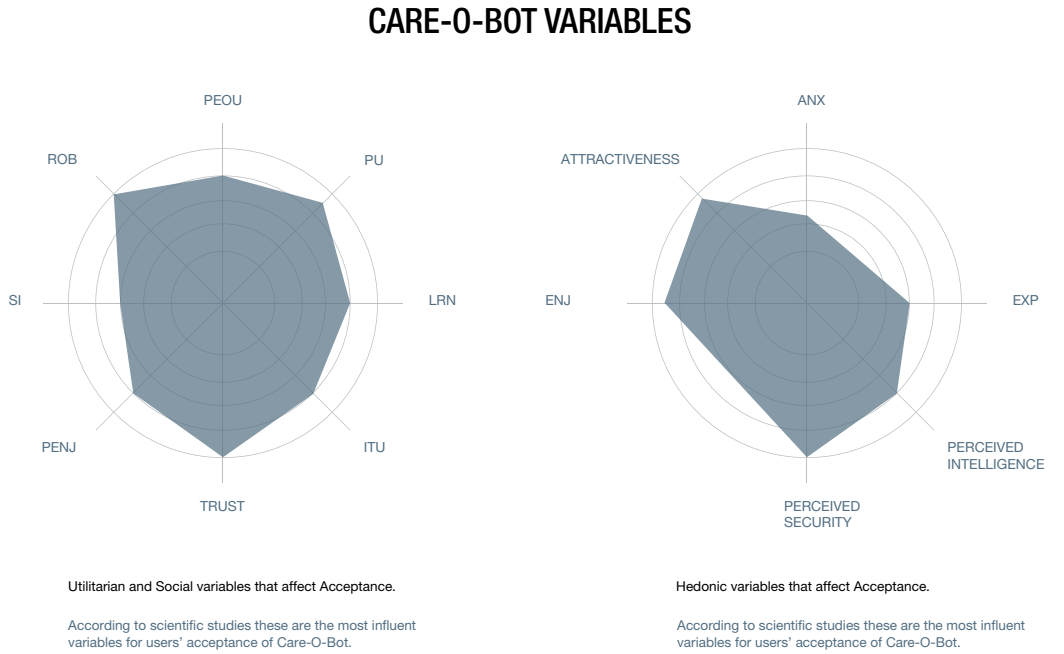



Figura 21 - La *Robotic Variables Tab 8* di Care-O-Bot mostra le variabili utilitaristiche e sociali (a sinistra) e quelle edoniche e contestuali (a destra) su due diagrammi a radar.

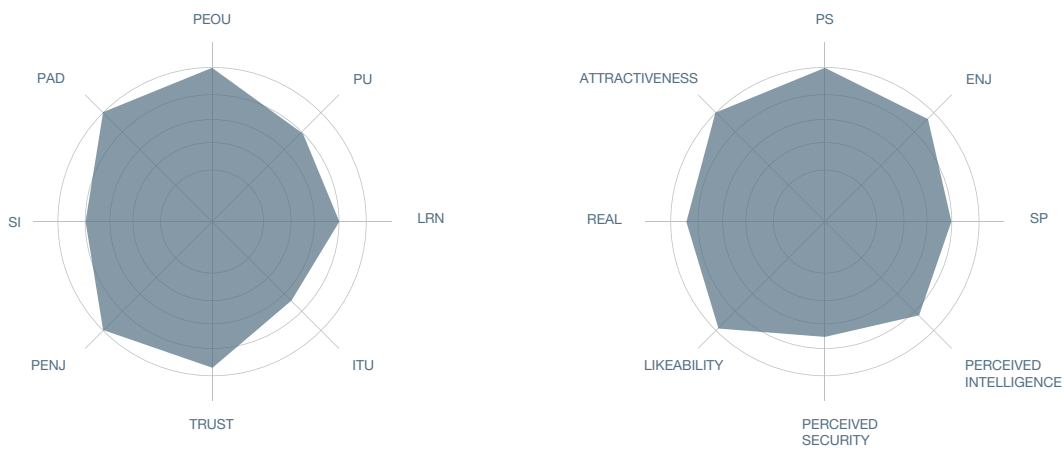



Figura 22 - La *Robotic Variables Tab 9* di Pepper mostra le variabili utilitaristiche e sociali (a sinistra) e quelle edoniche e contestuali (a destra) su due diagrammi a radar.

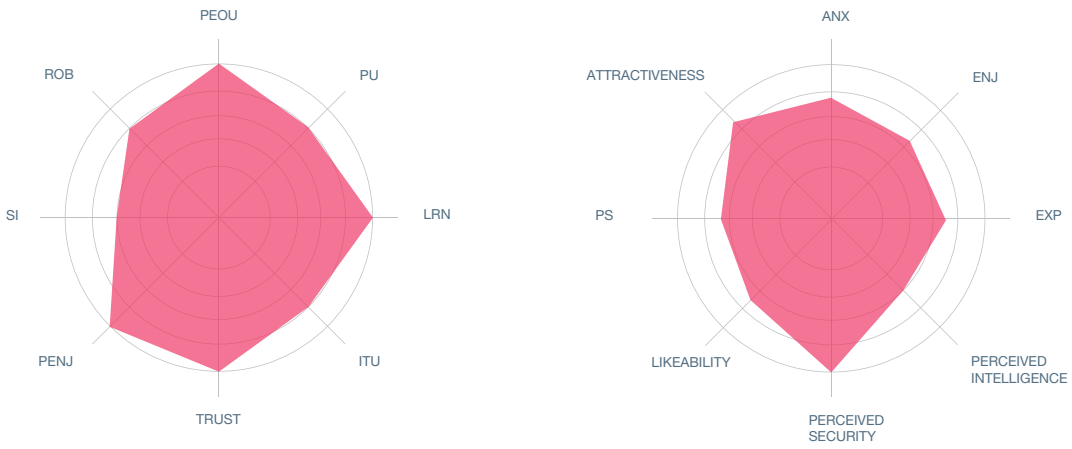



Figura 23 - La *User Variables Tab 3* di Martha Smith mostra i fattori che più influenzano la sua accettazione di robot sociali e assistivi. Le variabili utilitaristiche e sociali (a sinistra) e quelle edoniche e contestuali (a destra) sono rappresentate su due diagrammi a radar.

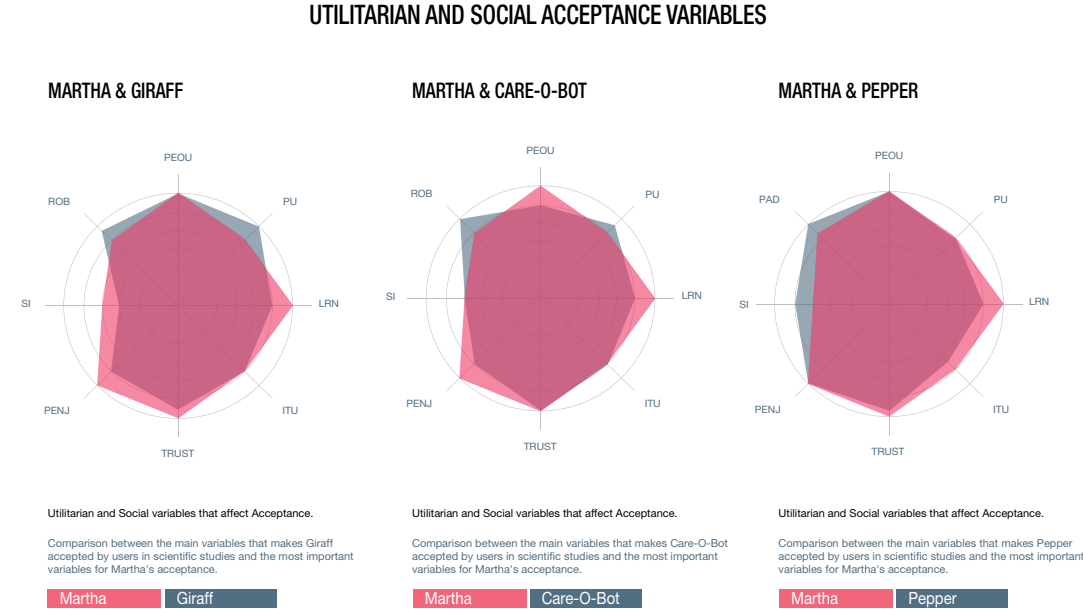



Figura 24 - Scheda di accettabilità 3: i fattori utilitaristici e sociali che influenzano l'accettabilità di un robot da parte della *user personas 3* (Martha Smith) e relativa *user variables tab 3* determinano la sua interazione e quindi le variabili che caratterizzano l'interazione con le *robotic personas* e relative *robotic variables tabs 7, 8, 9* (Giraff, Care-O-Bot, Pepper).

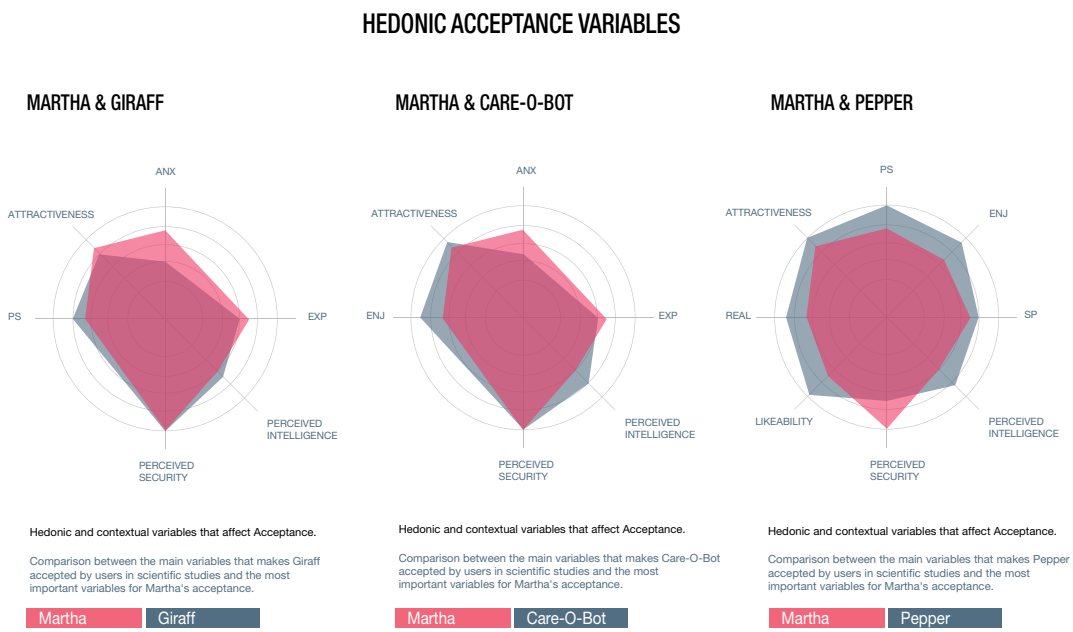



Figura 25 - Scheda di accettabilità 2: i fattori edonici e contestuali che influenzano l'accettabilità di un robot da parte della *user personas 3* (Martha Smith) e relativa *user variables tab 3* determinano la sua interazione e quindi le variabili che caratterizzano l'interazione con le *robotic personas* e relative *robotic variables tabs 7, 8, 9* (Giraff, Care-O-Bot, Pepper).

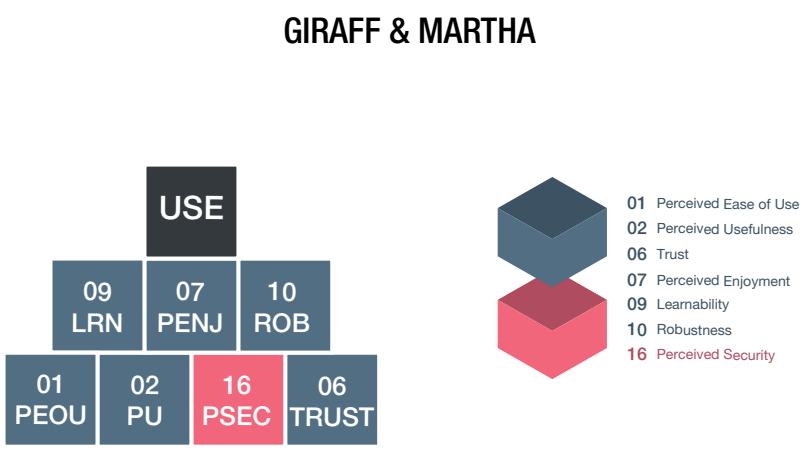



Figura 26 - Piramide di accettabilità 7 (Martha Smith e Giraff): le variabili dell'accettabilità più importanti per l'utente di riferimento. Alla base della piramide vi sono le variabili maggiormente influenti (sia in relazione all'utente che alle influenze presenti nei principali metodi di valutazione HRI) e con livelli di compatibilità più elevati.

## CARE-O-BOT & MARTHA

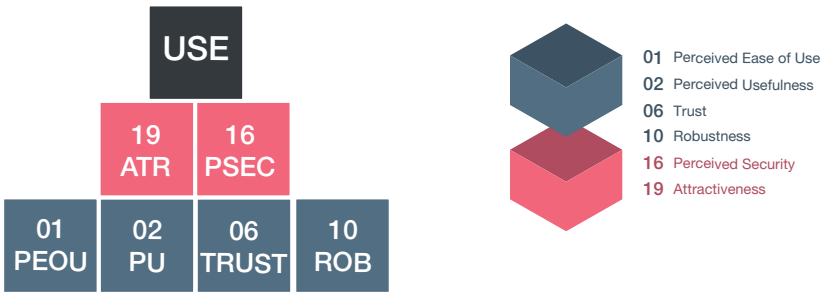



Figura 27 - Piramide di accettabilità 8 (Martha Smith e Care-O-Bot): le variabili dell'accettabilità più importanti per l'utente di riferimento. Alla base della piramide vi sono le variabili maggiormente influenti (sia in relazione all'utente che alle influenze presenti nei principali metodi di valutazione HRI) e con livelli di compatibilità più elevati.

## PEPPER & MARTHA

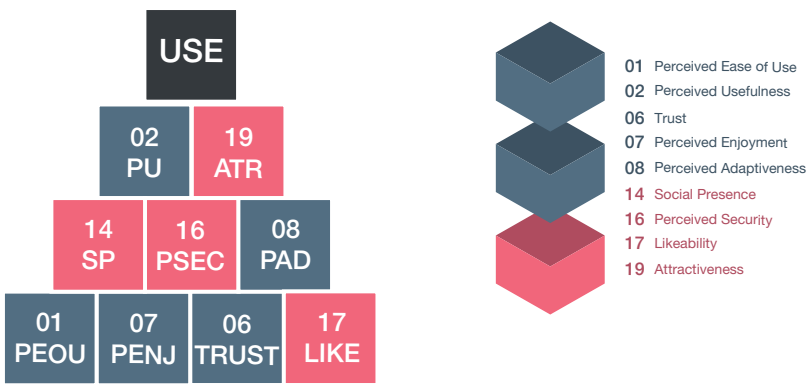



Figura 28 - Piramide di accettabilità 9 (Martha Smith e Pepper): le variabili dell'accettabilità più importanti per l'utente di riferimento. Alla base della piramide vi sono le variabili maggiormente influenti (sia in relazione all'utente che alle influenze presenti nei principali metodi di valutazione HRI) e con livelli di compatibilità più elevati.

## RESEARCH ANSWERS - SEZIONE 4

### Research Answer RQ.1

**RQ.1: Gli approcci scientifici e metodologici della Human-Robot Interaction e dello Human-Centred Design, pur avendo radice comune nella Human-Computer Interaction, risultano notevolmente differenti per metodi, filosofia e per struttura stessa dell'approccio. Quali sono le principali intersezioni metodologiche fra le due aree? Può sussistere una correlazione strutturata e applicabile ai diversi contesti fra i metodi e strumenti HCD e HRI?**

In seguito ad un'approfondita ricerca teorica e sperimentale sui principali metodi di valutazione e sulle variabili dell'accettabilità, sui processi sperimentali e sui contesti in cui sono stati applicati, la ricerca progettuale condotta in questa sezione ha consentito di identificare quei fattori influenti per l'accettabilità la cui conoscenza e analisi può essere utile al designer nella fase di ricerca. di sviluppo e di progettazione del robot (ipotesi di ricerca H-1a). L'analisi dei principali metodi di valutazione in ambito HRI e dei loro costrutti ha posto le basi per la produzione di schede di sintesi dell'architettura di ogni metodo e l'estrapolazione delle variabili principali che influenzano l'accettabilità delle tecnologie robotiche. Fra queste, sono state identificate e discusse quelle utili alle attività del designer che, quindi, dovrebbero essere esplorate durante la fase di indagine preliminare sugli utenti. Per ogni metodo usato in area HRI sono stati identificati e selezionati alcuni metodi propri dell'approccio HCD (Maguire, 2001; Giacomin, 2014) attraverso i quali è possibile indagare gli elementi messi in evidenza. Secondo la norma ISO 9241-2010:2019 i metodi dello HCD sono utili a comprendere il contesto d'uso, definire i requisiti del progetto e proporre soluzioni progettuali. In questa sezione l'analisi si è focalizzata principalmente, oltre che su alcuni metodi di valutazione del progetto, sulla comprensione del contesto d'uso che, secondo lo standard, implica: l'analisi delle caratteristiche degli utenti (caratteristiche fisiche, abilità, competenze, esperienza, formazione, etc.); l'analisi dei compiti che gli utenti devono eseguire (che potrebbero condizionare l'usabilità del sistema); l'analisi dell'ambiente fisico, tecnologico e sociale in cui il sistema sarà utilizzato. Infine, come primo output della ricerca progettuale sono state analizzate le principali variabili, costituenti l'architettura dei metodi di valutazione in HRI selezionati, che è possibile analizzare attraverso i metodi di analisi e valutazione con l'utente propri dell'approccio HCD.

### Research Answer RQ.2

**RQ.2: È possibile strutturare, sotto forma di strumento/piattaforma, un processo di sviluppo e progettazione di robot assistivi e sociali che possa guidare un team trans-disciplinare? Qual è il contributo scientifico dello HCD nello sviluppo di tale piattaforma?**

La ricerca condotta in relazione alla RQ.2 ha previsto lo sviluppo concettuale di uno strumento, sotto forma di piattaforma web open source destinata a designer e ricercatori, che consenta di effettuare una ricerca agile sui fattori che concorrono all'accettazione di robot assistivi per anziani e l'identificazione basata su sperimentazioni scientifiche, delle qualità morfologiche, comportamentali o di interazione, utili ai fini progettuali in termini di accettabilità della tecnologia. La piattaforma è intesa come strumento modulare e scalabile, il cui approccio può essere applicato alle diverse aree della robotica ma anche ad ulteriori ambiti disciplinari. Lo strumento/piattaforma proposto mira a supportare la collaborazione trans-disciplinare e la conoscenza e la formazione di progettisti e designer verso i principali metodi di valutazione e le variabili determinanti per l'accettabilità in HRI, così da rendere più efficace il processo di indagine sugli utenti, ponendo l'attenzione sugli elementi prioritari da esplorare. Inoltre, la conoscenza preliminare dei fattori che saranno oggetto di valutazione *a posteriori* (attraverso i metodi della HRI) consentirebbe al designer di tradurre i risultati della ricerca sull'utente in direzioni progettuali e in soluzioni tangibili riferite al contesto, all'attività e agli utenti specifici di riferimento (ipotesi di ricerca H-4). Per lo sviluppo della piattaforma sono stati selezionati i robot più accettabili, secondo le sperimentazioni riportate nella letteratura scientifica di riferimento, e sono state estrapolate le loro principali funzioni, caratteristiche estetico-formali, comportamentali o interattive che concorrono ad aumentare la loro accettazione da parte degli utenti. I risultati di tale ricerca sono stati utili ai fini della produzione di schede di sintesi per ogni robot. Tali schede presentano un'analisi generale della categoria di appartenenza, del contesto d'uso e delle modalità di interazione con il robot per poi identificare i principali utenti (e la loro nazionalità, caratteristiche demografiche e livello di salute psico-fisica) con cui sono stati sperimentati, i benefici e i criteri di accettabilità emersi dai test e le metodologie usate dai ricercatori per gli studi. Successivamente, le schede mostrano i principali risultati emersi dagli studi scientifici condotti con i robot. Infine, un ulteriore scopo è quello di fornire un quadro generale delle principali sperimentazioni e delle caratteristiche dei robot utili in

relazione al tema dell'accettabilità delle tecnologie e del contributo del design e dell'approccio Human-Centred per la progettazione di robot assistivi e sociali basati sulle reali esigenze e aspettative degli utenti.

**Research Answer RQ.3**

**RQ.3: È possibile mettere in relazione utente/attività/contesto/interazione con le caratteristiche principali dei robot sperimentati in letteratura, per fornire ai designer uno strumento scientifico di traduzione delle variabili dell'accettazione in elementi utili ai fini progettuali?**

A partire dalla ricerca teorica relativa alle sperimentazioni dei principali robot assistivi e sociali per utenti anziani e fragili (capitolo 10), dai risultati della ricerca e sperimentazione condotta nell'ambito del progetto di ricerca CloudIA (capitolo 11) e dai dati emersi nell'ambito delle indagini condotte su utenti potenziali e/o effettivi in Italia e in Europa (capitolo 12), è stato possibile raccogliere informazioni su varie tipologie di utenti. Nello specifico, la sistematizzazione dei dati ha riguardato gli individui anziani e fragili: sono state identificate le caratteristiche oggettive e quantitative (età, genere, stato familiare, nazionalità, livello di istruzione, livello di esperienza tecnologica), le informazioni relative allo stato fisico, sociale, cognitivo e alla qualità della vita, i dati quantitativi relativi a esigenze, opinioni, aspettative in relazione all'uso di un robot assistivo e sociale. L'influenza delle caratteristiche demografiche sull'accettabilità nella Human-Robot Interaction è stata dimostrata e discussa nei capitoli precedenti. A partire dalla sistematizzazione dei dati, quindi, sono state prodotte una serie di User Personas, ovvero degli archetipi di utenti anziani e fragili che includono tutte le informazioni determinanti per la progettazione, lo sviluppo e la valutazione di tecnologie robotiche accettabili (Cesta et al., 2016; Ezer et al., 2009; Scopelliti et al., 2005; Broadbent et al., 2009). È stato dimostrato, inoltre, come l'insieme delle variabili standard e di tutti i fattori individuali, che concorrono all'accettazione, possano essere analizzati attraverso svariati metodi propri dell'HCD, come l'indagine etnografica, focus group, interviste, personas. Nello specifico, è stato approfondito il metodo delle User Personas come strumento chiave per la ricerca preliminare sull'utente, finalizzata alla progettazione di robot assistivi che possano effettivamente supportare e aiutare le persone nel compiere con successo le attività, soddisfacendo le loro aspettative e rispettando le singole necessità individuali. A partire dai risultati delle sperimentazioni con utenti reali e robot assistivi e sociali (capitolo 10) e dai dati raccolti nell'ambito dell'indagine esplorativa condotta in Italia e in Europa (capitolo 12), sono stati prodotti dei profili robotici (R*obotics Personas*) che non si focalizzano esclusivamente sull'eventuale personalità mostrata dal robot bensì sui contesti d'uso, sulle attività e sulla tipologia di interazione per cui i singoli robot si sono rivelati più efficaci e appropriati per gli utenti di riferimento. Le R*obotics Personas* mostrano, infatti, anche le caratteristiche degli utenti per cui si sono mostrati più accettabili e le nazioni in cui sono stati sperimentati. Infine, sono stati selezionati i principali criteri morfologici, funzionali, interattivi determinanti per l'accettabilità, in relazione al contesto e all'utente di riferimento.

**Research Answer RQ.4**

**RQ.4: Qual è il contributo scientifico dello HCD, e dei suoi strumenti e metodi operativi, in relazione alla progettazione dell'accettabilità di sistemi interattivi in ambito robotico?**

A partire dalla ricerca teorica e dalle indagini sperimentali, è stata sviluppata la *Table of variables*, parte fondamentale della piattaforma Robotics & Design, che rappresenta uno strumento destinato principalmente a designer, progettisti, ricercatori ma anche ai professionisti in altri ambiti che si occupano di Human-Robot Interaction. Lo scopo principale dello strumento è la consultazione e la verifica immediata delle principali variabili determinanti per l'accettabilità, soprattutto in relazione a robot assistivi e sociali per utenti anziani e fragili. La tavola consente, inoltre, di visualizzare i rapporti e il *peso* di ogni costrutto sull'accettabilità e quindi sull'efficacia della tecnologia robotica per l'utente e il contesto a cui è destinata. Inoltre, è stato possibile conferire un valore qualitativo ad ogni variabile, così che ognuna di esse fosse attribuita ai robot selezionati e agli utenti delle *User Personas*. Ciò ha permesso di selezionare, in maniera indipendente per ogni robot e per ogni utente, le variabili più validate dagli studi scientifici e con valori più *elevati*, così da produrre una profilazione di persone e di robot assistivi sulla base delle variabili dell'accettazione. Attraverso le ricerche teoriche e sperimentali discusse nei capitoli precedenti, sono state identificate le principali variabili che concorrono a determinare l'accettazione. In seguito alla selezione dei principali robot assistivi e sociali, alla definizione degli archetipi di utenti e all'identificazione delle loro corrispondenze con le attività e le tipologie di interazione, sono stati prodotti una serie di profili di utenti e di robot assistivi sulla base dell'attinenza fra le variabili e gli elementi caratterizzanti degli uni e degli altri.

# SEZIONE 5. OUTPUT PROGETTUALE

## RESEARCH QUESTIONS - SEZIONE 5

**RQ.1: Sulla base dei requisiti identificati nella sezione relativa alla ricerca progettuale, quali sono le finalità e i destinatari della piattaforma da sviluppare?**
**Attività RQ.1:** Per rispondere alla RQ.1, è stato utile fare riferimento all'ipotesi che è alla base della progettazione del metodo: essa riguarda la necessità, per i designer - sia nell'ottica dello svolgimento della professione progettuale che di ricerca in ambito robotico in team multidisciplinari - di utilizzare uno strumento, metodo o approccio scientifico per (1) trovare una corrispondenza scientifica fra gli utenti di riferimento e le caratteristiche dei robot assistivi e sociali sperimentati in letteratura; (2) a partire da tale corrispondenza estrapolare i requisiti fondamentali per il brief progettuale di una nuova piattaforma robotica; (3) conoscere e comprendere le relazioni fra le variabili dell'accettabilità più importanti secondo le sperimentazioni scientifiche in HRI; (4) conoscere le dimensioni dell'accettabilità e la loro valutazione attraverso metodologie proprie della HRI; (5) identificare i requisiti progettuali che possono influenzare uno o più variabili; (6) applicare una metodologia condivisa a livello scientifico per tradurre le variabili dell'accettabilità in soluzioni progettuali; (7) applicare una metodologia condivisa a livello scientifico per strutturare un processo di collaborazione trans-disciplinare che integri efficacemente l'esperienza e i metodi progettuali propri di ogni ambito disciplinare. Da un punto di vista esecutivo, inoltre, le ipotesi preliminari prevedono la progettazione dell'architettura del metodo (8) basato su un *database interattivo* che, in base a utenti, contesto e attività di riferimento possa fornire indicazioni progettuali o metodologiche specifiche; (9) come piattaforma implementabile a partire da suddetto database (secondo le logiche dello UGC), strutturato secondo l'approccio dell'*open source*, che ne consente l'ampliamento e il costante aggiornamento grazie a contributi di ricercatori e professionisti in tutto il mondo che possono inserire i dati relativi alle proprie ricerche e consultare quelli altrui, migliorando in maniera incrementale l'efficacia dello strumento. A partire da queste considerazioni è stato possibile identificare ed analizzare nel dettaglio gli obiettivi generali e quelli specifici della piattaforma, nonché le diverse tipologie di utenti a cui è destinata.

**RQ.2: Come tradurre i contenuti scientifici della ricerca sperimentale e progettuale in una piattaforma efficace in relazione ai destinatari e agli obiettivi di riferimento?**
**Attività RQ.2:** Sulla base delle finalità e degli utenti di riferimento, la soluzione più efficace per lo sviluppo del metodo risulta quella del sito web, in quanto mezzo di comunicazione e consultazione efficace di svariate tipologie di contenuti, di interazione e networking fra i vari tipi di utenti, accessibile online da qualunque dispositivo senza la necessità di installazione o download di dati. La scelta di sviluppare la piattaforma non in locale bensì come sito web responsive consultabile sui principali devices (computer, tablet e smartphone) risponde alle esigenze di un sistema open source destinato alla consultazione da parte di professionisti e ricercatori a livello globale ma, soprattutto, la cui efficacia si basa proprio su un database estendibile e ampliabile attraverso l'inserimento di contributi scientifici da parte di ricercatori in tutto il mondo. Per motivazioni analoghe appare necessario lo sviluppo iniziale della piattaforma e dei relativi contenuti in lingua inglese, a cui è possibile aggiungere ulteriori lingue nel corso di sviluppi e implementazioni successivi. Il concetto teorico di riferimento per la struttura del database è quindi anche quello dello User-Generated Content (UGC), fenomeno dovuto alla democratizzazione della produzione di contenuti multimediali, per cui gli utenti stessi generano i contenuti di una piattaforma, sito web, wiki o altre reti sociali digitali (Krumm et al., 2008). Per

tradurre i contenuti scientifici della ricerca sperimentale e progettuale in una piattaforma efficace, in relazione ai destinatari e agli obiettivi di riferimento, in seguito ad una ricerca preliminare su piattaforme analoghe, allo scopo di analizzarne le architetture, i percorsi e gli obiettivi, sono state sviluppate l'architettura di sistema e l'interfaccia grafica. L'architettura di sistema è stata sviluppata a partire dagli obiettivi identificati mediante l'elaborazione di mappe e strutture, secondo il vocabolario visuale di Garrett, (2002; 2010), che ha costituito il riferimento grafico per la produzione della *sitemap* e della relativa legenda. Contestualmente, l'interfaccia grafica è stata sviluppata secondo i principi dell'Interaction Design (Preece, 2015) a partire da wireframe, sviluppati ulteriormente attraverso la prototipazione digitale mediante il software Adobe Xd.
La realizzazione di un prototipo dello strumento ha consentito di effettuare una prima valutazione finalizzata al miglioramento dell'architettura e dell'interfaccia. L'intero processo progettuale è stato iterativo, con valutazioni e conseguenti modifiche e implementazioni sia dell'architettura che dell'interfaccia.

**RQ.3: La piattaforma sviluppata e consultabile online risponde ai requisiti e agli obiettivi prefissati? Come è valutata dai destinatari di riferimento sia dal punto di vista teorico-concettuale, sia dal punto di vista dell'usabilità e della qualità dell'interazione?**
**Attività RQ.3:** In seguito allo sviluppo della Versione Beta 1.0 della piattaforma "Robotics & Design: the tool to design Human-Centred Assistive Robotics" sono state effettuate valutazioni intermedie e test con utenti per raccogliere feedback dai potenziali utilizzatori dello strumento, sia dal punto di vista teorico-concettuale, sia dal punto di vista dell'usabilità e della qualità dell'interazione. In primo luogo, è stata effettuata un'analisi della piattaforma a partire dal *framework* PACT (acronimo di People, Activities, Contexts, Technologies) con lo scopo di valutare con chi, con cosa e dove l'utente interagisce con l'interfaccia utente (Benyon, 2010).
Successivamente, è stata condotta una valutazione con utenti (designer, docenti, esperti e professionisti in ambito robotico) utilizzando il metodo della *participatory evalutation* (Maguire, 2001, p. 616), in quanto più appropriato in relazione agli obiettivi e al contesto della valutazione stessa. Il metodo della valutazione partecipativa consiste nel far utilizzare lo strumento a utenti rappresentativi, al fine di eseguire una serie di attività prestabilite: questi, attraverso il *thinking aloud*, spiegano cosa stanno facendo e l'intera sessione è registrata e osservata dal progettista/ricercatore. Nello specifico, al fine di ottenere feedback dettagliati sullo strumento, la valutazione è stata condotta anche attraverso l'*evaluation walkthrough* (Nielsen, 1993), ovvero analizzando le reazioni degli utenti passo dopo passo durante la loro interazione con il sistema. Al termine di ogni sessione di valutazione è stato sottoposto ai partecipanti un *post-experience questionnaire,* volto a raccogliere ulteriori dati relativi all'esperienza generale con il sistema, all'utilità percepita e alle principali criticità da risolvere o elementi da implementare.

**RQ.4: Sulla base dei risultati delle valutazioni con utenti ed esperti, quali sono gli sviluppi futuri e le principali aree di implementazione della piattaforma attualmente sviluppata?**
**Attività RQ.4:** La valutazione partecipativa condotta attraverso *thinking aloud* ed *evaluation walkthrough* e la somministrazione del *post-experience questionnaire* hanno evidenziato innumerevoli miglioramenti e aree di implementazione della piattaforma Robotics & Design. In seguito all'analisi dettagliata dei risultati delle sessioni di valutazione è stato possibile sintetizzare le informazioni raccolte, estrapolare le modifiche principali da effettuare e ordinare le implementazioni in ordine di priorità.

**Parole chiave**

HCD Tools
User-Generated Content
Open Source
Database estensibile
Supporto teorico e progettuale

# Capitolo 17
# La piattaforma “Robotics & Design: the tool to design Human-Centred Assistive Robotics”

**17.1 Analisi preliminare di piattaforme online analoghe**

**17.2 Ipotesi progettuali, finalità e destinatari della piattaforma**

**17.3 Obiettivi, sviluppo e prototipazione: il doppio ruolo teorico-metodologico e progettuale della piattaforma**

**17.4 Architettura della piattaforma Robotics & Design - www.roboticsdesign.org**

17.4.1 Sitemap 1 - Information Architecture della piattaforma - Sezione applicativa e progettuale

17.4.1.1 The robot finder

17.4.1.2 The robot matcher

17.4.1.3 The robot designer

17.4.2 Sitemap 2 - Information Architecture della piattaforma - Sezione teorico-metodologica

**17.5 L’interfaccia grafica e l’esperienza dell’utente**

Headline 5
BUTTON
BUTTON
BUTTON
Body 2
Subtitle 1
Reserve Workspace
October
9:00 - 9:30
RESERVE WORKSPACE
How to

# CAPITOLO 17
# La piattaforma "Robotics & Design: the tool to design Human-Centred Assistive Robotics"

I risultati ottenuti attraverso la ricerca progettuale (capitoli da 13 a 16) costituiscono i contenuti fondamentali dello strumento introdotto a partire dal capitolo 14 e il cui sviluppo è previsto in relazione all'ipotesi di ricerca H-4, validata attraverso la ricerca sperimentale (capitoli 11 e 12). In questo capitolo sono descritti i risultati dell'indagine preliminare condotta su **piattaforme analoghe per obiettivi e architettura**, le ipotesi progettuali, le finalità e i destinatari (utenti primari e secondari) dello strumento. Successivamente, sono discussi gli obiettivi e il processo di **sviluppo e prototipazione** dello strumento che hanno determinato la definizione del sistema sotto forma di **piattaforma web open source**. Sulla base delle ipotesi preliminari, delle finalità e degli utenti di riferimento è stata progettata l'architettura della piattaforma (back-end), al fine di organizzare e rendere accessibili i contenuti del sito web. È stata poi progettata l'interfaccia utente (front-end) secondo i principi dell'Interaction Design (Preece, 2015) e della User Experience (Garrett, 2010) applicati alla User Interface (UI) per piattaforme digitali. Sulla base delle finalità e degli utenti di riferimento, la soluzione più efficace per lo sviluppo del metodo risulta quella del sito web, in quanto mezzo di comunicazione e consultazione efficace di svariate tipologie di contenuti, di interazione e di networking fra i vari tipi di utente, accessibile online da qualunque dispositivo senza la necessità di installazione o download di dati. La scelta di sviluppare la piattaforma non in locale bensì come **sito web responsive**, consultabile sui principali devices (computer, tablet e smartphone), risponde alle esigenze di un sistema *open source* destinato alla consultazione da parte di professionisti e ricercatori a livello globale ma, soprattutto, la cui efficacia si basa proprio su un ***database* estendibile** e ampliabile attraverso l'inserimento di contributi scientifici da parte di ricercatori in tutto il mondo. Per motivazioni analoghe si è reso necessario lo sviluppo iniziale della piattaforma e relativi contenuti in lingua inglese, a cui è possibile aggiungere ulteriori lingue nel corso di sviluppi e implementazioni successivi. Il concetto teorico di riferimento per la struttura del database è, quindi, anche quello dell'**User-Generated Content** (UGC), fenomeno dovuto alla democratizzazione della produzione di contenuti multimediali, per cui gli utenti stessi generano i contenuti di una piattaforma, sito web, wiki o altre reti sociali digitali (Krumm et al., 2008). Uno degli esempi più famosi di UGC per la condivisione di conoscenza e l'apprendimento è sicuramente Wikipedia[1] ma ne esistono moltissime applicazioni in svariati ambiti.

1 https://it.wikipedia.org/wiki/Pagina_principale Accessed 18/06/2020.

Lo strumento è stato sviluppato attraverso la piattaforma software *open source* WordPress.org[2] della WordPress Foundation. Wordpress è un CSM (Content Management System) che consente la creazione e distribuzione di un sito internet gestibile e aggiornabile in maniera dinamica. Il sito si appoggia ad un database MySQL fornito dal provider dell'hosting. WordPress consente la creazione di siti web responsive, garantisce sicurezza e ottimizzazione delle prestazioni, oltre che accessibilità e gestione integrata da ogni dispositivo. La possibilità di implementare il sito web in WordPress con *plugin* che ne estendono le funzionalità si adatta alla struttura dello strumento che prevede aggiornamenti ed estensioni frequenti data la natura stessa del database prevista dal progetto.
In questo capitolo è descritta la prima versione sviluppata (Versione Beta 1.0) dello strumento denominato **"Robotics & Design: the tool to design Human-Centred Assistive Robotics"** online e consultabile al seguente link: **www.roboticsdesign.org.**
La Versione Beta 1.0 rappresenta una versione basica ed estremamente funzionale dello strumento proposto, che non prevede le funzionalità più avanzate, come la possibilità di interagire e contribuire al database o di cercare dati in maniera dinamica al suo interno. Sono previste ulteriori implementazioni con l'estensione incrementale delle funzionalità già a partire dalla Versione Beta 1.1. È auspicabile la totale e completa conclusione dello strumento, che prevede funzionalità avanzate sviluppabili solo mediante la collaborazione di un team multidisciplinare, nell'ambito di un progetto di ricerca nazionale o europeo.

## 17.1 Analisi preliminare di piattaforme online analoghe

L'analisi preliminare di piattaforme simili è stata condotta allo scopo di valutarne la **qualità globale** e identificarne i **punti di forza e le criticità** da migliorare, nell'ottica di definizione del brief progettuale dello strumento da sviluppare. La procedura di ricerca e valutazione si è articolata in due fasi:

- **identificazione dei siti web:** durante questa fase sono stati identificati dieci siti web potenzialmente analoghi per finalità e/o architettura, obiettivi e target di utenti analoghi a quelli della piattaforma da sviluppare. È stata poi sviluppata una descrizione di ciascun sito che ne indicasse il pubblico di riferimento, l'ambito e lo scopo del sito. I siti sono poi stati raggruppati in base alla loro funzionalità e struttura. Infine, dei dieci iniziali sono stati selezionati sei siti web rappresentativi, sia dal punto di vista di **approccio teorico-scientifico e metodologico** nell'ambito del design e della robotica che dal punto di vista di **supporto progettuale e raccolta/consultazione di dati**;
- **valutazione della qualità globale:** è stata condotta sulla base di **tre dimensioni principali** (Rocha, 2012) ovvero *Qualità dei contenuti*, *Qualità del servizio* e *Qualità tecnica*.

Di seguito sono descritti i sei siti web analizzati, suddivisi in base alla categoria che rappresentano.
Per quanto riguarda le piattaforme a **scopo formativo o di consulenza/servizio nell'ambito del design** e di supporto all'applicazione di metodi (HCD, UX, Design Thinking, etc.), sono stati analizzati quattro siti più rappresentativi:

- **Nielsen-Norman Group[3]:** fondata da Jakob Nielsen e Don Norman, è una società di ricerca e di consulenza in ambito UX, che ha lo scopo di migliorare l'esperienza quotidiana nell'uso della tecnologia. La piattaforma offre servizi di consulenza sotto forma

2 https://it.wordpress.org Accessed 15/06/2020.
3 Reperibile al link: https://www.nngroup.com Accessed 31/07/2020.

di valutazione di un progetto, formazione del team e seminari. Consente, inoltre, di consultare libri e report oltre che di partecipare ad eventi e conferenze organizzati dalla società. Infine, presenta un'ampia sezione di articoli relativi ad argomenti di interesse come le metodologie di analisi dell'utente o di valutazione, i metodi di mappatura della UX o altre informazioni nell'ambito della UX, dell'Interaction Design e della ricerca in design. Quest'ultima sezione costituisce la più rappresentativa e interessante per la piattaforma da sviluppare, in quanto mira a fornire informazioni (pratiche e teoriche) su svariate tematiche nell'area del design;

- **Interaction Design Foundation**[4]**:** fondata nel 2002 da Don Norman, Daniel Rosenberg e Clayton Christensen rappresenta la più ampia libreria *open source* di letteratura nel campo della UX e del design, oltre ad avere anche scopi formativi con corsi e seminari dedicati. La sezione di maggior interesse riguarda la letteratura relativa ai metodi e agli strumenti di ricerca e valutazione, che sono descritti dettagliatamente dal punto di vista teorico e della loro applicazione pratica;
- **IDEO Design Kit**[5]**:** è la piattaforma online di IDEO.org[6] in cui consultare i contenuti dell'HCD Toolkit, un libro per apprendere lo Human-Centred Design e ottenere suggerimenti pratici sull'applicazione di metodi e strumenti propri dell'approccio HCD in ogni contesto. Il punto di forza della piattaforma è la suddivisione chiara dei metodi per ogni fase del processo di design (ispirazione, ideazione, implementazione, etc.) e la possibilità di salvare gli strumenti preferiti. Per ogni metodo, inoltre, è possibile consultare una descrizione teorica ma anche seguire delle istruzioni sintetiche per comprendere come applicarlo in ogni contesto. Infine, la piattaforma consente di scaricare *worksheets* per ogni metodo, ovvero dei fogli di lavoro (o *template*) che accompagnano e supportano il designer durante l'applicazione dello strumento operativo;
- **Open Design Kit**[7]**:** Open Design Kit è una raccolta open source di metodi e *best practice* per progettare. Il sito, oltre a fornire informazioni pratiche per ogni metodo di progettazione (suddivisi in base alle fasi del processo in cui dovrebbero essere utilizzati) consente di scaricare *template* e *worksheets*. Il punto di forza è l'approccio *open source*, possibile anche grazie al profilo Github.

Per quanto riguarda le piattaforme a scopo di **supporto pratico alla progettazione** e di **raccolta e consultazione dati** sono stati analizzati due siti più rappresentativi:

- **Design Sprint Kit**[8]**:** è una risorsa open source per progettisti, sviluppatori o chiunque stia imparando o eseguendo un Design Sprint[9] (metodologia progettuale sviluppata da Google Ventures). Il sito web consente imparare il metodo, pianificarne l'applicazione e contribuire, condividendo un proprio metodo originale o dei protocolli di applicazione degli stessi. Quest'ultimo rappresenta sicuramente il maggior punto di forza della piattaforma, in quanto consente a ricercatori e a progettisti di comunicare e condividere esperienze e strumenti, accrescendo anche il tenore scientifico-applicativo del sito. Il sito, dal punto di vista tecnico, fornisce immediatamente una visualizzazione chiara ed efficace del percorso proposto e delle fasi di completamento;

4 Reperibile al link: https://www.interaction-design.org Accessed 31/07/2020.
5 Reperibile al link: https://www.designkit.org Accessed 31/07/2020.
6 Reperibile al link: https://www.ideo.org Accessed 31/07/2020.
7 Reperibile al link: https://designsprintkit.withgoogle.com Accessed 31/07/2020.
8 Reperibile al link: http://opendesignkit.org Accessed 31/07/2020.
9 Cfr. https://www.gv.com/sprint/ Accessed 31/07/2020.

- **ABOT:** il database ABOT (Anthropomorphic roBOT) è una raccolta di robot antropomorfi creati per scopi di ricerca o commerciali. Attualmente, la collezione comprende oltre 250 robot. Il sito rappresenta un interessante strumento metodologico per ricercatori e designer che studiano l'impatto psicologico dell'antropomorfismo in robotica o che progettano tali robot. Il database consente di consultare e attribuire un punteggio di *antropomorfismo* a robot nuovi o esistenti, confrontare i risultati di ricerche in cui sono stati utilizzati diversi modelli di robot, usare immagini di robot standard come stimoli per la ricerca e identificare i fattori importanti che fanno apparire un robot fisicamente umano.

## 17.2 Ipotesi progettuali, finalità e destinatari della piattaforma

L'ipotesi alla base della progettazione dello strumento riguarda la necessità per i designer - nell'ottica dello svolgimento della professione sia progettuale che di ricerca in ambito robotico in team multidisciplinari - di utilizzare uno strumento, metodo o approccio scientifico per (1) trovare una **corrispondenza scientifica** fra gli utenti di riferimento e le caratteristiche dei robot assistivi e sociali sperimentati in letteratura; (2) a partire da tale corrispondenza estrapolare i requisiti fondamentali per il **brief progettuale** di una nuova piattaforma robotica; (3) conoscere e comprendere le relazioni fra le **variabili dell'accettabilità** più importanti secondo le sperimentazioni scientifiche in HRI; (4) conoscere le dimensioni dell'accettabilità e la loro valutazione attraverso **metodologie** proprie della HRI; (5) identificare i **requisiti progettuali** che possono influenzare uno o più variabili; (6) applicare una metodologia condivisa a livello scientifico per tradurre le variabili dell'accettabilità in **soluzioni progettuali**; (7) applicare una metodologia condivisa a livello scientifico per strutturare un processo di **collaborazione trans-disciplinare** che integri efficacemente l'esperienza e i metodi progettuali propri di ogni ambito disciplinare. Da un punto di vista esecutivo, inoltre, le ipotesi prevedono la progettazione dell'architettura dello strumento (8) basato su un ***database interattivo*** che, in base a utenti, contesto e attività di riferimento possa fornire indicazioni progettuali o metodologiche specifiche; (9) come **piattaforma implementabile** a partire da suddetto database (secondo le logiche dello UGC), strutturato secondo l'approccio dell'*open source*, che ne consente l'ampliamento e il costante aggiornamento grazie a contributi di ricercatori e professionisti in tutto il mondo che possono inserire i dati relativi alle proprie ricerca e consultare quelli altrui, migliorando in maniera incrementale l'efficacia dello strumento.
Dalle ipotesi progettuali emerge la necessità di una **doppia finalità** dello strumento: da un lato, quella propriamente **progettuale**, destinata a strutturare un processo di collaborazione trans-disciplinare, a estrapolare dai risultati delle sperimentazioni scientifiche i ***design patterns*** (Alexander, 1977; Preece, 2015) applicabili da altri designer in base alle caratteristiche di utenti, attività e contesti d'uso per poi tradurli in soluzioni progettuali tangibili; dall'altro quella più **teorico-scientifica**, il cui fine è di strutturare un collegamento metodologico fra le discipline dello HCD e della HRI, fornire ai designer e ricercatori in design strumenti di consultazione agile delle principali metodologie e variabili dell'accettabilità in robotica e delle loro inter-relazioni, consentendo un collegamento immediato fra le teorie scientifiche alla base delle stesse variabili e i requisiti progettuali che possono influenzarle.
Gli *utenti primari*, destinatari della piattaforma, sono principalmente designer, progettisti e ricercatori in design e/o in ambito robotico e della HRI. Lo strumento è destinato, quindi, sia a enti e organismi di ricerca (prevalentemente nei settori del design/progettazione e dell'ingegneria/robotica), ad aziende operanti in settori affini o collaterali alla robotica (e a tutti i settori in cui essa trova applicazione), a liberi professionisti/studi di progettazione in

tali ambiti. Le aree della HRI e dello HCD sono estremamente multidisciplinari e prevedono la collaborazione fra svariate figure professionali: per tale motivo lo strumento è destinato anche a quelli che sono identificati in questa sede come *utenti secondari*, ovvero ricercatori, professionisti e aziende che operano in settori come la sociologia, psicologia, medicina, antropologia, filosofia, etc. le cui competenze sono parte essenziale dei team in ambito robotico e del design.

## 17.3 Obiettivi, sviluppo e prototipazione: il doppio ruolo teorico-metodologico e progettuale della piattaforma

Per soddisfare le ipotesi sopra descritte sono stati identificati una serie di obiettivi teorico-progettuali. Dal punto di vista **teorico-scientifico** gli obiettivi dello strumento sono:

- consentire all'utente di definire immediatamente il tipo di interazione e di informazione richiesta, ovvero scegliere se **consultare le informazioni scientifiche** e metodologiche o quelle più tecnico-progettuali;
- strutturare la piattaforma in modo tale che le informazioni e i contenuti si adattino alla tipologia di utenti, attività e contesti di riferimento. Dal punto di vista teorico, la piattaforma offre **contenuti personalizzati** per strutturare un processo di collaborazione sulla base delle competenze del team multidisciplinare coinvolto e del progetto che deve portare a termine;
- progettare un'architettura di sistema che renda facilmente comprensibili le **relazioni fra approcci e i metodi HCD e HRI**, che consenta l'identificazione immediata delle possibili relazioni fra i metodi dei due ambiti e che sottolinei l'importanza dell'applicazione di un processo iterativo alla progettazione in ambito robotico;
- evidenziare la forte componente scientifica e sperimentale dello strumento;
- strutturare un'architettura di sistema che renda facile la **consultazione delle principali variabili dell'accettabilità** e delle loro inter-relazioni, anche attraverso la lettura della *Table of Variables*;
- strutturare un'architettura di sistema che consenta la consultazione agile delle *User Variables Tabs*, delle *Robotic Variables Tabs* e delle relative corrispondenze, con lo scopo di suggerire una metodologia teorico-progettuale applicabile a diversi utenti, contesti e attività.

Dal punto di vista **progettuale** gli obiettivi dello strumento sono:

- progettare un'interfaccia che consenta all'utente di identificare il metodo dello HCD e/o della HRI più appropriato al progetto specifico che deve portare a termine;
- progettare un'architettura di sistema che consenta di **selezionare l'archetipo di utente di riferimento** per il proprio progetto, sulla base dei dati scientifici, e di consultare le relative *User Personas*;
- progettare un'architettura di sistema che consenta l'**identificazione dei robot sociali e assistivi** sperimentati in letteratura più accettabili dall'utente di riferimento e l'analisi approfondita delle caratteristiche e dei benefici testati, attraverso la consultazione delle relative *Robotic Personas*;
- strutturare e ordinare i suddetti contenuti all'interno di un database dinamico, che consenta una consultazione flessibile e personalizzata dei dati;
- progettare un'architettura di sistema che consenta il **confronto fra più *Robotic* e *User Personas***, con i relativi benefici, miglioramenti e criteri di accettabilità;
- progettare un'interfaccia che consenta l'identificazione immediata dei **criteri di accet-**

**tabilità** in base a tipologia di utente, contesti e attività, al fine di generare suggerimenti progettuali;
- progettare un'interfaccia utente intuitiva, graficamente attraente, usabile e stimolante.

Sulla base degli obiettivi prefissati, una volta stabiliti i criteri per la prototipazione e il successivo sviluppo dello strumento come interfaccia digitale e, quindi, come sito web, è stato possibile procedere con la progettazione dell'architettura di sistema e dell'interfaccia grafica.
L'architettura di sistema è stata sviluppata a partire dagli obiettivi sopra elencati, mediante l'elaborazione di mappe e strutture, secondo il **vocabolario visuale** di Garrett, (2002[10]; 2010), che ha costituito il riferimento grafico per la produzione della *sitemap* e della relativa legenda (Figura 1). Il vocabolario visuale prevede l'utilizzo di rettangoli per indicare le pagine, ovvero l'unità di misura in ambito web; frecce direzionali per indicare le relazioni fra i vari elementi; aree delimitate con tratteggi per indicare un gruppo di pagine a cui si applicano condizioni simili; semicerchi per indicare un'azione che ha più risultati simultanei; rombi per indicare un punto di decisione che può generare risultati molteplici; trapezi per indicare un punto di decisione condizionale, che può generare molteplici opzioni reciprocamente esclusive.
Contestualmente, l'interfaccia grafica è stata sviluppata secondo i principi dell'Interaction Design (Preece, 2015) a partire da wireframe, sviluppati ulteriormente attraverso la prototipazione digitale mediante il software Adobe Xd (Figure 2 - 3).
La realizzazione di un **prototipo** dello strumento ha consentito di effettuare una prima valutazione finalizzata al miglioramento dell'architettura e dell'interfaccia. L'intero processo progettuale è stato iterativo, con valutazioni e conseguenti modifiche e implementazioni sia dell'architettura che dell'interfaccia.
Terminata la fase di prototipazione digitale, si è resa necessaria una ricerca relativa allo strumento più efficace per lo sviluppo dello strumento: è stato scelto il CSM WordPress.org in quanto piattaforma *open source* fra le più diffuse, efficaci, flessibili e adattive sul mercato. In seguito, lo sviluppo del sito web a partire dal prototipo digitale ha previsto ulteriori modifiche e validazioni del sistema.

In sintesi, lo sviluppo dello strumento secondo gli obiettivi e i requisiti richiesti ha previsto le seguenti fasi principali: ideazione/sketching; realizzazione del modello grafico; prototipazione; valutazione e iterazione; modello digitale usabile; valutazione.

## 17.4 Architettura e interfaccia grafica della piattaforma *Robotics & Design*

L'architettura della piattaforma *Robotics & Design* è stata sviluppata a partire dalla dualità degli elementi della User Experience di Garrett, (2010, pp. 28-30): sulla base delle **strategie,** delle **finalità** e degli **obiettivi** della piattaforma, è stata progettata una struttura relativa all'**architettura delle informazioni/*sitemap*** (ovvero alla navigazione sperimentata dall'utente e alle relazioni fra le varie componenti del sito) e una relativa all'**interaction design** (ovvero all'interfaccia grafica usata dall'utente). Inoltre, la duplice funzione della piattaforma ha reso necessaria la progettazione contestuale di **due architetture di sistema**, interdipendenti e destinate a costituire due facce della stessa interfaccia digitale e *sitemap*. La prima è relativa alla piattaforma in quanto strumento a supporto di designer e

10 http://www.jjg.net/ia/visvocab/italian.html Accessed 15/06/2020.

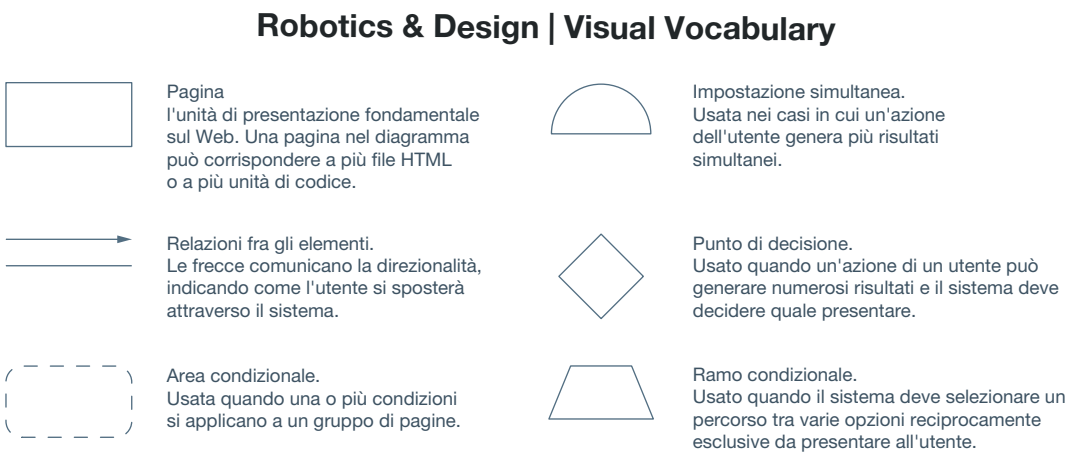



Figura 1 - Legenda o *visual vocabulary* di riferimento per la Sitemap - Information Architecture della piattaforma *Robotics & Design*. Rielaborato da: Garrett, (2002).

team multidisciplinari che si approcciano al progetto in ambito robotico; la seconda riguarda la piattaforma in quanto ambiente di diffusione e condivisione della conoscenza teorica e metodologia in ambito HCD/HRI.
La **Versione Beta 1.0** non prevede login, con accesso ad aree riservate: le implementazioni successive potrebbero prevedere un accesso dedicato a ricercatori o enti di ricerca ed un altro dedicato a progettisti, aziende, studi professionali e designer freelance. Nel primo caso, l’accesso da un profilo istituzionale consentirebbe l’upload o la condivisione di progetti, risultati di ricerca e sperimentazioni che andrebbero ad ampliare il database e, quindi, migliorare il servizio offerto. Nel secondo caso, la registrazione di designer e aziende operanti nell’ambito della progettazione robotica consentirebbe di strutturare una rete internazionale di professionisti in vari settori disciplinari, con interessi comuni e attività affini, nell’ottica di eventuali collaborazioni. Un’ulteriore implementazione riguarda lo sviluppo di un’applicazione mobile dedicata, necessità parzialmente soddisfatta nella versione attuale grazie all’interfaccia responsive.

### *17.4.1 Sitemap 1 - Information Architecture della piattaforma - Sezione applicativa e progettuale*

La prima *Sitemap - Information Architecture* della Versione Beta 1.0 (Figure 4 - 4a), con finalità orientate al supporto progettuale, prevede una *Home* corrispondente alla *Landing page*[11], da cui è possibile accedere al menu principale (che include le pagine di contatto, *Contacts*, riferimenti scientifici, *References* e una in cui sono illustrate le finalità della piattaforma, *About*): il menù consente di scegliere immediatamente fra il percorso teorico-metodologico e quello più prativo-applicativo. Quest’ultimo è selezionabile attraverso il pulsante di inizio *Get Started*, oppure in seguito ad una prima lettura e visualizzazione dei contenuti della *Home*, in cui è possibile selezionare i propri utenti di riferimento fra una

11 “*Pagina di destinazione (pagina web che l’utente raggiunge dopo aver cliccato un link o una pubblicità*”. Fonte: https://dictionary.cambridge.org Accessed 17/06/2020.

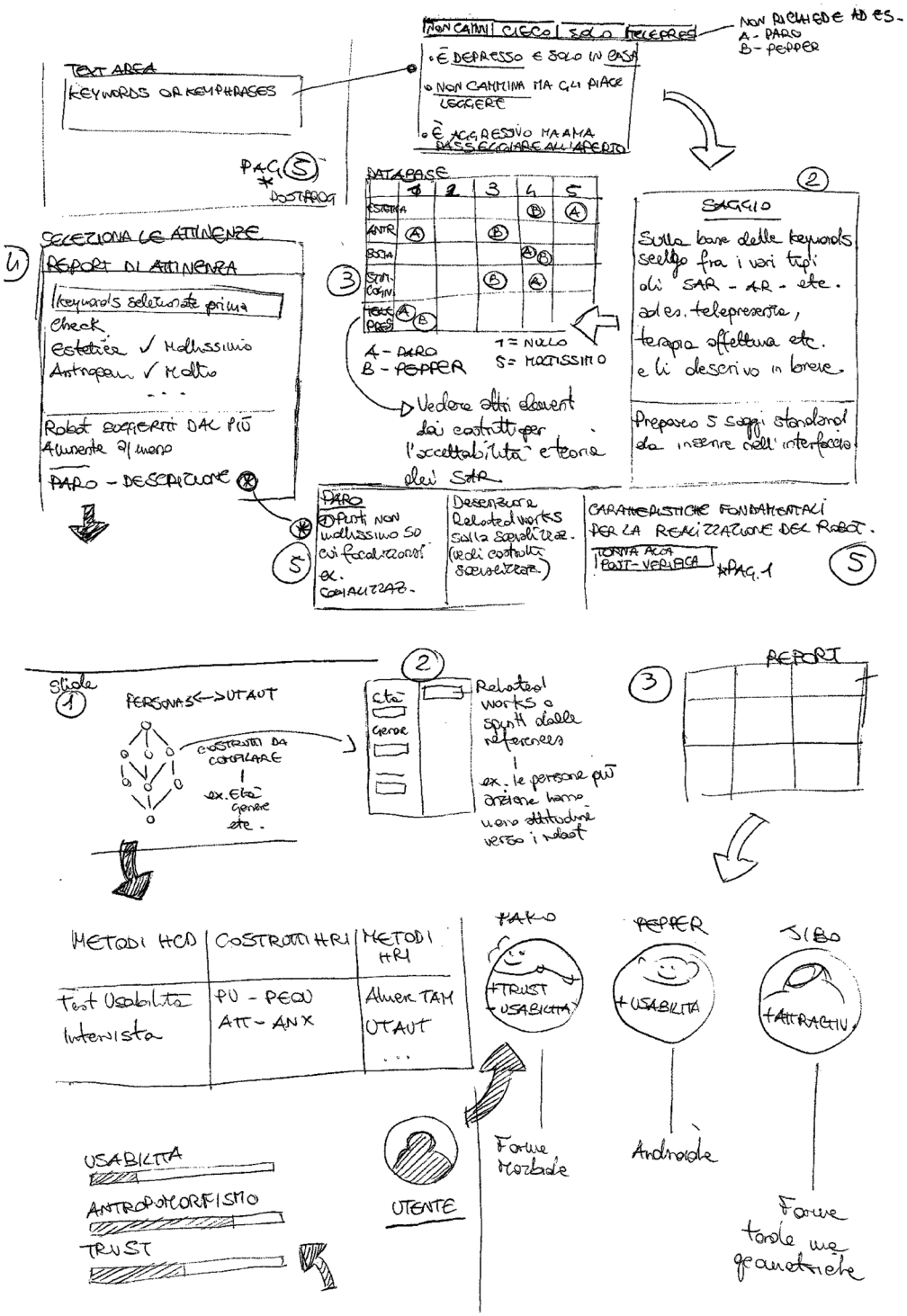



Figura 2 - Sketch preliminari per lo studio dell’architettura e dell’interfaccia della piattaforma *Robotics & Design*.

Claudia Becchimanzi
Università degli Studi di Firenze - Dottorato di Ricerca in Architettura - Curriculum Design - Ciclo XXXIII

Figura 3 - Prototipazione digitale della piattaforma *Robotics & Design* mediante il software Adobe Xd.

serie di opzioni (sezione *Users*) e avviare il relativo percorso. È possibile scegliere fra le principali categorie di utenti anziani e fragili previste dalla letteratura sui robot assistivi e sociali analizzati nei capitoli 4 e 10, ovvero: *Older People*, *Physically Impaired*, *Cognitive Impaired*, *In Rehabilitation*. La Versione Beta 1.0 consente la selezione di una sola tipologia di utente; le versioni successive prevedono un'implementazione di quest'area, mediante un ampliamento delle categorie di utenti fra cui è possibile scegliere e consentendo la selezione di più tipologie contemporaneamente, così da ottenere risultati appropriati alle scelte multiple. A questo punto l'utilizzatore può scegliere fra **due percorsi**: accedere ad una pagina che mostra una serie di **metodi** propri dell'approccio HCD, selezionati in base alla tipologia di utente di riferimento, disposti in ordine crescente a partire da quello più appropriato e efficace in relazione alla categoria di utenti selezionata (*Methods HCD/*HRI - Gruppo di pagine: *Methods to know more your users*); accedere immediatamente alla pagina di **selezione delle *User Personas*** più appropriate per la tipologia di utenti prescelta. Il primo percorso, analogo a parte di quello relativo alla *sitemap 2* (strumento teorico-metodologico), sarà descritto nel paragrafo successivo. La pagina *User Personas* estrapola dal database gli **8 archetipi di utente più affini** alla categoria selezionata inizialmente ma abbastanza diversi fra loro da coprire tutte le variabili possibili in relazione a caratteristiche demografiche, attività, esperienza tecnologica e qualità della vita: a questo punto il sistema richiede all'utente di selezionare, a partire dalle schede sintetiche mostrate, l'archetipo più adatto alle sue esigenze. Le implementazioni successive del sistema prevedono la possibilità di scegliere più di una sola *User Personas* e, addirittura, di modificare manualmente alcuni dei parametri che caratterizzano gli archetipi, al fine di ottimizzare il servizio offerto dalla piattaforma. Una volta selezionato l'archetipo, la piattaforma mostra contestualmente la *User Personas* completa e la relativa *User Variables Tab*: ciò consente all'utilizzatore di avere una **panoramica completa delle esigenze e caratteristiche dell'utente** ma anche di come queste possano determinare e influenzare le variabili dell'accettabilità in ambito robotico. Anche in questo caso le versioni successive prevedono la modifica manuale di alcuni parametri relativi alla *User Personas*, nonché la gestione interattiva dei vari grafici e tabelle. In seguito alla selezione e all'analisi dei requisiti dell'utente, il sistema elabora (a partire dai dati presenti nel database) i contenuti che vanno a costituire il percorso di supporto progettuale vero e proprio. Per migliorare l'identificazione di tutte le parti del processo e consentire all'utente di spostarsi agilmente fra una sezione e l'altra, **il percorso è stato suddiviso in tre macro-aree**: *the robot finder*, *the robot matcher* e *the robot designer*, discussi nei paragrafi seguenti.

### *17.4.1.1 The robot finder*

In seguito all'identificazione della *User Personas* più appropriata, la piattaforma seleziona all'interno del database i robot potenzialmente più adatti, efficaci e accettabili dagli utenti di riferimento e li mostra in una singola pagina, attraverso schede che ne sintetizzano le **principali caratteristiche** (sezione *The robot finder).* Attualmente, si prevede la selezione di un massimo di tre robot ma, per le implementazioni future, il numero potrebbe variare e aumentare. L'utente può scegliere di avviare immediatamente l'***Acceptance Check***, passando alla sezione successiva che prevede un'analisi approfondita degli elementi che rendono il robot accettabile per l'utente, sulla base delle sperimentazioni e delle ricerche scientifiche presenti nel database. In alternativa, l'utente può decidere di approfondire la conoscenza dei robot proposti, visualizzando le relative *Robotic Personas* e *Robotic Variables Tab*. A questo punto, la Versione Beta 1.0 prevede il passaggio alla sezione successiva dell'*Acceptance Check* ma le versioni successive potrebbero offrire la possibilità

di filtrare ulteriormente la ricerca, selezionando uno o più robot preferiti fra quelli proposti. Un ulteriore implementazione riguarda la possibilità di visualizzare, all'interno della pagina *The robot finder*, alcuni *related content*, ovvero robot non selezionati fra i più accettabili ma affini a quelli mostrati all'interno delle schede principali, che l'utente può scegliere di inserire all'interno della ricerca.

#### *17.4.1.2 The robot matcher*

La sezione successiva, ovvero *The robot matcher*, fornisce un'analisi più approfondita degli elementi che rendono una determinata piattaforma robotica più accettabile da parte degli utenti di riferimento, sia dal punto di vista degli obiettivi, delle attività e dei contesti d'uso che delle variabili dell'accettabilità. Anche in questo caso, l'utente può decidere di passare immediatamente alla sezione successiva (Cliccando sul pulsante *Compare robots*), che offre **suggerimenti prettamente progettuali e applicativi** oppure approfondire l'**analisi delle dimensioni dell'accettabilità**. Nello specifico, l'approfondimento di tale sezione effettua una vera e propria comparazione fra la *User Variables Tab* e le *Robotic Variables Tab*. Infatti, attraverso le *Matching Tabs* l'utilizzatore può verificare, attraverso grafici a radar, la compatibilità fra le dimensioni dell'accettabilità possedute dal robot e quelle richieste dall'utente di riferimento, in base alla letteratura scientifica di riferimento presente all'interno del database. Inoltre, sulla base della *Table of Variables*, sono elaborate e mostrate le *Variables Pyramid* (una per ogni robot): queste consentono di visualizzare le variabili dell'accettabilità più determinanti per l'efficacia dell'interazione, fra i robot e gli utenti di riferimento, sotto forma di piramidi, alla cui base vi sono gli elementi più influenti dal punto di vista utilitaristico, edonico, sociale e contestuale. La Versione Beta 1.0 è strutturata mediante grafici statici: implementazioni successive prevedono la possibilità per l'utilizzatore di interagire con i contenuti dei grafici, visualizzando ad esempio una breve definizione o i riferimenti scientifici di ogni singola variabile che costituisce il grafico a radar o la piramide, sotto forma di *pop-up*.

#### *17.4.1.3 The robot designer*

La sezione *The robot designer* approfondisce gli aspetti pratici e applicativi che possono fornire suggerimenti o spunti progettuali ai designer. Essa consente una visualizzazione rapida di schede di confronto fra le attività per cui i robot risultano più efficienti e utili e quelle per cui l'utente di riferimento avrebbe bisogno di supporto e assistenza. Per ogni robot, la piattaforma offre la possibilità di approfondire l'analisi consultando le schede ***Quality of Life Benefits***, che mostrano i miglioramenti che il robot selezionato può apportare alla qualità della vita dell'utente (in termini di stato di salute, ansia, stress, solitudine, indipendenza, etc.). Contestualmente, le schede ***Acceptance Criteria*** mostrano per ogni robot i criteri (formali, comportamentali, interattivi, etc.) per cui esso risulta maggiormente accettabile dall'utente di riferimento. Attualmente i grafici sono statici: implementazioni successive prevedono la possibilità per l'utilizzatore di modificare alcuni parametri e valutare in tempo reale l'adeguatezza e l'accettabilità per il gruppo di utenti di riferimento. La Versione Beta 1.0 prevede che in tale sezione sia possibile comparare i tre robot selezionati, sia per i criteri di accettabilità che per i QoL Benefits e per le variabili sotto forma di grafico a radar. La versione successiva della piattaforma può prevedere una sezione a parte per la comparazione fra robot, che sia accessibile rapidamente anche subito dopo la selezione delle *User Personas.* Inoltre, si prevede la realizzazione di un'ulteriore pagina di approfondimento per i progettisti, in cui mostrare delle ***best practice* e ispirazioni** formali e di interazione attraverso immagini e video correlati.

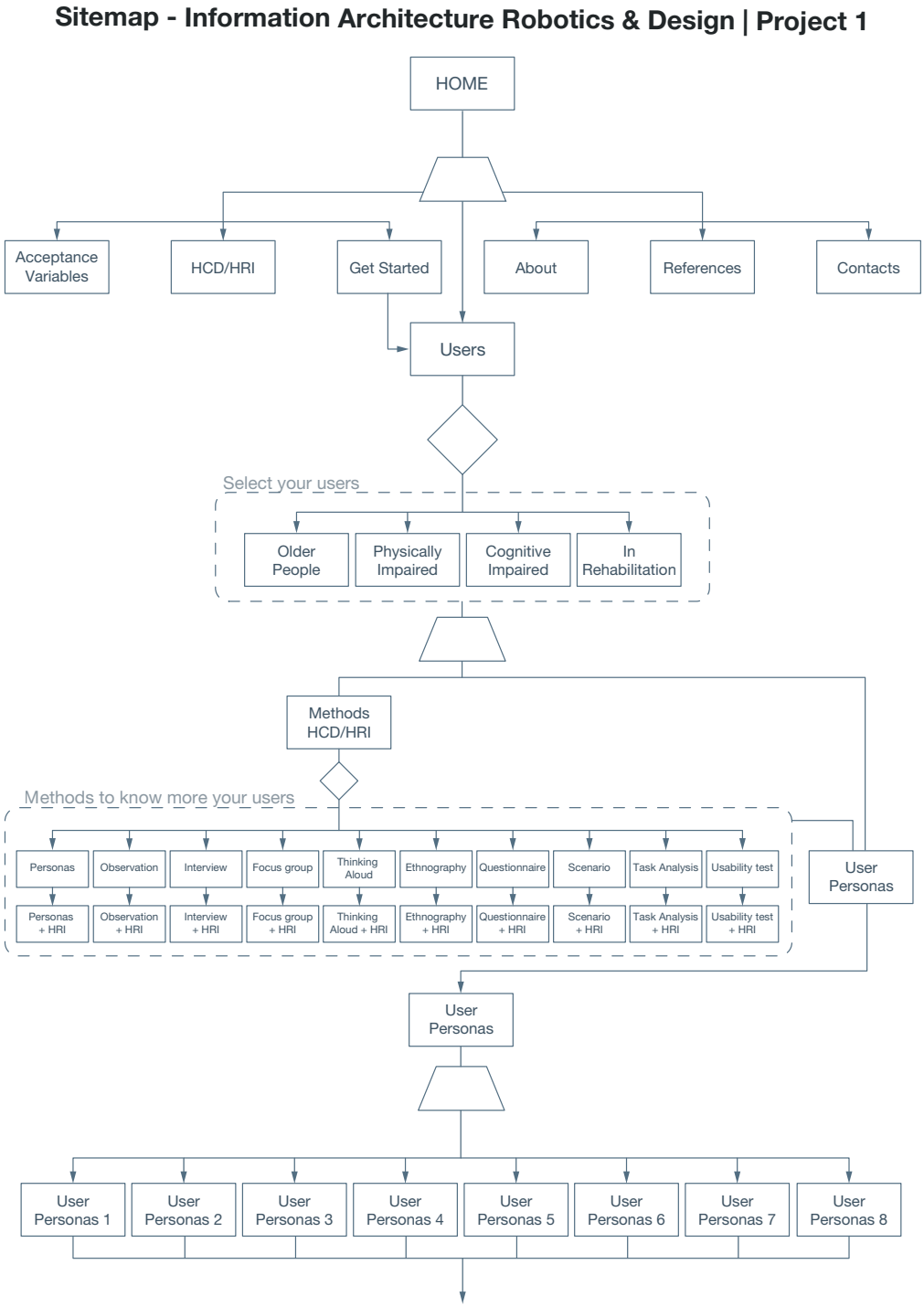



Figura 4 - Sitemap 1 - Information Architecture della piattaforma - Sezione applicativa e progettuale. Parte 1.

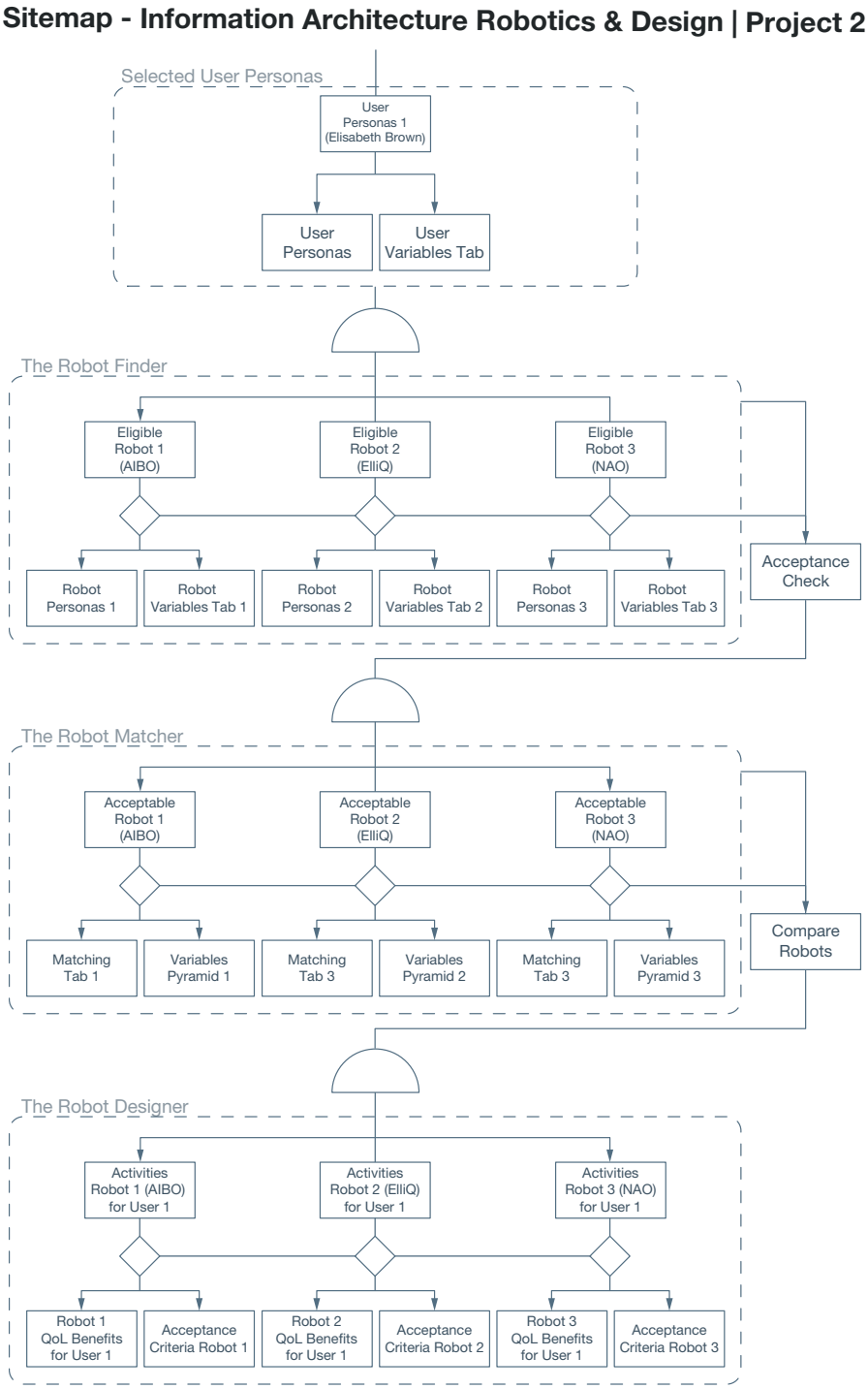



Figura 4a - Sitemap 1 - Information Architecture della piattaforma - Sezione applicativa e progettuale. Parte 2.

### *17.4.2 Sitemap 2 - Information Architecture della piattaforma - Sezione teorico-metodologica*

La seconda *Sitemap - Information Architecture* della Versione Beta 1.0 (Figura 5), con finalità orientate alla condivisione e della **diffusione teorica e metodologica**, analogamente alla *Sitemap 1* prevede una *Home* corrispondente alla *Landing page*, da cui è possibile accedere al menu principale (che include le pagine *Contacts*, *References* e *About*): il menù consente di scegliere immediatamente fra il percorso teorico-metodologico e quello pratico-applicativo. Il primo percorso prevede due tipologie di esperienza: una finalizzata alla consultazione rapida dei riferimenti teorici dello HCD e della HRI e un accesso immediato alle schede relative alle variabili dell'accettabilità; un'altra focalizzata sulle **intersezioni metodologiche fra le due aree** (HCD e HRI).
Nel primo caso, a partire dalla Home l'utente può navigare all'interno della pagina *Acceptance Variables* e consultare la *Table of Variables*. Quest'ultima è attualmente statica ma implementazioni future prevedono lo sviluppo di una tavola delle variabili interattiva che, attraverso pop-up (cliccando su ogni variabile potrebbe apparire il relativo approfondimento teorico) e collegamenti ipertestuali, offrirebbe all'utente un'esperienza più ricca e dinamica. Successivamente, il percorso di navigazione prevede una pagina riepilogativa delle variabili dell'accettabilità, suddivise in base alla categoria di appartenenza (*Utilitarian*, *Hedonic*, *Contextual* e *Social Variables*). L'utente può scegliere se fermarsi alla sola descrizione sintetica o cliccare su una o più variabili, accedendo alla scheda di riferimento che contiene i riferimenti teorici e quelli relativi alle principali sperimentazioni che hanno indagato quella specifica dimensione.
Nel secondo caso, l'utente può accedere ad una prima pagina di consultazione teorica degli approcci HCD e HRI, per poi approfondire le intersezioni metodologiche fra le due discipline (*Methods HCD/HRI* - Gruppo di pagine: *Methods to know more your users*). Tale sezione mostra i principali metodi di indagine, di ricerca sull'utente e di valutazione propri dello HCD e le loro inter-relazioni con i principali metodi di valutazione della HRI. Per ogni metodo HRI sono mostrate le variabili determinanti per l'accettabilità che è possibile indagare preliminarmente attraverso metodologie HCD. La Versione Beta 1.0 prevede un database limitato ai principali riferimenti metodologici in entrambe le aree: il futuro sviluppo di un database open source e dinamico consentirà di ampliare la selezione di metodi e di rendere interattiva l'analisi delle intersezioni fra i due ambiti disciplinari: non si esclude, inoltre, la possibilità di inserire metodi di valutazione propri di altri ambiti (come già accade molto spesso in robotica) al fine di strutturare dei veri e propri processi progettuali e sperimentali *ad hoc*, in base alle necessità e alle esperienze condivise da ricercatori in tutto il mondo.

## 17.5 L'interfaccia grafica e l'esperienza dell'utente

Di seguito è presentata la Graphical User Interface (GUI) della piattaforma *Robotics & Design* e la sua implementazione all'interno del sito web vero e proprio, la cui Versione Beta 1.0 è funzionante e reperibile online al sito **www.roboticsdesign.org** a partire da Giugno 2020. Come affermato precedentemente, l'interfaccia è responsive, ovvero flessibile, per una visualizzazione ottimale da vari tipi di schermi di computer, tablet e smartphone (Figure 6 - 6a). La Home (Figure 7 - 7a) presenta l'accesso al menu principale e consente di scegliere immediatamente tra i due possibili percorsi, quello progettuale o quello teorico (pulsante *Get started*), mostrandone i relativi *step*. Il percorso progettuale prevede la selezione degli utenti di riferimento (Figura 8) allo scopo di identificare i metodi di indagine più appropriati (Select your users).

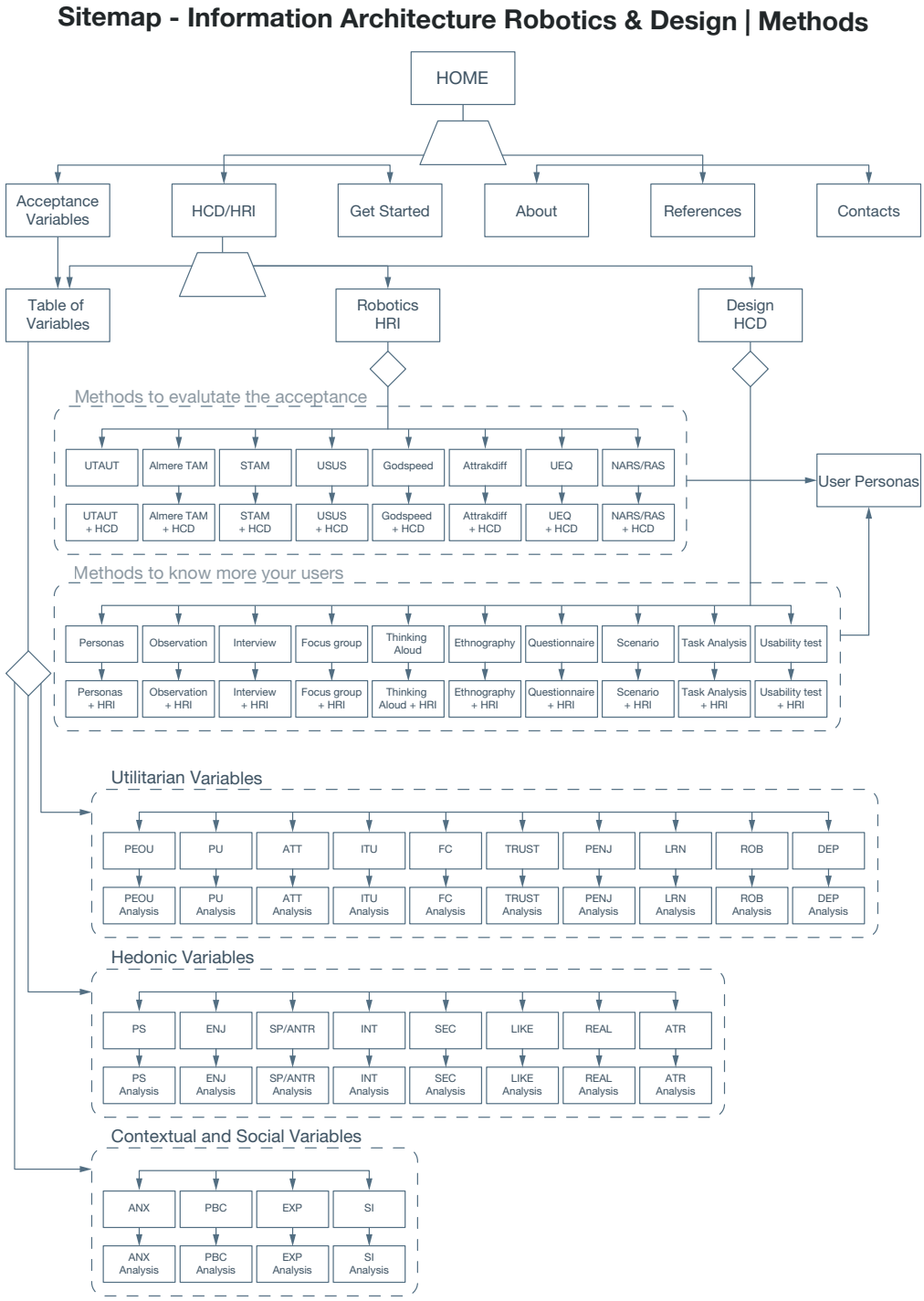



Figura 5 - Sitemap 1 - Information Architecture della piattaforma - Sezione teorica e metodologica.

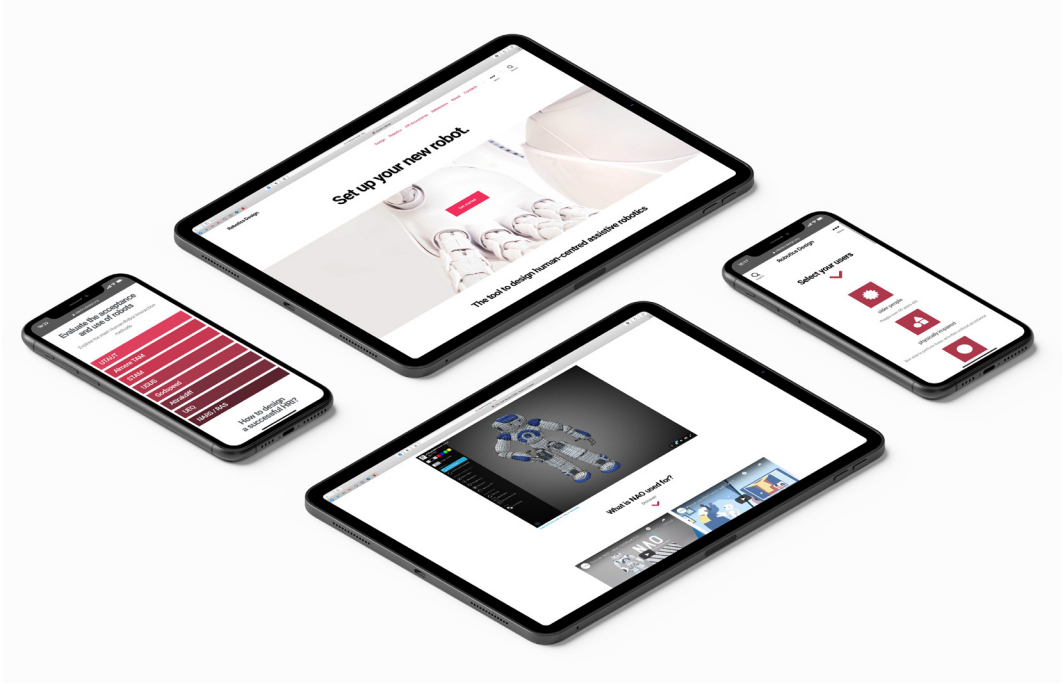



Figura 6 - L’interfaccia è stata progettata e sviluppata per adattarsi automaticamente al dispositivo con cui è visualizzata.

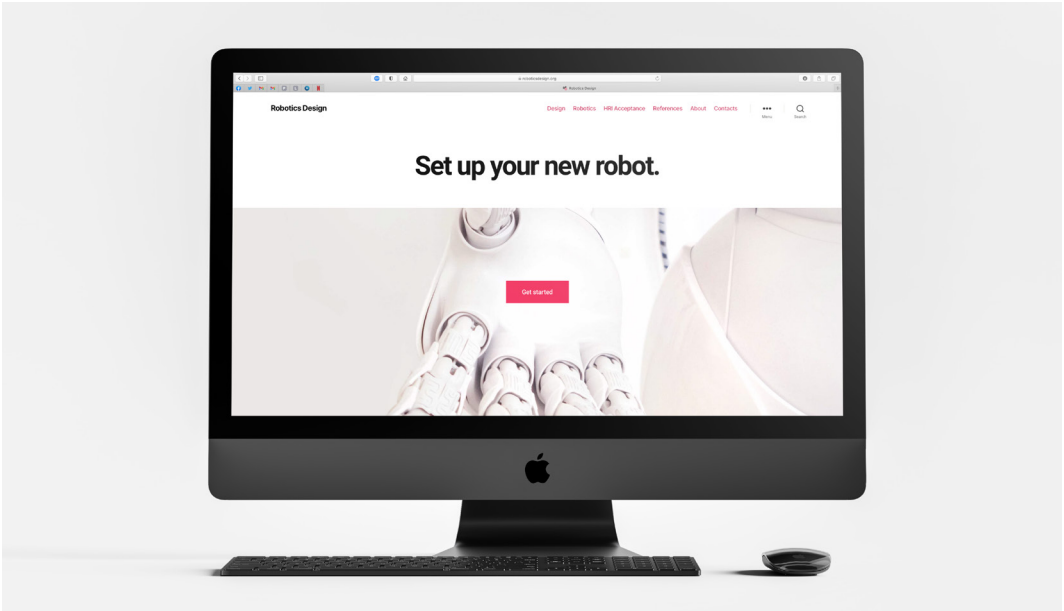



Figura 6a - L’interfaccia responsive garantisce un’elevata compatibilità con ogni ambiente da cui viene consultata e fornisce una visualizzazione ottimale.

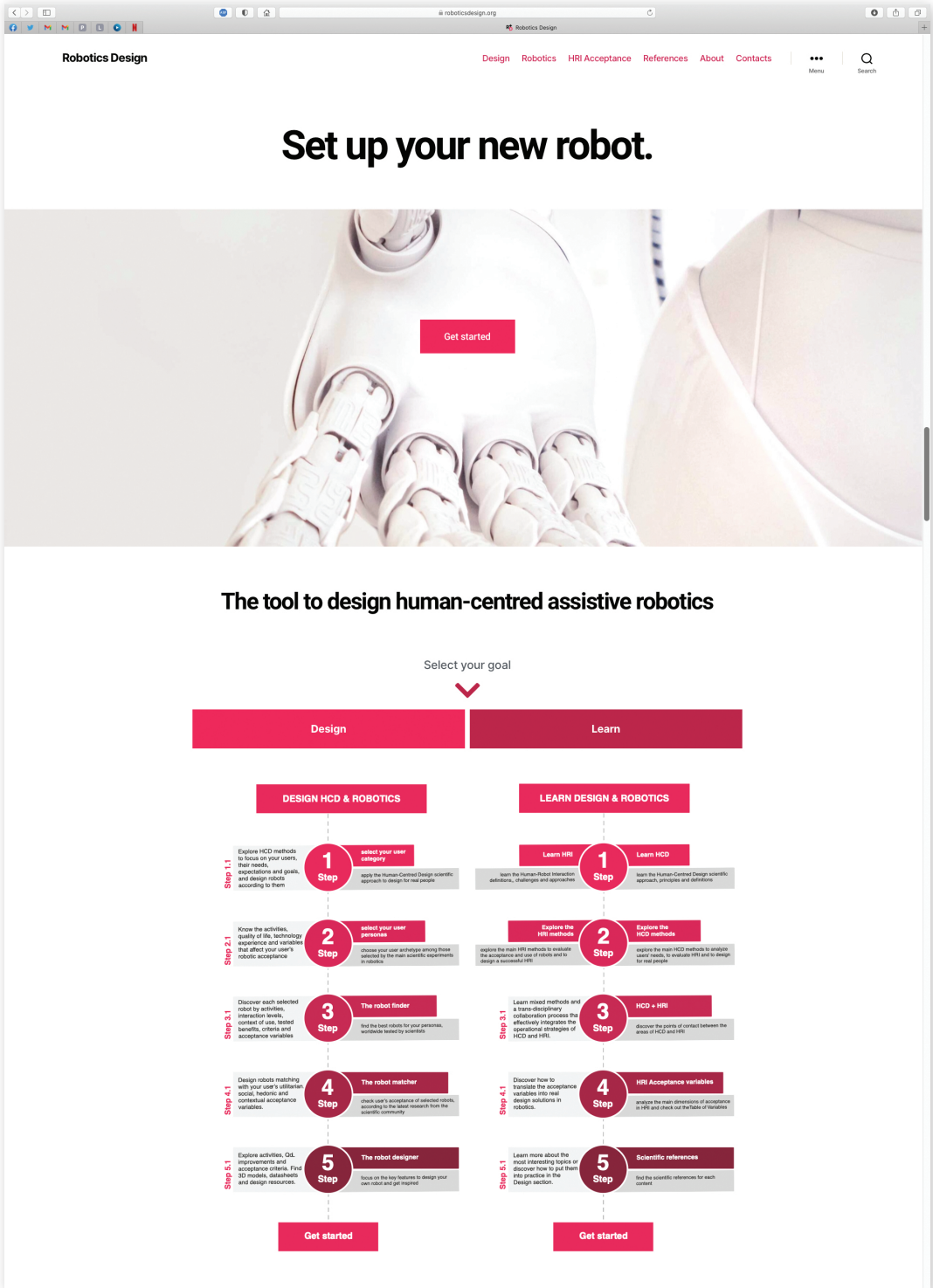



Figura 7 - La sezione superiore della Homepage della piattaforma *Robotics & Design*.

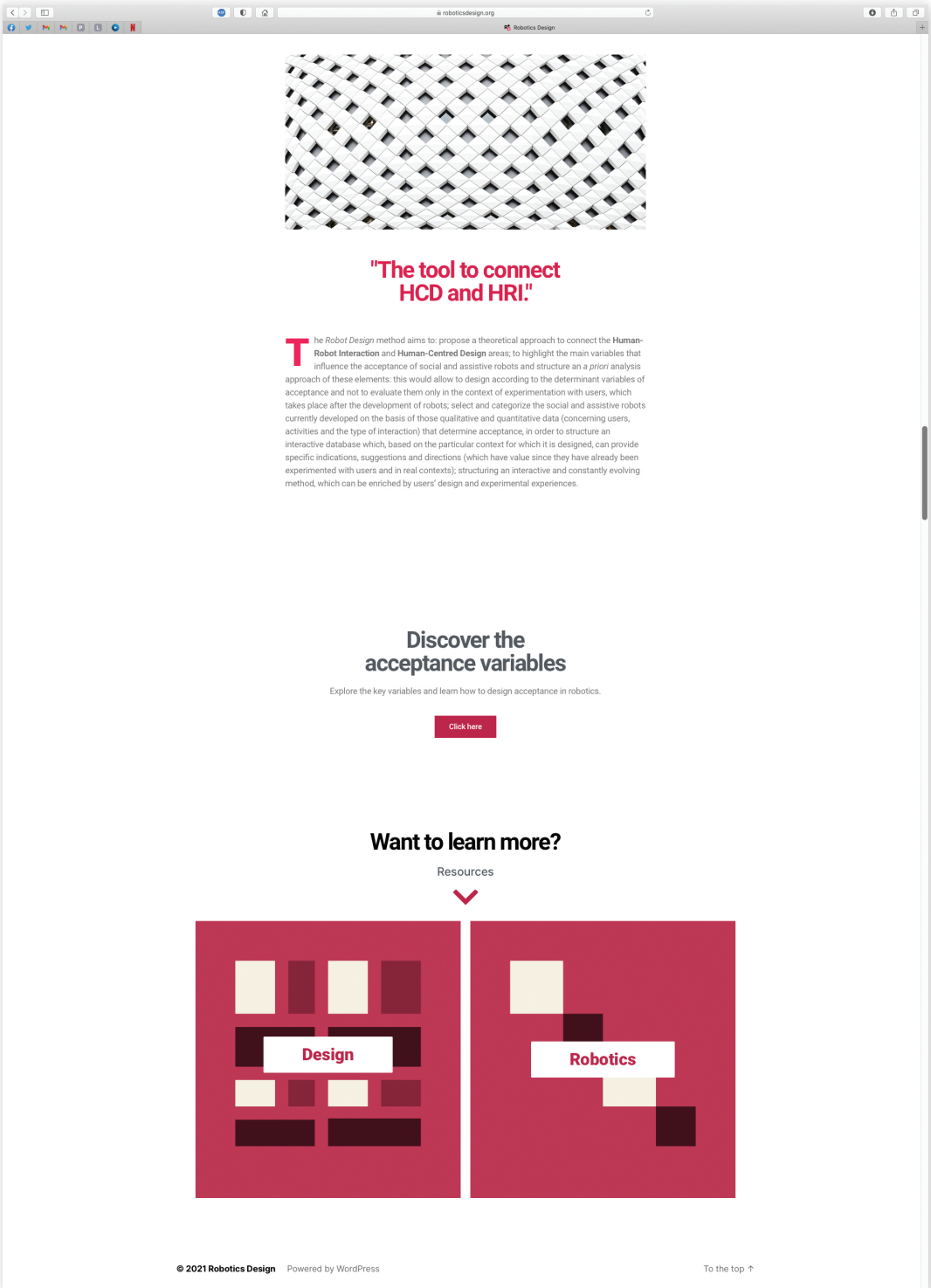



Figura 7a - La sezione inferiore della Homepage della piattaforma *Robotics & Design*.

I contenuti teorici relativi agli approcci e metodi dello HCD e HRI sono accessibili sia mediante la sezione inferiore della Home, sia tramite il menù principale, attraverso il quale è inoltre possibile selezionare rapidamente la pagina relativa alle variabili dell'accettabilità.
Una volta selezionata la tipologia di utente di riferimento, ovvero *Older people* nell'esempio riportato (Figura 8a), la piattaforma mostra i principali metodi di indagine suggeriti in base all'utente. Cliccando sul pulsante *Get started*, invece, è possibile passare immediatamente alla selezione delle *User Personas*. La pagina presenta, inoltre, riferimenti scientifici relativi alla progettazione di tecnologie e all'accettabilità per l'utente selezionato.
Qualora l'utente decidesse di approfondire l'area relativa ai metodi e alle interconnessioni fra quelli propri dello HCD e della HRI, la piattaforma consente di cliccare sulla barra di ogni singolo metodo mostrato e di aprirne la relativa scheda (Figura 9). Nell'esempio riportato il metodo selezionato è quello delle Personas, messo in relazione (come argomentano nel capitolo 13) con i principali metodi della HRI per la valutazione dell'accettabilità. La piattaforma suggerisce, quindi, di identificare le dimensioni dell'accettabilità valutabili attraverso l'UTAUT (mostrato in Figura 9) mediante lo sviluppo di User Personas. Anche in questo caso il pulsante *Get started* consente l'accesso rapido al processo di supporto progettuale.
La sezione relativa alla scelta degli archetipi di utente più appropriati, in base alle esigenze del progettista, consente la scelta fra una serie di *User Personas* (Figura 10) mostrate all'interno di una griglia, con relative schede di sintesi, e selezionate in base alla macro-categoria di utenti scelta nella Home (nel caso dell'esempio, *Older people*).
Una volta selezionata la Personas prescelta (nell'esempio in Figura 11, Elisabeth Brown), la piattaforma ne mostra un'analisi più approfondita attraverso le schede *User Personas* e *User Variables Tab* (Figura 11). Dopo aver consultato le schede, l'utilizzatore può chiedere al sistema di cercare all'interno del database i robot potenzialmente più accettabili per Elisabeth Brown, cliccando sul pulsante *Find Robots*.

Una volta avviata la sezione *The robot finder* (Figura 12), il sistema mostra i robot presenti nel database potenzialmente più accettabili da parte di Elisabeth Brown. I robot sono mostrati attraverso schede di sintesi che consentono la visualizzazione rapida delle loro principali caratteristiche e funzionalità. Per ottimizzare la consultazione, i robot sono suddivisi, attraverso una legenda cromatica, in *function-oriented*, *social-oriented* e *therapy-oriented*. A questo punto, l'utente può selezionare la scheda di un singolo robot per accedere ad informazioni più approfondite oppure passare rapidamente alla sezione The robot matcher, cliccando sul punsante *Acceptance check*. Selezionando uno dei robot presenti nella sezione *The robot finder*, il sistema ne mostra la relativa *Robotic Personas* e *Robotic Variables Tab* (Figura 13). Nell'esempio riportato è stato selezionato il robot da compagnia AIBO. Dopo la consultazione delle schede di approfondimento, l'utente può tornare alla pagina precedente[12] e analizzare altri robot oppure verificare l'accettabilità di tutti i robot mostrati inizialmente cliccando sul pulsante *Acceptance check*.

La sezione *The robot matcher* (Figura 14) consente di verificare l'effettiva accettabilità dei robot selezionati (AIBO, ElliQ e NAO nell'esempio in Figura 14) per l'utente di riferimento (Elisabeth Brown nell'esempio in Figura 14), attraverso grafici di comparazione fra le *User*

12 In tal caso le implementazioni future della piattaforma consentiranno un flusso e un'esperienza più fluida attraverso la comparsa di pop-up con grafici interattivi, evitando così il caricamento di nuove pagine web ed evitando che l'utente debba obbligatoriamente navigare avanti e indietro attraverso la piattaforma.

e *Robotic Variables Tabs* e le *Variables Pyramid*. L'utente può scorrere lungo la pagina e visualizzare tutte le schede oppure cliccare sul pulsante di uno dei robot e saltare immediatamente alle relative informazioni. Inoltre, è possibile passare immediatamente alla sezione successiva (The robot designer) attraverso il pulsante *Assess robots*.

La sezione *The robot designer* (Figure 15 - 15a - 15b - 15c) rappresenta un approfondimento degli aspetti pratici e applicativi che possono fornire suggerimenti o spunti progettuali ai designer, sulla base degli utenti (in tal caso Elisabeth Brown) e dei robot selezionati (in tal caso AIBO, ElliQ e NAO). La sezione mostra schede di confronto fra le attività (*Activities*) per cui i robot risultano più efficienti, quelle per cui l'utente di riferimento avrebbe bisogno di supporto e i benefici apportati (*Quality of Life Benefits*). L'utente può scorrere lungo la pagina e visualizzare tutte le schede oppure cliccare sul pulsante di uno dei robot e saltare immediatamente alle relative informazioni.
Contestualmente, le schede *Acceptance Criteria* (Figura 15a) mostrano, per ogni robot, i criteri (formali, comportamentali, interattivi, etc.) per cui esso risulta maggiormente accettabile dall'utente di riferimento.
Implementazioni successive della piattaforma prevedono la separazione della sezione di comparazione fra robot e quella relativa agli spunti progettuali. Come già specificato precedentemente, si prevede la realizzazione di un'ulteriore pagina di approfondimento dedicata ai progettisti, in cui reperire modelli 3D, schede tecniche, *best practice* e ispirazioni formali e di interazione, anche attraverso collegamenti a risorse esterne e immagini e video correlati (Figura 15c).
A partire dalla Home o dal menu principale presente in ogni pagina, l'utente può accedere alla sezione teorica relativa all'accettabilità (Figura 16 - 16a). La sezione mostra la *Table of Variables* e presenta, nella parte inferiore, i riferimenti teorici e scientifici sul tema dell'accettabilità. È possibile approfondire l'analisi delle principali variabili cliccando sul pulsante *Get started*, che porta alla sezione successiva.
La sezione relativa alle variabili dell'accettabilità proprie dei modelli della HRI (Figura 16a) mostra le principali variabili suddivise in base alla tipologia (Utilitarian, Hedonic, Social e Contextual) in una griglia di sintesi: cliccando sul singolo elemento si aprirà una finestra a scorrimento con la relativa descrizione e i riferimenti scientifici. Ogni finestra consente di approfondire i contenuti sulla variabile, che si apriranno in un'altra pagina.
La sezione di approfondimento consente anche di passare dal percorso teorico a quello progettuale (Figura 16a) cliccando sul pulsante *Get started*. Inoltre, come nella Home, è possibile accedere alla sezione di approfondimento relativa agli approcci HCD e HRI. La sezione relativa allo HCD (Figure 17 - 17a - 17b) consente sia approfondire la conoscenza dei principi e delle definizioni di tale approccio, sia di esplorarne i principali metodi di indagine e valutazione.
Analogamente, la sezione relativa alla HRI (Figure 18 - 18a - 18b) consente sia approfondire la conoscenza dei principi, delle definizioni e delle sfide della ricerca in tale ambito, sia di esplorarne i principali strumenti di valutazione.
Le altre pagine accessibili a partire dal menu principale riguardano la spiegazione degli obiettivi e delle finalità della piattaforma (pagina *About*, mostrata nell'esempio in Figura 19), i riferimenti scientifici del database (Figura 20) suddivisi per argomento (References) e i contatti (Contacts).
In Figura 21 alcune delle pagine del sito web descritte precedentemente visualizzate da smartphone. Come già affermato, la piattaforma è dotata di un'interfaccia responsive, adatta alla visualizzazione da computer, tablet e smartphone.

Figura 8 - La selezione degli utenti di riferimento nell’ambito del percorso progettuale.

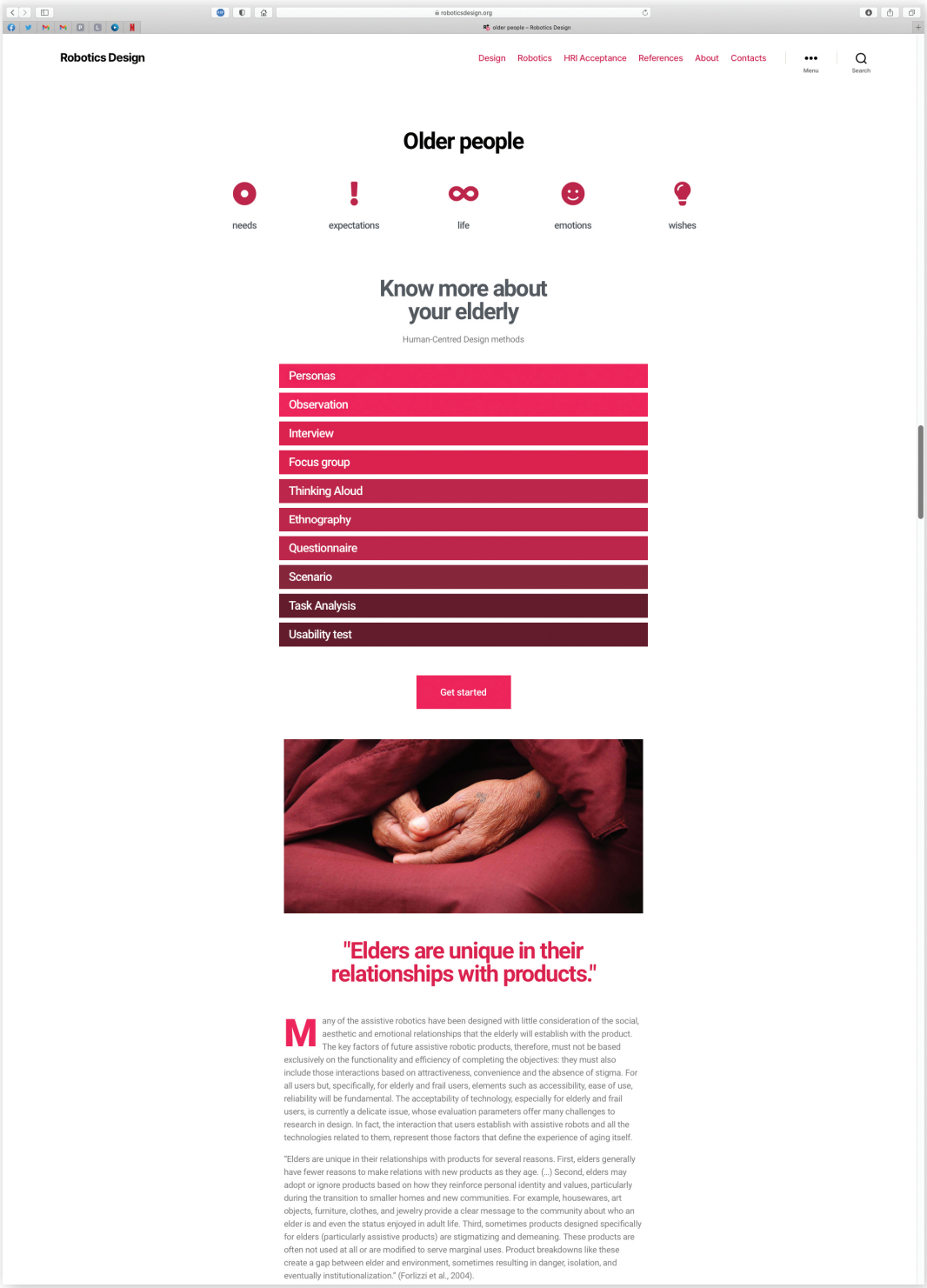



Figura 8a - La sezione *Older people* della piattaforma *Robotics & Design*.

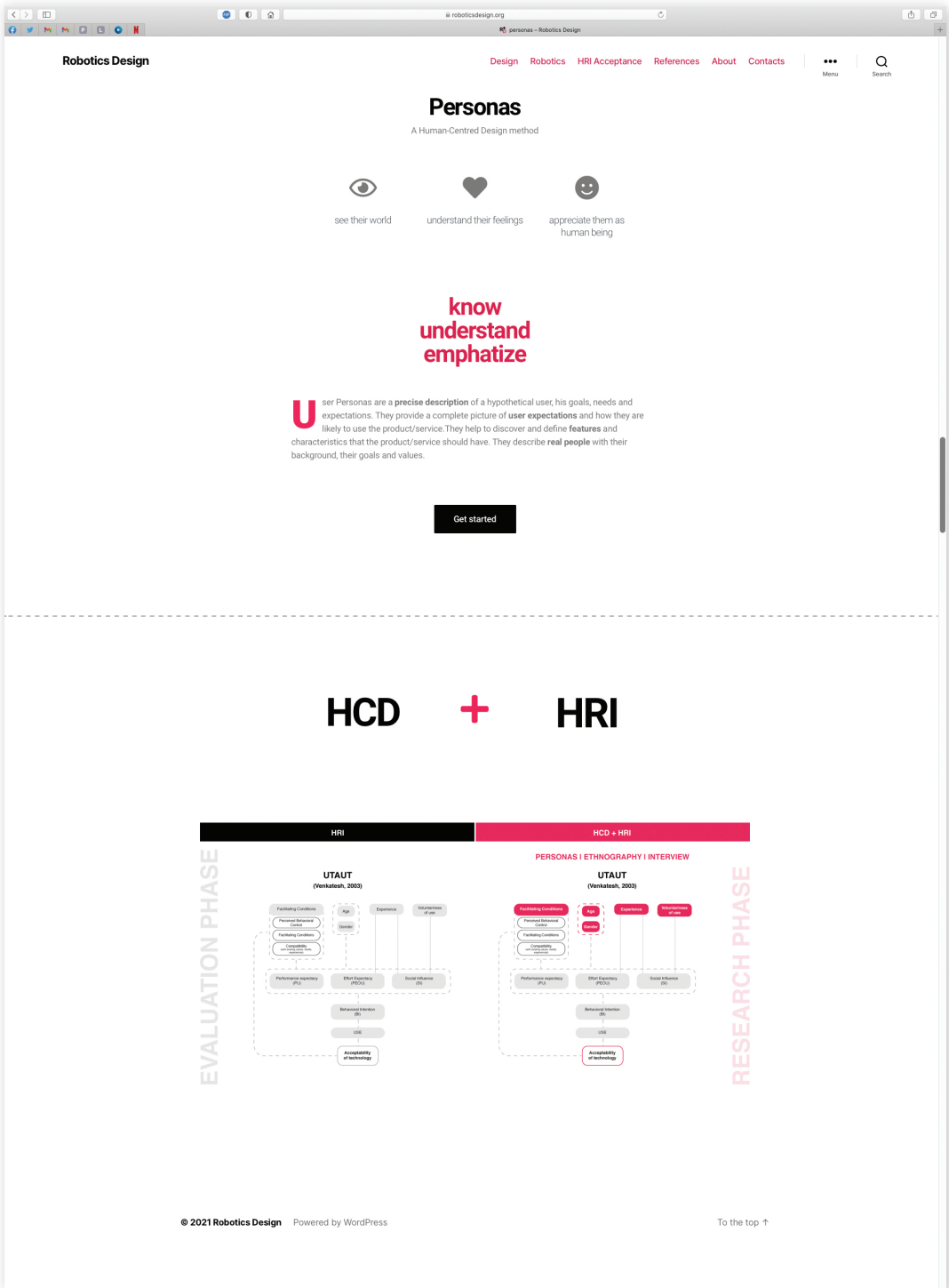



Figura 9 - Selezionando uno o più metodi HCD, è possibile ottenere informazioni approfondite dal punto di vista teorico-scientifico e/o relative alla loro applicazione pratica in ambito HRI.

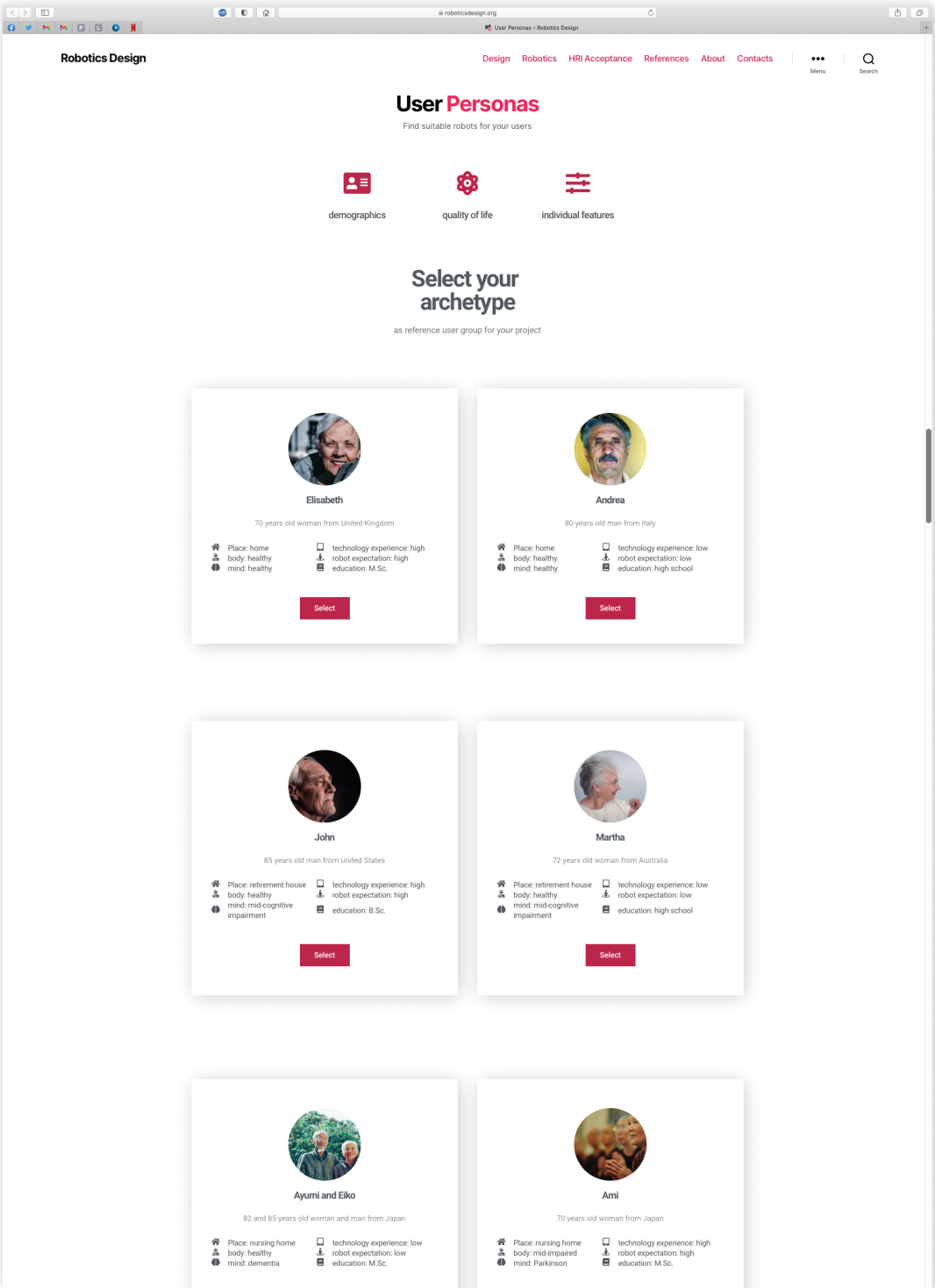



Figura 10 - La sezione *User Personas* della piattaforma *Robotics & Design*.

Figura 11 - La sezione *User Personas* e la *User Variables Tab* di Elisabeth Brown della piattaforma *Robotics & Design*.

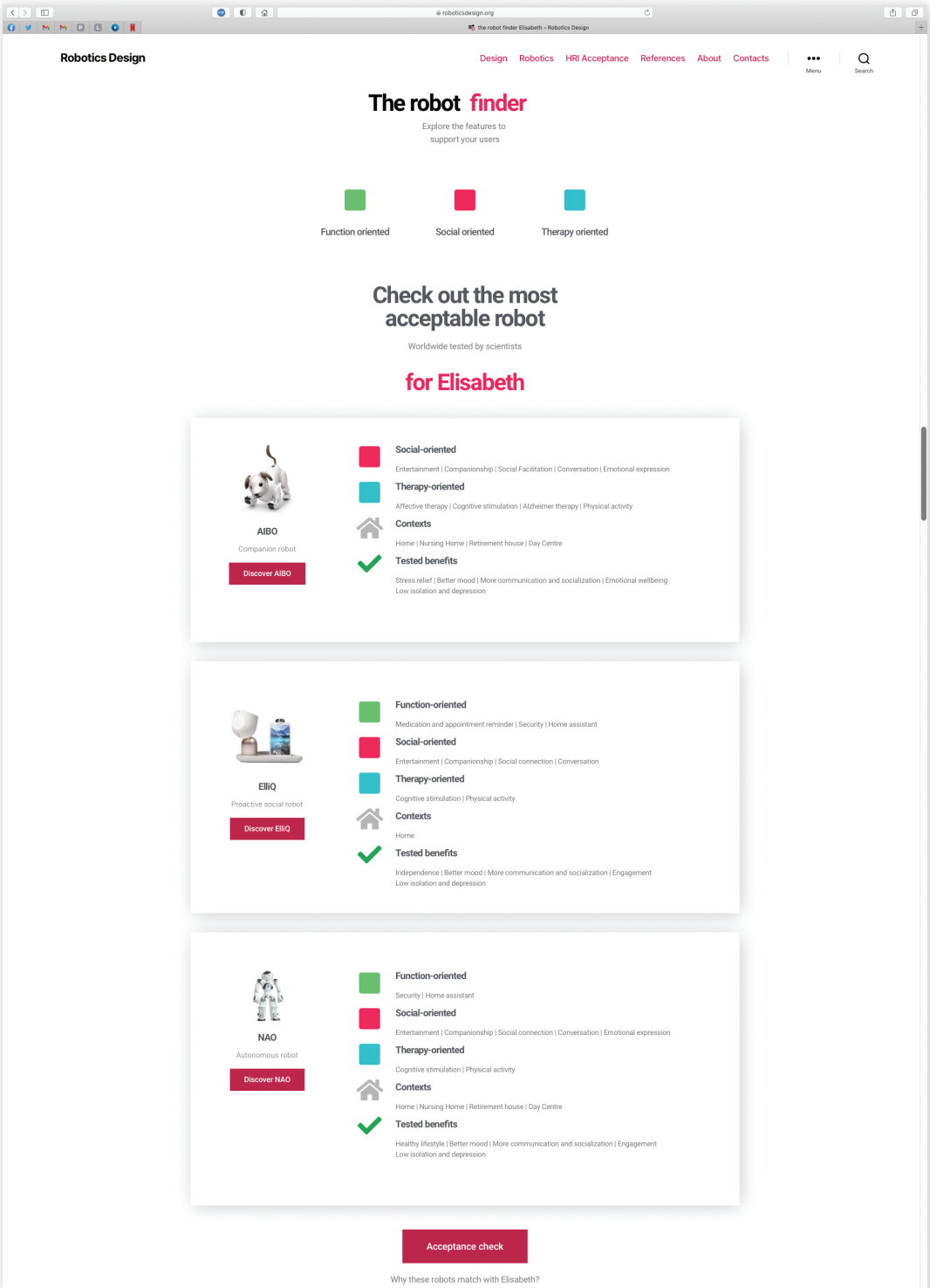



Figura 12 - La sezione *The robot finder* della piattaforma *Robotics & Design*.

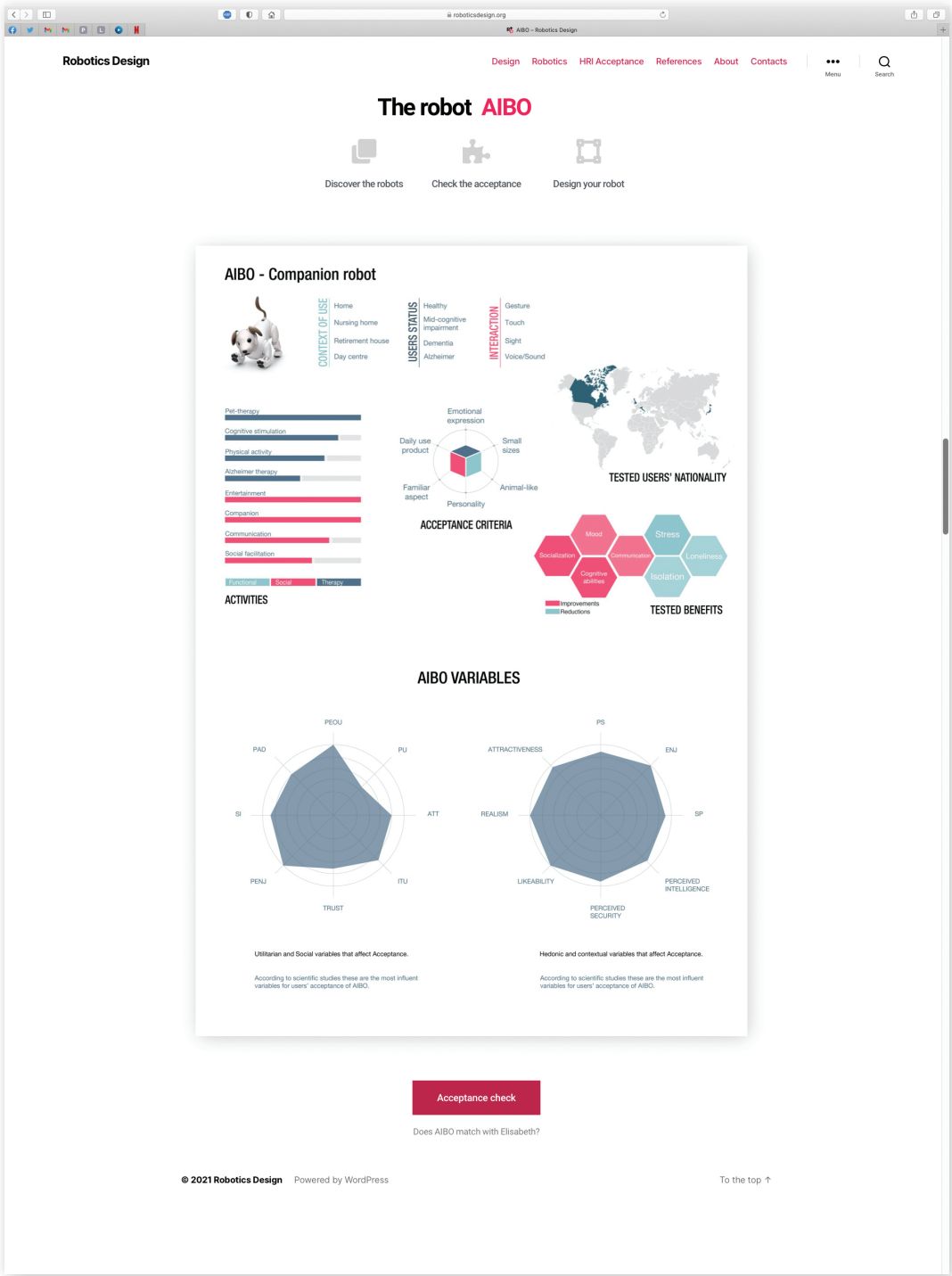



Figura 13 - La sezione *Robotic Personas* e la *Robotic Variables Tab* di AIBO della piattaforma *Robotics & Design*.

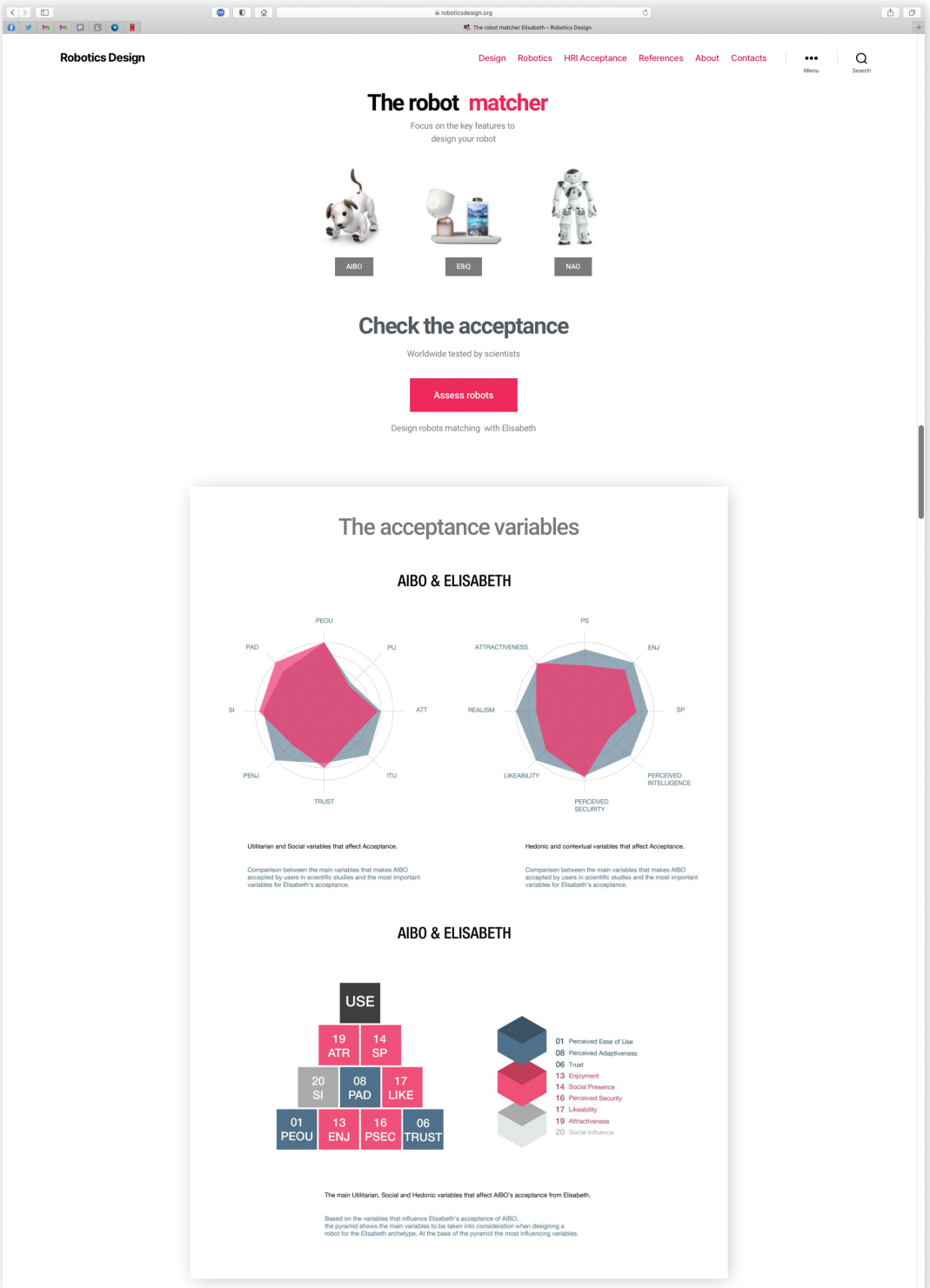



Figura 14 - La sezione *The robot matcher* della piattaforma *Robotics & Design*.

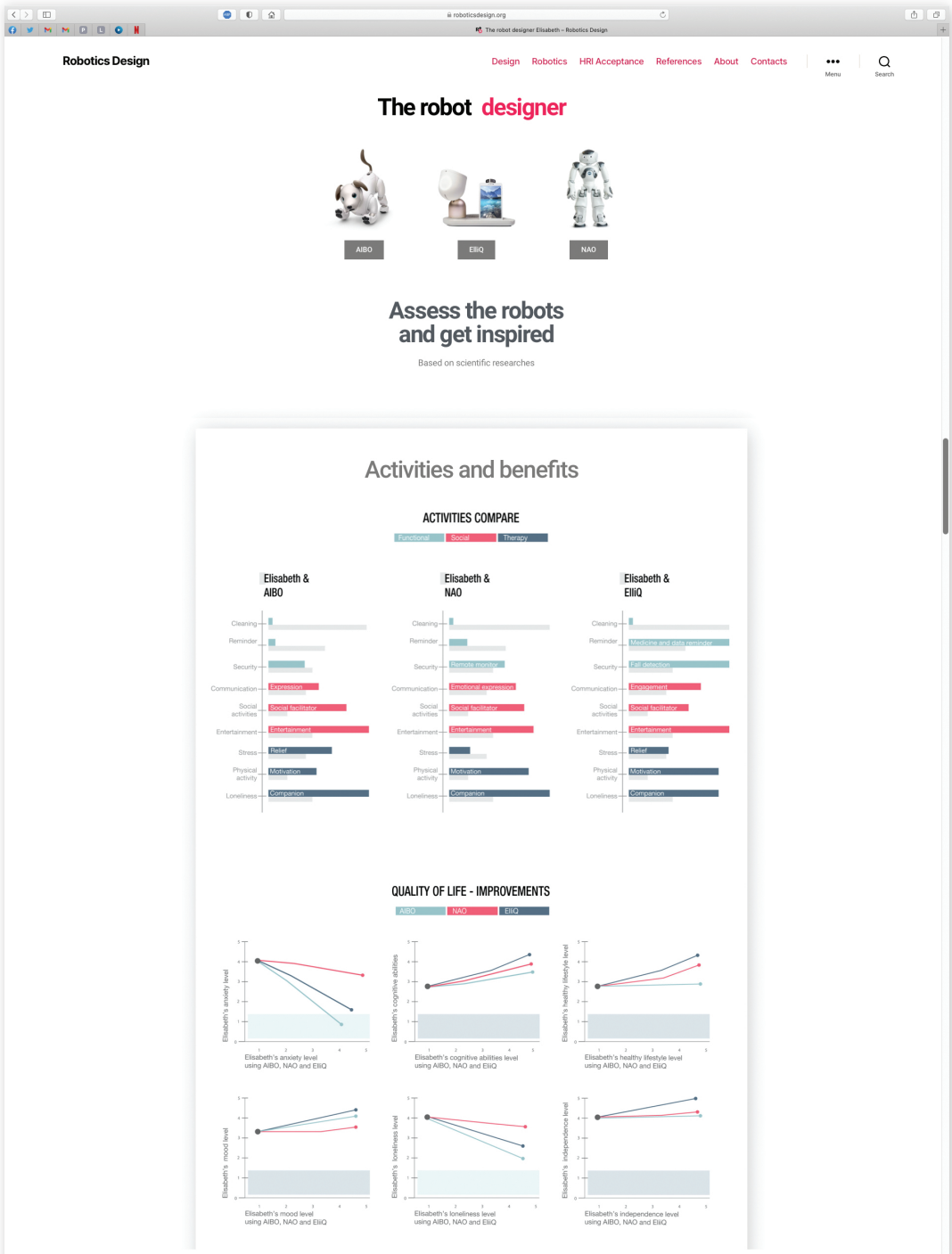



Figura 15 - La sezione *The robot designer* della piattaforma *Robotics & Design*.

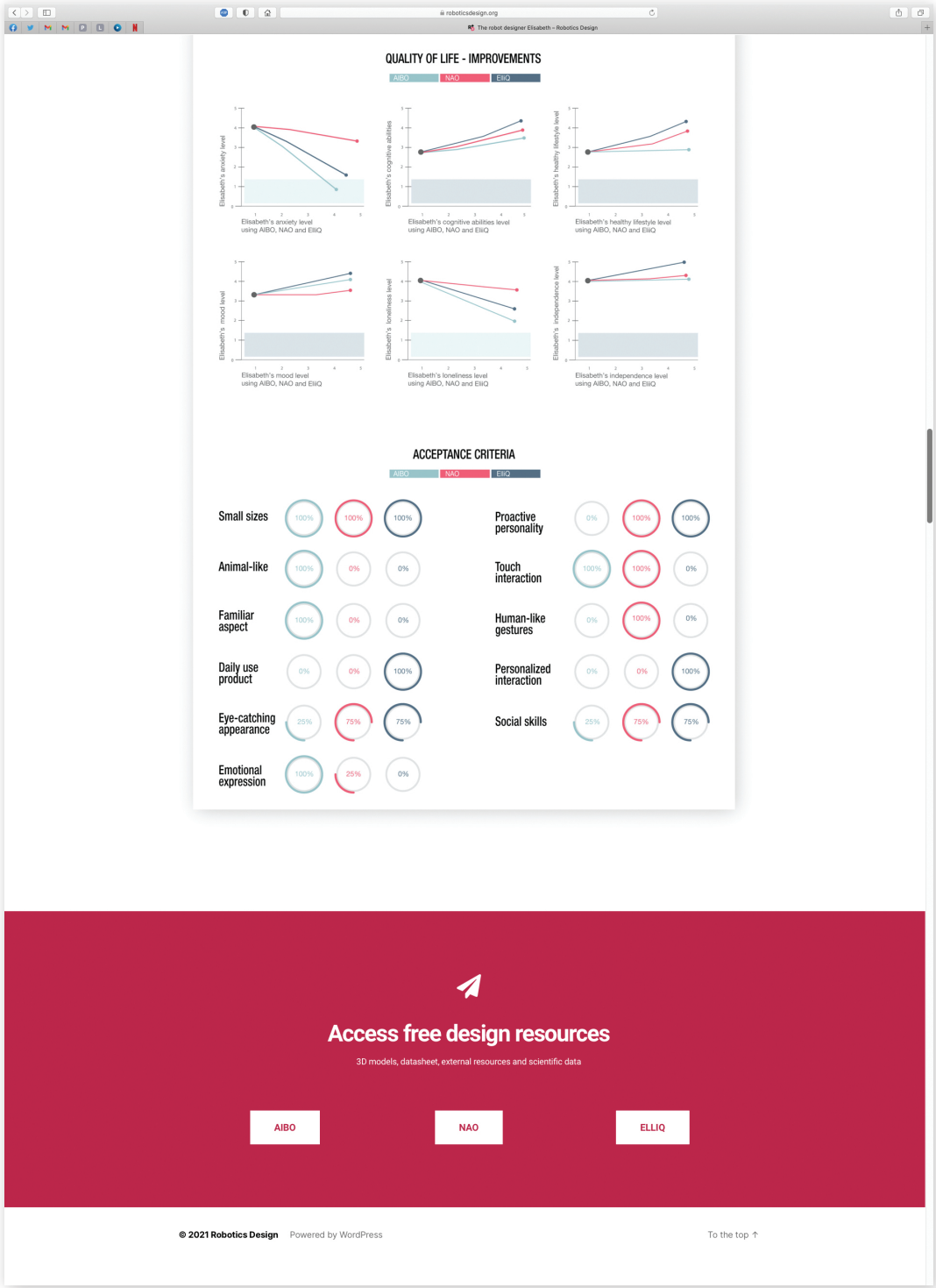



Figura 15a - La sezione *The robot designer* della piattaforma *Robotics & Design*.

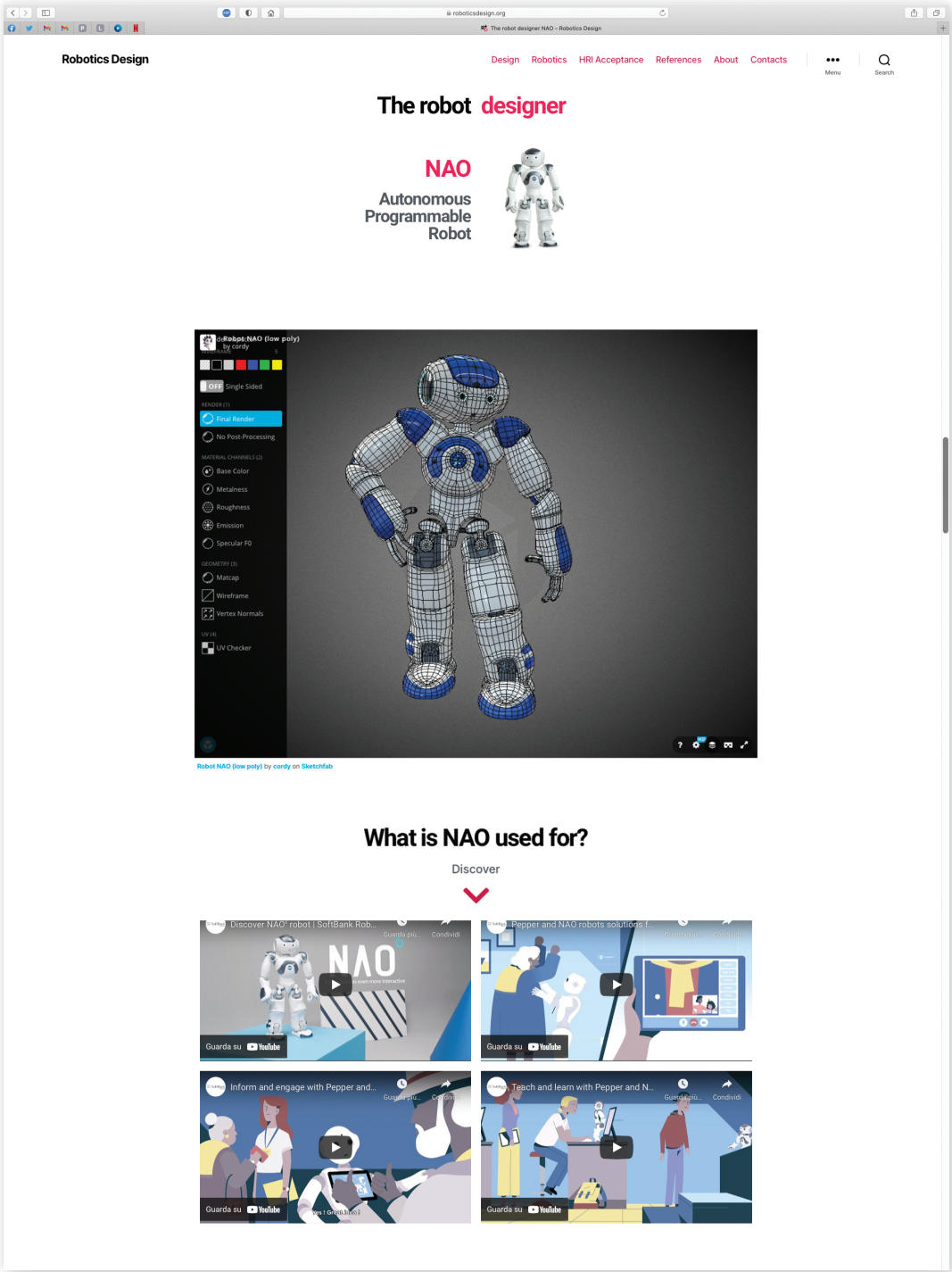



Figura 15b - Per ogni robot selezionato sarà possibile consultare una pagina di approfondimento dedicata ai progettisti, in cui reperire modelli 3D, *datasheet*, ispirazioni formali e di interazione.

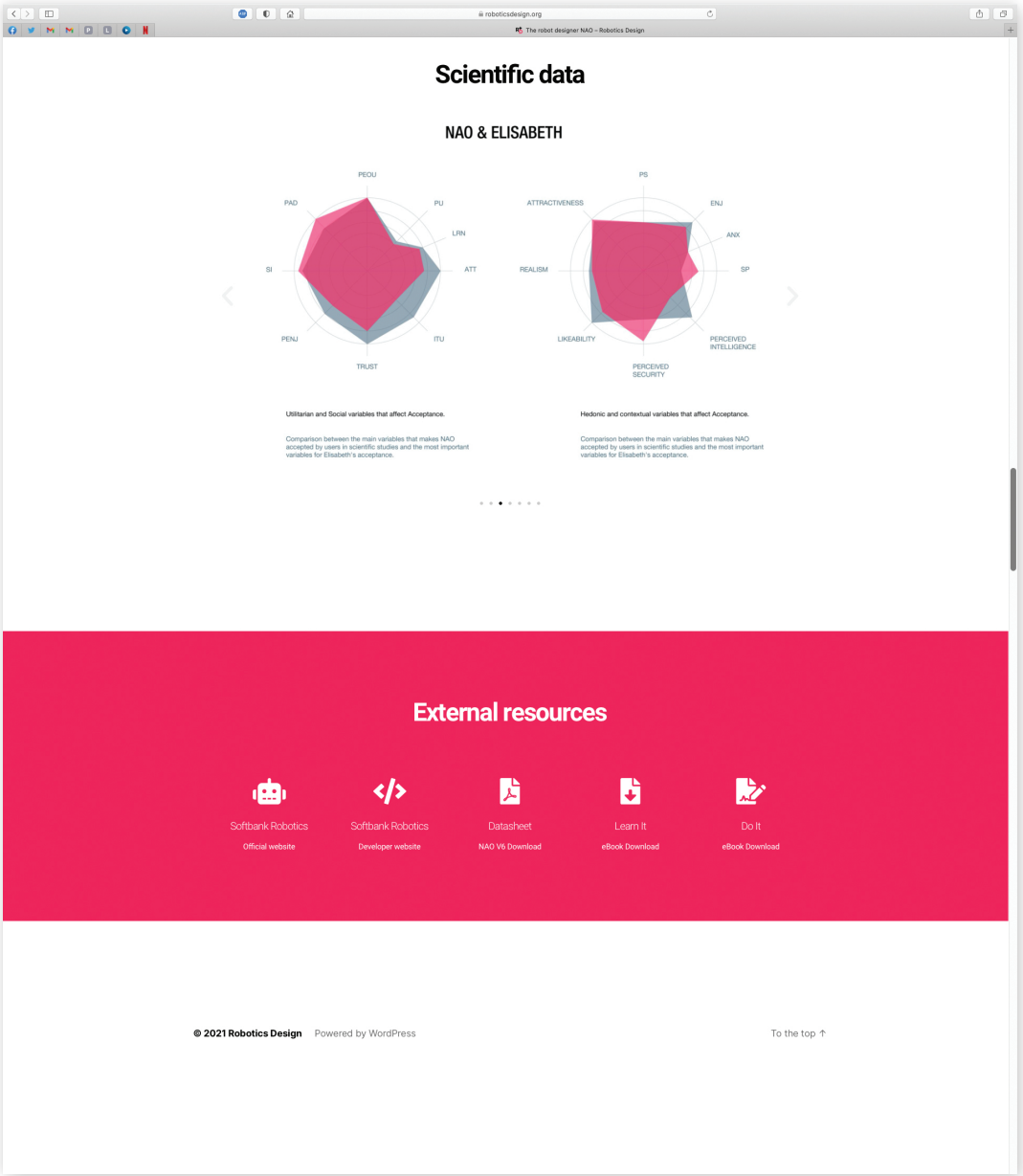



Figura 15c - La sezione *The robot designer* della piattaforma *Robotics & Design* prevede la possibilità di consultare una pagina di approfondimento in cui reperire ulteriori dati scientifici e progettuali, anche attraverso link a risorse esterne, immagini e video correlati.

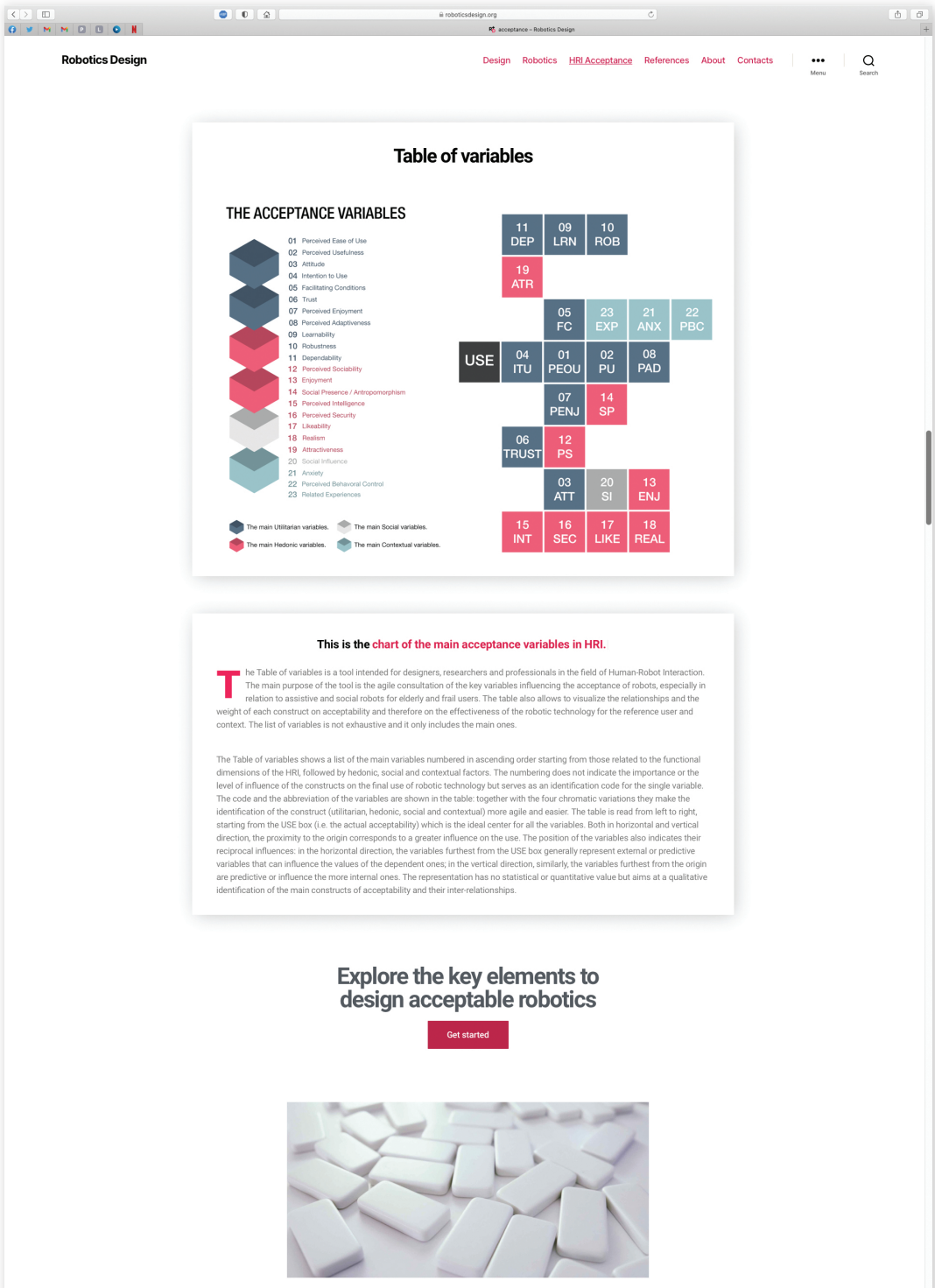



Figura 16 - La sezione introduttiva alle variabili dell’accettabilità della piattaforma *Robotics & Design*.

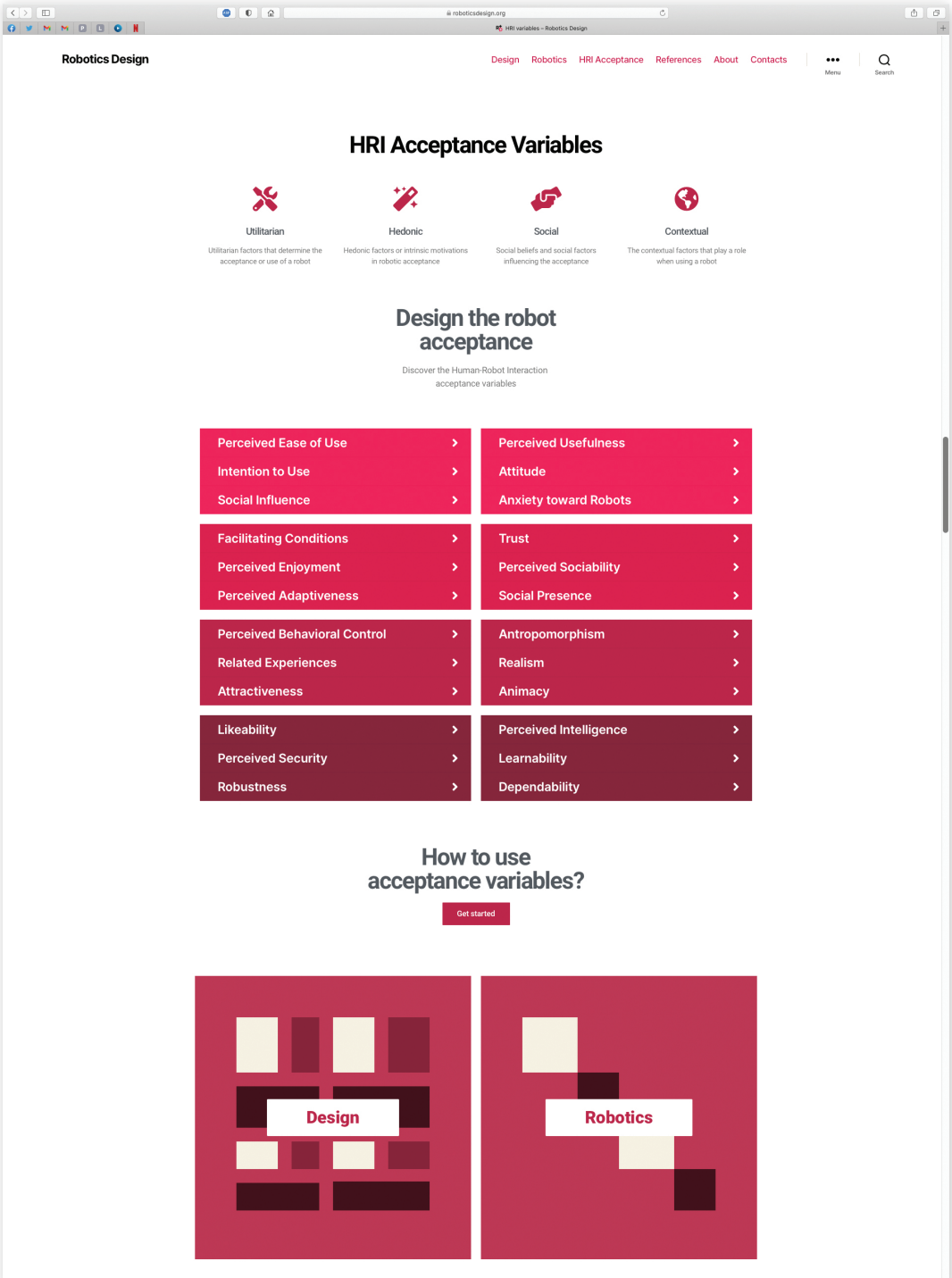



Figura 16a - La sezione di approfondimento sulle variabili dell’accettabilità della piattaforma *Robotics & Design*.

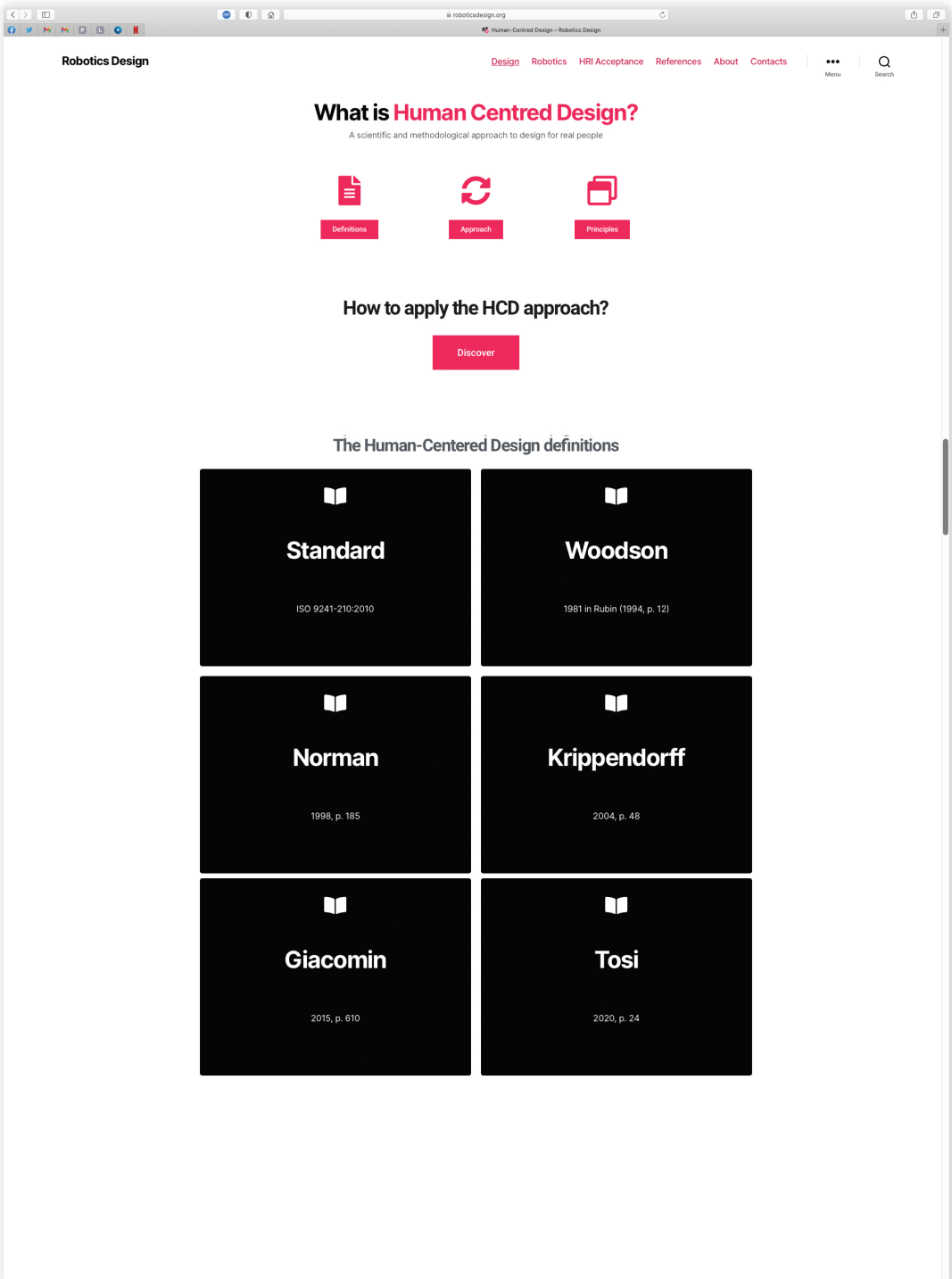



Figura 17 - La sezione *Design* della piattaforma *Robotics & Design*, relativa all’approfondimento teorico sullo HCD.

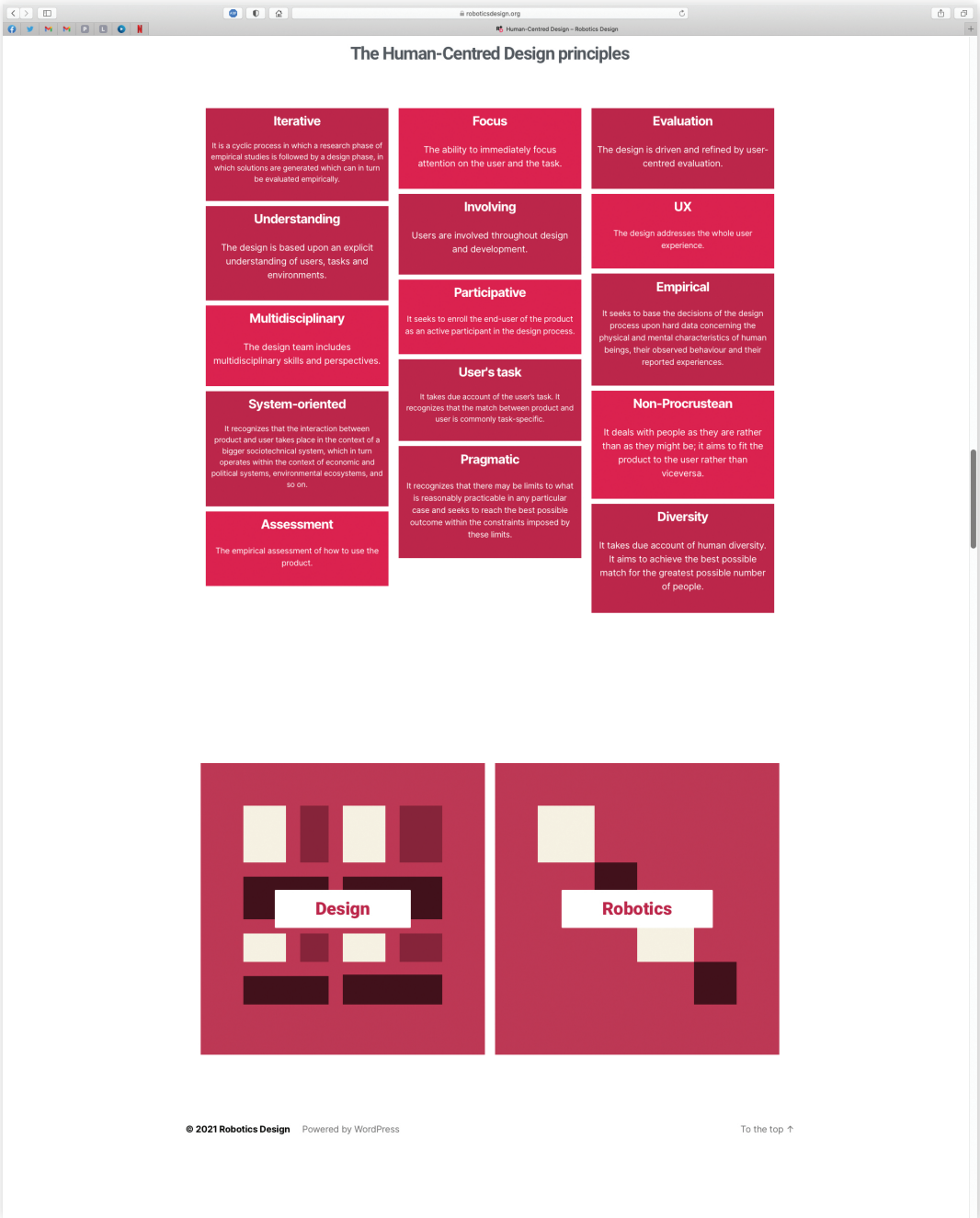



Figura 17a - La sezione *Design* della piattaforma *Robotics & Design*, relativa all’approfondimento teorico sullo HCD.

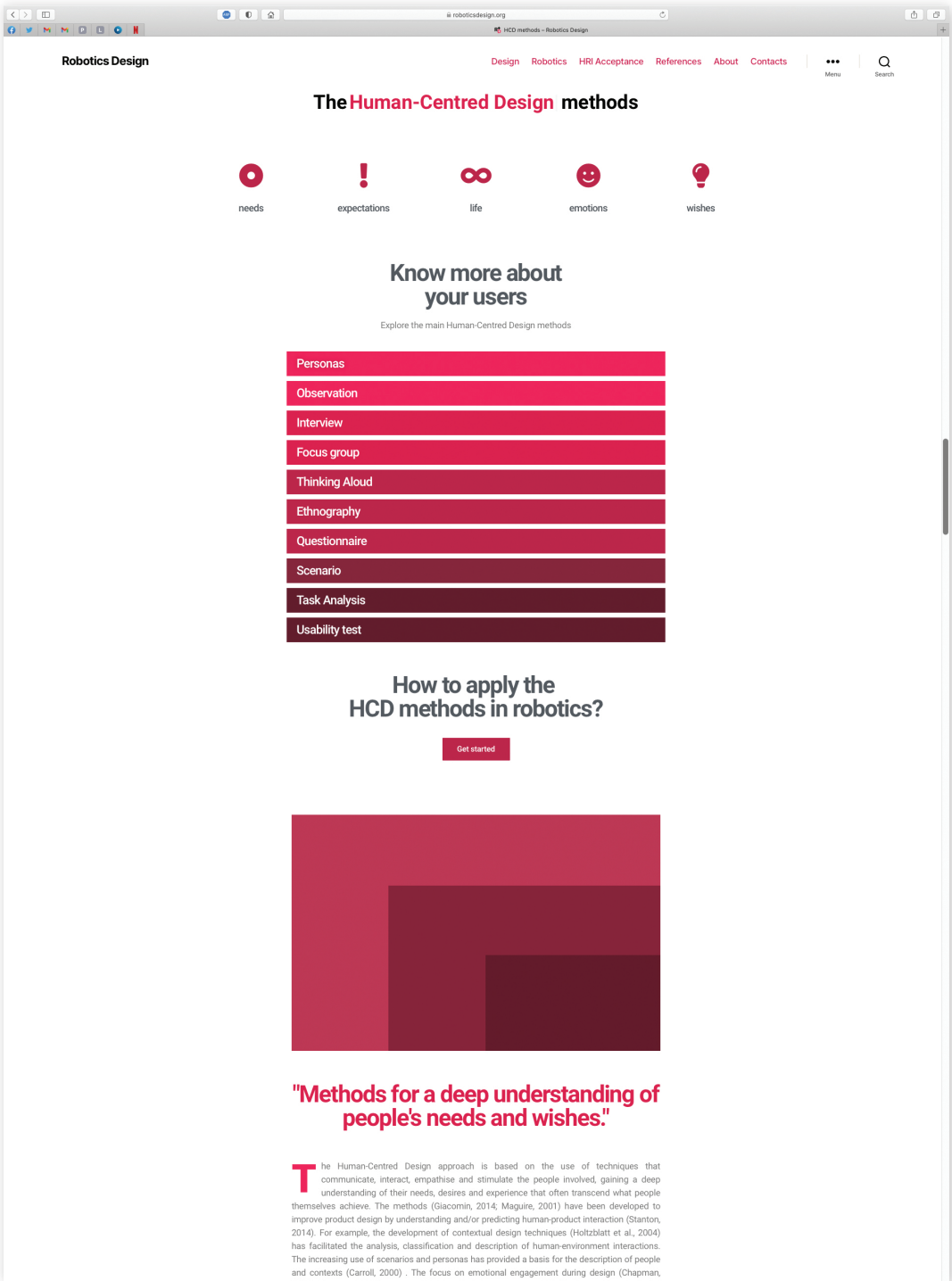



Figura 17b - La sezione della piattaforma *Robotics & Design* relativa all’approfondimento teorico sui metodi dello HCD.

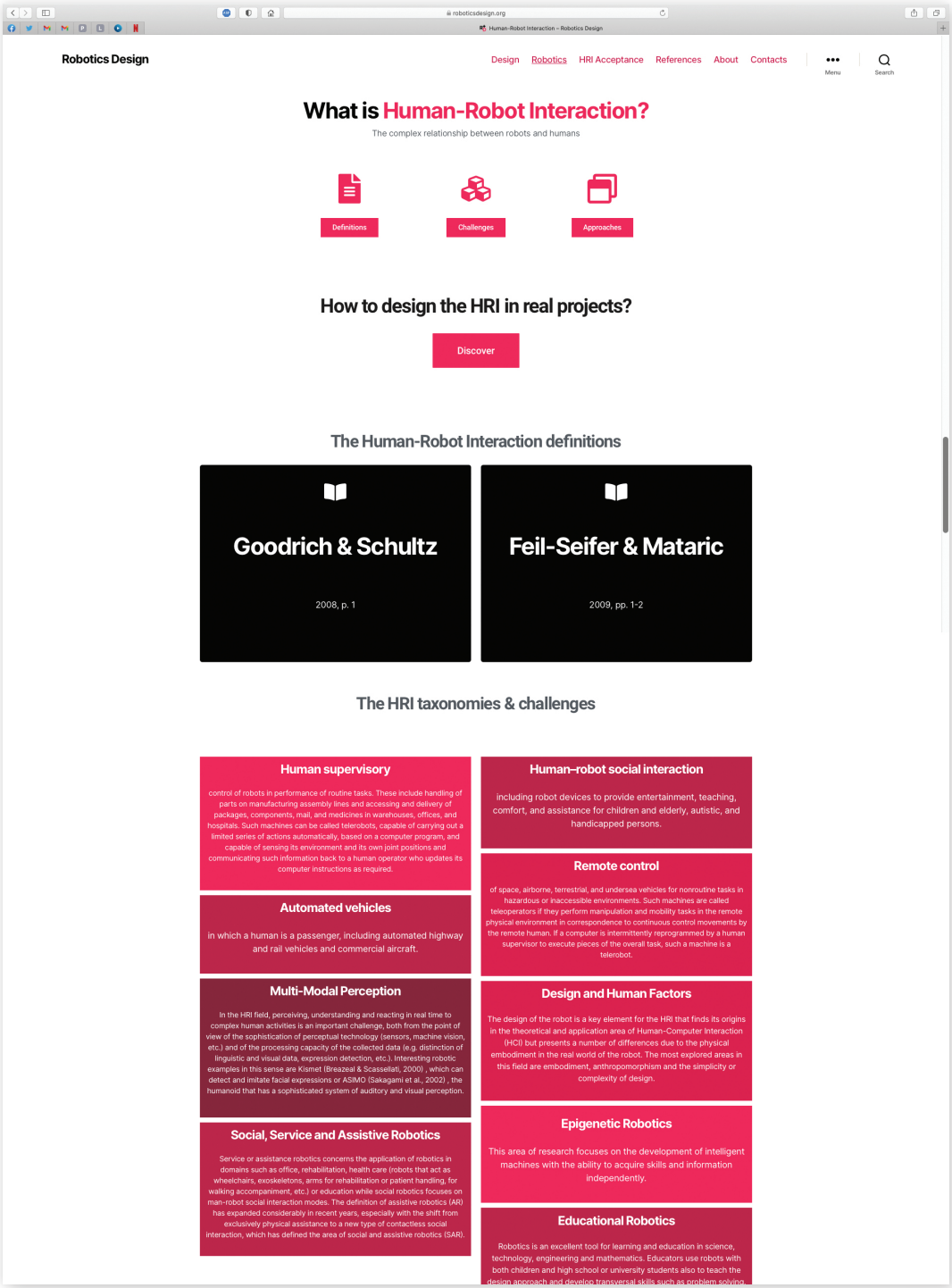



Figura 18 - La sezione della piattaforma *Robotics & Design* relativa all’approfondimento teorico sulla HRI.

Figura 18a - La sezione della piattaforma *Robotics & Design* relativa all’approfondimento teorico sui metodi della HRI.

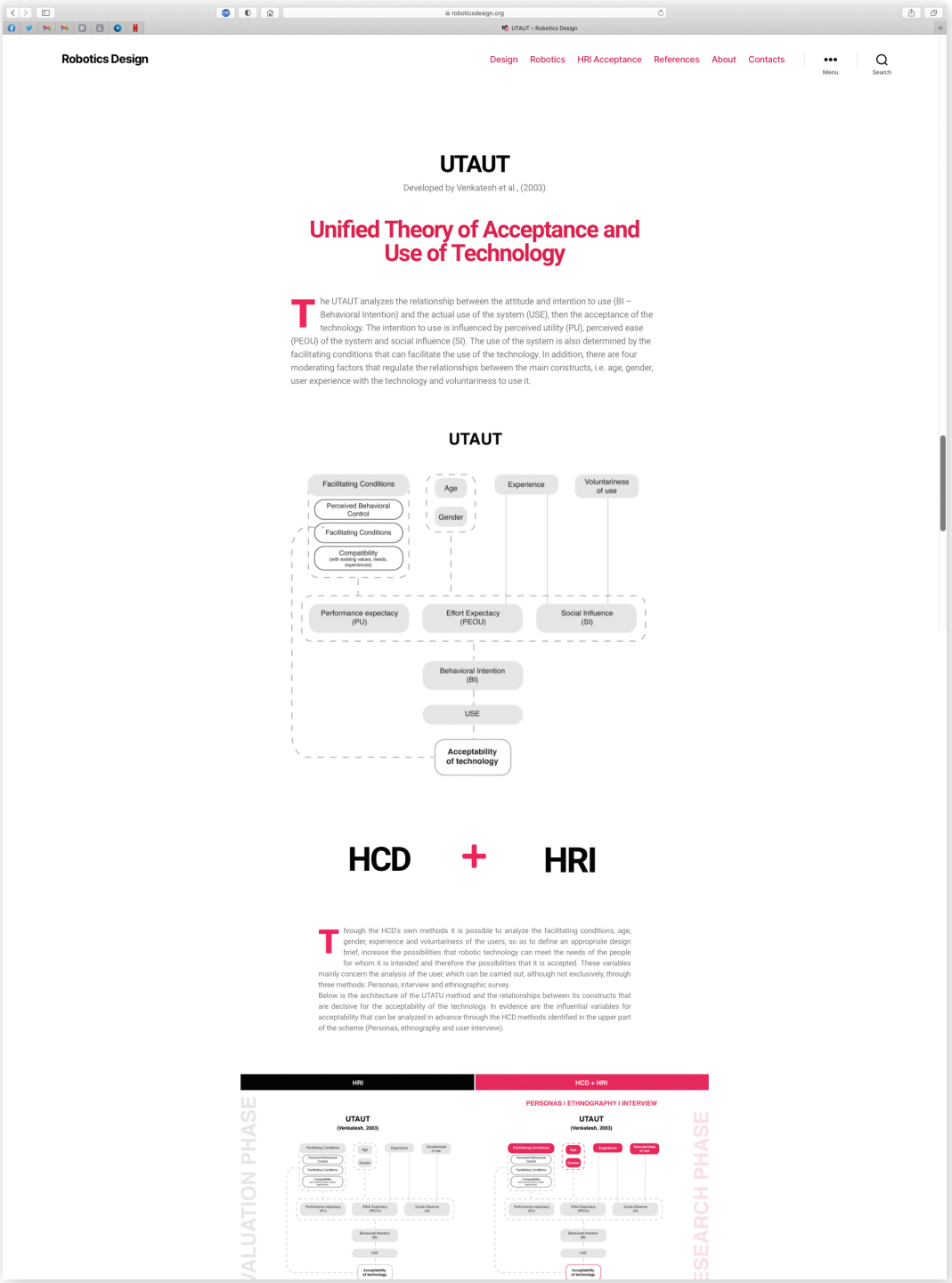



Figura 18b - La sezione della piattaforma *Robotics & Design* relativa all’approfondimento teorico sui metodi della HRI.

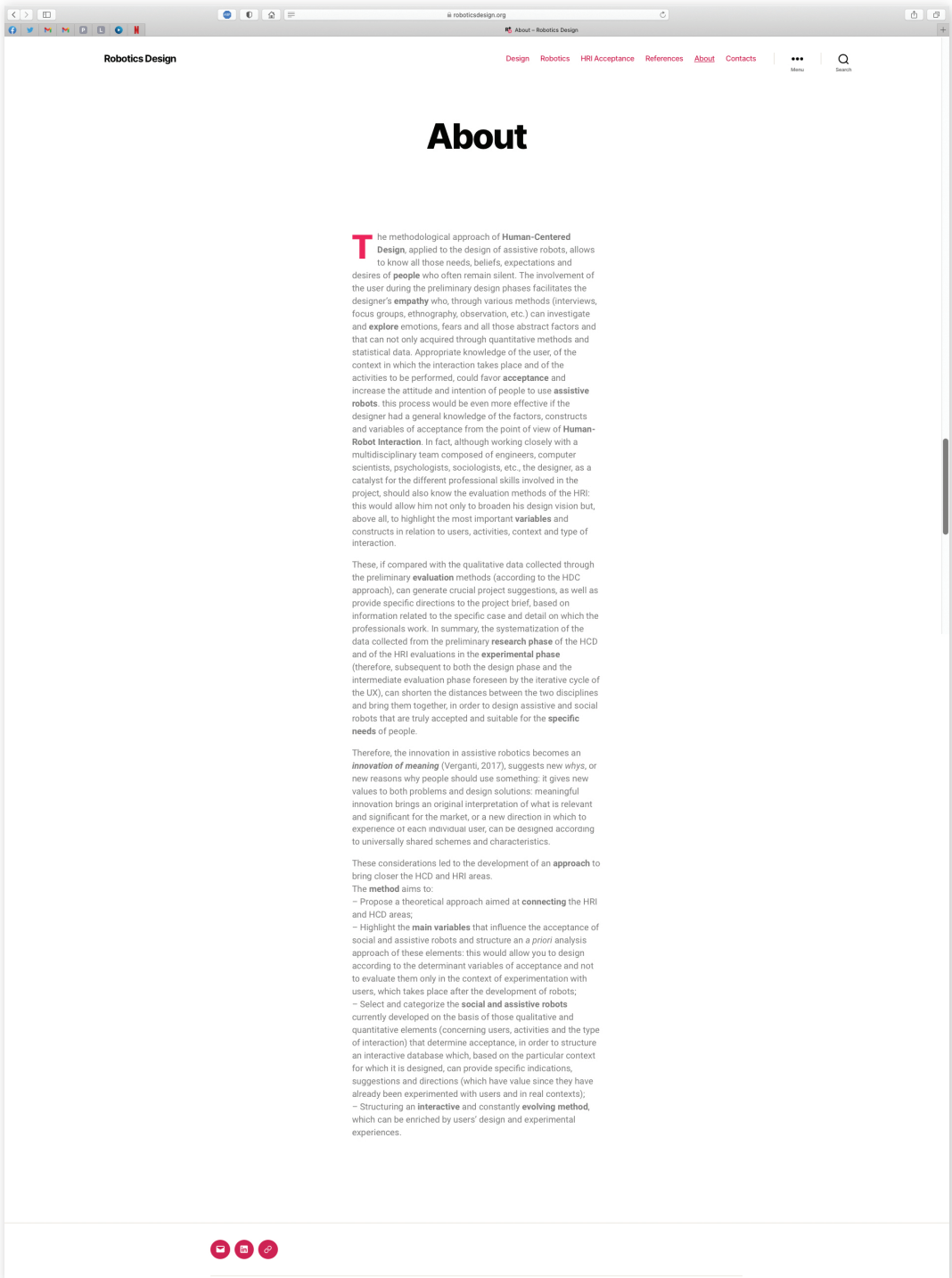



Figura 19 - La sezione *About* della piattaforma *Robotics & Design*.

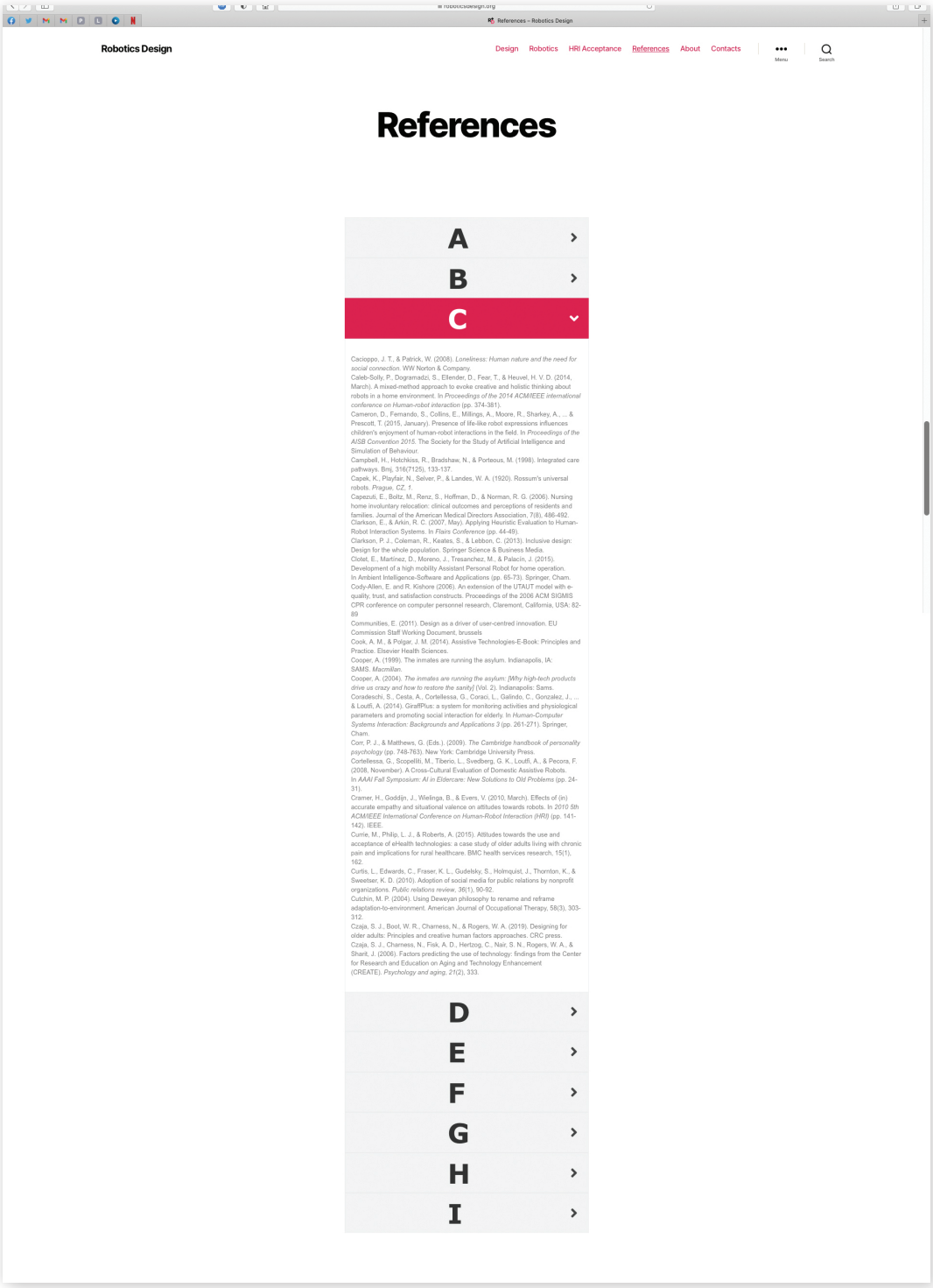



Figura 20 - La sezione *References* della piattaforma *Robotics & Design*.

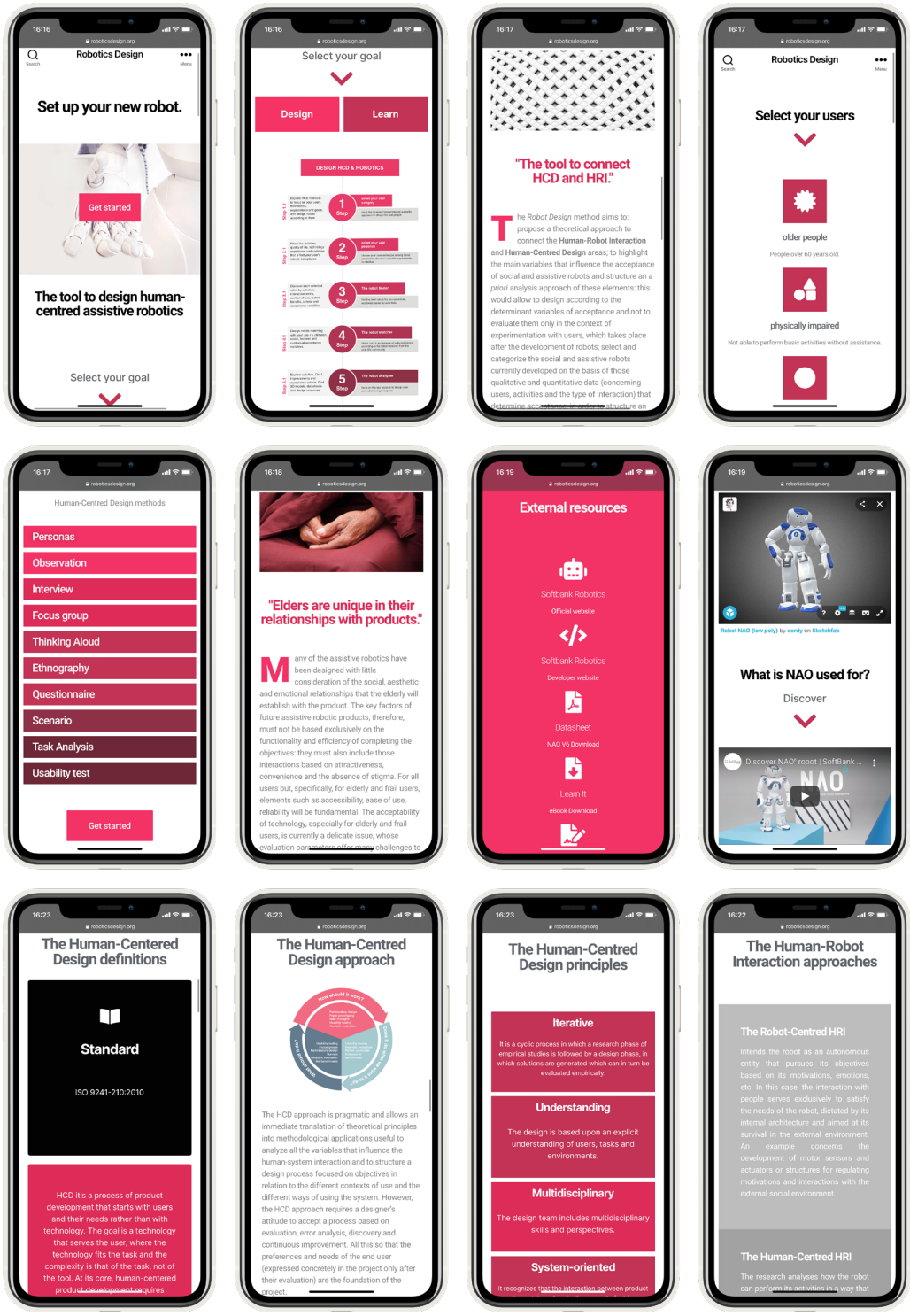



Figura 21 - Alcune pagine della piattaforma *Robotics & Design* visualizzate da smartphone.

**Parole chiave**

PACT Analysis
Valutazione partecipativa
Thinking Aloud
Post-experience questionnaire
Aree di implementazione

# Capitolo 18
# Valutazione partecipativa e test con utenti del tool *Robotics & Design*

**18.1 L'analisi PACT (Persone, Azioni, Contesti, Tecnologie)**

**18.2 La valutazione partecipativa: fasi di sviluppo**
18.2.1 Struttura, obiettivi e metodologia
18.2.2 Partecipanti

**18.3 Risultati: thinking aloud e evaluation walkthrough**
18.3.1 Obiettivi teorici e progettuali: efficacia ed efficienza della piattaforma
18.3.2 Valutazione tecnico-funzionale: risultati
18.3.3 Valutazione dell'attrattiva e della qualità dell'interazione: risultati
18.3.4 Valutazione dei contenuti teorico-scientifici e concettuale: risultati

**18.4 Risultati: post-experience questionnaire**

**18.5 Sintesi dei risultati e aree di implementazione**

# CAPITOLO 18
# Valutazione partecipativa e test con utenti del tool *Robotics & Design*

In seguito allo sviluppo della Versione Beta 1.0 dello strumento "Robotics & Design: the tool to design Human-Centred Assistive Robotics"[1] sono state effettuate valutazioni intermedie e **test con utenti** per raccogliere feedback dai potenziali utilizzatori dello strumento, sia dal punto di vista teorico-concettuale, sia dal punto di vista dell'usabilità e della qualità dell'interazione.
In primo luogo, è stata effettuata un'analisi della piattaforma a partire dal ***framework*** **PACT** (acronimo di People, Activities, Contexts, Technologies) con lo scopo di valutare con chi, con cosa e dove l'utente interagisce con l'interfaccia utente (Benyon, 2010).
Successivamente, è stata condotta una valutazione con utenti utilizzando il metodo della *participatory evalutation* (Maguire, 2001, p. 616), in quanto più appropriato in relazione agli obiettivi e al contesto della valutazione stessa. Il metodo della valutazione partecipativa consiste nel far utilizzare lo strumento a utenti rappresentativi, al fine di eseguire una serie di attività prestabilite: questi, attraverso il ***thinking aloud***, spiegano cosa stanno facendo e l'intera sessione è registrata e osservata dal progettista/ricercatore. Qualora gli utenti rimanessero in silenzio, l'osservatore li interroga sulle loro aspettative o intenzioni. Il progettista/ricercatore può esplorare ulteriormente i problemi o le criticità emerse attraverso una discussione o un'intervista non strutturata. Nello specifico, al fine di ottenere feedback dettagliati sullo strumento, la valutazione è stata condotta anche attraverso l'***evaluation walkthrough*** (Nielsen, 1993), ovvero analizzando le reazioni degli utenti passo dopo passo durante la loro interazione con il sistema.
Il punto di forza di tale metodo consiste nel coinvolgimento attivo di svariate tipologie di utenti, consentendo di evidenziare, da diversi punti di vista, problemi di progettazione specifici. In seguito alla sessione di valutazione, attraverso le registrazioni e l'osservazione, il progettista/ricercatore elabora i risultati, sistematizzandoli ed estrapolando una serie di criticità e possibili soluzioni per implementare il sistema.
Al termine di ogni sessione di valutazione è stato sottoposto ai partecipanti un ***post-experience questionnaire,*** sviluppato *ad hoc*, volto a raccogliere ulteriori dati relativi all'esperienza generale con il sistema, all'utilità percepita e alle principali criticità da risolvere o elementi da implementare.

1 Consultabile al seguente link: www.roboticsdesign.org.

In sintesi, dunque, la valutazione è stata condotta attraverso l'uso di tre metodi principali:
- thinking aloud analysis;
- evaluation walkthrough;
- post-experience questionnaire.

## 18.1 L'analisi PACT (Persone, Azioni, Contesti, Tecnologie)

Il *framework* PACT (Figura 1) è utilizzato per la progettazione e l'**analisi di sistemi interattivi** secondo un approccio che pone al centro le persone, ovvero centrato sull'uomo. In tale quadro, l'interazione è considerata come una relazione fra persone, attività, contesti e tecnologie (Benyon, 2014, p. 3) pertanto, al fine di valutare la User Experience e di valutare la qualità dell'interazione con un sistema, il designer deve individuare e analizzare la varietà di persone che useranno il sistema, di attività che le persone vogliono intraprendere, di contesti in cui si svolgono tali attività e di caratteristiche delle tecnologie interattive.

L'obiettivo di una progettazione di sistemi interattivi centrata sull'uomo è di arrivare alla **miglior combinazione degli elementi del PACT** in un determinato dominio, pertanto "*(…) il framework PACT è utile sia per le attività di analisi che di progettazione: comprendere la situazione attuale, vedere dove è possibile apportare miglioramenti o immaginare situazioni future. Per condurre un'analisi PACT, il progettista semplicemente scopre la varietà di Ps, As, Cs e Ts che sono possibili o probabili in un dominio. Questo può essere fatto usando il brainstorming o altre tecniche (…) Il progettista dovrebbe cercare compromessi tra le combinazioni di PACT e pensare a come questi potrebbero influenzare il design.*
*Per quanto riguarda le persone, i progettisti devono pensare alle differenze fisiche, psicologiche e sociali e al modo in cui tali differenze cambiano in circostanze diverse e nel tempo. È molto importante che i progettisti considerino tutte le varie parti interessate in un progetto. Per le attività devono riflettere sulla complessità dell'attività (focalizzata o vaga, semplice o difficile, pochi passaggi o molti), le caratteristiche temporali (frequenza, picchi e depressioni, continue o interrompibili), le caratteristiche di cooperazione e la natura dei dati. Per i contesti devono valutare l'ambiente fisico, sociale e organizzativo, e per le tecnologie devono concentrarsi su input, output, comunicazione e contenuti*" (Benyon, 2010, pp. 44-45).

Un obiettivo essenziale per la progettazione della piattaforma Robotics & Design è la centralità delle persone che lo utilizzeranno. Per questo motivo si è resa necessaria l'esecuzione di un'analisi PACT per valutare lo stato attuale e individuare le aree di miglioramento ed implementazione. L'analisi PACT, è stata condotta principalmente attraverso **brainstorming con utenti esperti** (nello specifico, utente 06, 08 e 12 in Figura 3, secondo le modalità descritte nei paragrafi successivi). Attraverso tale analisi è stato possibile individuare la varietà di persone, attività, contesti e tecnologie possibili e sviluppare scenari concreti su come gli utenti di riferimento avrebbero interagito con la piattaforma.

I risultati dell'analisi PACT sono i seguenti:
- **Persone:** il target di riferimento principale include designer e progettisti con o senza esperienza di progettazione in ambito robotico, ricercatori e docenti nelle aree di design, di ingegneria, di robotica ma anche di psicologia, di sociologia e di altri ambiti che collaborano con i designer per lo sviluppo di prodotti o progetti di ricerca in ambito robotico. Gli utenti di riferimento hanno medio o alto livello di educazione. Per quanto

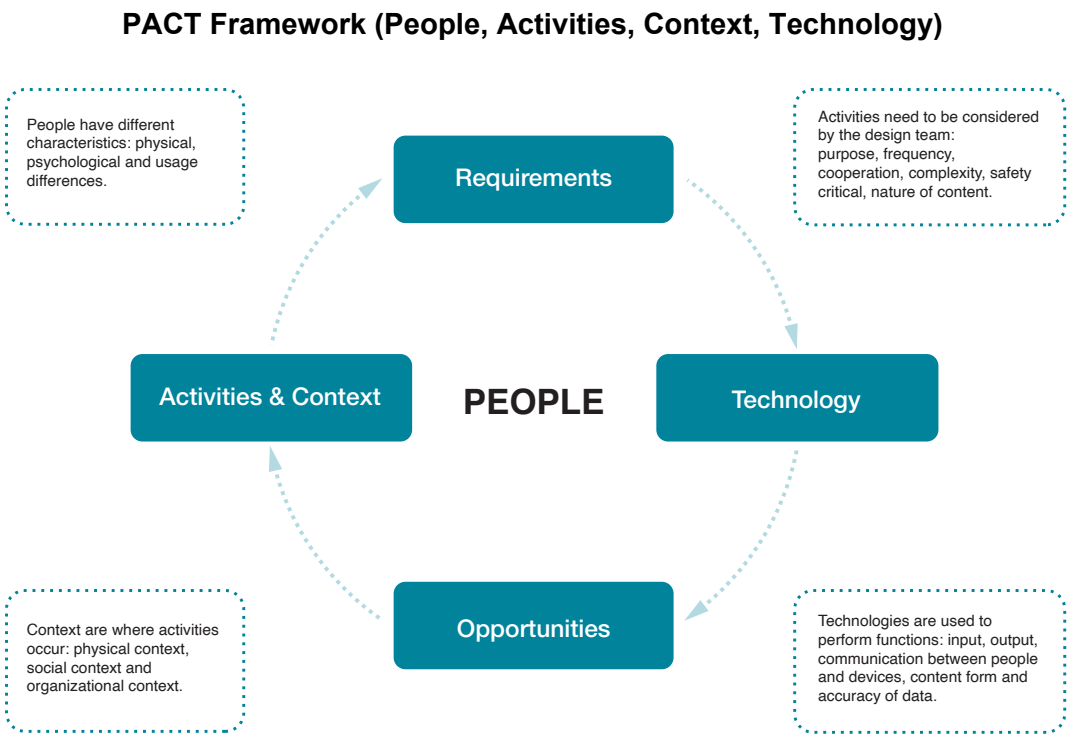



Figura 1 - Framework PACT (People, Activities, Context, Technology). Rielaborato da: Benyon, (2010, p. 27).

riguarda l'esperienza con la tecnologia, essi hanno una discreta o alta conoscenza relativa all'uso di computer e strumenti digitali o siti web. Potrebbero esserci differenze linguistiche. Sono considerati nel progetto sia i visitatori occasionali che frequenti;

- **Attività:** lo scopo della piattaforma è duplice, relativo alla conoscenza e alla disseminazione teorico-scientifica e al supporto progettuale e alla collaborazione inter-disciplinare. Per questo ci sono svariate attività da considerare ed è essenziale che entrambi gli obiettivi siano comunicati in maniera chiara attraverso l'interfaccia utente. Nello specifico, le attività potrebbero essere svolte ad intervalli regolari di tempo e la piattaforma consultata con cadenza settimanale, mensile o annuale. Il tempo di risposta del sito dovrebbe essere rapido e i colori scelti dovrebbero garantire una consultazione delle informazioni ottimale, così come la grandezza e la tipologia di font. Le attività possono essere svolte in collaborazione con altri o individualmente;
- **Contesti:** dal punto di vista fisico, le attività si svolgono in un ambiente chiuso, prevalentemente in contesti lavorativi (uffici, laboratori di ricerca, biblioteche, etc.) o domestici. Il sito, quindi, soddisfa le necessità delle persone che hanno un accesso a internet lento, che si connettono da dispositivi diversi dal computer (la modalità responsive garantisce una navigazione ottimale anche da tablet e smartphone) e che utilizzano risoluzioni, sistemi operativi o browser diversi;
- **Tecnologie:** la piattaforma accoglie visitatori che non hanno necessariamente confidenza con il sistema. Per tale motivo l'output e lo scopo fornito devono essere chiari, così come le informazioni relative alla privacy e alla sicurezza.

## 18.2 La valutazione partecipativa: fasi di sviluppo

La valutazione partecipativa, organizzata in **sessioni individuali** con esperti, designer e ricercatori, è stata pianificata e progettata in seguito ad una serie di fasi preliminari, che hanno consentito di organizzare efficacemente le attività e i relativi obiettivi:

- **pianificazione** della *participatory evalutation*: definizione degli obiettivi; definizione delle risorse e degli strumenti necessari; definizione del tipo di partecipanti e dei requisiti di ammissione;
- **sviluppo e valutazione di concept** relativi a più tipologie di sessioni di valutazione, diverse per obiettivi, strumenti, metodologie e risultati attesi oltre che per tecnica di raccolta e gestione dei dati;
- **individuazione dei partecipanti**: è stato ipotizzato di coinvolgere solo utenti appartenenti a categorie specifiche (designer, ricercatori, robotici, ingegneri, esperti negli ambiti precedenti, professionisti in ambito robotico che collaborano con designer). In questa fase sono stati definiti anche i criteri di ammissione e le modalità di reclutamento;
- **preparazione del materiale**: questa fase ha previsto la predisposizione degli strumenti appropriati per svolgere le sessioni di valutazione (inclusi la calendarizzazione di ogni sessione, la definizione della piattaforma per videoconferenza più efficace, materiali e strumenti specifici, etc.);
- **svolgimento delle sessioni** di valutazione partecipativa, in videoconferenza e online, a causa della necessità di distanziamento sociale imposta dall'emergenza sanitaria da coronavirus;
- **raccolta dei dati**: ogni sessione di valutazione è stata registrata e fotografata. Inoltre, sono stati raccolti appunti e note ma anche feedback e commenti attraverso discussioni e interviste non strutturate effettuate al termine di ogni valutazione. Il questionario *post-experience* ha consentito di incrementare e approfondire i dati raccolti tramite il *thinking aloud* e l'*evaluation walkthrough*;
- **sistematizzazione e analisi dei dati**: i dati relativi alle sessioni di valutazione e a eventuali feedback e commenti ulteriori sono stati selezionati, suddivisi in categorie e analizzati qualitativamente. I dati relativi al *post-experience questionnaire* sono stati analizzati quantitativamente;
- **valutazione dei risultati e implementazione** dello strumento *Robotics & Design*: l'analisi dei dati qualitativi e quantitativi raccolti dalle sessioni di valutazione ha consentito di migliorare la tecnica di valutazione stessa ma anche di estrapolare gli elementi da implementare relativi allo strumento *Robotics & Design*, sia dal punto di vista teorico e di contenuti che da quello relativo all'usabilità, alla qualità dell'interazione e alla User Experience.

### *18.2.1 Strumenti, obiettivi e metodologia*

Le sessioni di valutazione partecipativa di sono svolte in un arco temporale di circa 30 giorni, fra i mesi di giugno e luglio 2020. Date le norme di distanziamento sociale ancora in vigore a causa dell'emergenza sanitaria da coronavirus, lo svolgimento online delle sessioni è risultato il metodo più appropriato, sia dal punto di vista logistico-organizzativo che di sicurezza ed efficacia dello studio. Pertanto, sono state individuate le piattaforme di videoconferenza più appropriate alla valutazione (ovvero Google Meet e Skype), che consentissero non solo di comunicare ma anche di condividere schermo, presentazioni, eventuali documenti e link. Tutte le sessioni sono state registrate, hanno previsto l'acquisizione di schermate video, di appunti e note relativi ad eventuali feedback o commenti rilevanti (Fi-

gura 2). Le sessioni hanno previsto il **coinvolgimento individuale di ogni partecipante** e si sono svolte come segue:

- **fase di introduzione** da parte del ricercatore (circa 15 minuti), attraverso slide e immagini, al fine di informare il partecipante sul contesto della tesi dottorale, sugli obiettivi, sul funzionamento dello strumento da valutare e sulle modalità di svolgimento della sessione, oltre che di accogliere il consenso o il dissenso circa la registrazione della sessione;

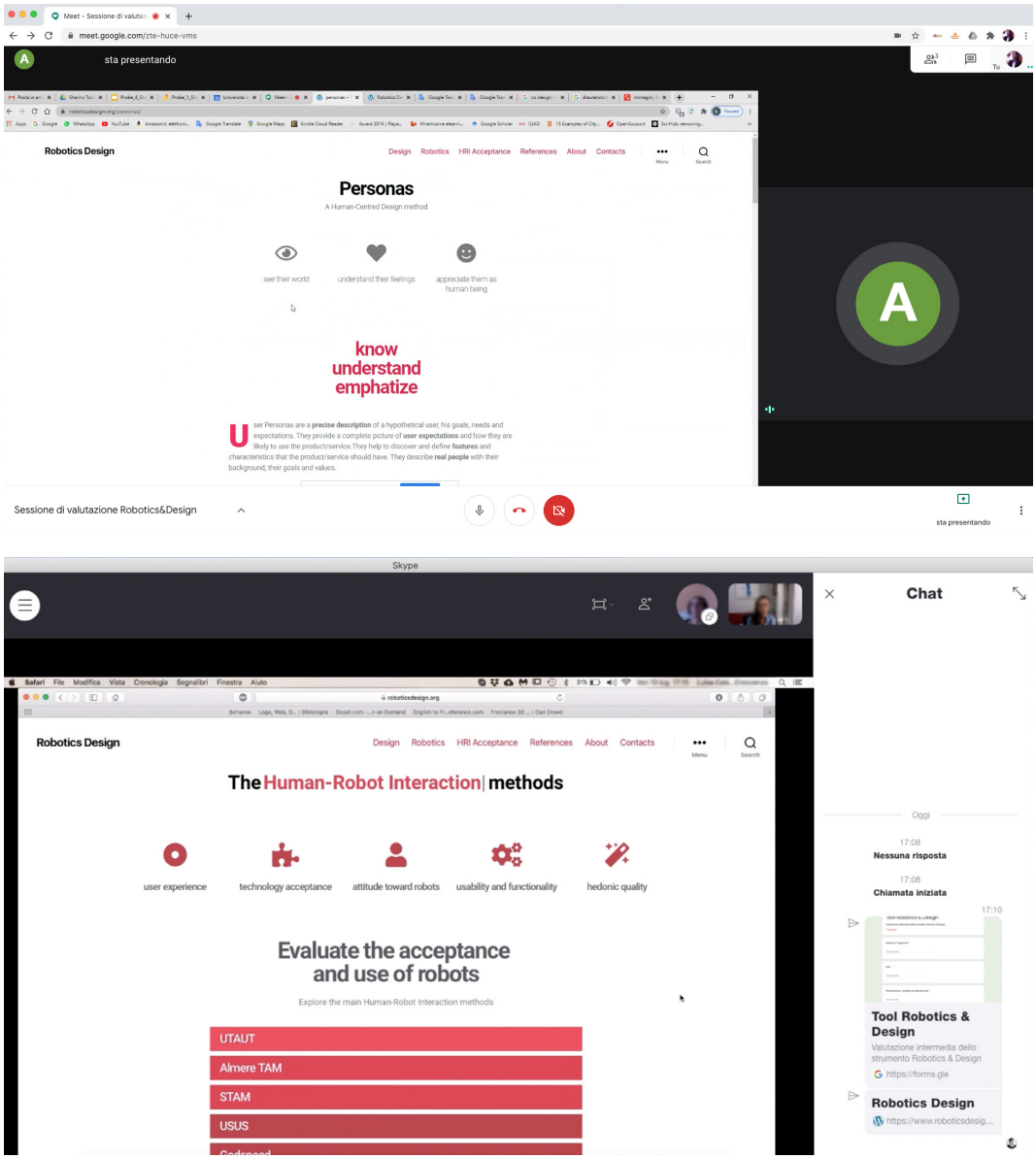



Figura 2 - Schermate acquisite durante due sessioni di valutazione online sulle piattaforme Skype e Google Meet.

- **fase di *thinking aloud analysis* e *evaluation walkthrough*** (dai 30 ai 60 minuti): al partecipante viene richiesto di utilizzare lo strumento per raggiungere un determinato obiettivo (ad esempio, avviare il processo di supporto pratico-progettuale o approfondire quello teorico-scientifico) e di pensare ad alta voce durante la navigazione e l'utilizzo del sito. Il ricercatore analizza e raccoglie dati relativi alle reazioni degli utenti passo dopo passo durante la loro interazione con il sistema. In questa fase è possibile raccogliere anche commenti ulteriori o avviare una discussione libera e non strutturata da cui è possibile attingere feedback rilevanti per l'implementazione dello strumento;
- **somministrazione del *post-experience questionnaire*** (circa 15 minuti), per la raccolta di dati quantitativi circa i partecipanti, l'utilità percepita e l'esperienza generale con lo strumento.

Durante le ultime due fasi il ricercatore può fornire supporto all'utilizzo dello strumento, se richiesto dal partecipante, controlla i tempi e i percorsi relativi al completamento degli obiettivi preposti e supporta la generazione di input sia a livello di elementi progettuali che di contenuti, così da far comprendere ai partecipanti le potenzialità di sviluppo dello strumento.

La necessità di svolgere la valutazione partecipativa deriva non solo dagli obiettivi descritti in seguito ma anche dalle ipotesi della ricerca dottorale, in parte valutate e rielaborate a seguito alla ricerca e alle indagini sperimentali (vedi paragrafo 13.2), che avvalorano l'**esigenza di una più ampia discussione e di un confronto con esperti o utenti di riferimento circa i temi della robotica e del design**. Nello specifico, gli elementi che avvalorano la scelta di condurre sessioni di valutazione sono:
- **ipotesi H-2** (verificata): per i designer sarebbe utile conoscere i metodi di valutazione dell'interazione uomo-robot durante le fasi di ricerca preliminare sull'utente. Conoscere nel dettaglio i parametri di valutazione del robot e dell'interazione con l'utente finale può supportare la definizione più chiara ed efficace del brief progettuale e aiutare a determinare la direzione o le caratteristiche necessarie del progetto;
- **ipotesi H-3** (verificata): nonostante l'uso standardizzato di metodi presi in prestito da altre discipline, i designer posseggono una conoscenza nulla o molto bassa di metodi di indagine e valutazione propri della Human-Robot Interaction;
- **ipotesi H-4** (verificata): per i designer sarebbe strategico conoscere un approccio o un metodo per mettere in relazione il loro utente di riferimento con le caratteristiche principali dei robot assistivi sperimentati in letteratura. Ciò potrebbe fornire ai designer un metodo scientifico di traduzione delle variabili dell'accettazione in concetti come qualità morfologiche, comportamentali o di interazione, utili ai fini progettuali.

Gli **obiettivi generali** della valutazione sono:
- **alimentare un confronto sul rapporto fra il design e la robotica**, sui relativi metodi e approcci progettuali e sperimentali;
- effettuare un test di **valutazione globale dello strumento** da parte dei potenziali utenti di riferimento e esperti nell'ambito del design e della robotica.

Gli **obiettivi specifici** della valutazione sono:
- avviare un **confronto sui metodi** propri dello HCD e quelli della HRI, sulle loro possibili inter-relazioni e sui risvolti dal punto di vista scientifico e progettuale;
- **completare i percorsi specifici** proposti dallo strumento *Robotics & Design*, rilevarne problemi, criticità, possibili soluzioni e miglioramenti;

- valutare la piattaforma *Robotics & Design* come supporto teorico-scientifico alla diffusione e all'analisi dei parametri di valutazione in ambito robotico, dei relativi metodi e approcci scientifici utili a designer che lavorano in team multidisciplinari;
- valutare la piattaforma *Robotics & Design* come **supporto pratico-applicativo** alla progettazione di robot assistivi e sociali, soprattutto in relazione ad utenti anziani e fragili, e di traduzione delle dimensioni dell'accettabilità in prodotti tangibili;
- valutare la piattaforma *Robotics & Design* come **catalizzatore e mezzo di networking** fra designer, robotici e ricercatori in cui questi possano condividere informazioni e dati scientifici, metodologie, approcci ed esperienze progettuali.

### *18.2.2 Partecipanti*

La valutazione ha coinvolto utenti appartenenti a **gruppi specifici**, ovvero designer, robotici, ingegneri, ricercatori, professionisti ed esperti nei suddetti settori. Data la destinazione e lo scopo specifico dello strumento *Robotics & Design*, si è resa necessaria una valutazione da parte dei potenziali utilizzatori, con minima o ampia esperienza in uno dei due ambiti. I **requisiti di ammissione**, quindi, hanno riguardato esclusivamente l'ambito professionale mentre non sono stati posti vincoli di età, genere, nazionalità, etc. Il reclutamento è avvenuto prevalentemente via mail o contatti nell'ambito della rete professionale acquisita nel tempo, attraverso conferenze, progetti e attività di ricerca internazionale.
La valutazione, quindi, ha coinvolto un gruppo di 16 utenti caratterizzato da una forte eterogeneità dei partecipanti, sia dal punto di vista di esperienza che di ambito professionale. Il gruppo di partecipanti è costituito prevalentemente da designer, PhD student e ricercatori in design, docenti (soprattutto nell'ambito del product design e dell'ergonomia/fattori umani) in quanto principali destinatari della piattaforma. Sono incluse anche analoghe figure in ambito ingegneristico-robotico che spesso lavorano in team multidisciplinari o in sinergia con designer.
Per una visualizzazione più efficace dei profili di utenti coinvolti nella sperimentazione, sono state prodotte una serie di schede, ovvero di ***user personas*** **sintetiche per ogni partecipante**, che ne includono i dati demografici, l'ambito professionale, l'eventuale università di afferenza, le motivazioni di inclusione (con gli interessi specifici) nello studio e il percorso di navigazione all'interno del sito. In Figura 3 le *user personas*.

## 18.3 Risultati: *thinking aloud* e *evaluation walkthrough*

Le tecniche del *thinking aloud* e dell'*evaluation walkthrough*, utilizzate durante le sessioni di valutazione della piattaforma, dal punto di vista metodologico, hanno rappresentato uno strumento efficace per la raccolta di dati obiettivi e quantitativi ma soprattutto di osservazioni, valutazioni, criticità e possibili sviluppi da molteplici punti di vista, data l'eterogeneità degli utenti. In generale, come attività, è risultata avvincente e stimolante per i partecipanti, molti dei quali hanno avuto l'impressione di acquisire nuove conoscenze o di approfondire quelle già possedute e soprattutto di interagire con uno strumento nuovo, di cui non conoscevano l'esistenza. I feedback relativi allo svolgimento delle attività di valutazione hanno riguardato anche l'equilibrio fra le componenti più teoriche e quelle più pratiche e progettuali. Lo svolgimento online delle sessioni ha richiesto un notevole impegno dal punto di vista logistico e di organizzazione dettagliata delle attività ma non ha implicato ritardi o modifiche alla struttura delle sessioni che sono stati ampiamente rispettati. La possibilità di svolgere dei test individuali ha inoltre consentito ai partecipanti di discutere e approfondire notevolmente alcuni aspetti della piattaforma anche dopo aver terminato la fase di *thinking*

## UTENTE 1

**Età:**
29 anni

**Professione:**
Designer

**Ambito professionale:**
Design: industrial design, communication design, ergonomics

**Settore rappresentato:**
Freelance, aziendale

**Interessi:**
Product design, HCD, ergonomics, ricerca sugli utenti, UX, interaction design

**Lavoro in team:**
Prevalentemente in team con designer, modellisti, ingegneri e tecnici

**Motivazioni di inclusione nella valutazione:**
Designer con poca esperienza di progettazione in ambito robotico e HCD, interessato ad approfondimenti

**Percorso di navigazione all'interno del sito roboticsdesign.org:**
Home > Design > Robotics > Home > (scorre in basso) Older People > Select Users > Elisabeth > Find robots (pulsante) > The robot finder > AIBO > (torna indietro) The robot finder > Acceptance check (pulsante) > The robot matcher > Assess robots (pulsante) > The robot designer

## UTENTE 2

**Età:**
28 anni

**Professione:**
Product Designer

**Ambito professionale:**
Design: industrial design, communication design, ergonomics, HCD

**Settore rappresentato:**
Freelance, accademico

**Interessi:**
Product design, HCD, ergonomics, ricerca sugli utenti, UX, interaction design

**Lavoro in team:**
Prevalentemente in team con designer, ingegneri e ricercatori

**Motivazioni di inclusione nella valutazione:**
Designer con esperienza di progettazione in ambito robotico e HCD, interessato allo strumento

**Percorso di navigazione all'interno del sito roboticsdesign.org:**
Percorso: Home > Get started (pulsante) > Older People > Personas > (torna indietro) Older People > Select Users > Elisabeth > The robot finder > AIBO > Acceptance check (pulsante) > The robot matcher > Assess robot (pulsante) > The robot designer > HRI Acceptance > Robotics > Design

## UTENTE 3

**Età:**
27 anni

**Professione:**
Product Designer

**Ambito professionale:**
Design: industrial design, communication design

**Settore rappresentato:**
Aziendale

**Interessi:**
Product design, UX, interaction design, visual design

**Lavoro in team:**
Prevalentemente in team con designer, modellisti, ingegneri e tecnici

**Motivazioni di inclusione nella valutazione:**
Designer con nessuna esperienza di progettazione robotica e poca in HCD, interessato ad approfondimenti

**Percorso di navigazione all'interno del sito roboticsdesign.org:**
Home > Design > Robotics > Discover (pulsante) > HRI methods > UTAUT > Get started (pulsante) > Select Users > Elisabeth > Find robots (pulsante) > The robot finder > Acceptance check (pulsante) > The robot matcher > Assess robots (pulsante) > The robot designer > About > References > Contacts > HRI Acceptance > Acceptance Variables > Home > Older People > Questionnaire > Home

## UTENTE 4

**Età:**
30 anni

**Professione:**
PhD Candidate in Design

**Ambito professionale:**
Design: design medicale, HCD, Ergonomics/Human Factors, ricerca in Design

**Settore rappresentato:**
Accademico

**Interessi:**
Product design, HCD, ergonomics, ricerca sugli utenti, UX, interaction design

**Lavoro in team:**
Prevalentemente in team con designer e ricercatori

**Motivazioni di inclusione nella valutazione:**
Designer con nessuna esperienza di progettazione robotica ma esperto di HCD, interessato allo strumento per scopi di ricerca e progettazione

**Percorso di navigazione all'interno del sito roboticsdesign.org:**
Home > Older People > Personas > Get started (pulsante) > Select Users > Elisabeth > Home > Design > Discover (pulsante) > HCD methods > Usability test > Robotics > Discover (pulsante) > HRI methods > Almere TAM > References > Home > Older People > Questionnaire > Get started (pulsante) > Select Users > Elisabeth > The robot finder > AIBO > Acceptance check (pulsante) > The robot matcher > Assess robot (pulsante) > The robot designer

## UTENTE 5

**Età:**
30 anni

**Professione:**
Borsista di ricerca in Design

**Ambito professionale:**
Design: industrial design, communication design, ricerca in Design

**Settore rappresentato:**
Accademico

**Interessi:**
Product design, UX, interaction design, ricerca sugli utenti, co-design

**Lavoro in team:**
Prevalentemente in team con designer e ricercatori

**Motivazioni di inclusione nella valutazione:**
Designer con poca esperienza di progettazione robotica e poca in HCD, interessato ad approfondimenti

**Percorso di navigazione all'interno del sito roboticsdesign.org:**
Home > Get started (pulsante) > Older People > Personas > Get started (pulsante) > Select Users > Older People (torna indietro) > Scenario > Get started (pulsante) > Select Users > Elisabeth > Find robots (pulsante) > The robot finder > AIBO > Acceptance check (pulsante) > The robot matcher > HRI Acceptance > The robot matcher (torna indietro) > Assess robots (pulsante) > The robot designer

## UTENTE 6

**Età:**
33 anni

**Professione:**
PhD in Design

**Ambito professionale:**
Design: design medicale, HCD, Ergonomics/Human Factors, ricerca

**Settore rappresentato:**
Accademico

**Interessi:**
Product design, HCD, ergonomics, ricerca sugli utenti, UX, interaction design

**Lavoro in team:**
Prevalentemente in team con designer e ricercatori

**Motivazioni di inclusione nella valutazione:**
Designer con esperienza di progettazione robotica ma esperto di HCD, interessato allo strumento per scopi di ricerca e progettazione

**Percorso di navigazione all'interno del sito roboticsdesign.org:**
Home > Design > HCD methods > Personas > Get started (pulsante) > Select Users > Elisabeth > Find robots (pulsante) > The robot finder > AIBO > (torna indietro) The robot finder > Acceptance check (pulsante) > The robot matcher > Assess robots (pulsante) > The robot designer > Robotics > HRI methods > UTAUT

## UTENTE 7

**Età:**
28 anni

**Professione:**
Product Designer

**Ambito professionale:**
Design: industrial design, communication design, ergonomics

**Settore rappresentato:**
Freelance, aziendale

**Interessi:**
Product design, HCD, ergonomics, ricerca sugli utenti, UX, interaction design

**Lavoro in team:**
Poco in team, si interfaccia con designer, modellisti, ingegneri e tecnici

**Motivazioni di inclusione nella valutazione:**
Designer con poca esperienza di progettazione in ambito robotico e HCD, interessato ad approfondimenti

**Percorso di navigazione all'interno del sito roboticsdesign.org:**
Home > Acceptance (pulsante click here) > HRI Acceptance > Acceptance variables > Discover (pulsante) > Select Users > Elisabeth > Find robots (pulsante) > The robot finder > AIBO > Acceptance check (pulsante) > The robot matcher > Assess robots (pulsante) > The robot designer > Design > Robotics > HRI methods > UTAUT > Get started (pulsante) > Design > Home > Older People > Observation > Select Users

## UTENTE 8

**Età:**
35 anni

**Professione:**
Associate Professor

**Ambito professionale:**
Ingegneria e Design: HCD, HCI, Digital innovation, Computer Sciences

**Settore rappresentato:**
Accademico

**Interessi:**
HCI, HCD, UX, interaction design, robotics, wearables technologies

**Lavoro in team:**
Prevalentemente in team con diverse figure professionali e ricercatori

**Motivazioni di inclusione nella valutazione:**
Discreta esperienza di progettazione robotica ma esperto di HCD, interessato allo strumento per scopi di ricerca e progettazione

**Percorso di navigazione all'interno del sito roboticsdesign.org:**
Home > Design > Home > (scorre in basso) Older People > Design > HCD methods > Get started (pulsante) > Select Users > Elisabeth > Find robots (pulsante) > The robot finder > AIBO > Acceptance check (pulsante) > The robot matcher > Assess robots (pulsante) > The robot designer

## UTENTE 9

**Età:**
29 anni

**Professione:**
Designer

**Ambito professionale:**
Design: visual and communication design, industrial design

**Settore rappresentato:**
Freelance

**Interessi:**
Product design, visual design, UX, interaction design

**Lavoro in team:**
Prevalentemente in team, si interfaccia con designer

**Motivazioni di inclusione nella valutazione:**
Designer con nessuna esperienza di progettazione in robotica e poca in HCD, interessato ad approfondimenti

**Percorso di navigazione all'interno del sito roboticsdesign.org:**
Home > Acceptance (pulsante click here) > HRI Acceptance > Design > Robotics > HRI methods > UTAUT > Attrakdiff > UEQ > USUS > About > References > Home > Older People > Personas > Thinking Aloud > Usability test > Select Users > Elisabeth > Find robots (pulsante) > The robot finder > AIBO > Acceptance check (pulsante) > The robot matcher > Assess robots (pulsante) > The robot designer

## UTENTE 10

**Età:**
37 anni

**Professione:**
Designer

**Ambito professionale:**
Design: visual and communication design, industrial design, HCD

**Settore rappresentato:**
Freelance

**Interessi:**
Product design, visual design, UX, interaction design

**Lavoro in team:**
Dipende dal progetto, si interfaccia pcon designer

**Motivazioni di inclusione nella valutazione:**
Designer con nessuna esperienza di progettazione in robotica e poca in HCD, interessato ad approfondimenti

**Percorso di navigazione all'interno del sito roboticsdesign.org:**
Home > Acceptance (pulsante click here) > HRI Acceptance > Acceptance Variables > References > Robotics > HRI methods > Almere TAM > Get started (pulsante) > Select Users > Home > Older People > Select Users > Elisabeth > Find robots (pulsante) > The robot finder > AIBO > Acceptance check (pulsante) > The robot matcher > Assess robots (pulsante) > The robot designer > Design

## UTENTE 11

**Età:**
29 anni

**Professione:**
Borsista di ricerca in Design

**Ambito professionale:**
Architettura e Design: progettazione spazi espositivi, ricerca in Design

**Settore rappresentato:**
Accademico

**Interessi:**
HCD, Ergonomics, UX, interaction design, ricerca sugli utenti, architettura

**Lavoro in team:**
Prevalentemente in team con designer e ricercatori

**Motivazioni di inclusione nella valutazione:**
Designer con nessuna esperienza di progettazione robotica e poca in HCD, interessato ad approfondimenti

**Percorso di navigazione all'interno del sito roboticsdesign.org:**
Home > About > References > Contacts > Design > Robotics > Discover (pulsante) > HCD methods > Thinking Aloud > Robotics > HRI methods > UTAUT > HRI Acceptance > Home > Get started (pulsante) > Older People > Personas > Get started (pulsante) > Select Users > Elisabeth > Table of Variables (altra scheda in contemporanea) > Find robots (pulsante) > AIBO > Acceptance check (pulsante) > The robot matcher > Assess robots (pulsante) > The robot designer > References

## UTENTE 12

**Età:**
37 anni

**Professione:**
Senior Lecturer in Product Design

**Ambito professionale:**
Product Design:, HCD, Ergonomics/Human Factors, ricerca in Design

**Settore rappresentato:**
Accademico

**Interessi:**
Product design, HCD, ergonomics, ricerca sugli utenti, UX, interaction design

**Lavoro in team:**
Prevalentemente in team con designer e ricercatori

**Motivazioni di inclusione nella valutazione:**
Discreta esperienza di progettazione robotica ma esperto di HCD, interessato allo strumento per scopi di ricerca e progettazione

**Percorso di navigazione all'interno del sito roboticsdesign.org:**
Home > Robotics > HRI methods > Almere TAM > HRI Acceptance > Acceptance Variables > Design > HCD methods > Home > Older People > Select Users > Elisabeth > Find robots (pulsante) > The robot finder > AIBO > Acceptance check (pulsante) > The robot matcher > Assess robots (pulsante) > The robot designer

## UTENTE 13

**Età:**
28 anni

**Professione:**
Exhibit Designer

**Ambito professionale:**
Design: communication and visual design, exhibit design

**Settore rappresentato:**
Freelance, aziendale

**Interessi:**
Product design, industrial design, HCD, UX, interaction design

**Lavoro in team:**
Prevalentemente in team con designer e tecnici

**Motivazioni di inclusione nella valutazione:**
Designer con nessuna esperienza di progettazione in robotica e molta in HCD, interessato ad approfondimenti

**Percorso di navigazione all'interno del sito roboticsdesign.org:**
Home > Get started (pulsante) > Older People > Select Users > Elisabeth > Find robots (pulsante) > The robot finder > AIBO > (torna indietro) The robot finder > Acceptance check (pulsante) > The robot matcher > Assess robots (pulsante) > The robot designer > Robotics > HRI methods > Design > References > Contacts

## UTENTE 14

**Età:**
26 anni

**Professione:**
Designer

**Ambito professionale:**
Design: industrial design, communication design, ergonomics, HCD

**Settore rappresentato:**
Freelance, accademico

**Interessi:**
Product design, HCD, ergonomics, ricerca sugli utenti, UX, interaction design

**Lavoro in team:**
Prevalentemente in team con altri designer

**Motivazioni di inclusione nella valutazione:**
Designer con poca esperienza di progettazione in robotica e molta HCD, interessato allo strumento

**Percorso di navigazione all'interno del sito roboticsdesign.org:**
Percorso: Home > Get started (pulsante) > Older People > Personas > (torna indietro) Interview > Get started (pulsante) > Select Users > Elisabeth > The robot finder > AIBO > Acceptance check (pulsante) > The robot matcher > Assess robot (pulsante) > The robot designer > HRI Acceptance > Robotics > HRI methods

## UTENTE 15

**Età:**
29 anni

**Professione:**
Product Designer

**Ambito professionale:**
Design: industrial design, communication design, ergonomics

**Settore rappresentato:**
Freelance, aziendale

**Interessi:**
Product design, industrial design, HCD, UX, interaction design

**Lavoro in team:**
Prevalentemente in team con designer e tecnici

**Motivazioni di inclusione nella valutazione:**
Designer con nessuna esperienza di progettazione in robotica e poca in HCD, interessato ad approfondimenti

**Percorso di navigazione all'interno del sito roboticsdesign.org:**
Home > Get started (pulsante) > Older People > Personas > (torna indietro) Scenario > Select Users > Elisabeth > Find robots (pulsante) > The robot finder > AIBO > Acceptance check (pulsante) > The robot matcher > Assess robots (pulsante) > The robot designer

## UTENTE 16

**Età:**
49 anni

**Professione:**
PhD in Design, architetto

**Ambito professionale:**
Design: industrial design, communication design, ergonomics, HCD, Design for All

**Settore rappresentato:**
Accademico

**Interessi:**
Product design, HCD, ergonomics, ricerca sugli utenti, UX, interaction design

**Lavoro in team:**
Prevalentemente in team con altri designer e ricercatori in vari ambiti

**Motivazioni di inclusione nella valutazione:**
Ricercatore in Design con poca esperienza di progettazione robotica e molta HCD, interessato allo strumento

**Percorso di navigazione all'interno del sito roboticsdesign.org:**
Percorso: Home > Design > Robotics > HRI Acceptance > References > About > Contacts > Home > Older People > Observation > Get started (pulsante) > Select Users > Elisabeth > The robot finder > AIBO > Acceptance check (pulsante) > The robot matcher > Assess robot (pulsante) > The robot designer

Figura 3 - *User Personas* dei partecipanti alla valutazione della piattaforma roboticsdesign.org.

*aloud*. I dati emersi durante le sessioni di valutazione riguardano sia l'efficacia della piattaforma dal punto di vista del raggiungimento degli obiettivi teorici e pratico-progettuali, sia osservazioni, raccomandazioni e possibili sviluppi dal punto di vista tecnico-funzionale, dell'attrattiva e della qualità dell'interazione e teorico-concettuale. I risultati, suddivisi in tali macro-categorie, sono descritti nel dettaglio all'interno dei sotto paragrafi successivi.

### *18.3.1 Obiettivi teorici e progettuali: efficacia ed efficienza della piattaforma*

L'architettura della piattaforma, come già discusso nel capitolo precedente, ha un **duplice obiettivo**: teorico-metodologico e progettuale-applicativo. Le sessioni di valutazione hanno consentito di raccogliere dati circa l'efficacia della piattaforma in relazione ad entrambe le funzionalità: esse sono interdipendenti, possono integrarsi e non si escludono vicendevolmente. All'inizio di ogni fase di *thinking aloud* e di *evaluation walkthrough* è stato chiesto ai partecipanti di navigare liberamente per poi, successivamente, raggiungere uno dei due o entrambi gli obiettivi della piattaforma. L'efficacia di quest'ultima, quindi, è stata valutata in termini di: **tempo di navigazione** per il raggiungimento degli obiettivi; **tempo di permanenza** su una o più pagine specifiche; **percorso di navigazione e orientamento** dell'utente nell'ambito dell'architettura del sito; **osservazioni**, **percezioni** e **aspettative** dei partecipanti.
L'analisi dei risultati relativi ai percorsi e ai tempi di navigazione è stata effettuata suddividendo gli utenti in due macro-gruppi, sulla base del settore rappresentato:

- **freelance e aziendale** (9 partecipanti): di cui fanno parte i sottogruppi di *visual and communication* (operanti nei settori del web design, della grafica pubblicitaria, dell'illustrazione digitale e dell'editoria) e di *product design* (operanti nel settore del prodotto industriale, del prodotto moda e di interni);
- **accademico e ricerca** (7 partecipanti): di cui fanno parte i sottogruppi di *ricercatori e docenti in design* (esperti o meno dell'approccio HCD, si occupano prevalentemente di ergonomia per il design, design di prodotto, design per la sanità, wearables e tecnologie robotiche ma anche design for all, tecnologie per l'apprendimento e l'inclusione) e *ricercatori e docenti in ingegneria*, *robotica o altri ambiti* che collaborano assiduamente con designer.

Per ognuno dei quattro sottogruppi sono stati identificati i percorsi effettuati in media con maggior frequenza (Figure 4 - 5): per l'ambito freelance e aziendale i percorsi A, B (visual and communication) e C, D (product design) mentre per l'ambito accademico e della ricerca i percorsi E, F (design) e G, H (ingegneria, robotica e altri ambiti).
Dall'analisi dei risultati emerge che il tempo di navigazione impiegato da un utente per orientarsi all'interno dell'architettura del sito e portare a termine i compiti relativi ad entrambi gli obiettivi (teorico e progettuale) oscilla fra i 30 e i 45 minuti. Il tempo massimo di permanenza registrato è di 60 minuti e si è verificato solo nel caso in cui gli utenti desiderassero raggiungere entrambi gli obiettivi per poi approfondire uno o più aspetti teorici o consultare le informazioni relative alle *User* e *Robotic Personas*.
Il tempo di permanenza su pagine specifiche è dipeso essenzialmente dagli obiettivi da raggiungere: gli utenti più interessati all'approccio teorico-scientifico si sono soffermati maggiormente sulle pagine relative ai metodi HCD e HRI e alle variabili dell'accettabilità; gli utenti più interessati all'aspetto pratico-progettuale, invece, si sono soffermati prevalentemente sulle pagine relative alla *User* e *Robotic Personas* selezionate, al *robot matcher* e al *robot finder*. Il tempo di permanenza, quindi, ha quasi sempre indicato la volontà, da parte dell'utente, di approfondire o consultare attentamente le informazioni ma non ha qua-

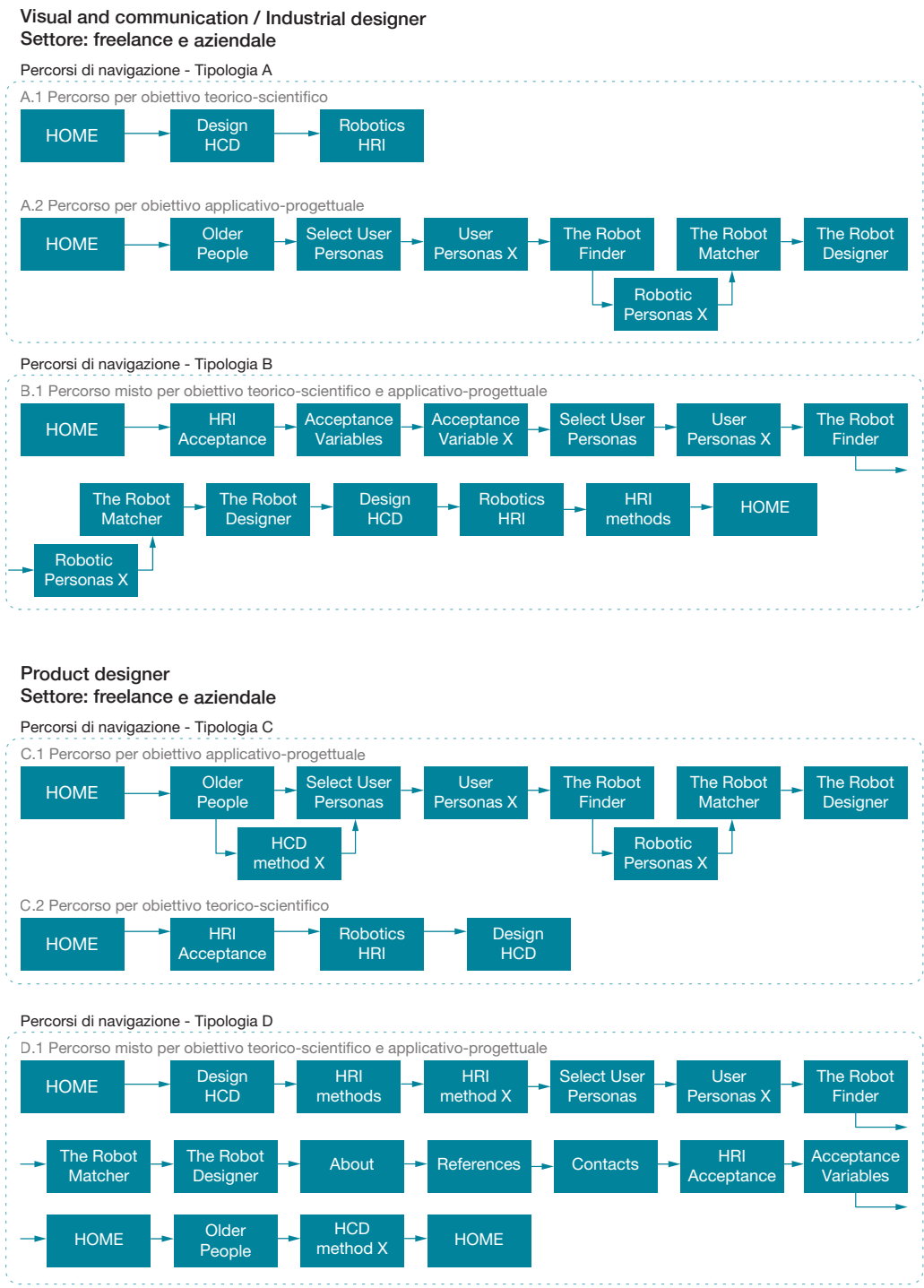



Figura 4 - I quattro percorsi di navigazione più frequenti (percorsi A, B, C, D) all'interno della piattaforma roboticsdesign.org, effettuati dai rappresentanti del settore freelance e aziendale (sottogruppi visual and communication e product design).

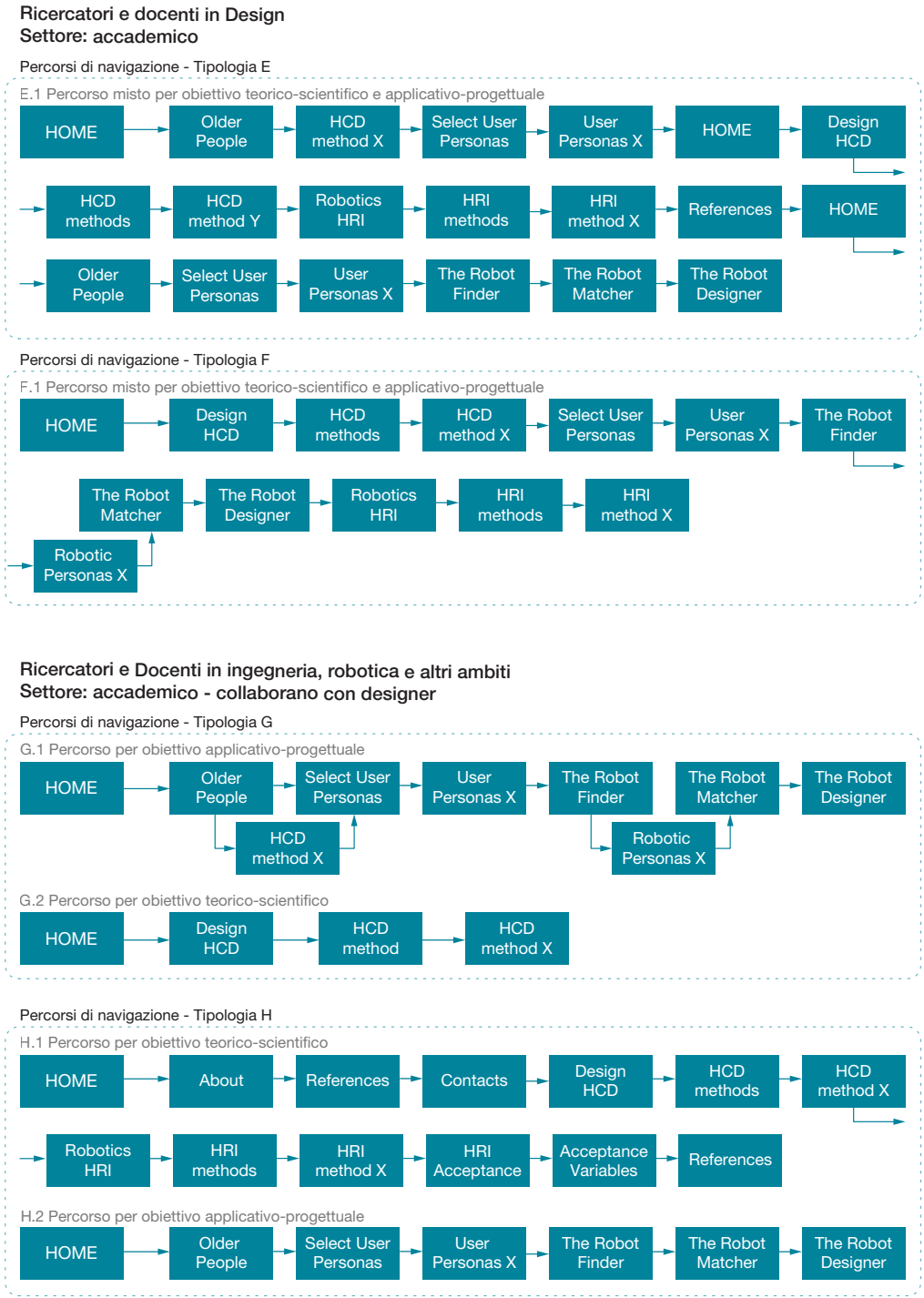



Figura 5 - I quattro percorsi di navigazione più frequenti (percorsi E, F, G, H) all'interno della piattaforma roboticsdesign.org, effettuati dai rappresentanti del settore accademico e di ricerca (sottogruppi design, ingegneria, robotica e altri ambiti).

si mai rappresentato una difficoltà di orientamento o di compimento delle attività: in caso di errata o mancata comprensione dei task necessari per raggiungere l'obiettivo, ogni utente ha espresso le proprie difficoltà chiaramente durante le sessioni di *thinking aloud*.
L'analisi successiva delle registrazioni e degli appunti acquisiti durante le sessioni di valutazione, ha consentito di sistematizzare i risultati raccolti per ogni percorso di navigazione appartenente ad uno dei quattro sottogruppi descritti precedentemente. In primo luogo è emerso che, per entrambi i settori (*freelance-aziendale* e *accademico*), in media vi sono stati sia utenti interessati a portare a termine uno solo dei due obiettivi possibili sia utenti che hanno voluto raggiungerli entrambi. Nello specifico, per quanto riguarda il settore *freelance-aziendale* sottogruppo *visual and communication design*: metà dei partecipanti ha effettuato un percorso di navigazione differenziato per obiettivi (Percorsi di navigazione - Tipologia A in Figura 4), decidendo di approfondire quello applicativo-progettuale in quanto più affine e percepito come più utile per il proprio ambito professionale; l'altra metà ha invece effettuato un percorso di navigazione misto (Percorsi di navigazione - Tipologia B in Figura 4) che gli consentisse di esplorare in maniera integrata entrambi i percorsi e di consultare informazioni teoriche contestualmente a quelle pratiche e progettuali. Quest'ultima tendenza è stata motivata sia dalla curiosità individuale ma, soprattutto, dal riconoscimento dell'**importanza della conoscenza delle variabili dell'accettabilità** e degli **approcci HCD e HRI** per la progettazione in ambito robotico. La conoscenza teorica della HRI, inoltre, si è spesso resa propedeuticamente necessaria (soprattutto per i partecipanti senza esperienza in ambito robotico e HCD) per la comprensione delle *User* e *Robotic Personas* e la sezione *The robot matcher*.
Per quanto riguarda il settore *freelance-aziendale* sottogruppo *product design* si è verificata una tendenza analoga: metà dei partecipanti ha preferito intraprendere prima il percorso pratico-progettuale (Percorsi di navigazione - Tipologia C in Figura 4) in quanto ritenuto più inerente e utile ai fini professionali specifici, per poi esplorare l'aspetto teorico-scientifico, senza però concludere il percorso di navigazione completo; l'altra metà degli utenti ha intrapreso un percorso misto (Percorsi di navigazione - Tipologia D in Figura 4), esplorando contestualmente la sezione teorica e quella progettuale. In tal caso gli utenti sono riusciti a raggiungere entrambi gli obiettivi, completando entrambi i percorsi di navigazione.
In relazione al settore *accademico e ricerca* sottogruppo *ricercatori e docenti in design*, i risultati mostrano la tendenza della maggior parte dei partecipanti ad intraprendere percorsi di navigazione misti, che consentano di esplorare entrambe le finalità della piattaforma (Percorsi di navigazione - Tipologia E in Figura 5). Più della metà dei partecipanti ha consultato iterativamente dati teorici e pratico-applicativi, in quanto entrambi ritenuti utili ai fini professionali; una piccola parte dei partecipanti, invece, ha intrapreso un percorso misto (Percorsi di navigazione - Tipologia F in Figura 5) concludendo solo quello relativo agli aspetti teorico-scientifici, perché ritenuti più rilevanti e utili per il proprio ambito lavorativo.
Per quanto riguarda il settore *accademico e ricerca* sottogruppo *ricercatori e docenti in ingegneria, robotica e altri ambiti in collaborazione con il design*: una parte dei partecipanti ha intrapreso separatamente il percorso progettuale, analizzato in maniera completa, e quello teorico, esplorandone solo la sezione relativa all'approccio e ai metodi dello HCD (Percorsi di navigazione - Tipologia G in Figura 5); l'altra parte ha comunque esplorato i due percorsi in maniera separata (Percorsi di navigazione - Tipologia H in Figura 5) ma approfondendo molto la sezione teorico-scientifica, pur completando entrambi gli obiettivi proposti dalla piattaforma.
È interessante notare come le tendenze all'esplorazione di ambiti affini, ritenuti utili per scopi professionali, e all'analisi di contenuti poco conosciuti siano equamente bilanciate

fra i vari gruppi di partecipanti. In entrambi i macro-gruppi, infatti, la maggior parte degli utenti ha voluto **portare a termine tutti i percorsi di navigazione e gli obiettivi proposti**, seppur non necessariamente rilevanti per il proprio ambito lavorativo. Solo una piccola percentuale (2 utenti) di partecipanti ha dichiarato di non riuscire ad orientarsi efficacemente all'interno del sito mentre la maggior parte, dopo una prima fase esplorativa durata pochi minuti, ha acquisito dimestichezza e ha navigato quasi autonomamente all'interno della piattaforma.

### *18.3.2 Valutazione tecnico-funzionale: risultati*

I risultati tecnico-funzionali riguardano prevalentemente l'**efficacia** con cui la piattaforma comunica le informazioni e guida l'utente nel raggiungimento degli obiettivi preposti. Dalle sessioni di valutazione emergono una serie di criticità e di possibili implementazioni tecnico-funzionali della piattaforma, finalizzate ad ottimizzarne le finalità e i risultati.

Una prima considerazione riguarda la **quantità di informazioni** presenti, soprattutto nelle sezioni teorico-scientifiche: ciò è stato osservato prevalentemente dagli esponenti del settore *freelance e aziendale*, più interessati al processo di supporto progettuale, sebbene alcuni di essi abbiano mostrato esplicitamente di apprezzare i grafici e gli schemi per una lettura immediata ed efficace delle numerose informazioni teoriche. I partecipanti del mondo accademico, invece, hanno ritenuto ragionevole e appropriata la quantità di informazioni presenti.

Una seconda considerazione riguarda gli **schemi relativi all'integrazione dei metodi HCD e HRI**: sebbene siano risultati chiari e molto funzionali, la maggior parte dei partecipanti li riterrebbe più efficaci e coinvolgenti se fossero **dinamici**, consentendo all'utente di visualizzare attraverso finestre in *hover* o *pop-up* legende, riferimenti scientifici o informazioni per facilitare la lettura degli schemi stessi. Un dato analogo riguarda i grafici delle *Robotic* e *User Variables Tabs*, in cui la presenza dei soli acronimi rende difficoltosa la lettura: alcuni utenti hanno aperto in un'altra scheda la *Table of Variables* per utilizzarla come legenda ma la maggior parte riterrebbe opportuno visualizzare il nome completo e la definizione di ogni singola variabile attraverso finestre a comparsa al passaggio del mouse. Questo dato è stato messo in evidenza sia dai rappresentanti del settore aziendale e freelance sia da quelli del mondo accademico, indipendentemente dal livello di esperienza in ambito robotico e HRI.

Un'ulteriore funzionalità ritenuta utile dalla maggior parte degli utenti riguarda la possibilità di avere un percorso e i relativi **grafici dinamici e personalizzabili**, soprattutto nelle sezioni *The robot finder*, *matcher* e *designer*: a partire dalla selezione delle *User Personas*, quindi, i partecipanti hanno espresso la necessità di **costruire il proprio utente specifico** sulla base degli archetipi proposti dal sistema; successivamente, è ritenuto utile poter modificare alcuni parametri di ricerca o comunque poter fornire al sistema dei feedback nel caso in cui non si fosse soddisfatti dei risultati mostrati. Inoltre, circa la metà dei partecipanti desidererebbe poter **applicare una serie di filtri di ricerca** alle *User* e *Robotic Personas*, così da poter ottimizzare la ricerca e la consultazione dei dati e poter accedere immediatamente al database dei robot, senza essere vincolato al processo progettuale proposto, cercandoli per categoria, funzionalità, etc.

Per quanto riguarda la lettura dei grafici relativi alle User Personas, molti utenti li hanno trovati utili e appropriatamente ricchi di informazioni. Tuttavia, alcuni dei partecipanti hanno sottolineato come, ai fini progettuali, potrebbe essere più efficace visualizzare dati quantitativi precisi (come quelli relativi alla qualità della vita o all'esperienza tecnologica) invece di valori qualitativi. I grafici a radar relativi alle *Robotic* e *User Variables Tabs*, invece, sono

ritenuti molto chiari ed efficaci, pur necessitando di una legenda o finestra a comparsa al passaggio del mouse con la definizione teorica specifica per ogni variabile.
Dal punto di vista progettuale, le informazioni relative ai benefici testati e ai criteri di accettabilità dei robot presenti nella sezione *The robot designer* sono state molto apprezzate, soprattutto da designer freelance o di aziende.
La possibilità di consultare e di utilizzare lo strumento, temporaneamente, solo in **lingua inglese** è stata messa in evidenza da un solo partecipante (designer, settore freelance e aziendale): sebbene la scelta linguistica esprima chiaramente la vocazione internazionale della piattaforma, per gli utenti avere la possibilità di selezionare una lingua più familiare faciliterebbe la lettura di informazioni scientifiche complesse. Tuttavia, la maggior parte dei partecipanti ha ritenuto naturale consultare la piattaforma in lingua inglese, probabilmente perché abituati a lavorare su portali (dedicati alla ricerca e alla professione del designer) esclusivamente in lingua inglese.

### *18.3.3 Valutazione dell'attrattiva e della qualità dell'interazione: risultati*

I risultati relativi all'attrattiva e all'interazione riguardano sia l'**interfaccia grafica** che la **qualità dell'interazione** e della User Experience globale sperimentata durante l'uso della piattaforma. Dalle sessioni di valutazione sono emersi i principali elementi da implementare per ottimizzare l'uso dello strumento.
Tutti i partecipanti hanno apprezzato la piattaforma dal punto di vista estetico e funzionale e ritenuto appropriata la scelta cromatica con colori in contrasto e font *sans serif*, che facilitano l'individuazione e la lettura delle numerose informazioni e dei testi presenti all'interno del sito. Alcuni utenti sottolineano l'importanza della corretta formattazione dei testi per ottimizzarne la lettura.
Analogamente, le schede di sintesi degli archetipi di utente e dei robot selezionati dal *The robot finder* sono ritenute efficaci per una visualizzazione completa dei dati.
Le icone all'inizio delle pagine principali aiutano l'utente ad **individuare lo scopo e la finalità** di ogni sezione: molti utenti suggeriscono di applicarle anche alle schede di sintesi dei robot selezionati, sostituendole alla legenda cromatica, ritenuta di difficile comprensione.
Le schede e i grafici dettagliati rappresentano efficacemente la **base scientifica dello strumento** ed evidenziano le informazioni ritenute più importanti sia dal punto di vista scientifico che progettuale. Una piccola parte dei partecipanti ha espresso i seguenti suggerimenti per risolvere alcune problematiche relative alla lettura dei grafici: rimpicciolire i titoli e ingrandire le didascalie perché fondamentali per la comprensione delle informazioni; ottimizzare la corrispondenza cromatica di alcuni grafici e le relative legende che non risultano molto intuitive per alcuni utenti (ad esempio, le *activities compare*).
Molti utenti riferiscono difficoltà nell'individuazione dei pulsanti che consentono di proseguire sia all'interno del processo progettuale che di quello teorico-scientifico: oltre a suggerimenti relativi alle dimensioni e al posizionamento dei pulsanti che richiedono azioni da parte dell'utente, è auspicabile l'inserimento di una *progress bar* o di una *sitemap* che faciliti l'**orientamento dell'utente all'interno dei due processi** e gli consenta di muoversi in avanti o di tornare indietro qualora lo desideri. La piramide delle variabili relativa al match fra utente e robot e la *Table of Variables* sono unanimemente ritenuti strumenti fondamentali dei processi (teorico e progettuale), soprattutto per la comprensione e la consultazione agile di tutte le variabili da parte di designer con poca esperienza in ambito robotico. Alcuni partecipanti hanno espresso la necessità di ottenere, dalla piattaforma, una correlazione più immediata fra l'aspetto teorico delle *acceptance variables* e le relative applicazioni pratiche: è stato suggerito da alcuni utenti di inserire, all'interno della pagina *HRI Acceptance*

*Variables* (contenente le definizioni dettagliate e scientifiche di tutte le variabili), i collegamenti ai robot che sono stati sperimentati in relazione ad una specifica variabile.
La possibilità di **confrontare più robot** selezionati per un unico utente rappresenta un fattore strategico a supporto della traduzione delle variabili dell'accettabilità e dei dati scientifici in suggerimenti, ispirazioni e elementi costituenti del brief progettuale. Tuttavia, molti partecipanti (soprattutto designer, settore freelance e aziendale) hanno espresso la necessità di ottenere una serie di **output maggiormente orientati alla progettazione**: ad esempio, riterrebbero utile poter avere più viste (proiezioni ortogonali, assonometrie), sezioni o dati relativi alle quote del prodotto; poter consultare un modello tridimensionale e interattivo di ogni robot; ottenere, dopo la sezione *The robot designer*, una serie di suggerimenti e input a livello estetico, morfologico, dei materiali o dei colori da inserire nel proprio brief progettuale in relazione a utente e contesto di riferimento; ottenere un report delle principali criticità dei robot selezionati dal *The robot finder*, così da poterle risolvere o migliorare nel proprio progetto robotico.

Per quanto riguarda il percorso teorico-scientifico, alcuni partecipanti (designer, settore freelance e aziendale) sottolineano la presenza di troppe informazioni e suggeriscono di sintetizzarle anche dal punto di vista grafico e cromatico: tuttavia, i rappresentanti del settore accademico, ritengono necessarie e utili le informazioni proposte, auspicando la presenza di riferimenti bibliografici interattivi e cliccabili, quindi più facilmente consultabili. Inoltre, molti partecipanti riterrebbero necessario poter approfondire l'aspetto teorico relativo all'inter-relazione fra i metodi HRI e HCD, attraverso didascalie o istruzioni dettagliate e mediante la visualizzazione degli schemi dei metodi HRI e HCD a confronto.
La maggior parte dei partecipanti ha sottolineato la necessità di mettere in evidenza e distinguere più chiaramente la presenza di due percorsi e finalità distinti della piattaforma (teorico-scientifico e applicativo-progettuale), fornendo una serie di suggerimenti a riguardo: a partire dalla Home o da una *Landing page* il sistema potrebbe richiedere all'utente la scelta di uno dei due percorsi (ad esempio, attraverso due pulsanti *Learn* e *Do*) fornendo immediatamente informazioni sui due percorsi (ad esempio, dichiarando che è possibile completare in processo progettuale in 5 step). Per **evidenziare maggiormente la differenza fra scopo teorico e pratico**, alcuni partecipanti riterrebbero molto utile inserire nella Home/Landing page un video/infografico per descrivere la struttura del sito, gli step dei due percorsi proposti, il funzionamento e lo scopo della *Table of Variables* e delle intersezioni metodologiche fra HCD e HRI, ovvero le finalità e modalità d'uso della piattaforma stessa. A tal proposito, un partecipante (designer, settore freelance e aziendale) ha suggerito di somministrare ad ogni nuovo utente un questionario facoltativo (relativo agli interessi, agli ambiti di progetto, etc.) per poi fornire un percorso personalizzato e focalizzato sull'obiettivo specifico che egli desidera raggiungere.
In sintesi, la valutazione generale della qualità dell'interazione e della User Experience risulta positiva: la piattaforma è ritenuta attrattiva dal punto di vista dell'interfaccia grafica, interessante e utile ai fini professionali.

### *18.3.4 Valutazione dei contenuti teorico-scientifici e concettuale: risultati*

I risultati teorico-scientifici e concettuali riguardano sia l'utilità percepita delle informazioni presenti all'interno della piattaforma, sia la sua efficacia e le sue potenzialità applicative.
In generale, i partecipanti hanno ritenuto **chiaro e interessante lo scopo della piattaforma**, sia dal punto di vista teorico che progettuale e, soprattutto, come strumento di connessione e integrazione fra gli approcci HCD e HRI e supporto all'applicazione dei relativi

metodi. A tal proposito, una piccola parte degli utenti riterrebbe opportuno **sottolineare maggiormente l'importanza dell'applicazione del processo iterativo** e dell'approccio HCD in robotica: la piattaforma, infatti, è stata apprezzata da tutti i partecipanti per l'enfasi posta sulla lettura qualitativa degli elementi e dimensioni dell'accettabilità e sull'importanza dell'applicazione di un approccio progettuale che deve tener conto di necessità, aspettative e desideri delle persone che spesso restano taciti o intangibili.

I designer con poca o minima esperienza di progettazione in ambito robotico hanno mostrato maggiore curiosità ed interesse al percorso di supporto progettuale anche se, come evidenziato nel paragrafo relativo ai percorsi di navigazione, sia i rappresentanti dell'ambito freelance/aziendale che della ricerca hanno esplorato entrambi i percorsi. Riguardo al processo di supporto progettuale, la possibilità di visualizzare solo alcune *User* e *Robotic Personas* selezionate è ritenuta fondamentale per ottimizzare la consultazione delle informazioni e fornire input applicativi. Per rendere **più coinvolgente il processo progettuale**, una piccola parte degli utenti ha suggerito di utilizzare dinamiche proprie di contesti di gioco per raggiungere efficacemente lo scopo più applicativo della piattaforma (ovvero strategie di *gamification*, Deterding et al., 2011).
I partecipanti appartenenti al settore della ricerca riterrebbero opportuno sottolineare le basi scientifiche dei dati forniti, ad esempio attraverso l'inserimento di riferimenti cliccabili in ogni grafico o in specifiche sezioni della piattaforma.
Tutti i partecipanti hanno mostrato molto interesse per la sezione di forum, come luogo di **confronto e networking**, proposta come sviluppo delle versioni successive della piattaforma: tale sezione consentirebbe agli utenti di poter comunicare con altri designer e ricercatori, di condividere risultati e temi di studio e sperimentazioni e addirittura di costituire o sviluppare gruppi di professionisti per progetti di ricerca in robotica e design. Analogamente, la maggior parte dei partecipanti ha sottolineato l'importanza della vocazione **open source** dello strumento e del suo sviluppo basato su un *database* estendibile e ampliabile attraverso l'inserimento di contributi scientifici da parte di ricercatori in tutto il mondo.

## 18.4 Risultati: *post-experience questionnaire*

Il *post-experience questionnaire* è stato somministrato ad ogni partecipante, in seguito alla sessione di valutazione individuale, allo scopo di raccogliere ulteriori feedback e osservazioni soggettive in aggiunta a quelle emerse durante la fase di *thinking aloud* ed *evaluation walkthrough* (Preece et al., 1994; Maguire, 2001). Il questionario ha consentito di raccogliere informazioni anagrafiche e professionali circa i partecipanti (età, ambito professionale, lavoro individuale o in team, esperienza di progettazione in ambito robotico e secondo l'approccio HCD) e dati relativi alla valutazione della piattaforma *Robotics & Design* in termini di **esperienza generale**, **utilità percepita** per l'ambito professionale individuale, **originalità** e **coinvolgimento degli utenti**.
Il questionario è stato somministrato online attraverso la piattaforma *Google Moduli*, nei mesi di giugno e luglio 2020 a 16 partecipanti. La divulgazione è avvenuta via email, dato il target specifico da raggiungere.

Il link di riferimento al questionario online è:
Valutazione piattaforma Robotics & Design - https://forms.gle/iVyWsRXHAZyUKDcf6

Di seguito si riportano la struttura del questionario (Figura 6) e i risultati emersi.

## POST-EXPERIENCE QUESTIONNAIRE - ROBOTICS & DESIGN
**(PARTECIPANTI: 16)**

1. Età*

_____

2. Professione / Ambito professionale?*
*Contrassegna un solo ovale.*
- ◯ Design
- ◯ Product Design
- ◯ Associate professor
- ◯ Ricercatore in Design
- ◯ PhD fellow
- ◯ PhD candidate

3. Lavori prevalentemente in team?*
*Contrassegna un solo ovale.*
- ◯ Sì
- ◯ No
- ◯ Dipende dal progetto

4. Ci sono designer nel tuo team? Se tu sei l'unico designer, rispondi "sì"*
- ◯ No
- ◯ Sì
- ◯ Altro/Dipende dal progetto

5. Esperienza di progettazione in ambito robotico*

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nulla | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ | Moltissima |

6. Esperienza di progettazione secondo l'approccio/le metodologie dello HCD*

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nulla | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ | Moltissima |

7. Come valuti la tua esperienza generale con lo strumento Robotics & Design?*
*Contrassegna un solo ovale.*
- ◯ Generalmente negativa
- ◯ Generalmente positiva
- ◯ Positiva ma da migliorare

8. Come valuti lo strumento Robotics & Design in termini di utilità per il tuo ambito professionale?*

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nulla | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ | Moltissima |

9. Come valuti lo strumento Robotics & Design in termini di originalità?*

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nulla | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ | Moltissima |

10. Quale scopo dello strumento Robotics & Design trovi più interessante?*
- ◯ Scopo teorico e relativo alla ricerca
- ◯ Scopo pratico-progettuale
- ◯ Entrambi gli scopi, sia quello teorico che progettuale

Figura 6 - La struttura del *post-experience questionnaire* somministrato ai partecipanti della valutazione.

[D.1] Età dei partecipanti.
I partecipanti sono stati selezionati fra **designer, ricercatori ed esperti in design e robotica** con una discreta o alta conoscenza relativa all'uso di computer e strumenti digitali o siti web. L'età media degli utenti (Figura 7) è molto bassa: la maggioranza di partecipanti (21,4%) ha 28 anni; in misura uguale (14,3%) vi sono utenti di 27, 29, 30 e 37 anni. Analogamente, in misura uguale (7,1%) utenti di 26, 33, 35 e 49 anni.

[D.2] Professione/Ambito professionale dei partecipanti.
Il target di riferimento principale include designer e progettisti con o senza esperienza di progettazione in ambito robotico, ricercatori e docenti nelle aree di design, ingegneria, robotica ma anche psicologia, sociologia e altri ambiti che collaborano con i designer per lo sviluppo di prodotti o progetti di ricerca in ambito robotico. Dai risultati del questionario emerge la varietà di ambiti e di livelli professionali (Figura 7): il 21,4% (4 utenti) rappresenta l'ambito del design, inteso come disciplina generale che include l'interior, il visual and communication design; un ulteriore 21,4% (4 utenti) lavora specificamente nel campo del product design mentre a parità di percentuale (14,3% - 2 utenti per categoria) vi sono professori associati, ricercatori in design, PhD e PhD candidate.

[D.3] Lavori prevalentemente in team?
I risultati (Figura 8) mostrano che la maggior parte dei partecipanti **lavora in team** (87,5% - 14 utenti), soprattutto in gruppi di lavoro multidisciplinari, come si evince dai profili dei partecipanti descritti nei paragrafi precedenti. Solo il 6,3% (1 utente) lavora in team o individualmente a seconda del progetto mentre un ulteriore 6,3% (1 utente) non lavora in team.

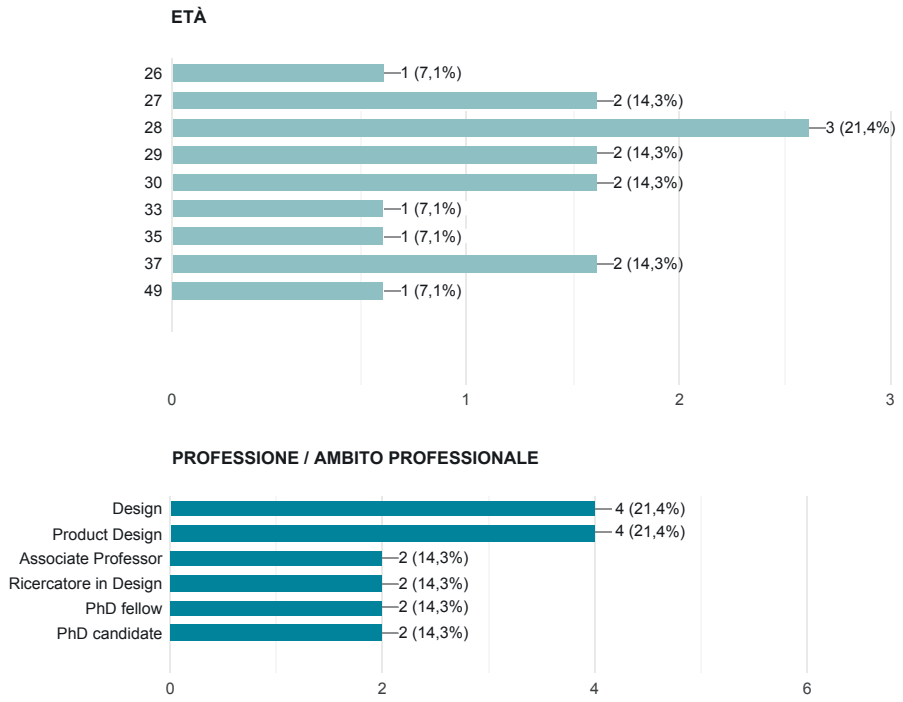



Figura 7 - Età e ambito professionale dei partecipanti alla valutazione della piattaforma *Robotics & Design*.

[D.4] Ci sono designer nel tuo team? Se sei l'unico designer del tuo team rispondi "Sì".
Come emerge dai risultati (Figura 8) la maggior parte dei partecipanti (81,3% - 13 utenti) lavora in gruppo con un designer o rappresenta l'ambito professionale del design nel proprio team. Il 12,5% (2 utenti) non lavora con designer mentre il 6,3% (1 utente) può lavorare o meno con designer a seconda del progetto.

[D.5] Qual è il tuo livello di esperienza in ambito robotico? (da 1 - nessuno a 5 - moltissimo)
Dai risultati emerge (Figura 9) che la metà dei partecipanti (50% - 8 utenti) non ha alcuna esperienza di progettazione in ambito robotico, un quarto (25% - 4 utenti) ne ha poca, 3 utenti (18,8%) ritengono la propria esperienza in ambito robotico media e solo 1 utente (6,3%) discreta.

[D.6] Qual è il tuo livello di progettazione secondo l'approccio HCD? (da 1 - nessuno a 5 - moltissimo)
I risultati mostrano (Figura 9) che la maggior parte dei partecipanti ha moltissima (31,3% - 5 utenti) o media (25% - 4 utenti) esperienza di progettazione secondo l'approccio HCD. Il 18,8% (3 utenti) dichiara di avere esperienza discreta e lo stesso numero di utenti dichiara di averne poca.

[D.7] Come valuti la tua esperienza generale con lo strumento *Robotics & Design*?
Dai risultati (Figura 10) emerge che la maggior parte dei partecipanti (62,5% - 10 utenti) valuta **generalmente positiva** l'esperienza globale con la piattaforma mentre il 37,5% (6 utenti) la ritiene positiva ma da migliorare.

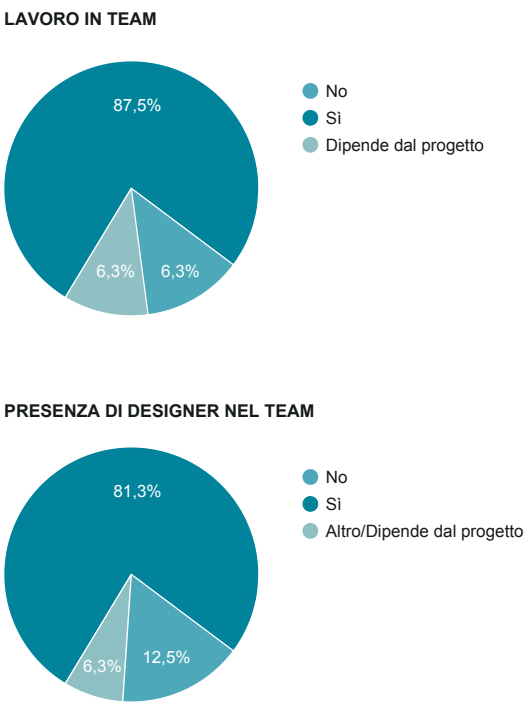



Figura 8 - Lavoro individuale o in team e presenta di designer nei gruppi di lavoro dei partecipanti alla valutazione della piattaforma *Robotics & Design*.

[D.8] Come valuti lo strumento *Robotics & Design* in termini di utilità per il tuo ambito professionale?
I risultati (Figura 10) mostrano che la piattaforma è ritenuta **generalmente utile** dai partecipanti, in relazione al loro ambito professionale: per il 37,5% (6 utenti) è molto utile, per il 25% (4 utenti) ha una discreta utilità, per il 18,8% (3 utenti) ha media utilità, per il 12,5% (2 utenti) ne ha poca mentre per un solo partecipante (6,3%) nessuna.

[D.9] Come valuti lo strumento *Robotics & Design* in termini di originalità?
Dai risultati (Figura 10) emerge che la piattaforma è ritenuta **molto originale** dalla maggioranza dei partecipanti (75% - 12 utenti) e discretamente originale dal 25% (4 utenti). I risultati sono avvalorati dalla presenza di valutatori esperti negli ambiti del design e della robotica.

[D.10] Quale scopo dello strumento *Robotics & Design* trovi più interessante per il tuo ambito professionale?
I risultati (Figura 11) mostrano che la maggior parte dei partecipanti (56,3% - 9 utenti) trova interessanti **entrambi gli scopi**, mentre il 37,5% (6 utenti) è interessato solo al percorso pratico-progettuale e solo un partecipante (6,3%) esclusivamente a quello teorico-scientifico. I risultati sono probabilmente dovuti alla presenza omogenea di rappresentanti del settore freelance/aziendale e di quello accademico.

## 18.5 Sintesi dei risultati e aree di implementazione

La valutazione partecipativa condotta attraverso *thinking aloud* ed *evaluation walkthrough* e la somministrazione del *post-experience questionnaire* hanno evidenziato innumerevoli miglioramenti e aree di implementazione della piattaforma *Robotics & Design*. In seguito all'analisi dettagliata dei risultati delle sessioni di valutazione è stato possibile sintetizzare

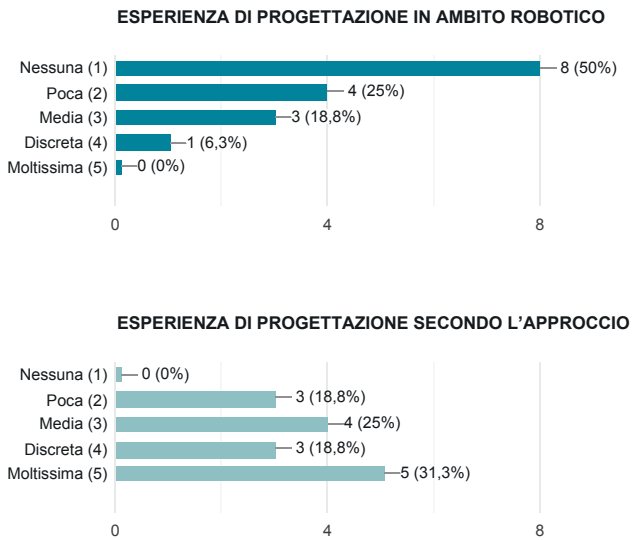



Figura 9 - Esperienza in ambito robotico e HCD dei partecipanti alla valutazione della piattaforma *Robotics & Design*.

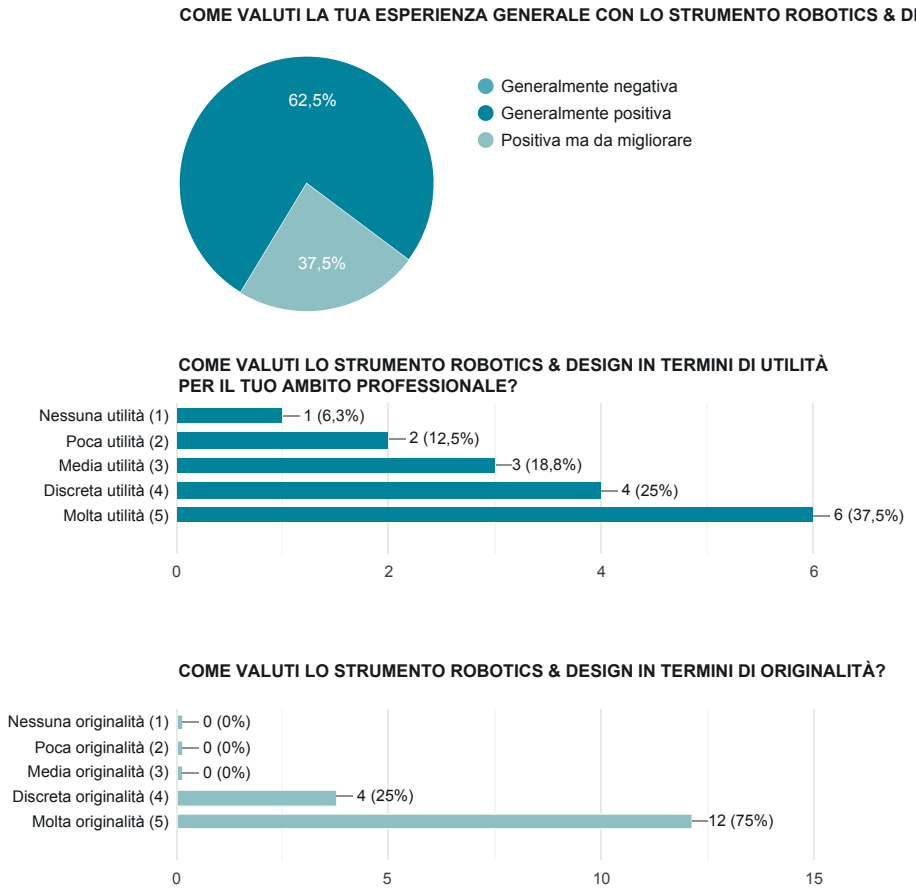



Figura 10 - Valutazione in termini di esperienza generale, utilità percepita e originalità della piattaforma *Robotics & Design*.

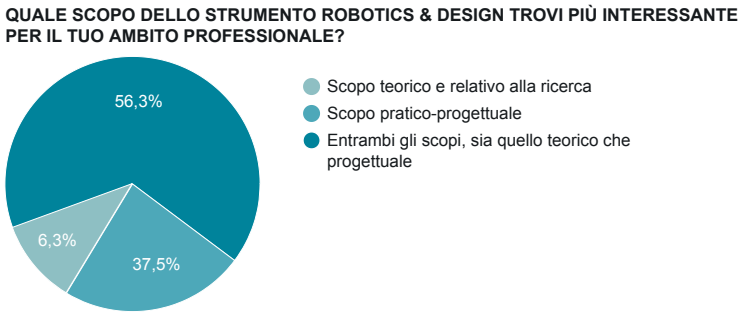



Figura 11 - Valutazione dello scopo della piattaforma *Robotics & Design* in termini di interesse per il settore professionale di riferimento.

le informazioni raccolte, estrapolare le modifiche principali da effettuare e ordinare le implementazioni in ordine di priorità. Di seguito sono elencate le principali modifiche apportate al sistema in seguito alla valutazione partecipativa e le future aree di **implementazioni più rilevanti**, a partire dalle quali poter sviluppare le versioni successive della piattaforma:

- **collaborazione trans-disciplinare** (approcci e metodi HRI e HCD): per enfatizzare la differenza fra scopo teorico e pratico della piattaforma, inserire nella Home/Landing page un video/infografico per spiegare la struttura del sito, gli *step* dei due percorsi proposti, il funzionamento e lo scopo della *Table of Variables* e delle intersezioni metodologiche fra HCD e HRI, ovvero le finalità e modalità d'uso della piattaforma stessa. Eventualmente, predisporre una procedura guidata/tutorial da avviare durante il primo utilizzo della piattaforma;
- **percorsi e obiettivi da raggiungere**: distinzione chiara del doppio percorso che è possibile intraprendere; a partire dalla Home o da una *Landing page* il sistema potrebbe richiedere all'utente la scelta di uno dei due percorsi (ad esempio, attraverso due pulsanti *Learn* e *Do*) e fornire immediatamente informazioni sui due percorsi;
- **navigazione**: inserire una *progress bar* o una *sitemap* che faciliti l'orientamento dell'utente all'interno dei due processi e gli consenta di muoversi in avanti o di tornare indietro qualora lo desideri;
- **personalizzazione**: offrire un percorso con i relativi grafici dinamici e personalizzabili, soprattutto nelle sezioni *The robot finder*, *matcher* e *designer*. A partire dalla selezione delle *User Personas*, quindi, dare la possibilità agli utilizzatori di costruire il proprio utente specifico sulla base degli archetipi proposti dal sistema; possibilità di poter modificare *in itinere* alcuni parametri di ricerca o comunque poter fornire al sistema dei feedback nel caso in cui non si fosse soddisfatti dei risultati mostrati;
- **filtri e ricerca**: fornire agli utenti la possibilità di applicare una serie di filtri di ricerca alle *User* e *Robotic Personas*, così da poter ottimizzare la ricerca e la consultazione dei dati; fornire la possibilità di accedere ed effettuare ricerche all'interno del database dei robot, cercandoli per categoria, funzionalità, etc;
- **consultazione dei dati**: rendere dinamici gli schemi relativi all'integrazione dei metodi HCD e HRI, consentendo all'utente di visualizzare attraverso finestre in *hover* o *pop-up* legende, riferimenti scientifici o informazioni per facilitare la lettura degli schemi stessi; abilitare una funzione analoga per i grafici delle *Robotic* e *User Variables Tabs*, in cui la presenza dei soli acronimi rende difficoltosa la lettura;
- **output orientati alla progettazione**: alla fine del percorso progettuale, offrire la possibilità di consultare più viste (proiezioni ortogonali, assonometrie), sezioni o dati relativi alle quote del prodotto; poter consultare un modello tridimensionale e interattivo di ogni robot; ottenere, dopo la sezione *The robot designer*, una serie di suggerimenti e input a livello estetico, morfologico, dei materiali o dei colori da inserire nel proprio brief progettuale in relazione a utente e contesto di riferimento; ottenere un report delle principali criticità dei robot selezionati dal *The robot finder*, così da poterle risolvere o migliorare nel proprio progetto robotico;
- **database dinamico e open source**: sviluppare la piattaforma secondo un paradigma *open source* ed implementare il *database* estendibile e ampliabile, attraverso l'inserimento di contributi scientifici da parte di ricercatori in tutto il mondo;
- **forum e networking**: sviluppare la sezione della piattaforma dedicata al confronto e al networking per consentire agli utenti di comunicare con altri designer e ricercatori, condividere risultati, temi di studio e sperimentazioni e addirittura costituire o sviluppare gruppi di professionisti per progetti di ricerca in robotica e design.

**Parole chiave**

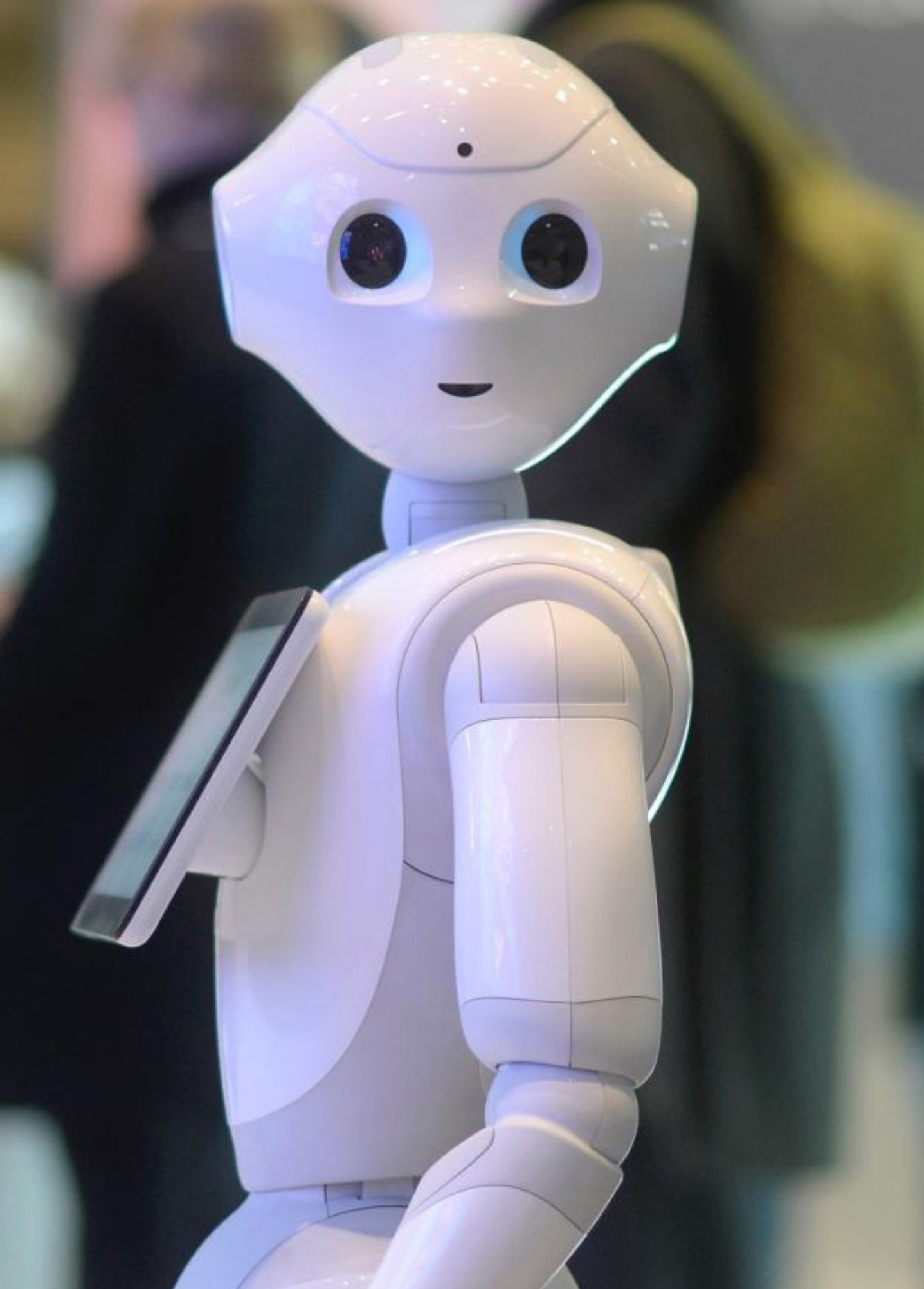
Ricerca internazionale
Sviluppi futuri
Piattaforma estensibile
Coinvolgimento degli utenti
Ottimizzazione della ricerca

# Capitolo 19
# Sviluppi futuri: progetti di ricerca, scalabilità e estensibilità della piattaforma

**19.1 La proposta per un progetto di ricerca internazionale**
19.1.1 OO1 - Human-Centred Design dello strumento proposto
19.1.2 OO2 - Strumenti e strategie operative per la collaborazione trans-disciplinare
19.1.3 OO3 - Progettazione e sviluppo della piattaforma Robotics & Design - Sezione teorica
19.1.4 OO4 - Progettazione e sviluppo della piattaforma Robotics & Design - Sezione progettuale
19.1.5 OO5 - Sperimentazione con gli stakeholder e implementazione delle soluzioni proposte
19.1.6 OO6 - Definizione del Service Business Model e analisi etico-giuridica

**19.2 Limitazioni della ricerca e ulteriori sviluppi**

**19.3 Discussione e considerazioni finali**



# CAPITOLO 19
# Sviluppi futuri: progetti di ricerca, scalabilità e estensibilità della piattaforma

Come emerso dalla valutazione della piattaforma (capitolo 18), dalla complessità dello strumento e dalle molteplici direttrici sviluppabili a partire dalla ricerca dottorale, è auspicabile un approfondimento e un ampliamento della stessa attraverso progetti di ricerca nazionali o internazionali. In quest'ottica, a partire dalle aree di implementazione emerse dall'analisi e dalla sintesi dei risultati delle valutazioni, è possibile estrapolare una serie di *Work Packages* (WP), ovvero delle macro-azioni suddivisibili in *Task*, sotto-azioni, volti al raggiungimento di uno o più obiettivi operativi specifici in base al progetto di ricerca da proporre.
Le aree di implementazione identificate, analogamente all'architettura della piattaforma, rappresentano elementi sviluppabili sia in maniera interdipendente, nell'ambito di un singolo finanziamento, sia singolarmente, come progetti di ricerca sviluppabili longitudinalmente, attraverso l'approfondimento di un solo elemento o ambito.

## 19.1 La proposta per un progetto di ricerca internazionale

Di seguito è descritta la proposta di sviluppo della ricerca e dello strumento attraverso un progetto di ricerca che prevede la collaborazione di un partenariato multidisciplinare, che include Organismi di Ricerca, enti, cooperative e/o aziende. Il progetto prevede lo sviluppo di tutte le macro-aree di ricerca emerse attraverso sei obiettivi operativi, visualizzabili nel Gantt di progetto (Figura 1), da raggiungere in un arco temporale di ventiquattro mesi.

**Partner:**
Partner 1 - OdR/Area Design;
Partner 2 - OdR/Area Ingegneria robotica;
Partner 3 - OdR /Area Sociologia;
Partner 4 - OdR /Area Psicologia;
Partner 5 - Enti-Cooperative-Aziende-OdR /Area Informatica;
Partner 6 - Enti-Cooperative-Aziende/Area Statistica.

**Tempistica:** la proposta di progetto di ricerca è stata sviluppata in relazione ad un arco temporale di 24 mesi, estendibili a seconda dei bisogni e delle possibilità di finanziamento.

| OO/Attività Descrizione | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **OO1 - *Human-Centred Design dello strumento proposto*** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Partner 1 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Partner 2 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Partner 3 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Partner 4 | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Partner 5 | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Partner 6 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **OO2 - *Strumenti e strategie operative per la collaborazione trans-disciplinare*** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Partner 1 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Partner 2 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Partner 3 | ■ | ■ | ■ | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Partner 4 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Partner 5 | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Partner 6 | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **OO3 - *Progettazione e sviluppo della piattaforma Robotics & Design - Sezione teorica*** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Partner 1 | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| Partner 2 | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| Partner 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Partner 4 | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| Partner 5 | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| Partner 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **OO4 - *Progettazione e sviluppo della piattaforma Robotics & Design - Sezione progettuale*** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Partner 1 | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| Partner 2 | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| Partner 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Partner 4 | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| Partner 5 | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| Partner 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **OO5 - *Sperimentazione con gli stakeholder e implementazione delle soluzioni proposte*** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Partner 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Partner 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Partner 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Partner 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

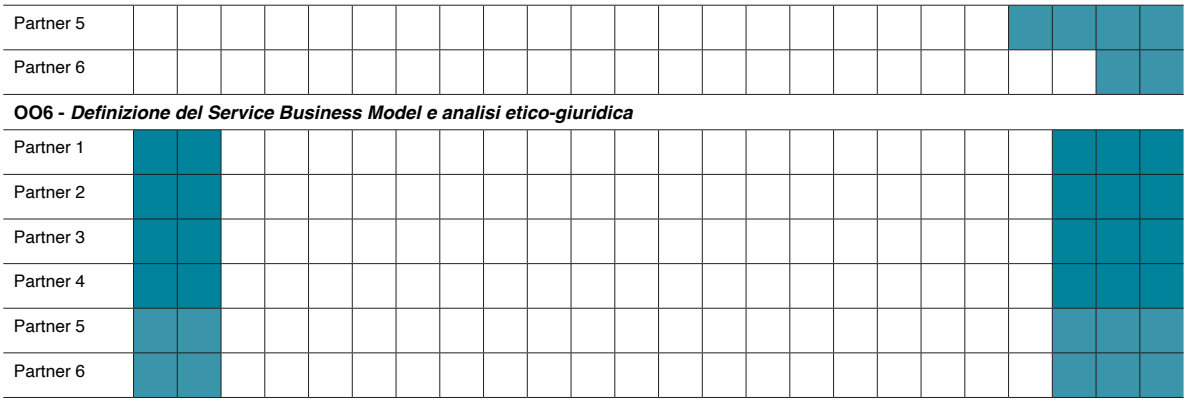



Figura 1 - Diagramma di Gantt della proposta di progetto di ricerca.

### *19.1.1 OO1 - Human-Centred Design dello strumento proposto*

*L'Obiettivo operativo OO1 mira a fornire le linee guida per la progettazione, lo sviluppo e la validazione dello strumento proposto, sia dal punto di vista dello scopo teorico-scientifico che progettuale.*

Nello specifico, le attività previste riguardano sia la raccolta dei *desiderata* dei principali destinatari della piattaforma, ovvero designer e ricercatori in ambiti inerenti o affini alla robotica, sia l'analisi delle esigenze degli utenti primari e secondari delle piattaforme robotiche, con un focus sul tema dell'accettabilità delle stesse. Per quanto riguarda il contesto d'uso, le attività e gli ambiti applicativi dei robot presi in esame, la ricerca può essere sviluppata a partire dall'area assistenziale (SIR, SAR e robotica assistiva in generale) per utenti anziani e fragili ma la modalità di raccolta e sistematizzazione dei dati deve essere scalabile così da essere applicata anche ad altri ambiti di intervento (più o meno ampi), come la robotica per la sanità, la riabilitazione, l'educazione, la compagnia, etc. Dunque, le attività previste dall'OO1 sono:

***Attività 1.1:*** *ridefinizione dello strumento proposto sulla base dei bisogni degli stakeholder.*
Per favorire una progettazione della piattaforma che tenga conto delle esigenze specifiche degli stakeholder, ovvero ricercatori e professionisti nel campo del design, dell'ingegneria, della robotica e di ambiti interconnessi ai suddetti, si prevede la realizzazione di un'analisi esplorativa degli utenti, delle attività e dei contesti d'uso in relazione agli obiettivi previsti della piattaforma. In particolare si rendono necessarie:

- analisi quantitativa del target di riferimento allo scopo di individuare la varietà di persone, attività, contesti e tecnologie (analisi PACT; Benyon, 2010) possibili e sviluppare scenari concreti su come gli utenti di riferimento potrebbero interagire con la piattaforma;
- analisi quali-quantitativa delle necessità degli utenti in relazione al tema della collaborazione trans-disciplinare per la robotica allo scopo di individuare e/o riformulare i principali ambiti di implementazione e gli obiettivi generali della piattaforma, sia dal punto di vista di consultazione teorica che di supporto progettuale;
- analisi quali-quantitativa dello stato dell'arte, anche in altri ambiti scientifici, ovvero di piattaforme/strumenti non digitali affini per architettura, scopo e/o per uno o più obiettivi specifici.

Per le analisi si prevede l'impiego di un ampio set di strumenti e tecniche, selezionate di volta in volta in base ai bisogni specifici e al contesto. In particolare, si considera l'uso di interviste strutturate, libere e/o semi-strutturate con utenti ed esperti (Stanton et al., 2014), questionari (Preece et al., 2015; Stanton et al., 2014), personas (Cooper, 1999) e scenario (Nielsen, 1991) per indagare le esigenze degli stakeholder. Ulteriori metodologie volte ad identificare i requisiti per la progettazione sono: osservazione diretta (Preece et al., 2015; Stanton et al., 2014), analisi etnografica (Rotman et al., 2012), focus group (Jordan, 2000), brainstorming (Maguire, 2001), workshop e sessioni di progettazione partecipative/co-design (Sanders et al., 2010; Sanders et al., 2014).

***Attività 1.2:*** *definizione dei servizi e dei requisiti di sistema per l'adattamento alle esigenze degli utenti.*
In seguito alla ridefinizione dei servizi offerti dallo strumento sulla base delle esigenze degli stakeholder, si rende necessaria l'individuazione dei requisiti tecnologici e di sistema per lo sviluppo della piattaforma. Questa attività mira ad individuare quali tecnologie sono in grado di soddisfare le richieste degli utenti di riferimento, in relazione allo sviluppo di una piattaforma secondo il paradigma dell'*open source* e dell'User-Generated Content (UGC; Krumm et al., 2008). Inoltre tale attività si propone di individuare nuove strategie e soluzioni per l'integrazione di soluzioni IT, di Database Management System (CBMS) o database in cloud, raccolta e analisi di Big Data[1] e Web development per migliorare l'efficacia dello strumento proposto.

***Attività 1.3:*** *ridefinizione dello strumento in relazione ai contenuti scientifici e al tema dell'accettabilità in ambito robotico.*
Questa attività mira ad implementare e ampliare i contenuti scientifici della piattaforma proposta, soprattutto in relazione al tema dell'accettabilità in robotica, attraverso la raccolta di dati qualitativi e quantitativi, secondo una metodologia scalabile e applicabile ad altri ambiti. Infatti, analogamente a quanto dichiarato precedentemente, la ricerca riguarda l'analisi delle esigenze degli utenti primari e secondari delle piattaforme robotiche, con un focus sul tema dell'accettabilità delle stesse. Si prevede lo sviluppo dell'analisi a partire dall'area della robotica assistenziale (SIR, SAR e robotica assistiva in generale) per utenti anziani e fragili ma la modalità di raccolta e sistematizzazione dei dati potrà essere applicata anche ad altri ambiti come la robotica per la sanità, la riabilitazione, l'educazione, la compagnia, etc. In particolare sono previsti:

- analisi quali-quantitativa delle necessità e aspettative degli utenti di riferimento in relazione al tema dell'accettabilità in robotica assistenziale: lo scopo è di individuare è di raccogliere dati sulle preferenze relative a tutte le dimensioni dell'accettabilità (morfologiche, comportamentali, sociali, funzionali, semiotiche, edoniche, etc.);
- analisi dello stato dell'arte delle tecnologie robotiche, sociali e assistive, per il supporto all'autonomia e al benessere psico-fisico di persone anziane e fragili e identificazione delle principali questioni etiche in ambito robotico e dei possibili scenari di interazione futuri;
- analisi quali-quantitativa delle sperimentazioni scientifiche in ambito robotico (robotica assistiva con utenti anziani e fragili) allo scopo di identificare i principali protocolli sperimentali, la metodologia, le strategie operative utilizzate ed estrapolare i risultati;

1 Voce 3551299 nella IATE https://iate.europa.eu/entry/result/3551299/en-es-fr-it-la-mul Cfr. https://iate.europa.eu/home Accessed 10/09/2020.

- raccolta di dati utili ai fini progettuali e relativi ai principali robot assistivi sperimentati in letteratura e/o commerciali, come file 3D, file vettoriali, datasheet e documenti tecnici, riferimenti e siti web, etc.;
- a partire dalle analisi precedenti, identificazione di profili di utenti (*personas*) e delle loro preferenze in robotica in relazione ad attività, contesto e tipologia di interazione; sviluppo di profili robotici (*robotic personas*). Sviluppo di una correlazione strutturata fra *user* e *robotic personas* in base alla compatibilità e all'accettabilità (come descritto in capitolo 15);
- raccolta e sistematizzazione di tutti i dati raccolti con lo scopo di strutturare un database dinamico per lo sviluppo della piattaforma proposta.

Per le analisi si prevede l'impiego di strumenti e tecniche selezionate di volta in volta in base ai bisogni specifici e al contesto. In particolare, si considera l'uso di questionari (Preece et al., 2015; Stanton et al., 2014), interviste strutturate, libere e/o semi-strutturate con utenti (Stanton et al., 2014), personas (Cooper, 1999), task analysis e scenario (Nielsen, 1991) per indagare le esigenze degli utenti.
Ulteriori metodologie volte ad analizzare la piattaforma robotiche in relazione all'accettabilità e all'efficienza sono: osservazione diretta (Preece et al., 2015; Stanton et al., 2014), thinking aloud (Jordan, 2000), focus group (Jordan, 2000), workshop e sessioni di progettazione partecipative/co-design (Sanders et al., 2010; Sanders et al., 2014).

**Tempistica:** la proposta di progetto di ricerca è stata sviluppata in relazione ad un arco temporale di 24 mesi estendibili a seconda dei bisogni e delle possibilità di finanziamento. L'OO1 verrà realizzato nei primi 12 mesi (Tabelle 1 - 2).
**Legenda partner:**
Partner 1 - OdR/Area Design;
Partner 2 - OdR/Area Ingegneria robotica;
Partner 3 - OdR /Area Sociologia;
Partner 4 - OdR /Area Psicologia;
Partner 5 - Enti-Cooperative-Aziende-OdR /Area Informatica;
Partner 6 - Enti-Cooperative-Aziende/Area Statistica.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | | | | | | | | | | | | |

Tabella 1 - I mesi nel corso dei quali verrà realizzato l'OO1.

| Partner | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | | | | | | | | | | | | |
| 2 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | | | | | | | | | | | | |
| 3 | • | • | • | • | • | • | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | • | • | • | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | • | • | • | • | • | • | • | | | | | | | | | | | | |
| 6 | • | • | • | • | • | • | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabella 2 - I mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'OO1.

### *19.1.2 OO2 - Strumenti e strategie operative per la collaborazione trans-disciplinare*

*L'Obiettivo operativo OO2 mira allo sviluppo e alla validazione di framework, strumenti e strategie operative per la collaborazione trans-disciplinare in relazione alla progettazione di piattaforme robotiche accettabili.*

Nello specifico le attività, condotte con modalità analoghe a quelle descritte all'interno del capitolo 13, hanno lo scopo di: analizzare le principali strategie e metodi di progettazione e valutazione in HRI e dei loro costrutti fondamentali, con l'obiettivo di estrapolare e sistematizzare le dimensioni che determinano l'accettabilità robotica; analizzare le inter-relazioni che sussistono fra le variabili dell'accettabilità e gli elementi determinanti per l'accettabilità, utili al designer ai fini progettuali; identificare, per ogni metodo efficace in HRI, uno o più metodi propri dell'approccio HCD attraverso i quali è possibile esplorare preliminarmente i fattori che influenzano l'accettabilità del robot finito; indagare le esigenze dei ricercatori e dei progettisti coinvolti in progetti di ricerca in ambito robotico e destinatari dello strumento. Infine, questo obiettivo operativo prevede lo sviluppo e la validazione di un *framework* standardizzato, scalabile e personalizzabile, ovvero di un sistema di cooperazione trans-disciplinare basato sull'integrazione di metodologie e strumenti proprie dello HCD e della HRI, allo scopo di rendere più efficace il processo di collaborazione e di ricerca. Dunque, le attività previste dall'OO2 sono:

***Attività 2.1:*** *definizione del framework sulla base delle esigenze degli stakeholder e dell'analisi dei risultati della ricerca scientifica di settore.*

Al fine di sviluppare un *framework*/strumento per una collaborazione trans-disciplinare efficace è fondamentale raccogliere e analizzare i principali strumenti di valutazione e di progettazione dell'accettabilità propri della HRI, selezionare e indagare le dimensioni dell'accettabilità sia dal punto di vista teorico che da quella strettamente progettuale, identificare i punti di contatto fra gli strumenti propri della HRI e quelli offerti dall'approccio dello HCD. In particolare, si rendono necessarie:

- analisi quali-quantitativa dei principali metodi di valutazione HRI e dei loro costrutti fondamentali, analisi dell'architettura di ogni metodo allo scopo di selezionare le variabili che influenzano l'accettabilità, la cui conoscenza potrebbe essere utile in fase di ricerca sull'utente e di progettazione;
- analisi quantitativa e validazione dei rapporti che sussistono fra le variabili dell'accettabilità selezionate, attraverso un'approfondita indagine relativa all'applicazione di tali variabili in progetti di ricerca e sperimentazioni con utenti. Implementazione della *Table of Variables* (vedi capitolo 16) e identificazione di *best practice* progettuali in relazione alle dimensioni dell'accettabilità (caratteristiche morfologiche, materiali, dimensioni, colori, meccanismi, etc.);
- analisi quali-quantitativa dei protocolli sperimentali e dei processi di collaborazione strutturata e/o empirica, applicati nel corso dei principali progetti di ricerca e/o di sviluppo di piattaforme robotiche commerciali. Indagine sulle esigenze dei ricercatori e dei progettisti coinvolti in progetti di ricerca in ambito robotico e destinatari dello strumento.

Per le analisi si prevede l'impiego di un ampio set di strumenti e tecniche, selezionate di volta in volta in base ai bisogni specifici e al contesto. In particolare, si considera l'uso di interviste strutturate e/o semi-strutturate con utenti ed esperti (Stanton et al., 2014), questionari (Preece et al., 2015; Stanton et al., 2014) e personas (Cooper, 1999) per indagare le esigenze degli stakeholder. Ulteriori metodologie volte ad identificare i requisiti per lo

sviluppo del *framework* sono: osservazione diretta (Preece et al., 2015; Stanton et al., 2014), focus group (Jordan, 2000), brainstorming (Maguire, 2001), una metodologia mista per le revisioni della letteratura, secondo i principi del *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions* e il metodo PICO per la selezione di studi e di ricerche (Higgins et al., 2019).

***Attività 2.2:*** *identificazione delle inter-connessioni teoriche e strategiche fra gli ambiti scientifico-disciplinari coinvolti.*
Al fine di sviluppare il *framework*/strumento per una collaborazione trans-disciplinare è fondamentale identificare i punti di contatto fra le discipline dello HCD e HRI e dei possibili sviluppi applicativi, metodologici e progettuali. In particolare sono previste le attività di:

- identificazione dei fattori costituenti i metodi di valutazione della HRI che potrebbero essere analizzati dal designer già durante la fase preliminare di ricerca sull'utente, per una progettazione centrata sulle persone e sull'accettabilità dei robot assistivi;
- analisi, per ogni metodo efficace in HRI, di uno o più metodi propri dell'approccio HCD attraverso i quali è possibile esplorare preliminarmente i fattori che influenzano l'accettabilità del robot finito;
- definizione di una mappatura delle principali sperimentazioni scientifiche con utenti in ambito robotico e dei processi metodologici applicati;
- a partire dalle analisi precedenti, identificazione di profili di utenti dal punto di vista delle variabili dell'accettabilità in robotica (*User Variables Tabs*); sviluppo analogo di profili robotici (*Robotic Variables Tabs*). Sviluppo di una correlazione strutturata fra *Robotic* e *User Variables Tabs* in base ai risultati delle sperimentazioni scientifiche analizzate in precedenza (come descritto in capitolo 16);
- raccolta e sistematizzazione di tutti i dati raccolti con lo scopo di strutturare un database dinamico per lo sviluppo della piattaforma proposta.

Per le analisi si prevede l'impiego di un ampio set di strumenti e tecniche, selezionate di volta in volta in base ai bisogni specifici e al contesto. In particolare, per identificare le inter-connessioni fra gli ambiti scientifico-disciplinari coinvolti, si considera l'uso di interviste con utenti ed esperti (Stanton et al., 2014), questionari (Preece et al., 2015; Stanton et al., 2014), personas (Cooper, 1999), una metodologia mista per le revisioni della letteratura, secondo i principi del *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions* e il metodo PICO per la selezione di studi e di ricerche (Higgins et al., 2019).

***Attività 2.3:*** *sviluppo e sperimentazione con utenti del framework scalabile e personalizzabile di collaborazione trans-disciplinare per progetti in ambito robotico.*
Questa attività mira allo sviluppo di un *framework* a supporto della collaborazione trans-disciplinare fra le molteplici figure professionali coinvolte in un progetto in ambito robotico, che sia scalabile e personalizzabile e che mira a rappresentare uno standard per l'efficacia e il successo dei progetti di ricerca. Il *framework* si configura sia come uno o più protocolli da applicare durante l'intero sviluppo di un progetto, sia come uno strumento di connessione strategica degli strumenti e dei metodi utilizzati dalla HRI e dallo HCD. In seguito allo sviluppo dello strumento sono previste sessioni di sperimentazione e validazione dello stesso con utenti di riferimento ed esperti. A tale scopo si prevedono sessioni di brainstorming (Maguire, 2001), osservazioni dirette (Preece et al., 2015; Stanton et al., 2014), thinking aloud (Jordan, 2000), focus group (Jordan, 2000), workshop e sessioni di progettazione partecipative/co-design (Sanders et al., 2010; Sanders et al., 2014).

**Tempistica:** la proposta di progetto di ricerca è stata sviluppata in relazione ad un arco temporale di 24 mesi estendibili a seconda dei bisogni e delle possibilità di finanziamento. L'OO2 verrà realizzato nei primi 14 mesi (Tabelle 3 - 4).
**Legenda partner:**
Partner 1 - OdR/Area Design;
Partner 2 - OdR/Area Ingegneria robotica;
Partner 3 - OdR /Area Sociologia;
Partner 4 - OdR /Area Psicologia;
Partner 5 - Enti-Cooperative-Aziende-OdR /Area Informatica;
Partner 6 - Enti-Cooperative-Aziende/Area Statistica.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | | | | | | | | | | |

Tabella 3 - I mesi nel corso dei quali verrà realizzato l'OO2.

| Partner | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | | | | | | | | | | |
| 2 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | | | | | | | | | | |
| 3 | • | • | • | | | | | | | | | • | • | • | | | | | | | | | | |
| 4 | • | • | • | • | • | • | | | | | | • | • | • | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | • | • | • | | | | | | | | | | |
| 6 | • | • | • | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabella 4 - I mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'OO2.

### *19.1.3 OO3 - Progettazione e sviluppo della piattaforma Robotics & Design - Sezione teorica*

*L'Obiettivo operativo OO3 mira alla progettazione, allo sviluppo e all'integrazione della sezione teorico-scientifica della piattaforma Robotics & Design.*
A partire dai dati raccolti nell'ambito degli obiettivi operativi OO1 e OO2 è possibile strutturare il database della piattaforma. Contestualmente, sulla base dei requisiti identificati e delle esigenze degli utenti sarà possibile progettare e sviluppare l'architettura della piattaforma e l'interfaccia utente (GUI). Nello specifico, questo obiettivo operativo mira allo sviluppo della sezione teorica, identificata come l'area *Learn*, dedicata principalmente a ricercatori provenienti dai molteplici ambiti disciplinari che lavorano e sono coinvolti in progetti inerenti alla robotica. L'obiettivo generale di questa sezione è di strutturare un collegamento metodologico fra le discipline dello HCD e HRI, fornire ai designer e ricercatori in design strumenti di consultazione agile delle principali metodologie e variabili dell'accettabilità in robotica e delle loro inter-relazioni, consentendo un collegamento immediato fra le teorie scientifiche alla base delle stesse variabili e i requisiti progettuali che possono influenzarle. Dunque, le attività previste dall'OO3 sono:
***Attività 3.1:*** *ridefinizione dei requisiti e validazione degli obiettivi generali e specifici della piattaforma (sezione teorica).*

A partire dai requisiti identificati nell'ambito degli obiettivi operativi precedenti e delle valutazioni condotte con utenti sulla Versione Beta 1.0 (capitolo 18), è possibile progettare e sviluppare la sezione teorica secondo le reali esigenze degli stakeholder. Questa attività mira alla definizione e alla validazione degli obiettivi generali e specifici da raggiungere per lo sviluppo della sezione teorica. Essi sono:

- consentire all'utente di definire immediatamente il tipo di interazione e informazione richiesta, ovvero scegliere se **consultare le informazioni scientifiche** e metodologiche o quelle più tecnico-progettuali;
- strutturare la piattaforma in modo tale che offra **contenuti personalizzati** per strutturare un processo di collaborazione sulla base delle competenze del team multidisciplinare coinvolto e del progetto che deve portare a termine;
- progettare un'architettura di sistema che renda facilmente comprensibili le **relazioni fra approcci e metodi HCD e HRI**, che consenta l'identificazione immediata delle possibili relazioni fra i metodi dei due ambiti e sottolinei l'importanza dell'applicazione di un processo iterativo alla progettazione in ambito robotico;
- evidenziare la forte componente scientifica e sperimentale dello strumento;
- strutturare l'architettura di sistema che renda facile la **consultazione delle principali variabili dell'accettabilità** e delle loro inter-relazioni, anche attraverso la lettura della *Table of Variables*;
- strutturare l'architettura di sistema che consenta la consultazione agile delle *User Variables Tabs*, delle *Robotic Variables Tabs* e delle relative corrispondenze, con lo scopo di suggerire una metodologia teorico-progettuale applicabile a diversi utenti, contesti e attività.

Per verificare gli obiettivi identificati ed eventualmente ridefinirli sono previste sessioni di brainstorming (Maguire, 2001), focus group (Jordan, 2000) e co-design (Sanders et al., 2010; Sanders et al., 2014). Il processo di sviluppo previsto è iterativo, con verifiche e implementazioni cicliche del progetto, secondo l'approccio scientifico dello Human-Centred Design.

***Attività 3.2:*** *sviluppo e validazione del database e dell'architettura della sezione Learn.*
Dal punto vi vista dello scopo teorico-scientifico l'obiettivo riguarda la consultazione dei fondamenti teorici e operativi dello HCD e della HRI, delle relative intersezioni metodologiche e del *framework* per la collaborazione trans-disciplinare, oltre che della *Table of Variables* e dei riferimenti scientifici delle dimensioni dell'accettabilità in robotica. In particolare sono previste le attività di:

- sviluppo di database estendibile e ampliabile attraverso l'inserimento di contributi scientifici da parte di ricercatori in tutto il mondo, in relazione al paradigma dello **User-Generated Content** (UGC), per cui gli utenti stessi possono generare i contenuti della piattaforma/sito web (Krumm et al., 2008);
- sviluppo dell'architettura della piattaforma a partire dalla dualità degli elementi della User Experience (Garrett, 2010): sulla base delle strategie, finalità e obiettivi della piattaforma, progettazione di una struttura relativa all'architettura delle informazioni/*sitemap* (ovvero alla navigazione sperimentata dall'utente e alle relazioni fra le varie componenti del sito).

***Attività 3.3:*** *progettazione e sviluppo della Graphical User Interface della sezione teorica.*
A partire dai requisiti identificati nell'ambito degli obiettivi operativi precedenti e delle valutazioni condotte con utenti sulla Versione Beta 1.0 (capitolo 18), questa attività prevede la pro-

gettazione e lo sviluppo della GUI secondo i principi dell'Interaction Design (Preece, 2015). Nello specifico, gli ambiti di intervento per l'implementazione dell'interfaccia utente sono:

- identificazione immediata dei percorsi e obiettivi offerti dalla piattaforma: distinzione chiara del doppio percorso che è possibile intraprendere; a partire dalla Home o da una *Landing page* il sistema potrebbe richiedere all'utente la scelta di uno dei due percorsi (ad esempio, attraverso due pulsanti *Learn* e *Do*) e fornire immediatamente informazioni sui due percorsi;
- identificazione immediata delle potenzialità della collaborazione trans-disciplinare fra gli approcci e i metodi HRI e HCD. Per enfatizzare la differenza fra scopo teorico e pratico della piattaforma, inserire nella Home/Landing page un video/infografico per spiegare la struttura del sito, gli *step* dei due percorsi proposti, il funzionamento e lo scopo della *Table of Variables* e delle intersezioni metodologiche fra HCD e HRI, ovvero le finalità e modalità d'uso della piattaforma stessa. Eventualmente predisporre una procedura guidata/tutorial da avviare durante il primo utilizzo della piattaforma;
- rendere la navigazione più intuitiva: inserire una *progress bar* o una *sitemap* che faciliti l'orientamento dell'utente all'interno dei due processi e gli consenta di muoversi in avanti o di tornare indietro qualora lo desideri;
- consultazione dei dati interattiva e dinamica: rendere dinamici gli schemi relativi all'integrazione dei metodi HCD e HRI, consentendo all'utente di visualizzare attraverso finestre in *hover* o *pop-up* legende, riferimenti scientifici o informazioni per facilitare la lettura degli schemi stessi; abilitare una funzione analoga per i grafici delle *Robotic* e *User Variables Tabs*, in cui la presenza dei soli acronimi rende difficoltosa la lettura;
- database dinamico e *open source*: sviluppare la piattaforma secondo il paradigma *open source* ed implementare il *database* estendibile e ampliabile attraverso l'inserimento di contributi scientifici da parte di ricercatori in tutto il mondo. È possibile prevedere una sezione di login individuale (ad esempio attraverso mail istituzionali) attraverso la quale ogni utente registrato può inserire e/o consultare dati scientifici, collaborare a distanza e creare reti o partnership per progetti, come descritto nel punto successivo;
- forum e networking: sviluppare la sezione della piattaforma dedicata al confronto e al networking per consentire agli utenti di comunicare con altri designer e ricercatori, condividere risultati e temi di studi e sperimentazioni e addirittura costituire o sviluppare gruppi di professionisti per progetti di ricerca in robotica e design.

Lo sviluppo dell'interfaccia secondo gli obiettivi e i requisiti richiesti sarà realizzato sulla base delle seguenti fasi: ideazione/sketching; realizzazione del modello grafico; prototipazione; valutazione e iterazione; modello digitale usabile; valutazione. Il processo di sviluppo previsto è quello iterativo, con verifiche e implementazioni cicliche del progetto, secondo l'approccio scientifico dello Human-Centred Design.

**Tempistica:** la proposta di progetto di ricerca è stata sviluppata in relazione ad un arco temporale di 24 mesi estendibili a seconda dei bisogni e delle possibilità di finanziamento. L'OO3 verrà realizzato a partire dal mese 10 fino al mese 21 (Tabelle 5 - 6).

**Legenda partner:**

Partner 1 - OdR/Area Design;
Partner 2 - OdR/Area Ingegneria robotica;
Partner 3 - OdR /Area Sociologia;
Partner 4 - OdR /Area Psicologia;
Partner 5 - Enti-Cooperative-Aziende-OdR /Area Informatica;
Partner 6 - Enti-Cooperative-Aziende/Area Statistica.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | | | |

Tabella 5 - I mesi nel corso dei quali verrà realizzato l'OO3.

| Partner | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | | | | | | | | | | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | | | |
| **2** | | | | | | | | | | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | | | |
| **3** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **4** | | | | | | | | | | • | • | • | • | • | | | | | | | | | | |
| **5** | | | | | | | | | | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | | | |
| **6** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabella 6 - I mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'OO3.

### *19.1.4 OO4 - Progettazione e sviluppo della piattaforma Robotics & Design - Sezione progettuale*

*L'Obiettivo operativo OO4 mira alla progettazione, allo sviluppo e all'integrazione della sezione applicativo-progettuale della piattaforma Robotics & Design.*

A partire dai dati raccolti nell'ambito degli obiettivi operativi OO1 e OO2 è possibile strutturare il database della piattaforma. Contestualmente, sulla base dei requisiti identificati e delle esigenze degli utenti sarà possibile progettare e sviluppare l'architettura della piattaforma e l'interfaccia utente (GUI). Nello specifico, questo obiettivo operativo mira allo sviluppo della sezione teorica, identificata come l'area *Do*, dedicata principalmente a designer e progettisti che lavorano in ambito robotico. L'obiettivo generale di questa sezione è di consentire la consultazione dei dati e dei *design patterns* (Alexander, 1977; Preece, 2015) estrapolati dai risultati delle sperimentazioni scientifiche e applicabili da altri designer in base a caratteristiche di utenti, attività e contesti d'uso per poi tradurli in soluzioni progettuali tangibili. Dunque, le attività previste dall'OO4 sono:

***Attività 4.1:*** *ridefinizione dei requisiti e validazione degli obiettivi generali e specifici della piattaforma (sezione progettuale).*

A partire dai requisiti identificati nell'ambito degli obiettivi operativi precedenti e delle valutazioni condotte con utenti sulla Versione Beta 1.0 (capitolo 18), è possibile progettare e sviluppare la sezione progettuale secondo le reali esigenze degli stakeholder. Questa attività mira alla definizione e alla validazione degli obiettivi generali e specifici da raggiungere per lo sviluppo della sezione teorica. Essi sono:

- consentire all'utente di identificare il metodo HCD e/o HRI più appropriato al progetto specifico che deve portare a termine;
- consentire all'utente di selezionare l'archetipo di utente di riferimento per il proprio progetto, sulla base dei dati scientifici, e consultare le relative *User Personas*;
- identificazione intuitiva ed efficace dei robot sociali e assistivi sperimentati in letteratura, più accettabili dall'utente di riferimento e analisi approfondita delle caratteristiche e dei benefici testati, attraverso la consultazione delle relative *Robotic Personas*;

- consentire il confronto fra più *Robotic* e *User Personas*, con i relativi benefici, miglioramenti e criteri di accettabilità;
- Identificazione e consultazione immediata dei criteri di accettabilità in base a tipologia di utente, contesti e attività, al fine di generare suggerimenti progettuali.

Per verificare gli obiettivi identificati ed eventualmente ridefinirli sono previste sessioni di brainstorming (Maguire, 2001), focus group (Jordan, 2000) e co-design (Sanders et al., 2010; Sanders et al., 2014). Il processo di sviluppo previsto è quello iterativo, con verifiche e implementazioni cicliche del progetto, secondo l'approccio scientifico dello Human-Centred Design.

***Attività 4.2:*** *sviluppo e validazione del database e dell'architettura della sezione "Do".*
Per lo sviluppo e la validazione del database e dell'architettura della sezione progettuale sono previste le attività di:

- sviluppo di un database estendibile e ampliabile attraverso l'inserimento di contributi scientifici da parte di ricercatori in tutto il mondo, in relazione al paradigma dello **User-Generated Content** (UGC), per cui gli utenti stessi possono generare i contenuti della piattaforma/sito web (Krumm et al., 2008);
- sviluppo e organizzazione dei dati all'interno di un database dinamico, che consenta una consultazione flessibile e personalizzata;
- sviluppo dell'architettura della piattaforma a partire dalla dualità degli elementi della User Experience (Garrett, 2010): sulla base delle strategie, delle finalità e degli obiettivi della piattaforma, progettazione di una struttura relativa all'architettura delle informazioni/*sitemap* (ovvero alla navigazione sperimentata dall'utente e alle relazioni fra le varie componenti del sito).

***Attività 4.3:*** *progettazione e sviluppo della Graphical User Interface della sezione progettuale.*
A partire dai requisiti identificati nell'ambito degli obiettivi operativi precedenti e delle valutazioni condotte con utenti sulla Versione Beta 1.0 (capitolo 18), questa attività prevede la progettazione e lo sviluppo della GUI secondo i principi dell'Interaction Design (Preece, 2015). Nello specifico, gli ambiti di intervento per l'implementazione dell'interfaccia utente sono:

- progettare un'interfaccia utente intuitiva, graficamente attraente, usabile e stimolante;
- identificazione immediata dei percorsi e obiettivi offerti dalla piattaforma: distinzione chiara del doppio percorso che è possibile intraprendere (*Learn* e *Do*);
- rendere la navigazione più intuitiva: inserire una *progress bar* o una *sitemap* che faciliti l'orientamento dell'utente all'interno dei due processi e gli consenta di muoversi in avanti o di tornare indietro qualora lo desideri;
- personalizzazione: offrire un percorso con i relativi grafici dinamici e personalizzabili, soprattutto nelle sezioni *The robot finder*, *matcher* e *designer*. A partire dalla selezione delle *User Personas*, quindi, dare la possibilità agli utilizzatori di costruire il proprio utente specifico sulla base degli archetipi proposti dal sistema; possibilità di poter modificare *in itinere* alcuni parametri di ricerca o comunque poter fornire al sistema dei feedback nel caso in cui non si fosse soddisfatti dei risultati mostrati;
- filtri e ricerca: fornire agli utenti la possibilità di applicare una serie di filtri di ricerca alle *User* e *Robotic Personas*, così da poter ottimizzare la ricerca e la consultazione dei dati; fornire la possibilità di accedere ed effettuare ricerche all'interno del database dei robot, cercandoli per categoria, funzionalità, etc;

- consultazione dei dati interattiva e dinamica: rendere dinamici gli schemi relativi all'integrazione dei metodi HCD e HRI, consentendo all'utente di visualizzare attraverso finestre in *hover* o *pop-up* legende, riferimenti scientifici o informazioni per facilitare la lettura degli schemi stessi; abilitare una funzione analoga per i grafici delle *Robotic* e *User Variables Tabs*, in cui la presenza dei soli acronimi rende difficoltosa la lettura;
- output orientati alla progettazione: alla fine del percorso progettuale, offrire la possibilità di consultare più viste (proiezioni ortogonali, assonometrie), sezioni o dati relativi alle quote del prodotto; poter consultare un modello tridimensionale e interattivo di ogni robot; ottenere, dopo la sezione *The robot designer*, una serie di suggerimenti e input a livello estetico, morfologico, dei materiali o dei colori da inserire nel proprio brief progettuale, in relazione a utente e contesto di riferimento; ottenere un report delle principali criticità dei robot selezionati dal *The robot finder*, così da poterle risolvere o migliorare con il proprio progetto robotico;
- database dinamico e *open source*: sviluppare la piattaforma secondo il paradigma *open source* ed implementare il *database* estendibile e ampliabile attraverso l'inserimento di contributi scientifici da parte di ricercatori in tutto il mondo. È possibile prevedere una sezione di login individuale (ad esempio attraverso credenziali e mail professionali) attraverso la quale ogni utente registrato può inserire e/o consultare dati scientifici, collaborare a distanza e creare reti o partnership per progetti, come descritto nel punto successivo;
- forum e networking: sviluppare la sezione della piattaforma dedicata al confronto e al networking per consentire agli utenti di comunicare con altri designer e ricercatori, condividere risultati e temi di studio e sperimentazioni e addirittura costituire o sviluppare gruppi di professionisti per progetti di ricerca in robotica e design.

Lo sviluppo dell'interfaccia secondo gli obiettivi e i requisiti richiesti sarà realizzato sulla base delle seguenti fasi: ideazione/sketching; realizzazione del modello grafico; prototipazione; valutazione e iterazione; modello digitale usabile; valutazione. Il processo di sviluppo previsto è quello iterativo, con verifiche e implementazioni cicliche del progetto, secondo l'approccio scientifico dello Human-Centred Design.

**Tempistica:** la proposta di progetto di ricerca è stata sviluppata in relazione ad un arco temporale di 24 mesi estendibili a seconda dei bisogni e delle possibilità di finanziamento. L'OO4 verrà realizzato a partire dal mese 10 fino al mese 21 (Tabelle 7 - 8).
**Legenda partner:**
Partner 1 - OdR/Area Design;
Partner 2 - OdR/Area Ingegneria robotica;
Partner 3 - OdR /Area Sociologia;
Partner 4 - OdR /Area Psicologia;
Partner 5 - Enti-Cooperative-Aziende-OdR /Area Informatica;
Partner 6 - Enti-Cooperative-Aziende/Area Statistica.

### *19.1.5 OO5 - Sperimentazione con gli stakeholder e implementazione delle soluzioni proposte*

*L'Obiettivo operativo OO5 mira alla sperimentazione e alla validazione della piattaforma Robotics & Design con utenti ed esperti in ambiente reale.*

L'OO5 prevede una validazione qualitativa e quantitativa di entrambe le direttrici della piattaforma (teorica e progettuale) con utenti di riferimento. La sezione teorico-scientifica sarà sperimentata prevalentemente con ricercatori afferenti ad aree multidisciplinari, che

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | | | |

Tabella 7 - I mesi nel corso dei quali verrà realizzato l'OO4.

| Partner | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | | | | | | | | | | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | | | |
| **2** | | | | | | | | | | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | | | |
| **3** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **4** | | | | | | | | | | • | • | • | • | • | | | | | | | | | | |
| **5** | | | | | | | | | | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | | | |
| **6** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabella 8 - I mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'OO4.

si trovano a collaborare in progetti in ambito robotico; la sezione progettuale, invece, sarà validata prevalentemente con designer e progettisti che lavorano in ambito robotico con altre figure professionali (ingegneri, robotici, psicologi, sociologi, etc.).
La fase di sperimentazione ha lo scopo di analizzare l'efficacia della piattaforma sviluppata e di individuare eventuali aree di implementazione e/o miglioramento, secondo il ciclo iterativo previsto dall'approccio dello HCD. Dunque, le attività previste dall'OO5 sono:

***Attività 5.1:*** *definizione del protocollo sperimentale e delle metriche di valutazione.*
In questa attività sarà strutturato il protocollo per la sperimentazione sulla base degli scenari e dei servizi previsti e identificati nel corso degli obiettivi operativi precedenti. Sarà definito anche il criterio di inserimento e di selezione degli utenti all'interno della sperimentazione. Inoltre, in questa attività saranno delineate le metriche di valutazione dell'usabilità, dell'efficacia e dell'efficienza ma anche della qualità dell'interazione e della User Experience, che saranno misurate durante la fase di sperimentazione.

***Attività 5.2:*** *sperimentazione della piattaforma Robotics & Design e analisi risultati.*
Si prevede una sperimentazione della piattaforma volta alla misurazione di dati quantitativi e qualitativi, suddivisa in due fasi. In un primo momento, sono previste misurazioni controllate, volte alla raccolta di dati obiettivi relativi all'usabilità, all'efficacia e all'efficienza delle soluzioni proposte. I metodi utilizzati saranno prevalentemente questionari (Preece et al., 2015; Stanton et al., 2014), task analysis (Wilson, 2015; Karwowski, 2006; Stanton et al., 2014) e test di usabilità (Nielsen, 1994; Rubin, 2008; Wilson, 2015). In una seconda fase si prevede una valutazione qualitativa, volta ad analizzare l'efficacia della piattaforma anche in termini di supporto alla collaborazione trans-disciplinare e all'ottimizzazione delle risorse nell'ambito di progetti multidisciplinari in robotica. Inoltre, in questa fase, sarà possibile raccogliere suggerimenti e opinioni degli utenti al fine di identificare le aree di implementazione per l'attività successiva. Per le analisi si prevede l'impiego di strumenti e tecniche selezionate di volta in volta in base ai bisogni specifici e al contesto. In particolare, si considera l'uso di interviste strutturate, libere e/o semi-strutturate con utenti (Stanton et al., 2014),

osservazione diretta (Preece et al., 2015; Stanton et al., 2014), thinking aloud (Jordan, 2000), interviste e/o questionari post-experience e valutazioni euristiche (Maguire, 2001).

***Attività 5.3:*** *implementazione della piattaforma Robotics & Design in base ai risultati della sperimentazione.*
A partire dall'analisi risultati delle sperimentazioni e delle aree di implementazione individuate, questa attività prevede una ridefinizione e/o riprogettazione parziale delle soluzioni proposte, allo scopo di soddisfare il più possibile le esigenze e le aspettative degli stakeholder. Il processo di sviluppo previsto è quello iterativo, con verifiche e implementazioni cicliche del progetto, secondo l'approccio scientifico dello Human-Centred Design.

**Tempistica:** la proposta di progetto di ricerca è stata sviluppata in relazione ad un arco temporale di 24 mesi estendibili a seconda dei bisogni e delle possibilità di finanziamento. L'OO5 verrà realizzato a partire dal mese 19 fino al mese 24 (Tabelle 9 - 10).
**Legenda partner:**
Partner 1 - OdR/Area Design;
Partner 2 - OdR/Area Ingegneria robotica;
Partner 3 - OdR /Area Sociologia;
Partner 4 - OdR /Area Psicologia;
Partner 5 - Enti-Cooperative-Aziende-OdR /Area Informatica;
Partner 6 - Enti-Cooperative-Aziende/Area Economica-Statistica.

### *19.1.6 OO6 - Definizione del Service Business Model e analisi etico-giuridica*

*L'Obiettivo operativo OO6 i propone di indagare tutte le questioni giuridiche, economiche e sociali che devono essere risolte al fine di raggiungere risultati innovativi nel deployment delle soluzioni proposte.*
In particolare saranno esaminati i seguenti aspetti: modelli di servizio per l'integrazione delle soluzioni proposte nell'ambito di sistemi professionali e relativi alla ricerca; modelli di business per i servizi offerti dalla piattaforma; questioni legali e assicurative; questioni etiche e sociali. Dunque, le attività previste dall'OO6 sono:

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | • | • | • | • | • | • |

Tabella 9 - I mesi nel corso dei quali verrà realizzato l'OO5.

| Partner | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | • | • | • | • | • | • |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | • | • | • | • | • | • |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | • | • | • | • | • | • |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | • | • | • | • | • | • |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | • | • | • | • |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | • | • |

Tabella 10 - I mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'OO5.

***Attività 6.1:*** *analisi costi/benefici del Service Business Model.*
Questa attività prevede lo sviluppo del modello di business delle soluzioni individuate e sviluppate durante il corso del progetto, in particolare sarà effettuata un'analisi dei costi e dei benefici relative al recepimento da parte degli stakeholder delle soluzioni proposte. Le analisi riguarderanno sia gli aspetti sociali sia quelli economici. Un'analisi in particolare sarà dedicata alle tecnologie (software e hardware) sviluppate nel corso del progetto che potrebbero risultare interessanti dal punto di vista brevettuale.
Durante l'intera durata del progetto saranno promossi incontri con tutti i possibili soggetti coinvolti al fine di monitorare l'interesse e favorire l'ingresso sul mercato delle soluzioni sviluppate dal partenariato.

***Attività 6.2:*** *aspetti giuridici, etici ed assicurativi.*
Le potenziali criticità identificate saranno esaminate dal punto di vista legale, assicurativo ed etico. Nello specifico l'analisi prevista da questa attività riguarda soprattutto le questioni etiche legate all'uso e allo sviluppo di robot socialmente ed eticamente accettabili: per tale motivo, la soluzione proposta dovrà supportare la progettazione e lo sviluppo di robot e soluzioni ICT socialmente ed eticamente accettabili. Un'attenta analisi e gestione degli aspetti giuridici e assicurativi verrà eseguita sia per consentire il corretto svolgimento delle fasi di sperimentazione sia per fornire delle *best practice* immediatamente attuabili per l'utilizzo reale dei servizi proposti. Sarà anche svolta una valutazione dal punto di vista etico-sociale degli esiti progettuali della ricerca. A questo proposito sarà inizialmente operata una ricostruzione dello stato dell'arte su tali aspetti ed una successiva analisi dei casi di innovazione tecnologica che mostrano analogie con quelli prodotti durante la ricerca. Queste conoscenze andranno ad arricchire le competenze già acquisite dai singoli gruppi di ricerca e permetteranno sia di far emergere gli aspetti più critici delle innovazioni proposte che di fornire input per l'elaborazione degli interventi necessari a superare tali criticità.

**Tempistica:** la proposta di progetto di ricerca è stata sviluppata in relazione ad un arco temporale di 24 mesi estendibili a seconda dei bisogni e delle possibilità di finanziamento. L'OO6 verrà realizzato nei primi due mesi e poi partire dal mese 22 fino al mese 24 (Tabelle 11 - 12).
**Legenda partner:**
Partner 1 - OdR/Area Design;
Partner 2 - OdR/Area Ingegneria robotica;
Partner 3 - OdR /Area Sociologia;
Partner 4 - OdR /Area Psicologia;
Partner 5 - Enti-Cooperative-Aziende-OdR /Area Informatica;
Partner 6 - Enti-Cooperative-Aziende/Area Economica-Statistica.

## 19.2 Limitazioni della ricerca e sviluppi futuri

Le principali limitazioni della ricerca condotta nell'ambito di questa tesi dottorale riguardano soprattutto la fase sperimentale-progettuale ma anche, in parte, quella relativa alla ricerca scientifica. Lo scopo principale di quest'ultima sezione, infatti, è quello di analizzare lo stato dell'arte e della ricerca e progettazione di robot interattivi, sociali e assistivi, con particolare attenzione a quelli destinati all'assistenza e all'interazione con persone anziane e/o fragili. Di conseguenza, sono stati indagati anche i principali parametri e metodi di **valutazione dell'accettabilità e dell'interazione** in ambito Human-Robot Interaction e lo

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| • | • | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | • | • | • |

Tabella 11 - I mesi nel corso dei quali verrà realizzato l'OO6.

| Partner | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | • | • | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | • | • | • |
| **2** | • | • | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | • | • | • |
| **3** | • | • | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | • | • | • |
| **4** | • | • | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | • | • | • |
| **5** | • | • | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | • | • | • |
| **6** | • | • | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | • | • | • |

Tabella 12 - I mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'OO6.

stato dell'arte relativo alle modalità di applicazione e ai risultati di tali metodi all'interno di ricerche e sperimentazioni scientifiche. Data la **complessità** del tema e la molteplicità di approcci, contesti e obiettivi degli studi in tale ambito, la principale limitazione della sezione relativa alla ricerca scientifica riguarda l'impossibilità di produrre una **mappatura globale** ed esaustiva di tutti i robot sociali e assistivi sperimentati in letteratura e della totalità di metodi di valutazione e protocolli sperimentali applicati, in quanto, per motivi di tempo e di risorse, è stato necessario individuarne solo i principali e i più inerenti al tema della ricerca dottorale. L'analisi dello stato dell'arte e delle strategie operative applicate nei casi studio è stata condotta secondo i criteri già descritti nei capitoli di riferimento; tuttavia, nell'ottica di implementazione e possibili sviluppi futuri della ricerca è auspicabile un approfondimento di tale mappatura sia dal punto di vista di sviluppo progettuale delle soluzioni robotiche, sia da quello di sperimentazione e valutazione attraverso metodologie e protocolli sperimentali standard o progettati *ad hoc*.

Uno degli obiettivi specifici principali della fase di ricerca scientifica, elemento chiave per la lettura dell'intera tesi dottorale, è l'indagine del tema dell'*accettabilità* in robotica. Nello specifico, la ricerca condotta ha lo scopo di analizzare il tema dell'*accettabilità* in ambito robotico identificandone le principali dimensioni in relazione allo stato dell'arte della ricerca ed esplorando i rapporti e le influenze reciproche fra le variabili dell'accettabilità. La ricerca, quindi, mira all'identificazione delle modalità in cui un designer possa utilizzare la conoscenza delle **dimensioni dell'accettabilità** per tradurle in **soluzioni concrete e tangibili**; di conseguenza, l'analisi approfondita delle molteplici e complesse dimensioni dell'accettabilità in robotica evidenzia l'importanza del ruolo del design per la progettazione di robot sociali e assistivi accettabili, nel rispetto di tutte le questioni etiche emerse, che garantiscano il benessere psico-fisico e la qualità della vita delle persone.
La principale limitazione della ricerca relativa all'accettabilità in robotica riguarda, anche in questo caso, la complessità del tema e la molteplicità di approcci teorici e progettuali sperimentati dai ricercatori. Nell'ambito di questa tesi dottorale è stata effettuata un'analisi generale dei principali elementi (quelli maggiormente inerenti al tema specifico della

tesi) che determinano l'accettabilità di una piattaforma robotica; l'impossibilità di analizzare approfonditamente ogni singolo aspetto di questo vasto tema, ha previsto un focus solo su alcune delle molteplici sfaccettature che lo costituiscono, motivato dall'obiettivo e dall'ambito specifico a cui è destinata la ricerca dottorale. Infatti, l'accettabilità in robotica è influenzata sia da elementi formali che intangibili e/o comportamentali propri del robot, oltre che da una serie di elementi legati al contesto, alle attività e alle caratteristiche dell'utente. Nello specifico, alcuni possibili sviluppi della ricerca in tal senso riguardano l'indagine del tema dell'accettabilità dal un punto di vista **semiotico** (Šabanović, 2014; Alač et al., 2011), analizzando come le caratteristiche estetico-formali possano, a seconda del **contesto culturale**, influenzare le attitudini e la valutazione del robot da parte degli utenti. Un ulteriore approfondimento riguarda sicuramente l'**aspetto morfologico** del robot soprattutto in relazione all'**antropomorfismo** (Wada & Shibata, 2007; Bickmore et al., 2005), inteso sia in senso prettamente **fisico** (robot con una o più caratteristiche umane come braccia, occhi, sopracciglia, etc.) che **comportamentale** (robot che simulano comportamenti sociali umani, a con livelli di intelligenza più o meno alti): a partire dalla *uncanny valley* (Mori, 1970) questo tema è stato ampiamente discusso e sperimentato dai principali studiosi in robotica (MacDorman & Ishiguro, 2006; MacDorman et al., 2009) ed è tutt'ora oggetto di ricerche e valutazioni, probabilmente anche a causa dello **sviluppo incrementale** delle tecnologie e dei progressi nel campo dell'intelligenza artificiale che modificano nettamente l'aspetto e il comportamento di un robot antropomorfo rispetto a pochi anni fa. Ulteriori dimensioni da indagare, infine, riguardano l'aspetto del **contatto visivo** (Shimada et al., 2011; Mumm & Multu, 2011), dell'**interazione tramite tatto** e della **prossemica** (Alenljung et al., 2017; Alenljung et al., 2018), delle **abilità conversazionali e sociali** (Breazeal, 2003b), dell'empatia e delle **emozioni umane** espresse e percepite dai robot (Leite, 2007; Breazeal & Aryananda, 2002; Shibata et al., 1996).
Tali temi rappresentano aree di ricerca molto ampie e complesse, la cui analisi presuppone una lettura trasversale e multidisciplinare degli studi in robotica, potenzialmente sviluppabili nell'ambito di un progetto dedicato.

Dal punto di vista della ricerca sperimentale e delle **indagini quantitative** condotte a livello internazionale sugli utenti attuali e potenziali delle tecnologie robotiche, per motivi di tempo non è stato possibile ampliare maggiormente (il numero raggiunto è stato di oltre 300 partecipanti) il campione di utenti e condurre ulteriori analisi di tipo qualitativo (interviste non strutturate, osservazione diretta in diversi contesti, etc.). Per quanto riguarda le indagini quantitative condotte a livello internazionale sui designer e progettisti, per motivi di tempo non è stato possibile **ampliare il campione** di utenti (il numero raggiunto è stato di oltre 30 partecipanti) ma soprattutto coinvolgerli per un'approfondita valutazione, nell'ottica di un processo progettuale iterativo, della piattaforma operativa prevista come output.
Il coinvolgimento degli utenti (sia finali della tecnologia robotica, sia dei progettisti e professionisti operanti in tale ambito) nell'ambito del processo di sviluppo della piattaforma è stato utile a ridefinire alcuni aspetti del progetto in ambito robotico ma anche della collaborazione trans-disciplinare volta a definire il processo metodologico e progettuale.

Un'ulteriore limitazione riguarda i dati raccolti circa le **sperimentazioni robotiche**: la ricerca presentata mira a fornire un quadro di riferimento dello stato dell'arte della ricerca e progettazione di robot assistivi e sociali e delle variabili dell'accettabilità: l'implementazione dei dati attualmente raccolti, possibile attraverso il **database interattivo e open source** della piattaforma, renderebbe ancora più efficace lo strumento stesso.

Lo sviluppo della **Versione Beta 1.0** dello strumento "Robotics & Design: the tool to design Human-Centred Assistive Robotics"[2] ha previsto una serie di valutazioni intermedie e test con utenti per raccogliere feedback allo scopo di migliorare e implementare la piattaforma, sia dal punto di vista teorico-concettuale, sia dal punto di vista dell'usabilità e della qualità dell'interazione. La fase di analisi ha previsto l'applicazione del *framework* PACT (acronimo di People, Activities, Contexts, Technologies) con lo scopo di valutare con chi, con cosa e dove l'utente interagisce con un'interfaccia utente (Benyon, 2010). Successivamente, è stata condotta una valutazione con utenti utilizzando il metodo della *participatory evalutation* (Maguire, 2001, p. 616): nello specifico, questa fase ha previsto sessioni di *thinking aloud* e di *evaluation walkthrough*, al termine delle quali è stato somministrato ai partecipanti un *post-experience questionnaire,* volto a raccogliere ulteriori dati relativi all'esperienza generale con il sistema, all'utilità percepita e alle principali criticità da risolvere o elementi da implementare.
La valutazione ha coinvolto un totale di 16 utenti che include designer, PhD student e ricercatori in design, docenti (soprattutto nell'ambito del product design e dell'ergonomia/fattori umani) in quanto principali destinatari della piattaforma. Sono stati inclusi anche analoghe figure in ambito ingegneristico-robotico che spesso lavorano in team multidisciplinari o in sinergia con designer. La valutazione ha sicuramente consentito di raccogliere feedback relativi all'efficacia della piattaforma dal punto di vista del raggiungimento degli obiettivi teorici e pratico-progettuali, ma anche osservazioni, raccomandazioni e possibili sviluppi dal punto di vista tecnico-funzionale, dell'attrattiva e qualità dell'interazione e teorico-concettuale. Tuttavia, l'intera fase di valutazione ha presentato due limiti principali: **esecuzione a distanza** (in videoconferenza, a causa dell'emergenza sanitaria in atto) e **numero di partecipanti** da ampliare. È auspicabile la realizzazione di ulteriori valutazioni con utenti, soprattutto nell'ottica di sviluppi futuri della piattaforma nell'ambito di progetti di ricerca nazionali o internazionali. Infatti, la possibilità di condurre, iterativamente, implementazioni e fasi di valutazione con un bacino di utenti più ampio, consentirebbe sicuramente di raccogliere una mole maggiore di dati e, quindi, di ottimizzare l'implementazione della piattaforma. Inoltre, l'architettura stessa dello strumento, basandosi sugli approcci e i concetti propri dell'*open source* e dello User-Generated Content (UGC), si presta a sessioni di **progettazione partecipativa**, di **co-design** (Sanders et al., 2010; Sanders et al., 2014) sia con i destinatari diretti della piattaforma (designer e ricercatori) sia con gli utenti coinvolti nell'utilizzo diretto o indiretto delle piattaforme robotiche (utenti primari e secondari). Inoltre, le valutazioni condotte in videoconferenza, prevalentemente con un singolo utente o con piccoli gruppi di utenti (da due a tre utenti per sessione) hanno consentito sicuramente di approfondire la valutazione e indagare dettagliatamente tutti gli ambiti di implementazione. Tuttavia, nell'ambito di valutazioni successive, è auspicabile la realizzazione di **workshop** o di sessioni di valutazione con gruppi più ampi, al fine di raccogliere feedback derivanti anche dal confronto e dalla discussione dei partecipanti.

Gli sviluppi futuri del progetto prevedono sicuramente il coinvolgimento della molteplicità di attori interessati in ulteriori sessioni di progettazione partecipata e di valutazione dell'approccio metodologico e dello strumento operativo proposto. Oltre alla raccolta e alla condivisione di risultati scientifici, relativi alla ricerca e allo sviluppo in robotica ma anche a preferenze, esigenze, stili di vita degli utenti di riferimento, lo sviluppo della tesi dottorale

2 Consultabile al seguente link: www.roboticsdesign.org.

nell'ambito di **programmi di ricerca** nazionali o internazionali e la collaborazione con team multidisciplinari, può consentire l'implementazione della piattaforma proposta sia dal punto di vista tecnico-funzionale che dal punto di vista dell'interazione e dell'esperienza dell'utente. Come già discusso all'interno del capitolo 17, la Versione Beta 1.0 rappresenta una versione basica ed estremamente funzionale dello strumento proposto, che non prevede le funzionalità più avanzate, come la possibilità di interagire e contribuire al database o di cercare dati in maniera dinamica al suo interno. Sono previste ulteriori implementazioni con l'estensione incrementale delle funzionalità già a partire dalla Versione Beta 1.1.
A tal proposito, a partire dalle aree di implementazione emerse dall'analisi e dalla sintesi dei risultati delle valutazioni, è possibile estrapolare una serie di ***Work Packages*** (WP), ovvero delle macro-azioni suddivisibili in *Task*, sotto-azioni, volti al raggiungimento di uno o più obiettivi specifici in base al progetto di ricerca da proporre. Le aree di implementazione identificate, analogamente all'architettura della piattaforma, rappresentano elementi sviluppabili sia in maniera interdipendente, nell'ambito di un singolo finanziamento nazionale o internazionale, sia singolarmente, come progetti di ricerca sviluppabili longitudinalmente, attraverso l'approfondimento di un solo elemento o ambito.

## 19.3 Discussione e considerazioni finali

La tesi di ricerca dottorale proposta, sul tema delle tecnologie robotiche assistive e sociali, ha come obiettivo generale l'analisi del rapporto e i contributi che il design (nello specifico, i metodi e gli strumenti offerti dall'approccio dello Human-Centred Design, dell'Interaction Design e della User Experience) può offrire alla Human-Robot Interaction, sia dal punto di vista teorico che metodologico e applicativo.
Nello specifico, il problema dell'accettabilità della tecnologia in ambito robotico, soprattutto in relazione ad utenti anziani e fragili, costituisce una questione delicata, i cui parametri di valutazione offrono moltissime sfide alla ricerca in design. Infatti, l'interazione che gli utenti instaurano con le tecnologie assistive, rappresenta quel fattore che definisce l'esperienza stessa dell'invecchiamento (Forlizzi et al., 2004). L'**approccio** ergonomico e dello HCD svolge un ruolo cruciale nella comprensione dei cambiamenti che l'età avanzata ha sia sulla routine quotidiana che su modalità di utilizzo, attitudini e percezioni nei confronti dei prodotti. Inoltre, un design centrato sull'utente costituisce uno strumento ma anche una condizione senza la quale sarebbe impossibile sviluppare tecnologie robotiche e sociali nel rispetto delle svariate questioni etiche e dei valori umani fondamentali. Su queste basi, lo scopo del design è la progettazione di tecnologie robotiche basate su usabilità, interazione efficace e intuitiva, assenza di stigmatizzazione, affidabilità e sicurezza, per garantire un'esperienza dell'utente positiva sia dal punto di vista edonico che funzionale.
La ricerca proposta, quindi, si focalizza sull'importanza dell'applicazione dell'approccio metodologico dello Human-Centred Design, al fine di progettare robot assistivi sulla base dei reali bisogni degli **utenti primari** (gli anziani, i diretti utilizzatori dei prodotti) ma anche degli **utenti secondari** (i caregiver, i familiari, gli amici e tutta quella rete di persone che orbitano intorno alla cura e al benessere dell'individuo). Il coinvolgimento dell'utente durante le fasi preliminari della progettazione facilita l'empatia del progettista che, attraverso svariati metodi (interviste, focus group, etnografia, osservazione, etc.) può indagare ed esplorare le emozioni, le paure e tutti quei fattori astratti e qualitativi che non sono acquisibili solo attraverso metodi quantitativi e dati statistici. Un'appropriata conoscenza dell'utente, del contesto in cui si svolge l'interazione e delle attività da eseguire, potrebbe favorire l'accettazione ed incrementare l'attitudine e l'intenzione all'uso dei robot assistivi da parte delle

persone e, nel caso specifico discusso in questa sede, degli anziani. Tuttavia, tale processo sarebbe ancora più efficace se il progettista avesse una conoscenza generale dei fattori, dei costrutti e delle variabili dell'accettazione dal punto di vista della Human-Robot Interaction. Infatti, pur lavorando a stretto contatto con un team multidisciplinare composto da ingegneri, informatici, psicologi, sociologi, etc., il designer, in quanto **catalizzatore** delle diverse abilità professionali coinvolte all'interno del progetto, dovrebbe conoscere anche i metodi di valutazione propri della HRI. In quest'ottica, l'output di ricerca proposto vuole offrire un contributo duplice: dal punto di vista progettuale, un processo sistematico di **collaborazione trans-disciplinare**, utile ad estrapolare dai risultati delle sperimentazioni scientifiche i *design patterns* (Alexander, 1977; Preece, 2015) applicabili da altri designer in base a caratteristiche di utenti, attività e contesti d'uso per poi tradurli in soluzioni progettuali tangibili; dal punto di vista teorico-scientifico, un **collegamento metodologico** fra le discipline dello HCD e della HRI, per fornire ai designer e ricercatori in design strumenti di consultazione agile delle principali metodologie e variabili dell'accettabilità in robotica e delle loro inter-relazioni, consentendo un collegamento immediato fra le teorie scientifiche alla base delle stesse variabili e i requisiti progettuali che possono influenzarle.
L'innovatività della ricerca consiste non solo nell'identificazione delle **opportunità per il sistema produttivo europeo e italiano** ma anche nella rilevanza scientifica che uno strumento a supporto della collaborazione trans-disciplinare può avere in termini di **ottimizzazione dei processi e dei metodi della ricerca**. L'innovazione dei prodotti e dei futuri robot assistivi, in tal modo, diventa un'*innovazione di significato* (Verganti, 2017), suggerisce nuovi *perché*, nuove ragioni per cui le persone dovrebbero usare qualcosa, conferisce **nuovi valori** sia ai problemi che alle soluzioni progettuali e ai prodotti. In quest'ottica, il design fornirebbe quel contributo all'innovazione e alla competitività che gli è stato riconosciuto dall'Unione Europea, (2011) nell'ambito del Commission Staff Working Document, in cui si guarda al *design as a driver of user-centred innovation*.

## RESEARCH ANSWERS - SEZIONE 5

**Research Answer RQ.1**

**RQ.1: Sulla base dei requisiti identificati nella sezione relativa alla ricerca progettuale, quali sono le finalità e i destinatari della piattaforma da sviluppare?**

Dalle ipotesi progettuali è emersa la necessità di sviluppare la piattaforma secondo una doppia finalità: da un lato, quella propriamente progettuale, destinata a strutturare un processo di collaborazione trans-disciplinare, a estrapolare dai risultati delle sperimentazioni scientifiche i *design patterns* (Alexander, 1977; Preece, 2015) applicabili da altri designer in base alle caratteristiche di utenti, attività e contesti d'uso per poi tradurli in soluzioni progettuali tangibili; dall'altro quella più teorico-scientifica, il cui fine è di strutturare un collegamento metodologico fra le discipline dello HCD e della HRI, fornire ai designer e ai ricercatori in design strumenti di consultazione agile delle principali metodologie e variabili dell'accettabilità in robotica e delle loro inter-relazioni, consentendo un collegamento immediato fra le teorie scientifiche alla base delle stesse variabili e i requisiti progettuali che possono influenzarle. Gli *utenti primari*, destinatari della piattaforma, sono principalmente designer, progettisti e ricercatori in design e/o in ambito robotico e della HRI. Lo strumento è destinato, quindi, sia a enti e organismi di ricerca (prevalentemente nei settori del design/progettazione e dell'ingegneria/robotica), ad aziende operanti in settori affini o collaterali alla robotica (e a tutti i settori in cui essa trova applicazione), a liberi professionisti/studi di progettazione in tali ambiti. Le aree della HRI e dello HCD sono estremamente multidisciplinari e prevedono la collaborazione fra svariate figure professionali: per tale motivo lo strumento è destinato anche a quelli che sono identificati in questa sede come *utenti secondari*, ovvero ricercatori, professionisti e aziende che operano in settori come la sociologia, psicologia, medicina, antropologia, filosofia, etc. le cui competenze sono parte essenziale dei team in ambito robotico e del design.

**Research Answer RQ.2**

**RQ.2: Come tradurre i contenuti scientifici della ricerca sperimentale e progettuale in una piattaforma efficace in relazione ai destinatari e agli obiettivi di riferimento?**

In relazione agli obiettivi e ai destinatari di riferimento, è stata sviluppata un'architettura della piattaforma che rispondesse alla duplice finalità della stessa. Dal punto vi vista dello scopo teorico-scientifico è prevista una sezione relativa alla consultazione dei fondamenti teorici e operativi dello HCD e della HRI e le relative intersezioni metodologiche, oltre che della *Table of Variables* e dei riferimenti scientifici delle dimensioni dell'accettabilità in robotica. Dal punto di vista dello scopo applicativo-progettuale, l'architettura del sistema prevede la selezione delle *User Personas* e delle relative *User Variables Tabs*. In seguito alla selezione e all'analisi dei requisiti dell'utente, il sistema elabora (a partire dai dati presenti nel database) i contenuti che vanno a costituire il percorso di supporto progettuale vero e proprio. Per migliorare l'identificazione di tutte le parti del processo e consentire all'utente di spostarsi agilmente fra una sezione e l'altra, il percorso è stato suddiviso in tre macro-aree: *the robot finder*, *the robot matcher* e *the robot designer*. Dopo la fase di prototipazione digitale, si è resa necessaria una ricerca relativa allo strumento più efficace per lo sviluppo dello strumento: è stato scelto il CSM WordPress.org in quanto piattaforma open source e una fra le più diffuse, efficaci, flessibili e adattive sul mercato. In seguito, lo sviluppo del sito web a partire dal prototipo digitale ha previsto ulteriori modifiche e validazioni del sistema. In sintesi, lo sviluppo dello strumento secondo gli obiettivi e i requisiti richiesti ha seguito le seguenti fasi principali: ideazione/sketching; realizzazione del modello grafico; prototipazione; valutazione e iterazione; modello digitale usabile; valutazione. In questa sezione

è descritta la prima versione sviluppata (Versione Beta 1.0) dello strumento denominato “Robotics & Design: the tool to design Human-Centred Assistive Robotics” online e consultabile al seguente link: www.roboticsdesign.org. La Versione Beta 1.0 rappresenta una versione basica ed estremamente funzionale dello strumento proposto, che non prevede le funzionalità più avanzate, come la possibilità di interagire e contribuire al database o di cercare dati in maniera dinamica al suo interno. Sono previste ulteriori implementazioni con l’estensione incrementale delle funzionalità già a partire dalla Versione Beta 1.1. È auspicabile la totale e completa conclusione dello strumento, che prevede funzionalità avanzate sviluppabili solo mediante la collaborazione di un team multidisciplinare, nell’ambito di un progetto di ricerca nazionale o europeo.

**Research Answer RQ.3**

**RQ.3: La piattaforma sviluppata e consultabile online risponde ai requisiti e agli obiettivi prefissati? Come è valutata dai destinatari di riferimento sia dal punto di vista teorico-concettuale, sia dal punto di vista dell’usabilità e della qualità dell’interazione?**

L’analisi PACT, è stata condotta principalmente attraverso brainstorming con utenti esperti. Attraverso tale analisi è stato possibile individuare la varietà di persone, attività, contesti e tecnologie possibili e sviluppare scenari concreti su come gli utenti di riferimento avrebbero interagito con la piattaforma. Attraverso la *participatory evaluation* è stato possibile: avviare un confronto sui metodi propri dello HCD e quelli della HRI, delle loro possibili inter-relazioni e dei risvolti dal punto di vista scientifico e progettuale; valutare il completamento dei percorsi specifici proposti dallo strumento *Robotics & Design*, rilevarne problemi, criticità, possibili soluzioni e miglioramenti; valutare la piattaforma *Robotics & Design* come supporto teorico-scientifico alla diffusione e all’analisi dei parametri di valutazione in ambito robotico, dei relativi metodi e approcci scientifici utili a designer che lavorano in team multidisciplinari; valutare la piattaforma *Robotics & Design* come supporto pratico-applicativo alla progettazione di robot assistivi e sociali, soprattutto in relazione ad utenti anziani e fragili, e di traduzione delle dimensioni dell’accettabilità in prodotti tangibili; valutare la piattaforma *Robotics & Design* come catalizzatore e mezzo di networking fra designer, robotici e ricercatori in cui questi possano condividere informazioni e dati scientifici, metodologie, approcci ed esperienze progettuali. Quindi, a partire dall’elaborazione dei risultati delle sessioni di valutazione è stato possibile implementare la piattaforma dal punto di vista dell’efficacia e dell’efficienza, in relazione agli obiettivi teorici e progettuali, dal punto di vista tecnico-funzionale, dell’attrattiva e della qualità dell’interazione e dei contenuti teorico-scientifici e concettuali.

**Research Answer RQ.4**

**RQ.4: Sulla base dei risultati delle valutazioni con utenti ed esperti, quali sono gli sviluppi futuri e le principali aree di implementazione della piattaforma attualmente sviluppata?**

Le principali modifiche apportate al sistema, in seguito alla valutazione partecipativa, e le future implementazioni più rilevanti a partire dalle quali poter sviluppare le versioni successive della piattaforma sono analizzate e discusse in termini di: collaborazione trans-disciplinare (approcci e metodi HRI e HCD); percorsi e obiettivi da raggiungere; navigazione efficace e intuitiva; personalizzazione; filtri e ricerca; consultazione dei dati; output orientati alla progettazione; database dinamico e *open source*; forum e networking. Le aree di implementazione individuate possono costituire la struttura portante di uno o più progetti di ricerca finanziabili sia a livello nazionale che internazionale: ogni ambito di sviluppo individuato, infatti, può costituire un *Work Package* (WP) relativo a programmi di ricerca finalizzati allo sviluppo ulteriore della tesi dottorale sia in relazione agli obiettivi e ai risultati teorico-scientifici che applicativo-progettuali.

# Riferimenti bibliografici


AAVV., (2014). *World Robotics report 2014*. International Federation of Robotics, Frankfurt.

Abdi, J., Al-Hindawi, A., Ng, T., Vizcaychipi, M. P. (2018). Scoping review on the use of socially assistive robot technology in elderly care. *BMJ open*, *8*(2).

Abou Allaban, A., Wang, M., Padır, T. (2020). A Systematic Review of Robotics Research in Support of in-Home Care for Older Adults. *Information*, *11*(2), 75.

Ackerman, E. (2016). Study: Nobody wants social robots that look like humans because they threaten our identity. *IEEE Spectrum*, 1-5.

Adalgeirsson, S. O., Breazeal, C. (2010, March). MeBot: A robotic platform for socially embodied telepresence. In *2010 5th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, 15-22.

Ahmad, M., Mubin, O., Orlando, J. (2017). A systematic review of adaptivity in human-robot interaction. *Multimodal Technologies and Interaction*, *1*(3), 14.

Ainsworth L. (2006). Task analysis. In Karwowski, W. (Ed.), *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors-3 Volume Set*. CRC Press.

Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational behavior and human decision processes*, *50*(2), 179-211.

Al-Shaqi, R., Mourshed, M., Rezgui, Y. (2016). Progress in ambient assisted systems for independent living by the elderly. *SpringerPlus*, *5*(1), 624.

Alač, M., Movellan, J., Tanaka, F. (2011). When a robot is social: Spatial arrangements and multimodal semiotic engagement in the practice of social robotics. *Social Studies of Science*, *41*(6), 893-926.

Alavi, M., Joachimsthaler, E. A. (1992). Revisiting DSS implementation research: A meta-analysis of the literature and suggestions for researchers. *Mis Quarterly*, 95-116.

Alben, L. (1996). Quality of experience: defining the criteria for effective interaction design. *interactions*, *3*(3), 11-15.

Alenljung, B., Lindblom, J., Andreasson, R., Ziemke, T. (2019). User experience in social human-robot interaction. In *Rapid Automation: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 1468-1490). IGI Global.

Alenljung, B., Andreasson, R., Lowe, R., Billing, E., Lindblom, J. (2018). Conveying emotions by touch to the Nao Robot: A user experience perspective. *Multimodal Technologies and Interaction*, *2*(4), 82.

Alenljung, B., Andreasson, R., Billing, E. A., Lindblom, J., Lowe, R. (2017, August). User experience of conveying emotions by touch. In *2017 26th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)* (pp. 1240-1247). IEEE.

Alenljung, B., Lindblom, J. (2015). User experience of socially interactive robots: its role and relevance. In *Handbook of Research on Synthesizing Human Emotion in Intelligent Systems and Robotics* (pp. 352-364). IGI Global.

Alexander, C. (1977). *A pattern language: towns, buildings, construction*. Oxford university press.

Alves-Oliveira, P., Petisca, S., Correia, F., Maia, N., Paiva, A. (2015, October). Social robots for older adults: Framework of activities for aging in place with robots. In *International Conference on Social Robotics* (pp. 11-20). Springer, Cham.

American Geriatrics Society Expert Panel on Person-Centered Care, Brummel-Smith, K., Butler, D., Frieder, M., Gibbs, N., Henry, M., ... & Saliba, D. (2016). Person-centered care: A definition and essential elements. Journal of the American Geriatrics Society, *64*(1), 15-18.

Anastasiou, D., Kauffman, J. M. (2013). The Social Model of Disability: Dichotomy between Impairment and Disability. *Journal of medicine and philosophy*, *38*(4), 441-459.

Arkin, R. C., Ulam, P., Wagner, A. R. (2011). Moral decision making in autonomous systems: Enforcement, moral emotions, dignity, trust, and deception. *Proceedings of the IEEE*, *100*(3), 571-589.

Arnold, J. E., Graesch, A. P., Ochs, E., & Ragazzini, E. (2012). *Life at home in the twenty-first century: 32 families open their doors*. ISD LLC.

Arras, K. O., Cerqui, D. (2005). Do we want to share our lives and bodies with robots? A 2000 people survey: a 2000-people survey. *Technical report*, *605*.

Asimov I. (1950). *I, robot*. Gnome Press, New York.

Backonja, U., Hall, A. K., Painter, I., Kneale, L., Lazar, A., Cakmak, M., ... & Demiris, G. (2018). Comfort and Attitudes Towards Robots Among Young, Middle-Aged, and Older Adults: A Cross-Sectional Study. *Journal of Nursing Scholarship*, *50*(6), 623-633.

Bagozzi, R. P. (2007). The legacy of the technology acceptance model and a proposal for a paradigm shift. *Journal of the association for information systems*, *8*(4), 3.

Baisch, S., Kolling, T., Schall, A., Rühl, S., Selic, S., Kim, Z., ... & Knopf, M. (2017). Acceptance of social robots by elder people: does psychosocial functioning matter? International Journal of Social Robotics, *9*(2), 293-307.

Ballotari, P., Venturelli, F., Manicardi, V., Ferrari, F., Vicentini, M., Greci, M., ... & Rossi, P. G. (2018). Effectiveness of integrated care model for type 2 diabetes: A population-based study in Reggio Emilia (Italy). PloS one, *13*(3).

Banks, M. R., Willoughby, L. M., & Banks, W. A. (2008). Animal-assisted therapy and loneliness in nursing homes: use of robotic versus living dogs. *Journal of the American Medical Directors Association*, *9*(3), 173-177.

Barbabella, F., Poli, A., Di Rosa, M., Lamura, G. (2019). L'assistenza domiciliare: una comparazione con altri paesi europei. *I luoghi della cura*, *3*. Retrieved from https://www.luoghicura.it/servizi/domiciliarita/2019/05/lassistenza-domiciliare-una-comparazione-con-altri-paesi-europei/?pdf [10/06/2020].

Barnes, J., FakhrHosseini, M., Jeon, M., Park, C. H., Howard, A. (2017, June). The influence of robot design on acceptance of social robots. In *2017 14th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI)* (pp. 51-55). IEEE.

Bartneck, C., Kanda, T., Mubin, O., Al Mahmud, A. (2009). Does the design of a robot influence its animacy and perceived intelligence? *International Journal of Social Robotics*, *1*(2), 195-204.

Bartneck, C., Kulić, D., Croft, E., Zoghbi, S. (2009). Measurement instruments for the anthropomorphism, animacy, likeability, perceived intelligence, and perceived safety of robots. *International journal of social robotics*, *1*(1), 71-81.

Bartneck, C., Kanda, T., Ishiguro, H., Hagita, N. (2007, August). Is the uncanny valley an uncanny cliff? In *RO-MAN 2007-The 16th IEEE international symposium on robot and human interactive communication* (pp. 368-373). IEEE.

Bartneck, C., Suzuki, T., Kanda, T., Nomura, T. (2007). The influence of people's culture and prior experiences with Aibo on their attitude towards robots. *Ai & Society*, *21*(1-2), 217-230.

Bartneck, C., Nomura, T., Kanda, T., Suzuki, T., Kato, K. (2005). A cross-cultural study on attitudes towards robots. In *Proceedings of the HCI International 2005, Las Vegas*. Lawrence Erlbaum Associates.

Bartneck, C., Forlizzi, J. (2004, September). A design-centred framework for social human-robot interaction. In *RO-MAN 2004. 13th IEEE international workshop on robot and human interactive communication (IEEE Catalog No. 04TH8759)* (pp. 591-594). IEEE.

Bartneck, C., Reichenbach, J., van Breemen, A. J. N. (2004). In your face, robot! The influence of a character's embodiment on how users perceive its emotional expressions. In *Proceedings of the Fourth Design and Emotion Conference, July 12-14, 2004, Ankara, Turkey*.

Beauchamp, T. L., Childress, J. F. (2001). *Principles of biomedical ethics*. Oxford University Press, USA.

Bechade, L., Dubuisson-Duplessis, G., Pittaro, G., Garcia, M., Devillers, L. (2019). Towards metrics of evaluation of pepper robot as a social companion for the elderly. In *Advanced Social Interaction with Agents* (pp. 89-101). Springer, Cham.

Bedaf, S., Gelderblom, G. J., de Witte, L. (2015). Overview and categorization of robots supporting independent living of elderly people: what activities do they support and how far have they developed. Assistive Technology, *27*(2), 88-100.

Bedaf, S., Gelderblom, G. J., de Witte, L., Syrdal, D., Lehmann, H., Amirabdollahian, F., ... & Hewson, D. (2013, June). Selecting services for a service robot: Evaluating the problematic activities threatening the independence of elderly persons. In *2013 IEEE 13th International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR)* (pp. 1-6). IEEE.

Beer, J. M., Prakash, A., Smarr, C. A., Chen, T. L., Hawkins, K., Nguyen, H., ... & Rogers, W. A. (2017). Older users' acceptance of an assistive robot: Attitudinal changes following brief exposure. *Gerontechnology: international journal on the fundamental aspects of technology to serve the ageing society*, *16*(1), 21.

Beer, J. M., Smarr, C. A., Chen, T. L., Prakash, A., Mitzner, T. L., Kemp, C. C., & Rogers, W. A. (2012, March). The domesticated robot: design guidelines for assisting older adults to age in place. In *Proceedings of the seventh annual ACM/IEEE international conference on Human-Robot Interaction* (pp. 335-342).

Beer, J. M., Prakash, A., Mitzner, T. L., Rogers, W. A. (2011). *Understanding robot acceptance*. Georgia Institute of Technology.

Bemelmans, R., Gelderblom, G. J., Jonker, P., & De Witte, L. (2012). Socially assistive robots in elderly care: A systematic review into effects and effectiveness. *Journal of the American Medical Directors Association*, *13*(2), 114-120.

Bemelmans, R., Gelderblom, G. J., Jonker, P., & de Witte, L. (2010, June). The potential of socially assistive robotics in care for elderly, a systematic review. In *International Conference on Human-Robot Personal Relationship* (pp. 83-89). Springer, Berlin, Heidelberg.

Benyon, D. (2014). *Spaces of Interaction, Places for Experience: Places for Experience*. Morgan & Claypool.

Benyon, D. (2010). *Designing Interactive Systems: HCI and Interaction Design*. Addison-Wesley, Essex.

Beringer, R., Sixsmith, A., Campo, M., Brown, J., McCloskey, R. (2011, June). The "acceptance" of ambient assisted living: Developing an alternate methodology to this limited research lens. In *International Conference on Smart Homes and Health Telematics* (pp. 161-167). Springer, Berlin, Heidelberg.

Bethel, C. L., Murphy, R. R. (2010). Review of human studies methods in HRI and recommendations. *International Journal of Social Robotics*, *2*(4), 347-359.

Bethel, C. L., Murphy, R. R. (2009). Use of Large Sample Sizes and Multiple Evaluation Methods in Human-Robot Interaction Experimentation. In *AAAI Spring Symposium: Experimental Design for Real-World Systems* (pp. 9-16).

Bickmore, T. W. (2003). *Relational Agents: Effecting Change through Human-Computer Relationships*. Massachusetts Institute of Technology. Ph.D. Thesis.

Bickmore, T. W., Caruso, L., Clough-Gorr, K. (2005, April). Acceptance and usability of a relational agent interface by urban older adults. In *CHI'05 extended abstracts on Human factors in computing systems* (pp. 1212-1215).

Boden, M., Bryson, J., Caldwell, D., Dautenhahn, K., Edwards, L., Kember, S., ... & Sorrell, T. (2017). Principles of robotics: regulating robots in the real world. *Connection Science*, *29*(2), 124-129.

Bohren, J., Rusu, R. B., Jones, E. G., Marder-Eppstein, E., Pantofaru, C., Wise, M., ... & Holzer, S. (2011, May). Towards autonomous robotic butlers: Lessons learned with the PR2. In *2011 IEEE International Conference on Robotics and Automation* (pp. 5568-5575). IEEE.

Bouma, H., Fozard, J. L., Harrington, T. L., Koster, W. G. (2000). Overview of the field. In *Gerontechnology: why and how* (pp. 7-36). Shaker-Verlag.

Brave, S., Nass, C., Hutchinson, K. (2005). Computers that care: investigating the effects of orientation of emotion exhibited by an embodied computer agent. *International journal of human-computer studies*, *62*(2), 161-178.

Breazeal, C. (2000). *Sociable machines: expressive social exchange between humans and robots*. Department of Electrical Engineering and Computer Science, Boston, MA, MIT.

Breazeal, C. (2002a). Designing sociable machines. In *Socially intelligent agents* (pp. 149-156). Springer, Boston, MA.

Breazeal, C. (2002b). *Designing Sociable Robots*. MIT Press, Cambridge, MA.
Breazeal, C. (2003a). Emotion and sociable humanoid robots. *International journal of human-computer studies*, *59*(1-2), 119-155.
Breazeal, C. (2003b). Toward sociable robots. *Robotics and autonomous systems*, *42*(3-4), 167-175.
Breazeal, C., Scassellati, B. (2002). Challenges in building robots that imitate people. In *Imitation in animals and artifacts* (pp. 363-390).
Breazeal, C., Aryananda, L. (2002). Recognition of affective communicative intent in robot-directed speech. *Autonomous robots*, *12*(1), 83-104.
Breazeal, C., Scassellati, B. (2000). Infant-like social interactions between a robot and a human caregiver. *Adaptive Behavior*, *8*(1), 49-74.
Breazeal, C., Scassellati, B. (1999, October). How to build robots that make friends and influence people. In *Proceedings 1999 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. Human and Environment Friendly Robots with High Intelligence and Emotional Quotients (Cat. No. 99CH36289)* (Vol. 2, pp. 858-863). IEEE.
Brennan, K. A., Clark, C. L., Shaver, P. R. (1998). Self-report measurement of adult attachment: an integrative overview. In *Attachment Theory and Close Relationships*, 46–76. Guilford Press, New York.
Bridge, C. E. (2005). *Computational case-based redesign for people with ability impairment: Rethinking, reuse and redesign learning for home modification practice*. University of Sidney.
Bridger, R. (2018). *Introduction to human factors and ergonomics*. CRC Press.
Brischetto, A. (2018). Dallo User-Centred Design allo Human-Centred Design e alla User Experience. In Tosi, F. (2018). *Ergonomia & Design. Design per l'Ergonomia*. FrancoAngeli, Milano.
Broadbent, E., Tamagawa, R., Patience, A., Knock, B., Kerse, N., Day, K., MacDonald, B. A. (2012). Attitudes towards health-care robots in a retirement village. *Australasian journal on ageing*, *31*(2), 115-120.
Broadbent, E., Kuo, I. H., Lee, Y. I., Rabindran, J., Kerse, N., Stafford, R., MacDonald, B. A. (2010). Attitudes and reactions to a healthcare robot. *Telemedicine and e-Health*, *16*(5), 608-613.
Broadbent, E., Stafford, R., MacDonald, B. (2009). Acceptance of healthcare robots for the older population: Review and future directions. *International journal of social robotics*, *1*(4), 319.
Broadbent, E., MacDonald, B., Jago, L., Juergens, M., Mazharullah, O. (2007). Human reactions to good and bad robots. In *2007 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems* (pp. 3703-3708). IEEE.
Broekens, J., Heerink, M., & Rosendal, H. (2009). Assistive social robots in elderly care: a review. *Gerontechnology*, *8*(2), 94-103.
Brooke, J. (1996). SUS: a quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189.
Brooks, R. A. (2014). How to build complete creatures rather than isolated cognitive simulators. In *Architectures for intelligence* (pp. 239-254). Psychology Press.
Bryson, J., Caldwell, D., Dautenhahn, K., Edwards, L., Kember, S., Newman, P., ... & Wallis, M. (2017). Principles of robotics: regulating robots in the real world. *Connection Science*, *29*(2).
Buchanan, R. (2001). Human dignity and human rights: Thoughts on the principles of human-centered design. *Design issues*, *17*(3), 35-39.
Buckley, K. M., Tran, B. Q., & Prandoni, C. M. (2004). Receptiveness, use and acceptance of telehealth by caregivers of stroke patients in the home. *Online J Issues Nurs*, *9*(3), 9.
Cacioppo, J. T., Patrick, W. (2008). *Loneliness: Human nature and the need for social connection*. WW Norton & Company.
Caleb-Solly, P., Dogramadzi, S., Ellender, D., Fear, T., Heuvel, H. V. D. (2014, March). A mixed-method approach to evoke creative and holistic thinking about robots in a home environment. In *Proceedings of the 2014 ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction* (pp. 374-381).
Cameron, D., Fernando, S., Collins, E., Millings, A., Moore, R., Sharkey, A., ... & Prescott, T. (2015, January). Presence of life-like robot expressions influences children's enjoyment of human-robot interactions in the field. In *Proceedings of the AISB Convention 2015*. The Society for the Study of Artificial Intelligence and Simulation of Behaviour.

Campbell, H., Hotchkiss, R., Bradshaw, N., Porteous, M. (1998). Integrated care pathways. *Bmj*, *316*(7125), 133-137.

Čapek, K. (1921, 2001). *R.U.R. Rossum's Universal Robots*. Dover Publications, New York.

Capezuti, E., Boltz, M., Renz, S., Hoffman, D., Norman, R. G. (2006). Nursing home involuntary relocation: clinical outcomes and perceptions of residents and families. *Journal of the American Medical Directors Association*, *7*(8), 486-492.

Caplan, S. (1990). Using focus group methodology for ergonomic design. *Ergonomics*, *33*(5), 527-533.

Carnemolla, P. (2018). Ageing in place and the internet of things-how smart home technologies, the built environment and caregiving intersect. *Visualization in Engineering*, *6*(1), 1-16.

Carroll, J. M. (2004). Beyond fun. *interactions*, *11*(5), 38-40.

Carroll, J. M. (2000). *Making use: scenario-based design of human-computer interactions*. MIT press.

Casey, D., Felzmann, H., Pegman, G., Kouroupetroglou, C., Murphy, K., Koumpis, A., Whelan, S. (2016, July). What people with dementia want: designing MARIO an acceptable robot companion. In *International conference on computers helping people with special needs* (pp. 318-325). Springer, Cham.

Cavallo, F., Esposito, R., Limosani, R., Manzi, A., Bevilacqua, R., Felici, E., ... & Dario, P. (2018). Acceptance of Robot-Era system: results of robotic services in smart environments with older adults. *Journal of medical Internet research*.

Cavallo, F., Esposito, R., Limosani, R., Manzi, A., Bevilacqua, R., Felici, E., ... & Dario, P. (2018). Robotic services acceptance in smart environments with older adults: user satisfaction and acceptability study. *Journal of medical Internet research*, *20*(9), e264.

Cayton, H. (2006). From childhood to childhood? Autonomy and dependence through the ages of life. *Dementia mind, meaning, and the person*, 277.

Cesta, A., Cortellessa, G., Orlandini, A., Tiberio, L. (2016). Long-Term evaluation of a telepresence robot for the elderly: methodology and ecological case study. *International Journal of Social Robotics*, *3*(8), 421-441.

Cesta, A., Cortellessa, G., Giuliani, V., Pecora, F., Scopelliti, M., Tiberio, L. (2007). Psychological implications of domestic assistive technology for the elderly. *PsychNology Journal*, *5*(3), 229-252.

Cetina, K. K. (1997). Sociality with objects: Social relations in postsocial knowledge societies. *Theory, culture & society*, *14*(4), 1-30.

Chapman, J. (2005). *Emotionally durable design: objects, experiences and empathy*. Earthscan, London.

Charmaz, K. (2014). *Constructing grounded theory*. Sage, Thousand Oaks.

Chen, K., Chan, A. H. (2014a). Predictors of gerontechnology acceptance by older Hong Kong Chinese. *Technovation*, *34*(2), 126-135.

Chen, K., Chan, A. H. (2014b). Gerontechnology acceptance by elderly Hong Kong Chinese: a senior technology acceptance model (STAM). *Ergonomics*, *57*(5), 635-652.

Cheong, Y., Shehab, R. L., & Ling, C. (2013). Effects of age and psychomotor ability on kinematics of mouse-mediated aiming movement. *Ergonomics*, *56*(6), 1006-1020.

Chłoń-Domińczak, A., Kotowska, I. E., Kurkiewicz, J., Abramowska-Kmon, A., Stonawski, M. (2014). Population ageing in Europe: facts, implications and policies. *Brussels: European Commission*.

Christaller, T., Mock, M., Datteri, E., Laschi, C., Salvini, P., Tamburrini, G., ... & Warwick, K. (2006). Deliverable D1: analysis of the state of the art in emerging technologies for the integration of human and artificial entities. *ETHICBOTS, Project funded by the European Community as Coordination Action Contract SAS*, *6*.

Chung, E. S., Hong, J. I., Lin, J., Prabaker, M. K., Landay, J. A., Liu, A. L. (2004, August). Development and evaluation of emerging design patterns for ubiquitous computing. In *Proceedings of the 5th conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques* (pp. 233-242).

Clark, N. K., Rutter, D. R. (1985). Social categorization, visual cues, and social judgements. *European Journal of Social Psychology*, *15*(1), 105-119.

Clarkson, E., Arkin, R. C. (2007, May). Applying Heuristic Evaluation to Human-Robot Interaction Systems. In *Flairs Conference* (pp. 44-49).

Coleman, R., Keates, S., Lebbon, C. (2003). *Inclusive Design: Design for the Whole Population*. Springer Science & Business Media.

Clotet, E., Martínez, D., Moreno, J., Tresanchez, M., Palacín, J. (2015). Development of a high mobility Assistant Personal Robot for home operation. In *Ambient Intelligence-Software and Applications* (pp. 65-73). Springer, Cham.

Cody-Allen, E., Kishore, R. (2006, April). An extension of the UTAUT model with e-quality, trust, and satisfaction constructs. In *Proceedings of the 2006 ACM SIGMIS CPR conference on computer personnel research: Forty-four years of computer personnel research: achievements, challenges & the future* (pp. 82-89).

Cook, A. M., Polgar, J. M. (2014). *Assistive technologies-e-book: principles and practice*. Elsevier Health Sciences.

Cooper, A. (2004). *The inmates are running the asylum: why high-tech products drive us crazy and how to restore the sanity* (Vol. 2). SAMS, Macmillan, Indianapolis.

Cooper, A. (1999). *The inmates are running the asylum.* SAMS, Macmillan, Indianapolis.

Coradeschi, S., Cesta, A., Cortellessa, G., Coraci, L., Galindo, C., Gonzalez, J., ... & Loutfi, A. (2014). GiraffPlus: a system for monitoring activities and physiological parameters and promoting social interaction for elderly. In *Human-Computer Systems Interaction: Backgrounds and Applications 3* (pp. 261-271). Springer, Cham.

Corr, P. J., Matthews, G. (Eds.). (2009). *The Cambridge handbook of personality psychology* (pp. 748-763). Cambridge University Press, New York.

Cortellessa, G., Scopelliti, M., Tiberio, L., Svedberg, G. K., Loutfi, A., Pecora, F. (2008, November). A Cross-Cultural Evaluation of Domestic Assistive Robots. In *AAAI Fall Symposium: AI in Eldercare: New Solutions to Old Problems* (pp. 24-31).

Cramer, H., Goddijn, J., Wielinga, B., Evers, V. (2010, March). Effects of (in) accurate empathy and situational valence on attitudes towards robots. In *2010 5th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 141-142). IEEE.

Currie, M., Philip, L. J., Roberts, A. (2015). Attitudes towards the use and acceptance of eHealth technologies: a case study of older adults living with chronic pain and implications for rural healthcare. *BMC health services research*, *15*(1), 1-12.

Curtis, L., Edwards, C., Fraser, K. L., Gudelsky, S., Holmquist, J., Thornton, K., Sweetser, K. D. (2010). Adoption of social media for public relations by nonprofit organizations. *Public relations review*, *36*(1), 90-92.

Cutchin, M. P. (2004). Using Deweyan philosophy to rename and reframe adaptation-to-environment. *American Journal of Occupational Therapy*, *58*(3), 303-312.

Czaja, S. J., Boot, W. R., Charness, N., Rogers, W. A. (2019). *Designing for older adults: Principles and creative human factors approaches*. CRC press.

Czaja, S. J., Charness, N., Fisk, A. D., Hertzog, C., Nair, S. N., Rogers, W. A., Sharit, J. (2006). Factors predicting the use of technology: findings from the Center for Research and Education on Aging and Technology Enhancement (CREATE). *Psychology and aging*, *21*(2), 333.

Dario, P., Guglielmelli, E., Laschi, C., Teti, G. (1999). MOVAID: a personal robot in everyday life of disabled and elderly people. *Technology and Disability*, *10*(2), 77-93.

Dautenhahn, K. (2013). Human-robot interaction. In Soegaard, M., Dam, R.F. (eds.) *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2nd Ed*. The Interaction Design Foundation, Denmark. Retrieved from: http://www.interaction-design.org/encyclopedia/human-robot_interaction.html [07/05/2020].

Dautenhahn, K. (2007). Socially intelligent robots: dimensions of human–robot interaction. *Philosophical transactions of the royal society B: Biological sciences*, *362*(1480), 679-704.

Dautenhahn, K. (2002, September). Design spaces and niche spaces of believable social robots. In *Proceedings. 11th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication* (pp. 192-197). IEEE.

Dautenhahn, K. (1998). The art of designing socially intelligent agents: Science, fiction, and the human in the loop. *Applied artificial intelligence*, *12*(7-8), 573-617.

Dautenhahn, K., Walters, M., Woods, S., Koay, K. L., Nehaniv, C. L., Sisbot, A., ... & Siméon, T. (2006, March). How may I serve you? A robot companion approaching a seated person in a helping context. In *Proceedings of the 1st ACM SIGCHI/SIGART conference on Human-robot interaction* (pp. 172-179).

Dautenhahn, K., Woods, S., Kaouri, C., Walters, M. L., Koay, K. L., Werry, I. (2005, August). What is a robot companion-friend, assistant or butler? In *2005 IEEE/RSJ international conference on intelligent robots and systems* (pp. 1192-1197). IEEE.

Dautenhahn, K., Werry, I. (2002, September). A quantitative technique for analysing robot-human interactions. In *IEEE/RSJ international conference on intelligent robots and systems* (Vol. 2, pp. 1132-1138). IEEE.

Dautenhahn, K., Billard, A. (1999, April). Bringing up robots or—the psychology of socially intelligent robots: from theory to implementation. In *Proceedings of the third annual conference on Autonomous Agents* (pp. 366-367).

Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, *13*(3), 319-340.

Davis, F. D., Bagozzi, R. P., Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Management science*, *35*(8), 982-1003.

De Graaf, M. M. (2015). *Living with robots: investigating the user acceptance of social robots in domestic environments*. Universiteit Twente.

De Graaf, M. M., Allouch, S. B., van Dijk, J. A. (2016). Long-term evaluation of a social robot in real homes. *Interaction studies*, *17*(3), 462-491.

De Graaf, M. M., Allouch, S. B. (2013). Exploring influencing variables for the acceptance of social robots. *Robotics and Autonomous Systems*, *61*(12), 1476-1486.

De Ruyter, B., Saini, P., Markopoulos, P., Van Breemen, A. (2005). Assessing the effects of building social intelligence in a robotic interface for the home. *Interacting with computers*, *17*(5), 522-541.

Dennett, D. (1978). *The Intentional Stance*. MIT Press, Cambridge, MA.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., Nacke, L. (2011, September). From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments* (pp. 9-15).

Deutsch, I., Erel, H., Paz, M., Hoffman, G., Zuckerman, O. (2019). Home robotic devices for older adults: Opportunities and concerns. *Computers in Human Behavior*, *98*, 122-133.

Di Nuovo, A., Broz, F., Wang, N., Belpaeme, T., Cangelosi, A., Jones, R., ... & Dario, P. (2018). The multi-modal interface of Robot-Era multi-robot services tailored for the elderly. *Intelligent Service Robotics*, *11*(1), 109-126.

Díaz-Oreiro, I., López, G., Quesada, L., Guerrero, L. A. (2019). Standardized Questionnaires for User Experience Evaluation: A Systematic Literature Review. In *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings*, *31*(1), 14.

Diener, E. (2009). Subjective well-being. In *The science of well-being* (pp. 11-58). Springer, Dordrecht.

Dillon, A. (2001) User Acceptance of Information Technology. In: W. Karwowski (ed). Encyclopedia of Human Factors and Ergonomics. London: Taylor and Francis.

DiSalvo, C. F., Gemperle, F., Forlizzi, J., Kiesler, S. (2002, June). All robots are not created equal: the design and perception of humanoid robot heads. In *Proceedings of the 4th conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques* (pp. 321-326).

Divo, M. J., Martinez, C. H., Mannino, D. M. (2014). Ageing and the epidemiology of multimorbidity. *The European respiratory journal*, *44*(4), 1055.

Dominey, P. F., Paléologue, V., Pandey, A. K., & Ventre-Dominey, J. (2017, September). Improving quality of life with a narrative companion. In *2017 26th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)* (pp. 127-134). IEEE.

Draper, S. W. (1999): Analysing fun as a candidate software requirement. Personal Technology, Vol. 3, S. 1 – 6.

Dryer, D. C. (1999). Getting personal with computers: how to design personalities for agents. *Applied artificial intelligence*, *13*(3), 273-295.

Duffy, B. R. (2003). Anthropomorphism and the social robot. *Robotics and autonomous systems*, *42*(3-4), 177-190.

Dyck, I., Kontos, P., Angus, J., McKeever, P. (2005). The home as a site for long-term care: meanings and management of bodies and spaces. *Health & place*, *11*(2), 173-185.

Eckert, J. K., Morgan, L. A., Swamy, N. (2004). Preferences for receipt of care among community-dwelling adults. *Journal of aging & social policy*, *16*(2), 49-65.

Eftring, H., Frennert, S. (2016). Designing a social and assistive robot for seniors. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, *49*(4), 274-281.

Ekman, P., Friesen, W. V. (1971). Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of personality and social psychology*, *17*(2), 124.

Elmes, D. G., Kantowitz, B. H., Roediger, H. L. (2006). *Research methods in psychology*. Thompson Wadsworth, California.

Ennis, A., Rafferty, J., Synnott, J., Cleland, I., Nugent, C., Selby, A., ... & Masci, G. (2017, November). A smart cabinet and voice assistant to support independence in older adults. In *International Conference on Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence* (pp. 466-472). Springer, Cham.

EPSRC. (2011). *Principles of Robotics*. EPSRC and AHRC Robotics Joint Meeting. Engineering and Physical Sciences Research Council, UK. Retrieved from https://epsrc.ukri.org/research/ourportfolio/themes/engineering/activities/principlesofrobotics/ [11/05/2020].

Esposito, R., Fiorini, L., Limosani, R., Bonaccorsi, M., Manzi, A., Cavallo, F., Dario, P. (2016). Supporting active and healthy aging with advanced robotics integrated in smart environment. In *Optimizing assistive technologies for aging populations* (pp. 46-77). IGI Global.

Esposito, R., Fracasso, F., Limosani, R., D'Onofrio, G., Sancarlo, D., Cortellessa, G., ... & Cavallo, F. (2018). Engagement during Interaction with Assistive Robots. *Neuropsychiatry (London)*, *8*(6), 1736-1744.

European Commission. (2015). Special Eurobarometer 427: Autonomous systems. *Report*. Brussels.

European Commission. (2013). Implementing an Action Plan for Design-Driven Innovation. *EU Commission staff working document*, Brussels.

European Commission. (2011). Design as a driver of user-centred innovation. In European Commission, *Commission Staff Working Document*, Brussels.

European Innovation Partnership on Active and Healthy Ageing. (2012). *Action plan on prevention and early diagnosis of frailty and functional decline, both physical and cognitive in older people*. European Union, Brussels.

European Research Council. (2017). *ERC Panel Structure 2017* (PDF). Retrieved from https://erc.europa.eu [19/06/2020].

European Parliament. (2000). *Charter of fundamental rights of the European Union*. Office for Official Publications of the European Communities, Brussels.

Eurostat. (2019). Population structure and ageing. Statistic explained. (PDF). Retrieved from https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php title=Population_structure_and_ageing&oldid=445196 [22/11/2019].

Evans, I. M., Salisbury, C. L., Palombaro, M. M., Berryman, J., & Hollowood, T. M. (1992). Peer interactions and social acceptance of elementary-age children with severe disabilities in an inclusive school. *Journal of the Association for Persons with Severe Handicaps*, *17*(4), 205-212.

Ezer, N. (2008). *Is a robot an appliance, teammate, or friend? Age-related differences in expectations of and attitudes toward personal home-based robots* (Doctoral dissertation, Georgia Institute of Technology).

Ezer, N., Fisk, A. D., Rogers, W. A. (2009, July). Attitudinal and intentional acceptance of domestic robots by younger and older adults. In *International conference on universal access in human-computer interaction* (pp. 39-48). Springer, Berlin, Heidelberg.

Ezer, N., Fisk, A. D., Rogers, W. A. (2009, October). More than a servant: Self-reported willingness of younger and older adults to having a robot perform interactive and critical tasks in the home.

In *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting* (Vol. 53, No. 2, pp. 136-140). Sage, Los Angeles, CA.

Farage, M. A., Miller, K. W., Ajayi, F., Hutchins, D. (2012). Design principles to accommodate older adults. *Global journal of health science*, *4*(2), 2.

Farina, N., Page, T. E., Daley, S., Brown, A., Bowling, A., Basset, T., ... & Banerjee, S. (2017). Factors associated with the quality of life of family carers of people with dementia: A systematic review. *Alzheimer's & Dementia*, *13*(5), 572-581.

Fasola, J., Mataric, M. J. (2012). Using socially assistive human–robot interaction to motivate physical exercise for older adults. *Proceedings of the IEEE*, *100*(8), 2512-2526.

Feil-Seifer, D., Matarić, M. J. (2011). Socially assistive robotics. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, *18*(1), 24-31.

Feil-Seifer, D., Matarić, M. J. (2009). Human Robot Interaction. Encyclopedia of complexity and systems science, 80.

Feil-Seifer, D., Matarić, M. J. (2005, June). Defining socially assistive robotics. In *9th International Conference on Rehabilitation Robotics - ICORR 2005*. (pp. 465-468). IEEE.

Feingold Polak, R., Elishay, A., Shachar, Y., Stein, M., Edan, Y., Levy Tzedek, S. (2018, March). Differences between young and old users when interacting with a humanoid robot: a qualitative usability study. In *Companion of the 2018 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction* (pp. 107-108).

Ferrari, F., Paladino, M. P., Jetten, J. (2016). Blurring human–machine distinctions: anthropomorphic appearance in social robots as a threat to human distinctiveness. *International Journal of Social Robotics*, *8*(2), 287-302.

Fine, A. H. (Ed.). (2019). *Handbook on animal-assisted therapy: Foundations and guidelines for animal-assisted interventions*. Academic press.

Fischer, K., Lohan, K., Saunders, J., Nehaniv, C., Wrede, B., Rohlfing, K. (2013, May). The impact of the contingency of robot feedback on HRI. In *2013 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS)* (pp. 210-217). IEEE.

Fischinger, D., Einramhof, P., Papoutsakis, K., Wohlkinger, W., Mayer, P., Panek, P., ... & Vincze, M. (2016). Hobbit, a care robot supporting independent living at home: First prototype and lessons learned. *Robotics and Autonomous Systems*, *75*, 60-78.

Fishbein, M., Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behavior: an introduction to theory and research*. Addison-Wesley, Boston.

Fisk, D., Rogers, W., Charness, N., Czaja, S., Sharit, J. (2009). *Designing for older adults: Principles and creative human factors approaches* (2nd ed.). CRC Press, Boca Raton, FL.

Flandorfer, P. (2012). Population ageing and socially assistive robots for elderly persons: the importance of sociodemographic factors for user acceptance. *International Journal of Population Research*.

Folstein, M. F., Folstein, S. E., McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of psychiatric research*, *12*(3), 189-198.

Fong, T., Nourbakhsh, I., Dautenhahn, K. (2003). A survey of socially interactive robots. *Robotics and autonomous systems*, *42*(3-4), 143-166.

Forlizzi, J. (2007, March). How robotic products become social products: an ethnographic study of cleaning in the home. In *2007 2nd ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 129-136). IEEE.

Forlizzi, J. (2005). Robotic products to assist the aging population. *interactions*, *12*(2), 16-18.

Forlizzi, J., DiSalvo, C. (2006, March). Service robots in the domestic environment: a study of the roomba vacuum in the home. In *Proceedings of the 1st ACM SIGCHI/SIGART conference on Human-robot interaction* (pp. 258-265).

Forlizzi, J., DiSalvo, C., Gemperle, F. (2004). Assistive robotics and an ecology of elders living independently in their homes. *Human-Computer Interaction*, *19*(1-2), 25-59.

Frennert, S., Eftring, H., Östlund, B. (2013, October). What older people expect of robots: A mixed methods approach. In *International conference on social robotics* (pp. 19-29). Springer, Cham.

Friedman, A. (2002). *The adaptable house*. McGraw-Hill, New York.
Friedman, B., Kahn Jr, P. H. (2002). Human values, ethics, and design. In *The human-computer interaction handbook* (pp. 1209-1233). CRC Press, Boca Raton, FL.
Frost & Sullivan. (2016). *Role of Mobile Computing Applications in Supporting Integrated Care in Western Europe*. Frost & Sullivan, Mountain View. Retrieved from http://cds.frost.com/p/166839/#!/ppt/c?id=MC3A-01-00-00-00 [16/11/2019].
Fujita, M. (2004). On activating human communications with pet-type robot AIBO. *Proceedings of the IEEE*, *92*(11), 1804-1813.
Fulmer, I. S., Barry, B., Long, D. A. (2009). Lying and smiling: informational and emotional deception in negotiation. *Journal of Business Ethics*, *88*(4), 691-709.
Galvan, J. M. (2003). On technoethics. *IEEE-RAS Magazine*, *10*(4), 58-63.
Gammonley, J., Yates, J. (1991). Pet projects: Animal assisted therapy in nursing homes. *Journal of gerontological nursing*, *17*(1), 12-15.
Garrett, J. J. (2010). *Elements of user experience, the: user-centered design for the web and beyond*. Pearson Education, London.
Gasson, S. (2003). Human-centered vs. user-centered approaches to information system design. *Journal of Information Technology Theory and Application (JITTA)*, *5*(2), 5.
Gaul, S., Wilkowska, W., Ziefle, M. (2010) Accounting for User Diversity in the Acceptance of Medical Assistive Technologies. In *Proceedings of the 3rd International ICST Conference on Electronic Healthcare for the 21st Century*. Casablanca, Morocco.
Genet, N., Boerma, W., Kroneman, M., Hutchinson, A., Saltman, R.B. (2012). Home Care across Europe. Current structure and future challenges. *Observatory Studies Series*, *27*.
Gerłowska, J., Skrobas, U., Grabowska-Aleksandrowicz, K., Korchut, A., Szklener, S., Szczęśniak-Stańczyk, D., ... & Rejdak, K. (2018). Assessment of perceived attractiveness, usability, and societal impact of a multimodal robotic assistant for aging patients with memory impairments. *Frontiers in neurology*, *9*, 392.
Giacomin, J. (2014). What is human centred design? *The Design Journal*, *17*(4), 606-623.
Gibler, K. M., Lumpkin, J. R., Moschis, G. P. (1997). Mature consumer awareness and attitudes toward retirement housing and long-term care alternatives. *Journal of Consumer Affairs*, *31*(1), 113-138.
Gilleard, C., Hyde, M., Higgs, P. (2007). The impact of age, place, aging in place, and attachment to place on the well-being of the over 50s in England. *Research on aging*, *29*(6), 590-605.
Gitlin, L. N. (2003). Conducting research on home environments: Lessons learned and new directions. *The Gerontologist*, *43*(5), 628-637.
Giuliani, M. V., Scopelliti, M., Fornara, F. (2005). Coping strategies and technology in later life. *Companions: Hard Problems and Open Challenges in Robot-Human Interaction*, 46.
Giuliani, M. V., Scopelliti, M., Fornara, F. (2005, August). Elderly people at home: technological help in everyday activities. In *ROMAN 2005. IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, 2005.* (pp. 365-370). IEEE.
Glaser, B. G., Strauss, A. L., Strutzel, E. (1967). *The discovery of Grounded Theory: strategies for qualitative research*. Aldine De Gruyter, New York.
Glende, S., Conrad, I., Krezdorn, L., Klemcke, S., Krätzel, C. (2016). Increasing the acceptance of assistive robots for older people through marketing strategies based on stakeholder needs. *International Journal of Social Robotics*, *8*(3), 355-369.
Goertzel, B., Mossbridge, J., Monroe, E., Hanson, D., Yu, G. (2017). Humanoid Robots as Agents of Human Consciousness Expansion. *arXiv*, arXiv-1709.
Goetz, J., Kiesler, S., Powers, A. (2003, November). Matching robot appearance and behavior to tasks to improve human-robot cooperation. In *The 12th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, 2003. Proceedings. ROMAN 2003.* (pp. 55-60). IEEE.
Golant, S. M. (2015). *Aging in the right place*. HPP, Health Professions Press, New York.
Gomez, M. I., García-Sánchez, I., Carta, A., Antunes, J. P. (2013). A Collection of Good Practices That Support the Prevention and Early Diagnosis of Frailty and Functional Decline, Both Physically and Cognitive. *Older People*.

Gonnot, A., Michel, C., Marty, J. C., Cordier, A. (2019, May). Social Robots in Collaborative Learning: Consequences of the Design on Students' Perception. In *11th International Conference on Computer Supported Education, May 2019, Heraklion, Greece*.

Goodrich, M. A., Schultz, A. C. (2008). Human–robot interaction: a survey. *Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction*, *1*(3), 203-275.

Goudey, A., Bonnin, G. (2016). Must smart objects look human? Study of the impact of anthropomorphism on the acceptance of companion robots. *Recherche et Applications en Marketing (English Edition)*, *31*(2), 2-20.

Graf, B., Reiser, U., Hägele, M., Mauz, K., Klein, P. (2009, November). Robotic home assistant Care-O-bot® 3-product vision and innovation platform. In *2009 IEEE Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts* (pp. 139-144). IEEE.

Graf, B., Hans, M., Schraft, R. D. (2004). Care-O-bot II—Development of a next generation robotic home assistant. *Autonomous robots*, *16*(2), 193-205.

Granulo, A., Fuchs, C., Puntoni, S. (2019). Psychological reactions to human versus robotic job replacement. *Nature human behaviour*, *3*(10), 1062-1069.

Greenhalgh, T., Procter, R., Wherton, J., Sugarhood, P., Hinder, S., Rouncefield, M. (2015). What is quality in assisted living technology? The ARCHIE framework for effective telehealth and telecare services. *BMC medicine*, *13*(1), 91.

Gresham, F. M., Elliott, S. N., Vance, M. J., Cook, C. R. (2011). Comparability of the Social Skills Rating System to the Social Skills Improvement System: content and psychometric comparisons across elementary and secondary age levels. *School Psychology Quarterly*, *26*(1), 27.

Gross, H. M., Scheidig, A., Müller, S., Schütz, B., Fricke, C., Meyer, S. (2019, May). Living with a Mobile Companion Robot in your Own Apartment-Final Implementation and Results of a 20-Weeks Field Study with 20 Seniors. In *2019 International Conference on Robotics and Automation (ICRA)* (pp. 2253-2259). IEEE.

Guizzo, E. (2017). Robosoft unveils kompai robot to assist elderly, Disabled. *IEEE Spectrum Online. (March 9, 2010).*

Guizzo, E. (2015). Jibo is as good as social robots get. But is that good enough. *IEEE spectrum. Posted*, *16*, 03.

Guizzo, E. (2011). Robots with their heads in the clouds. *IEEE Spectrum*, *48*(3), 16-18.

Gurley, K., Norcio, A. F. (2009, July). A systematic review of technologies designed to improve and assist cognitive decline for both the current and future aging populations. In *International Conference on Internationalization, Design and Global Development* (pp. 156-163). Springer, Berlin, Heidelberg.

Hamada, T., Okubo, H., Inoue, K., Maruyama, J., Onari, H., Kagawa, Y., & Hashimoto, T. (2008, August). Robot therapy as for recreation for elderly people with dementia-Game recreation using a pet-type robot. In *RO-MAN 2008-The 17th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (pp. 174-179). IEEE.

Hamada, T., Hashimoto, T., Akazawa, T., Matsumoto, Y., & Kagawa, Y. (2004, September). Trial of robot therapy in elderly people using a pet-type robot. In *SCIS & ISIS*, *2004*.

Hancock, P. A., Billings, D. R., Oleson, K. E., Chen, J. Y., De Visser, E., Parasuraman, R. (2011). *A meta-analysis of factors influencing the development of human-robot trust* (No. ARL-TR-5857). Army Research Lab Aberdeen proving ground MD Human Research and Engineering Directorate.

Haring, K. S., Mougenot, C., Ono, F., Watanabe, K. (2014). Cultural differences in perception and attitude towards robots. *International Journal of Affective Engineering*, *13*(3), 149-157.

Harnad, S. (1989). Minds, machines and Searle. *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*, *1*(1), 5-25.

Hartson, R., Pyla, P. S. (2012). *The UX Book: Process and guidelines for ensuring a quality user experience*. Elsevier.

Haslett, B. (1990). Social class, social status and communicative behavior. *Handbook of language and social psychology*, 329-344.

Hassenzahl, M. (2013). User experience and experience design. *The encyclopedia of human-computer interaction*, *2*.

Hassenzahl, M. (2001). The effect of perceived hedonic quality on product appealingness. *International Journal of Human-Computer Interaction*, *13*(4), 481-499.

Hassenzahl, M., Roto, V. (2007). Being and doing: a perspective on user experience and its measurement. *Interfaces*,*72*, 10-12.

Hassenzahl, M., Tractinsky, N. (2006). User experience-a research agenda. *Behaviour & information technology*, *25*(2), 91-97.

Hassenzahl, M., Burmester, M., Koller, F. (2003). AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität. In *Mensch & computer 2003* (pp. 187-196). Springer, Verlag.

Hassenzahl, M., Platz, A., Burmester, M., Lehner, K. (2000, April). Hedonic and ergonomic quality aspects determine a software's appeal. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 201-208).

Hatscher, M. (2001). Joy of use - Determinanten der Freude bei der Software-Nutzung. In *Mensch & Computer 2001* (pp. 445-446). Springer, Verlag.

Heerink, M. (2011, March). Exploring the influence of age, gender, education and computer experience on robot acceptance by older adults. In *2011 6th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 147-148). IEEE.

Heerink, M. (2010). Assessing acceptance of assistive social robots by aging adults (Doctoral dissertation, Universiteit van Amsterdam [Host]).

Heerink, M., Kröse, B., Evers, V., & Wielinga, B. (2010). Assessing acceptance of assistive social agent technology by older adults: the almere model. *International journal of social robotics*, *2*(4), 361-375.

Heerink, M., Krose, B., Evers, V., Wielinga, B. (2009, September). Measuring acceptance of an assistive social robot: a suggested toolkit. In *RO-MAN 2009-The 18th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (pp. 528-533). IEEE.

Heerink, M., Kröse, B., Wielinga, B., Evers, V. (2008, March). Enjoyment intention to use and actual use of a conversational robot by elderly people. In *Proceedings of the 3rd ACM/IEEE international conference on Human robot interaction* (pp. 113-120).

Heerink, M., Krose, B., Evers, V., Wielinga, B. (2007, June). Observing conversational expressiveness of elderly users interacting with a robot and screen agent. In *2007 IEEE 10th International Conference on Rehabilitation Robotics* (pp. 751-756). IEEE.

Heerink, M., Krose, B., Evers, V., Wielinga, B. (2006, September). The influence of a robot's social abilities on acceptance by elderly users. In *ROMAN 2006-The 15th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (pp. 521-526). IEEE.

Heider, F., Simmel, M. (1944). An experimental study of apparent behavior. *The American journal of psychology*, *57*(2), 243-259.

Hersh, M. A., Johnson, M. A. (2008). On modelling assistive technology systems - Part I: modelling framework. *Technology and disability*, *20*(3), 193-215.

Hertenstein, M. J., Holmes, R., McCullough, M., Keltner, D. (2009). The communication of emotion via touch. *Emotion*, *9*(4), 566.

Higgins, J. P., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M. J., Welch, V. A. (Eds.). (2019). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. John Wiley & Sons.

Hignett, S. (2012). Can inclusive environmental design be achieved in acute hospitals. *Advances in Human Aspects of Healthcare*, 121-128.

Hirsch, T., Forlizzi, J., Hyder, E., Goetz, J., Kurtz, C., Stroback, J. (2000, November). The ELDer project: social, emotional, and environmental factors in the design of eldercare technologies. In *Proceedings on the 2000 conference on Universal Usability* (pp. 72-79).

Holland, O. (1997, July). Grey Walter: the pioneer of real artificial life. In *Proceedings of the 5th international workshop on artificial life* (pp. 34-44). MIT Press, Cambridge.

Holthaus, P., Wachsmuth, S. (2014, March). The receptionist robot. In *2014 9th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 329-329). IEEE.

Holtzblatt, K., Wendell, J. B., Wood, S. (2004). *Rapid contextual design: a how-to guide to key techniques for user-centered design*. Elsevier.

Huang, T., Liu, H. (2019). Acceptability of robots to assist the elderly by future designers: a case of Guangdong Ocean University industrial design students. *Sustainability*, *11*(15), 4139.

Huber, A., Weiss, A., Rauhala, M. (2016, March). The ethical risk of attachment how to identify, investigate and predict potential ethical risks in the development of social companion robots. In *2016 11th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 367-374). IEEE.

IDEO, I. (2003). *Method Cards: 51 ways to inspire design*. Stout Architectural Books, Palo Alto.

Iecovich, E. (2014). Aging in place: From theory to practice. *Anthropological notebooks*, *20*(1), 21-33.

International Ergonomics Association. *What is Ergonomics? Definition and Application*. Retrieved from https://iea.cc/what-is-ergonomics/ [15/05/2020].

International Federation of Robotics. (2016). Retrieved from https://ifr.org/ifr-press-releases/news/31-million-robots-helping-in-households-worldwide-by-2019 [23/06/2020].

Intuition Robotics. (2019). ElliQ study protocol: effect of a proactive social robot for older adults in reducing loneliness and social isolation (PDF). Retrieved from https://clinicaltrials.gov/ProvidedDocs/87/NCT03972787/Prot_SAP_000.pdf [17/05/2020].

Ishak, D., Nathan-Roberts, D. (2015, September). Analysis of elderly human-robot team trust models. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, *59*(1), 65-69. Sage, Los Angeles, CA.

Ishiguro, H., Ono, T., Imai, M., Maeda, T., Kanda, T., Nakatsu, R. (2001). Robovie: an interactive humanoid robot. *Industrial Robot: An International Journal*, *28*(6), 498-504.

ISO 9241-210:2019, *Ergonomics of human-system interaction - Part 210: Human centred design for interactive systems*. International Standard Organization (ISO), Ginevra.

ISO 9241-210:2010, *Ergonomics of human-system interaction - Part 210: Human centred design for interactive systems.* International Standard Organization (ISO), Ginevra.

ISO DIS 9241-210:2010, *Ergonomics of Human-System Interaction*. International Standardization Organization (ISO), Ginevra.

ISO 9241-11, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)*. International organization for standardization.

Istat. (2020). *Report*. Retrieved from https://www.istat.it/it/files//2020/02/Indicatori-demografici_2019.pdf [27-04-2020].

Istat. (2020). *Spazi in casa e disponibilità di computer per bambini e ragazzi*. Retrieved from https://www.istat.it/it/files//2020/04/Spazi-casa-disponibilita-computer-ragazzi.pdf [27-04-2020].

Istat. (2019). *Cittadini e ICT. Anno 2019*. Retrieved from https://www.istat.it/it/files//2019/12/Cittadini-e-ICT-2019.pdf [27-04-2020].

Istat. (2019). *Rapporto Annuale 2019. La situazione del Paese*. Istituto Nazionale di Statistica, Roma.

Istat. (2018). *Rapporto 2018. I presidi residenziali socio-assistenziali e socio-sanitari*. Istituto Nazionale di Statistica, Roma.

Istat. (2017). *Rapporto Annuale 2017. La situazione del Paese*. Istituto Nazionale di Statistica, Roma.

Istat. (2013). *Anno 2014. Cittadini e nuove tecnologie*. Retrieved from https://www.istat.it/it/files/2014/12/Cittadini_e_nuove_tecnologie_anno-2014.pdf [27-04-2020].

Jacelon, C. S., Hanson, A. (2013). Older adults' participation in the development of smart environments: an integrated review of the literature. *Geriatric Nursing*, *34*(2), 116-121.

James, W. (1890). *Prinicples of Psychology*. Henry Holt and Company, New York.

JaYoung, S., Grinter, R. E., Christensen, H. I. (2010). Domestic robot ecology: an initial framework to unpack long-term acceptance of Robots at home. *International Journal of Social Robotics*, *2*(4), 417-429.

Jeelani, S., Dany, A., Anand, B., Vandana, S., Maheswaran, T., Rajkumar, E. (2015). Robotics and medicine: A scientific rainbow in hospital. *Journal of Pharmacy and Bio Allied Sciences*, *7*(6), 381-381.

Jeong, S., Logan, D. E., Goodwin, M. S., Graca, S., O'Connell, B., Goodenough, H., ... & Plummer, L. (2015, March). A social robot to mitigate stress, anxiety, and pain in hospital pediatric care.

In *Proceedings of the Tenth Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction Extended Abstracts* (pp. 103-104).

Jeong, K. A., Salvendy, G., Proctor, R. W. (2010). Smart home design and operation preferences of Americans and Koreans. *Ergonomics*, *53*(5), 636-660.

Jeste, D. V., Savla, G. N., Thompson, W. K., Vahia, I. V., Glorioso, D. K., Martin, A. V. S., ... & Depp, C. A. (2013). Association between older age and more successful aging: critical role of resilience and depression. *American Journal of Psychiatry*, *170*(2), 188-196.

Jia, W. E. I. (2017). Elderly attitudes towards service robot appearance. *DEStech Transactions on Computer Science and Engineering*.

John, O. P. (1990). The "Big Five" factor taxonomy: dimensions of personality in the natural language and in questionnaires. *Handbook of personality: theory and research*. Guilford.

Johnson, D. O., Cuijpers, R. H., Juola, J. F., Torta, E., Simonov, M., Frisiello, A., ... & Meins, N. (2014). Socially assistive robots: a comprehensive approach to extending independent living. *International journal of social robotics*, *6*(2), 195-211.

Johnson, M. J., Johnson, M. A., Sefcik, J. S., Cacchione, P. Z., Mucchiani, C., Lau, T., Yim, M. (2017). Task and design requirements for an affordable mobile service robot for elder care in an all-inclusive care for elders assisted-living setting. *International Journal of Social Robotics*, 1-20.

Johnston, O., Thomas, F. (1981). *The illusion of life: Disney animation* (p. 576). Disney Editions, New York.

Jordan, P. (2000). *Designing pleasurable products: an introduction to the new human factors*. Taylor & Francis.

Kachouie, R., Sedighadeli, S., Khosla, R., Chu, M. T. (2014). Socially assistive robots in elderly care: a mixed-method systematic literature review. *International Journal of Human-Computer Interaction*, *30*(5), 369-393.

Kahn, P. H., Kanda, T., Ishiguro, H., Freier, N. G., Severson, R. L., Gill, B. T., ... & Shen, S. (2012). "Robovie, you'll have to go into the closet now": children's social and moral relationships with a humanoid robot. *Developmental psychology*, *48*(2), 303.

Kahn, P. H., Kanda, T., Ishiguro, H., Gill, B. T., Ruckert, J. H., Shen, S., ... & Severson, R. L. (2012, March). Do people hold a humanoid robot morally accountable for the harm it causes? In *Proceedings of the seventh annual ACM/IEEE international conference on Human-Robot Interaction* (pp. 33-40).

Kahn, P. H., Freier, N. G., Kanda, T., Ishiguro, H., Ruckert, J. H., Severson, R. L., Kane, S. K. (2008, March). Design patterns for sociality in human-robot interaction. In *Proceedings of the 3rd ACM/IEEE international conference on Human robot interaction* (pp. 97-104).

Kahn, P. H., Ishiguro, H., Friedman, B., Kanda, T., Freier, N. G., Severson, R. L., Miller, J. (2007). What is a Human? Toward psychological benchmarks in the field of human–robot interaction. *Interaction Studies*, *8*(3), 363-390.

Kanamori, M., Suzuki, M., Tanaka, M. (2002). Maintenance and improvement of quality of life among elderly patients using a pet-type robot. *Nihon Ronen Igakkai zasshi. Japanese journal of geriatrics*, *39*(2), 214-218.

Kanamori, M., Suzuki, M., Yamamoto, K., Kanda, M., Matsui, Y., Kojima, E., ... & Oshiro, H. (2001). A day care program and evaluation of animal-assisted therapy (AAT) for the elderly with senile dementia. *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias®*, *16*(4), 234-239.

Kanda, T., Nabe, S., Hiraki, K., Ishiguro, H., Hagita, N. (2008). Human friendship estimation model for communication robots. *Autonomous Robots*, *24*(2), 135-145.

Kanoh, M., Oida, Y., Nomura, Y., Araki, A., Konagaya, Y., Ihara, K., ... & Kimura, K. (2011). Examination of practicability of communication robot-assisted activity program for elderly people. *Journal of Robotics and Mechatronics*, *23*(1), 3.

Kaplan, F. (2004). Who is afraid of the humanoid? Investigating cultural differences in the acceptance of robots. *International journal of humanoid robotics*, *1*(03), 465-480.

Karol, E. (2016). Tangible and intangible elements of design for well-being in the home. *Gerontechnology*, *15*(4), 227-232.

Karwowski, W. (Ed.). (2006). *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors, 3 Volume Set*. Crc Press.

Karwowski, W. (2005). Ergonomics and human factors: the paradigms for science, engineering, design, technology and management of human-compatible systems. *Ergonomics*, *48*(5), 436-463.

Kasuya, R. T., Polgar-Bailey, M. P., MPH Robbyn Takeuchi, M. S. W. (2000). Caregiver burden and burnout a guide for primary care physicians. *Postgraduate medicine*, *108*(7), 119.

Kato, S., Ohshiro, S., Itoh, H., Kimura, K. (2004, April). Development of a communication robot ifbot. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 1, 697-702. IEEE.

Katz, J. E., Halpern, D., Crocker, E. T. (2015). In the company of robots: views of acceptability of robots in social settings. In *Social robots from a human perspective* (pp. 25-38). Springer, Cham.

Katz, S., Ford, A. B., Moskowitz, R. W., Jackson, B. A., Jaffe, M. W. (1963). Studies of illness in the aged: the index of ADL: a standardized measure of biological and psychosocial function. *Jama*, *185*(12), 914-919.

Keefer, L. A., Landau, M. J., Rothschild, Z. K., Sullivan, D. (2012). Attachment to objects as compensation for close others' perceived unreliability. *Journal of Experimental Social Psychology*, *48*(4), 912-917.

Keizer, R. A. O., Van Velsen, L., Moncharmont, M., Riche, B., Ammour, N., Del Signore, S., ... & N'Dja, A. (2019). Using socially assistive robots for monitoring and preventing frailty among older adults: a study on usability and user experience challenges. *Health and Technology*, *9*(4), 595-605.

Keizer, S., Kastoris, P., Foster, M. E., Deshmukh, A., Lemon, O. (2014, August). Evaluating a social multi-user interaction model using a Nao robot. In *The 23rd IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (pp. 318-322). IEEE.

Kertész, C., Turunen, M. (2019). Exploratory analysis of Sony AIBO users. *Ai & Society*, *34*(3), 625-638.

Khan, S., Germak, C. (2018). Reframing HRI design opportunities for social robots: Lessons learnt from a service robotics case study approach using UX for HRI. *Future Internet*, *10*(10), 101.

Khosla, R., Chu, M. T., Nguyen, K. (2013a, July). Affective robot enabled capacity and quality improvement of nursing home aged care services in Australia. In *2013 IEEE 37th Annual Computer Software and Applications Conference Workshops* (pp. 409-414). IEEE.

Khosla, R., Chu, M. T., Nguyen, K. (2013b, July). Enhancing emotional well-being of elderly using assistive social robots in Australia. In *2013 International Conference on Biometrics and Kansei Engineering* (pp. 41-46). IEEE.

Khosla, R., Chu, M. T., Kachouie, R., Yamada, K., Yamaguchi, T. (2012, January). Embodying care in Matilda: an affective communication robot for the elderly in Australia. In *Proceedings of the 2nd ACM SIGHIT International Health Informatics Symposium* (pp. 295-304).

Kidd, C. (2015). Introducing the Mabu personal healthcare companion. Catalia health. Retrieved from http://www.cataliahealth.com/introducing-the-mabu-personal-healthcare-companion/ [01/06/2020].

Kidd, C. D. (2003). *Sociable robots: The role of presence and task in human-robot interaction* (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).

Kidd, C. D., Taggart, W., Turkle, S. (2006, May). A sociable robot to encourage social interaction among the elderly. In *Proceedings 2006 IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2006. ICRA 2006* (pp. 3972-3976). IEEE.

Kidd, C.D., Breazeal, C. (2005). Human-robot interaction experiments: lessons learned. In *Proceeding of AISB'05 symposium robot companions: hard problems and open challenges in robot-human interaction, Hatfield, Hertfordshire* (pp. 141–142).

Kim, G. R., Chung, K. M., Shin, D. H. (2015, March). Do People Purchase a Robot Because of Its Coolness? In *Proceedings of the Tenth Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction Extended Abstracts* (pp. 123-124).

Kim, K. J., Park, E., Sundar, S. S. (2013). Caregiving role in human–robot interaction: A study of the mediating effects of perceived benefit and social presence. *Computers in Human Behavior*, *29*(4), 1799-1806.

Kim, S. S., Malhotra, N. K., Narasimhan, S. (2005). Research note—two competing perspectives on automatic use: a theoretical and empirical comparison. *Information systems research*, *16*(4), 418-432.

Kim, Y., Mutlu, B. (2014). How social distance shapes human–robot interaction. *International Journal of Human-Computer Studies*, *72*(12), 783-795.

Kirby, R., Forlizzi, J., Simmons, R. (2010). Affective social robots. *Robotics and Autonomous Systems*, *58*(3), 322-332.

Kitwood, T. M. (1997). *Dementia reconsidered: the person comes first*. Open university press, Buckingham.

Klaassens, M., Meijering, L. (2015). Experiences of home and institution in a secured nursing home ward in the Netherlands: a participatory intervention study. *Journal of Aging Studies*, *34*, 92-102.

Klamer, T., Allouch, S. B., Heylen, D. (2010, June). "Adventures of Harvey"–Use, acceptance of and relationship building with a social robot in a domestic environment. In *International Conference on Human-Robot Personal Relationship* (pp. 74-82). Springer, Berlin, Heidelberg.

Kobayashi, T., Miyazaki, T., Uchida, R., Tanaka, H., Arai, K. (2018). Social Media Agency Robot for Elderly People. *Journal of Information Processing*, *26*, 736-746.

Kochera, A., Straight, A., Guterbock, T. (2005). Beyond 50.05: A report to the nation on livable communities-Creating environments for successful aging.

Koda, T. (1996). *Agents with faces: a study on the effect of personification of software agents*. MIT Media Lab, Cambridge.

Koda, T., Maes, P. (1996, November). Agents with faces: The effect of personification. In *Proceedings 5th IEEE International Workshop on Robot and Human Communication. RO-MAN'96 TSUKUBA* (pp. 189-194). IEEE.

Koivumäki, T., Ristola, A., Kesti, M. (2008). The perceptions towards mobile services: an empirical analysis of the role of use facilitators. *Personal and Ubiquitous Computing*, *12*(1), 67-75.

Kok, L., Berden, C., Sadiraj, K. (2015). Costs and benefits of home care for the elderly versus residential care: a comparison using propensity scores. *The European journal of health economics*, *16*(2), 119-131.

Kolling, T., Haberstroh, J., Kaspar, R., Pantel, J., Oswald, F., Knopf, M. (2013). Evidence and deployment-based research into care for the elderly using emotional robots: Psychological, methodological and cross-cultural facets. *GeroPsych: The Journal of Gerontopsychology and Geriatric Psychiatry*, *26*(2), 83.

Komatsu, T., Kurosawa, R., Yamada, S. (2012). How does the difference between users' expectations and perceptions about a robotic agent affect their behavior? *International Journal of Social Robotics*, *4*(2), 109-116.

Koskinen, T., Thomson, M. (2012). Design for growth and prosperity. *Report and Recommendations of the European Design Leadership Board. DG Enterprise and Industry of the European Commission*. European Commission, Brussels.

Koskinen, I., Zimmerman, J., Binder, T., Redstrom, J., Wensveen, S. (2011). *Design research through practice: From the lab, field, and showroom*. Elsevier.

Krägeloh, C. U., Bharatharaj, J., Kutty, S., Kumar, S., Nirmala, P. R., Huang, L. (2019). Questionnaires to Measure Acceptability of Social Robots: A Critical Review. *Robotics*, *8*(4), 88.

Krippendorff, K. (2004). Intrinsic motivation and human-centred design. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, *5*(1), 43-72.

Krogsager, A., Segato, N., Rehm, M. (2014, June). Backchannel head nods in danish first meeting encounters with a humanoid robot: The role of physical embodiment. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 651-662). Springer, Cham.

Krumm, J., Davies, N., Narayanaswami, C. (2008). User-generated content. *IEEE Pervasive Computing*, *7*(4), 10-11.

Kulić, D., Croft, E. (2007). Physiological and subjective responses to articulated robot motion. *Robotica*, *25*(1), 13-27.

Kuo, H. M., Chen, C. W., Hsu, C. H. (2012). Retracted: A study of a B2C supporting interface design system for the elderly. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, *22*(6), 528-540.

Kuo, I. H., Rabindran, J. M., Broadbent, E., Lee, Y. I., Kerse, N., Stafford, R. M. Q., MacDonald, B. A. (2009, September). Age and gender factors in user acceptance of healthcare robots. In *RO-MAN 2009-The 18th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (pp. 214-219). IEEE.

Kuwamura, K., Nishio, S., Sato, S. (2016). Can we talk through a robot as if face-to-face? long-term fieldwork using teleoperated robot for seniors with Alzheimer's disease. *Frontiers in Psychology*, *7*, 1066-1066.

Latour, B., Woolgar, S. (2013). *Laboratory life: The construction of scientific facts*. Princeton University Press.

Laugwitz, B., Held, T., Schrepp, M. (2008, November). Construction and evaluation of a user experience questionnaire. In *Symposium of the Austrian HCI and Usability Engineering Group* (pp. 63-76). Springer, Berlin, Heidelberg.

Lawton, M. P., Nahemow, L. (1973). Ecology and the aging process. In *The psychology of adult development and aging*. (pp. 619-674). American Psychological Association.

Lee, H. R., Riek, L. D. (2018). Reframing assistive robots to promote successful aging. *ACM Transactions on Human-Robot Interaction (THRI)*, *7*(1), 1-23.

Lee, H. R., Šabanović, S., Chang, W. L., Nagata, S., Piatt, J., Bennett, C., Hakken, D. (2017, March). Steps toward participatory design of social robots: mutual learning with older adults with depression. In *Proceedings of the 2017 ACM/IEEE international conference on human-robot interaction* (pp. 244-253).

Lee, H. R., Tan, H., Šabanović, S. (2016, August). That robot is not for me: Addressing stereotypes of aging in assistive robot design. In *2016 25th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)* (pp. 312-317). IEEE.

Lee, H. R., Šabanović, S. (2014, March). Culturally variable preferences for robot design and use in South Korea, Turkey, and the United States. In *2014 9th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 17-24). IEEE.

Lee, H., Singh, J. (2010). Appraisals, burnout and outcomes in informal caregiving. *Asian Nursing Research*, *4*(1), 32-44.

Lee, K. M., Peng, W., Jin, S. A., Yan, C. (2006). Can robots manifest personality? An empirical test of personality recognition, social responses, and social presence in human–robot interaction. *Journal of communication*, *56*(4), 754-772.

Lee, K. M., Park, N., Song, H. (2005). Can a robot be perceived as a developing creature? Effects of a robot's long-term cognitive developments on its social presence and people's social responses toward it. *Human communication research*, *31*(4), 538-563.

Lee, Y., Kozar, K. A., Larsen, K. R. (2003). The technology acceptance model: past, present, and future. *Communications of the Association for information systems*, *12*(50), 752-780.

Lehtinen, H. (2017). *Application of novel industrial scale robot automation in elderly care*. VTT Technical Research Centre of Finland.

Leite, I. (2007). *iCat, the Chess Tutor* (Doctoral dissertation, MSc Thesis, Instituto Superior Técnico-Technical University of Lisbon).

Leite, I., Martinho, C., Paiva, A. (2013). Social robots for long-term interaction: a survey. *International Journal of Social Robotics*, *5*(2), 291-308.

Leite, I., Pereira, A., Mascarenhas, S., Martinho, C., Prada, R., Paiva, A. (2013). The influence of empathy in human-robot relations. *International journal of human-computer studies*, *71*(3), 250-260.

Lesnoff-Caravaglia, G. (2007). *Gerontechnology: growing old in a technological society*. Charles C. Thomas, Illinois.

Li, F., Otani, J. (2018). Financing elderly people's long-term care needs: evidence from China. *The International journal of health planning and management*, *33*(2), 479-488.

Li, H., Milani, S., Krishnamoorthy, V., Lewis, M., Sycara, K. (2019, January). Perceptions of domestic robots' normative behavior across cultures. In *Proceedings of the 2019 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society* (pp. 345-351).

Li, Y., Qi, J., Shu, H. (2008). Review of relationships among variables in TAM. *Tsinghua Science & Technology*, *13*(3), 273-278.

Libin, A. (2001, October). Virtual reality as a complex interactive system: a multidimensional model of person artificial partner co-relations. In *Proceedings Seventh International Conference on Virtual Systems and Multimedia* (pp. 652-657). IEEE.

Libin, A., Cohen-Mansfield, J. (2004). Therapeutic robocat for nursing home residents with dementia: preliminary inquiry. *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias®*, *19*(2), 111-116.

Libin, A. V., Libin, E. V. (2004). Person-robot interactions from the robopsychologists' point of view: The robotic psychology and robotherapy approach. *Proceedings of the IEEE*, *92*(11), 1789-1803.

Libin, E., Libin, A. (2003). New diagnostic tool for robotic psychology and robotherapy studies. *CyberPsychology & Behavior*, *6*(4), 369-374.

Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*, *22*, 55.

Lim, C. S. C. (2010). Designing inclusive ICT products for older users: taking into account the technology generation effect. *Journal of Engineering Design*, *21*(2-3), 189-206.

Limayem, M., Hirt, S. G., Cheung, C. M. (2007). How habit limits the predictive power of intention: the case of information systems continuance. *MIS quarterly*, 705-737.

Lin, H., Hsu, Y. L., Hsu, M. S., Cheng, C. M. (2013). Development and practice of a telehealthcare expert system (TES). *Telemedicine and e-Health*, *19*(7), 549-556.

Lin, P., Abney, K., Bekey, G. A. (2012). *The ethical and social implications of robotics*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Lindblom, J., Andreasson, R. (2016). Current challenges for UX evaluation of human-robot interaction. In *Advances in ergonomics of manufacturing: Managing the enterprise of the future* (pp. 267-277). Springer, Cham.

Linner, T., Güttler, J., Bock, T., Georgoulas, C. (2015). Assistive robotic micro-rooms for independent living. *Automation in construction*, *51*, 8-22.

Lisetti, C. L., LeRouge, C. (2004, January). Affective computing in tele-home health: design science possibilities in recognition of adoption and diffusion issues. In *Proceedings 37th IEEE Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, USA*. IEEE.

Littell, J. H., Corcoran, J., Pillai, V. (2008). *Systematic reviews and meta-analysis*. Oxford University Press.

Ljungblad, S., Walter, K., Jacobsson, M., Holmquist, L. E. (2006, September). Designing personal embodied agents with personas. In *ROMAN 2006-The 15th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (pp. 575-580). IEEE.

Lohse, M. (2011, July). Bridging the gap between users' expectations and system evaluations. In *2011 RO-MAN* (pp. 485-490). IEEE.

Lohse, M., Siepmann, F., & Wachsmuth, S. (2014). A modeling framework for user-driven iterative design of autonomous systems. *International journal of social robotics*, *6*(1), 121-139.

Looije, R., Cnossen, F., & Neerincx, M. A. (2006, September). Incorporating guidelines for health assistance into a socially intelligent robot. In *ROMAN 2006-The 15th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (pp. 515-520). IEEE.

Loyall, A. B. (1997). *Believable Agents: Building Interactive Personalities* (No. CMU-CS-97-123). CARNEGIE-MELLON UNIV PITTSBURGH PA DEPT OF COMPUTER SCIENCE.

Luma Institute. (2012). *Innovating for people: Handbook of human-centered design methods*. LUMA Institute, LLC.

Lyons, J. B. (2013, March). Being transparent about transparency: A model for human-robot interaction. In *2013 AAAI Spring Symposium Series*.

MacDorman, K. F., Green, R. D., Ho, C. C., Koch, C. T. (2009). Too real for comfort? Uncanny responses to computer generated faces. *Computers in human behavior*, *25*(3), 695-710.

MacDorman, K. F., Vasudevan, S. K., Ho, C. C. (2008). Does Japan really have robot mania? Comparing attitudes by implicit and explicit measures. *AI & society*, *23*(4), 485-510.

MacDorman, K. F., Ishiguro, H. (2006). The uncanny advantage of using androids in cognitive and social science research. *Interaction Studies*, *7*(3), 297-337.

Malle, B. F., Scheutz, M., Arnold, T., Voiklis, J., Cusimano, C. (2015, March). Sacrifice one for the good of many? People apply different moral norms to human and robot agents. In *2015 10th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 117-124). IEEE.

Mann, J. A., MacDonald, B. A., Kuo, I. H., Li, X., Broadbent, E. (2015). People respond better to robots than computer tablets delivering healthcare instructions. *Computers in Human Behavior*, *43*, 112-117.

Manyika, J., Chui, M., Bughin, J., Dobbs, R., Bisson, P., & Marrs, A. (2013). *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy* (Vol. 180). McKinsey Global Institute, San Francisco, CA.

Markets and Markets. (2019). *Assistive Robotics Market by Mobility, Type (Physically, Socially, Mixed Assistive), Application (Elderly Assistance, Companionship, Handicap Assistance, Surgery Assistance, Industrial, Defense, Public Relations), and Geography - Global Forecast to 2024* (PDF). Retrieved from https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/assistive-robotics-market-37247851.html [05/05/2020].

Marti, P., Bacigalupo, M., Giusti, L., Mennecozzi, C., Shibata, T. (2006, February). Socially assistive robotics in the treatment of behavioural and psychological symptoms of dementia. In *The First IEEE/RAS-EMBS International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics, 2006. BioRob 2006.* (pp. 483-488). IEEE.

Martín, F., Agüero, C., Cañas, J. M., Abella, G., Benítez, R., Rivero, S., ... & Martínez-Martín, P. (2013). Robots in therapy for dementia patients. *Journal of Physical Agents*, *7*(1), 48-55.

Mast, M., Burmester, M., Graf, B., Weisshardt, F., Arbeiter, G., Španěl, M., ... & Kronreif, G. (2015). Design of the human-robot interaction for a semi-autonomous service robot to assist elderly people. In *Ambient assisted living* (pp. 15-29). Springer, Cham.

Mast, M., Burmester, M., Krüger, K., Fatikow, S., Arbeiter, G., Graf, B., Kronreif, G., Pigini, L., Facal, D. Qiu, R. (2012). User-centered design of a dynamic-autonomy remote interaction concept for manipulation-capable robots to assist elderly people in the home. *Journal of Human-Robot Interaction*, *1*(1), 96-118.

Mast, M., Burmester, M., Berner, E., Facal, D., Pigini, L., Blasi, L. (2010). Semi-autonomous teleoperated learning in-home service robots for elderly care: a qualitative study on needs and perceptions of elderly people, family caregivers, and professional caregivers. In *20th International Conference on Robotics and Mechatronics, Varna, Bulgaria, October 1-6*.

Matsuyama, Y., Taniyama, H., Fujie, S., Kobayashi, T. (2009, March). System design of group communication activator: an entertainment task for elderly care. In *2009 4th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 243-244). IEEE.

Mavridis, N. (2015). A review of verbal and non-verbal human–robot interactive communication. *Robotics and Autonomous Systems*, *63*, 22-35.

McCarthy, J., Wright, P. (2004). Technology as experience. *interactions*, *11*(5), 42-43.

McCreadie, C., Tinker, A. (2005). The acceptability of assistive technology to older people. *Ageing & Society*, *25*(1), 91-110.

McFarland, D. J., & Hamilton, D. (2006). Adding contextual specificity to the technology acceptance model. *Computers in human behavior*, *22*(3), 427-447.

McGinn, C., Cullinan, M. F., Otubela, M., Kelly, K. (2019). Design of a terrain adaptive wheeled robot for human-orientated environments. *Autonomous Robots*, *43*(1), 63-78.

McGlynn, S. A., Kemple, S. C., Mitzner, T. L., King, C. H., Rogers, W. A. (2014, September). Understanding older adults' perceptions of usefulness for the Paro robot. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, *58*(1), 1914-1918. Sage, Los Angeles, CA.

McKenna, D. M., Staniforth, B. (2017). Older people moving to residential care in Aotearoa New Zealand: considerations for social work at practice and policy levels. *Aotearoa New Zealand Social Work*, *29*(1), 28-40.

McMurray, J., Strudwick, G., Forchuk, C., Morse, A., Lachance, J., Baskaran, A., ... & Booth, R. (2017). The importance of trust in the adoption and use of intelligent assistive technology by older adults to support aging in place: scoping review protocol. *JMIR research protocols*, *6*(11), e218.

Meerbeek, B., Saerbeck, M., Bartneck, C. (2009). Iterative design process for robots with personality. In *AISB2009 symposium on new frontiers in human-robot interaction* (pp. 94-101).

Michaelson, J., Abdallah, S., Steuer, N., Thompson, S., Marks, N., Aked, J., ... & Potts, R. (2009). National accounts of well-being: Bringing real wealth onto the balance sheet. New economics foundation, London.

Michaud, F., Boissy, P., Labonté, D., Brière, S., Perreault, K., Corriveau, H., ... & Iannuzzi, D. (2010). Exploratory design and evaluation of a homecare teleassistive mobile robotic system. *Mechatronics*, *20*(7), 751-766.

Michel, J. P., Kuh, D., Kenny, R. A., Reilly, R., Ayalon, L., Boersch-Supan, A., ... & Grodzicki, T. (2019). Transforming the future of ageing.

Minge, M., & Riedel, L. (2013). meCUE-Ein modularer fragebogen zur erfassung des nutzungserlebens. *Mensch & Computer: Interaktive Vielfalt*, *9*, 89-98. Oldenburg, Verlag.

Ministero della Sanità. (1994). *Linee guida del ministero della sanità sulle residenze sanitarie assistenziali*. Retrieved from www.fondazionepromozionesociale.it [10/06/2020].

Mitsunaga, N., Miyashita, Z., Shinozawa, K., Miyashita, T., Ishiguro, H., Hagita, N. (2008, September). What makes people accept a robot in a social environment-discussion from six-week study in an office. In *2008 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems* (pp. 3336-3343). IEEE.

Mitzner, T. L., Chen, T. L., Kemp, C. C., Rogers, W. A. (2014). Identifying the potential for robotics to assist older adults in different living environments. *International journal of social robotics*, *6*(2), 213-227.

Mohan, R. E., Tan, N., Tjoelsen, K., Sosa, R. (2015). Designing the robot inclusive space challenge. *Digital Communications and Networks*, *1*(4), 267-274.

Montagu, A. (1986). *Touching: the human significance of the skin*. Harper Collins, New York.

Montazemi, A. R., Cameron, D. A., Gupta, K. M. (1996). An empirical study of factors affecting software package selection. *Journal of Management Information Systems*, *13*(1), 89-105.

Moon, A., Danielson, P., Van der Loos, H. M. (2012). Survey-based discussions on morally contentious applications of interactive robotics. *International Journal of Social Robotics*, *4*(1), 77-96.

Morgenstern, M. (2016). Artificial intelligence: the impact on jobs, automation and anxiety. *The Economist, Special Report*.

Mori, M. (1970). The uncanny valley. *Energy*, *7*(4), 33-35.

Morris, L. W. (1979). *Extraversion and introversion: an interactional perspective*. Halsted Press.

Morville, P. (2004). User experience design. *Ann Arbor: Semantic Studios LLC*.

Moshkina, L., Arkin, R. C. (2005, August). Human perspective on affective robotic behavior: A longitudinal study. In *2005 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems* (pp. 1444-1451). IEEE.

Moshkina, L., Arkin, R. C. (2003, October). On tameing robots. In *SMC'03 Conference Proceedings. 2003 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. Conference Theme-System Security and Assurance* (pp. 3949-3959). IEEE.

Mossbridge, J., Goertzel, B., Mayet, R., Monroe, E., Nehat, G., Hanson, D., Yu, G. (2018). Emotionally-sensitive AI-driven android interactions improve social welfare through helping people access self-transcendent states. In *AI for Social Good Workshop at Neural Information Processing Systems 2018 Conference*.

Moyle, W., Jones, C., Sung, B. (2020). Telepresence robots: Encouraging interactive communication between family carers and people with dementia. *Australasian Journal on Ageing*, *39*(1), e127-e133

Moyle, W., Jones, C., Cooke, M., O'Dwyer, S., Sung, B., Drummond, S. (2014). Connecting the person with dementia and family: a feasibility study of a telepresence robot. *BMC geriatrics*, *14*(1), 7.

Mumm, J., Mutlu, B. (2011, March). Human-robot proxemics: physical and psychological distancing in human-robot interaction. In *Proceedings of the 6th international conference on Human-robot interaction* (pp. 331-338).

Mutlu, B., Yamaoka, F., Kanda, T., Ishiguro, H., Hagita, N. (2009, March). Nonverbal leakage in robots: communication of intentions through seemingly unintentional behavior. In *Proceedings of the 4th ACM/IEEE international conference on Human robot interaction* (pp. 69-76).

Mutlu, B., Forlizzi, J. (2008, March). Robots in organizations: the role of workflow, social, and environmental factors in human-robot interaction. In *2008 3rd ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 287-294). IEEE.

Mutlu, B., Forlizzi, J., Hodgins, J. (2006a, December). A storytelling robot: Modeling and evaluation of human-like gaze behavior. In *2006 6th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots* (pp. 518-523). IEEE.

Mutlu, B., Osman, S., Forlizzi, J., Hodgins, J., Kiesler, S. (2006b, September). Task structure and user attributes as elements of human-robot interaction design. In *ROMAN 2006-The 15th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (pp. 74-79). IEEE.

Naganuma, M., Ohkubo, E., Kato, N. (2015). Use of Robotic Pets in Providing Stimulation for Nursing Home Residents with Dementia. *Studies in health technology and informatics*, *217*, 1009.

Nagenborg, M., Capurro, R., Weber, J., Pingel, C. (2008). Ethical regulations on robotics in Europe. *Ai & Society*, *22*(3), 349-366.

Nakashima, T., Fukutome, G., Ishii, N. (2010, August). Healing effects of pet robots at an elderly-care facility. In *2010 IEEE/ACIS 9th International Conference on Computer and Information Science* (pp. 407-412). IEEE.

Nam, T. (2019). Citizen attitudes about job replacement by robotic automation. *Futures*, *109*, 39-49.

Nansai, S., Rojas, N., Elara, M. R., Sosa, R., Iwase, M. (2015). On a Jansen leg with multiple gait patterns for reconfigurable walking platforms. *Advances in Mechanical Engineering*, *7*(3).

Nass, C., Moon, Y., Fogg, B. J., Reeves, B., Dryer, C. (1995, May). Can computer personalities be human personalities? In *Conference companion on Human factors in computing systems* (pp. 228-229). ACM.

Neubauer, B. J. (2004). Designing artificial personalities using jungian theory. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, *20*(1), 297-305.

Neunast, K. W., Kalmbach, D., Stuckert, J. (2010). The acceptance of robotic systems by elderly people: first empirical findings. In *Crossing Borders within the ABC: Automation, Biomedical Engineering and Computer Science*, *55*, 595-599.

Neven, L. (2010). 'But obviously not for me': robots, laboratories and the defiant identity of elder test users. *Sociology of health & illness*, *32*(2), 335-347.

Niculescu, A., van Dijk, B., Nijholt, A., Li, H., See, S. L. (2013). Making social robots more attractive: the effects of voice pitch, humor and empathy. *International journal of social robotics*, *5*(2), 171-191.

Nielsen, J. (2017). *A 100-Year View of User Experience*. Retrieved from https://www.nngroup.com/articles/100-years-ux/ [19/05/2020].

Nielsen, J. (1995). 10 usability heuristics for user interface design. *Nielsen Norman Group*, *1*(1).

Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. Morgan Kaufmann, San Francisco, CA.

Nielsen, J. (1992, June). Finding usability problems through heuristic evaluation. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 373-380).

Nielsen, J. (1990, August). Paper versus computer implementations as mockup scenarios for heuristic evaluation. In *Proceedings of the IFIP Tc13 Third international Conference on Human-Computer interaction* (pp. 315-320). North-Holland Publishing Co.

Nielsen, J., Molich, R. (1990, March). Heuristic evaluation of user interfaces. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 249-256).

Nomura, T., Takeuchi, S. (2011, August). The elderly and robots: from experiments based on comparison with younger people. In *Workshops at the twenty-fifth AAAI conference on artificial intelligence*.

Nomura, T., Nakao, A. (2010). Comparison on identification of affective body motions by robots between elder people and university students: a case study in japan. *International Journal of Social Robotics*, *2*(2), 147-157.

Nomura, T., Sasa, M. (2009, June). Investigation of differences on impressions of and behaviors toward real and virtual robots between elder people and university students. In *2009 IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics* (pp. 934-939). IEEE.

Nomura, T., Kanda, T., Suzuki, T., Kato, K. (2008). Prediction of human behavior in human-robot interaction using psychological scales for anxiety and negative attitudes toward robots. *IEEE transactions on robotics*, *24*(2), 442-451.

Nomura, T., Kanda, T., Suzuki, T. (2006). Experimental investigation into influence of negative attitudes toward robots on human-robot interaction. *Ai & Society*, *20*(2), 138-150.

Nomura, T., Suzuki, T., Kanda, T., Kato, K. (2006, September). Measurement of anxiety toward robots. In *ROMAN 2006-The 15th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (pp. 372-377). IEEE.

Nomura, T., Kanda, T., Suzuki, T., Kato, K. (2004, September). Psychology in human-robot communication: An attempt through investigation of negative attitudes and anxiety toward robots. In *RO-MAN 2004. 13th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication (IEEE Catalog No. 04TH8759)* (pp. 35-40). IEEE.

Norman, D. A. (2013). *The design of everyday things: revised and expanded edition*. Basic books, New York.

Norman, D. A. (2010). *Living with complexity*. MIT press, Cambridge, MA.

Norman, D. A. (2004). *Emotional design: why we love (or hate) everyday things*. Basic Civitas Books, New York.

O'Brien, M. A., Rogers, W. A., Fisk, A. D. (2012). Understanding age and technology experience differences in use of prior knowledge for everyday technology interactions. *ACM Transactions on Accessible Computing* (TACCESS), *4*(2), 1-27.

O'Brien, M. A., Olson, K. E., Charness, N., Czaja, S. J., Fisk, A. D., Rogers, W. A., Sharit, J. (2008). Understanding technology usage in older adults. *Proceedings of the 6th International Society for Gerontechnology, Pisa, Italy*.

Oatley, K., Keltner, D., Jenkins, J. M. (2006). *Understanding emotions*. Blackwell publishing, Hoboken, New Jersey.

Okita, S. Y., Schwartz, D. L. (2006). Young children's understanding of animacy and entertainment robots. *International Journal of Humanoid Robotics*, *3*(03), 393-412.

Operto, F. (2011). Ethics in advanced robotics. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, *18*(1), 72-78.

Orlandini, A., Kristoffersson, A., Almquist, L., Björkman, P., Cesta, A., Cortellessa, G., ... & Loutfi, A. (2016). Excite project: A review of forty-two months of robotic telepresence technology evolution. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *25*(3), 204-221.

Orpwood, R., Adlam, T., Evans, N., Chadd, J., Self, D. (2008). Evaluation of an assisted-living smart home for someone with dementia. *Journal of Enabling Technologies*, *2*(2), 13.

Osada, J., Ohnaka, S., Sato, M. (2006, June). The scenario and design process of childcare robot, PaPeRo. In *Proceedings of the 2006 ACM SIGCHI international conference on Advances in computer entertainment technology* (pp. 80-85).

Osaka, K., Tanioka, T., Tanioka, R., Kai, Y., Locsin, R. C. (2020, January). Effectiveness of care robots, and the intermediaries' role between and among care robots and older adults. In *2020 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII)* (pp. 611-616). IEEE.

Osgood, C. E. (1952). The nature and measurement of meaning. *Psychological bulletin*, *49*(3), 197.

Ostrowski, A. K., DiPaola, D., Partridge, E., Park, H. W., Breazeal, C. (2019). Older Adults Living with Social Robots. *IEEE Robotics & Automation Magazine*.

Paauwe, R. A., Hoorn, J. F., Konijn, E. A., Keyson, D. V. (2015). Designing robot embodiments for social interaction: affordances topple realism and aesthetics. *International Journal of Social Robotics*, *7*(5), 697-708.

Parisi, D., Schlesinger, M. (2002). Artificial life and Piaget. *Cognitive development*, *17*(3-4), 1301-1321.

Peca, A. (2016). Robot enhanced therapy for children with autism disorders: measuring ethical acceptability. *IEEE Technology and Society Magazine*, *35*(2), 54-66.

Pesaresi, F., Gori, C. (2003). Servizi domiciliari e residenziali per gli anziani non autosufficienti in Europa. *Tendenze nuove*, *3*(4-5), 433-462.

Pheasant, S., Haslegrave, C. M. (2005). *Bodyspace: Anthropometry, ergonomics and the design of work*. CRC press, Boca Raton, FL.

Pietrzak, E., Cotea, C., Pullman, S. (2014). Does smart home technology prevent falls in community-dwelling older adults: a literature review. *Journal of Innovation in Health Informatics*, *21*(3), 105-112.

Piezzo, C., Suzuki, K. (2017). Feasibility study of a socially assistive humanoid robot for guiding elderly individuals during walking. *Future Internet*, *9*(3), 30.

Pineau, J., Montemerlo, M., Pollack, M., Roy, N., Thrun, S. (2003). Towards robotic assistants in nursing homes: challenges and results. *Robotics and autonomous systems*, *42*(3-4), 271-281.

Pino, M., Boulay, M., Jouen, F., Rigaud, A. S. (2015). "Are we ready for robots that care for us?" Attitudes and opinions of older adults toward socially assistive robots. *Frontiers in aging neuroscience*, *7*, 141.

Plöthner, M., Schmidt, K., De Jong, L., Zeidler, J., Damm, K. (2019). Needs and preferences of informal caregivers regarding outpatient care for the elderly: a systematic literature review. *BMC geriatrics*, *19*(1), 82.

Poberznik, A., Merilampi, S. 13 Older adults' experiences with Pepper humanoid robot. *Tutkimusfoorumi*, 148-154.

Pollack, M. E., Brown, L., Colbry, D., Orosz, C., Peintner, B., Ramakrishnan, S., ... & Thrun, S. (2002, August). Pearl: A mobile robotic assistant for the elderly. In *AAAI workshop on automation as eldercare (Vol. 2002)* (pp. 1-7).

Pollmann, K., & Fronemann, N. (2018). Enriching Human-Robot Interaction through Need-Based Design. In *10th NordiCHI Conference - Workshop: Designing for Experiences with Socially Interactive Robots, Oslo, Norway*.

Polson, P. G., Lewis, C., Rieman, J., Wharton, C. (1992). Cognitive walkthroughs: a method for theory-based evaluation of user interfaces. *International Journal of man-machine studies*, *36*(5), 741-773.

Ponty, M. M. (1962). *Phenomenology of Perception*. Routledge, London.

Powers, A., Kiesler, S. (2006, March). The advisor robot: tracing people's mental model from a robot's physical attributes. In *Proceedings of the 1st ACM SIGCHI/SIGART conference on Human-robot interaction* (pp. 218-225).

Prakash, A., Rogers, W. A. (2015). Why some humanoid faces are perceived more positively than others: effects of human-likeness and task. *International journal of social robotics*, *7*(2), 309-331.

Preece, J., Sharp, H., Rogers, Y. (2015). *Interaction Design, beyond human-computer interaction*. John Wiley & Sons, New York.

Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H. (2002). *Interaction design: beyond human-computer interaction*. John Wiley & Sons, New York.

Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H., Benyon, D., Holland, S., Carey, T. (1994). *Human-computer interaction*. Addison-Wesley Longman Ltd, Boston.

Premack, D., Premack, A. (1995). Origins of human social competence. In Gazzaniga, M. (Ed.), *The Cognitive Neurosciences* (pp. 205–218). Bradford, New York.

Prentice, D. A. (1987). Psychological correspondence of possessions, attitudes, and values. *Journal of personality and social psychology*, *53*(6), 993.

Prescott, T. J., Caleb-Solly, P. (2017). *Robotics in social care: a connected care EcoSystem for independent living*. EPSRC UK Robotics and Autonomous Systems Network, United Kingdom.

Pressler, K. A., Ferraro, K. F. (2010). Assistive device use as a dynamic acquisition process in later life. *The Gerontologist*, *50*(3), 371-381.

Procter, R., Greenhalgh, T., Wherton, J., Sugarhood, P., Rouncefield, M., Hinder, S. (2014). The day-to-day co-production of ageing in place. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, *23*(3), 245-267.

Rabbitt, S. M., Kazdin, A. E., Scassellati, B. (2015). Integrating socially assistive robotics into mental healthcare interventions: applications and recommendations for expanded use. *Clinical psychology review*, *35*, 35-46.

Rantz, M. J., Marek, K. D., Aud, M. A., Johnson, R. A., Otto, D., Porter, R. (2005). TigerPlace: A new future for older adults. *Journal of nursing care quality*, *20*(1), 1-4.

Ray, C., Mondada, F., Siegwart, R. (2008, September). What do people expect from robots? In *2008 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems* (pp. 3816-3821). IEEE.

Read, G. J., Salmon, P. M., Goode, N., Lenné, M. G. (2018). A sociotechnical design toolkit for bridging the gap between systems-based analyses and system design. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, *28*(6), 327-341.

Reeves, B., Nass, C. (1996). *The media equation - how people treat computers, television, and new media like real people and places*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Reis, A., Paulino, D., Paredes, H., Barroso, J. (2017, July). Using intelligent personal assistants to strengthen the elderlies' social bonds. In *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction* (pp. 593-602). Springer, Cham.

Reiser, U., Jacobs, T., Arbeiter, G., Parlitz, C., Dautenhahn, K. (2013). Care-O-bot® 3–Vision of a robot butler. In *Your virtual butler* (pp. 97-116). Springer, Berlin, Heidelberg.

Reiser, U., Connette, C., Fischer, J., Kubacki, J., Bubeck, A., Weisshardt, F., ... & Verl, A. (2009, October). Care-o-bot® 3-creating a product vision for service robot applications by integrating design and technology. In *2009 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems* (pp. 1992-1998). IEEE.

Revang, M. (2007). The User Experience Wheel. Retrieved from https://userexperienceproject.blogspot.com/2007/04/user-experience-wheel.html [07/05/2020].

Rich, C., Sidner, C. L. (2009). Robots and avatars as hosts, advisors, companions, and jesters. *AI Magazine*, *30*(1), 29-29.

Richards, S. (2011). *The experience of older people permanently relocating from their home in the community to a long-term care facility: a systematic review* (Doctoral dissertation).

Richardson, S. (1987). Operationalising usability and acceptability-a methodological review. In *New methods in applied ergonomics*. Taylor & Francis New York.

Riek, L. D. (2017). Healthcare robotics. *Communications of the ACM*, *60*(11), 68-78.

Riek, L. D., Robinson, P. (2008). Robot, rabbit, or red herring? Societal acceptance as a function of classification ease. In *IEEE RO-MAN Workshop on Robots as Social Actors*.

Rijnaard, M. D., Van Hoof, J., Janssen, B. M., Verbeek, H., Pocornie, W., Eijkelenboom, A., ... & Wouters, E. J. M. (2016). The factors influencing the sense of home in nursing homes: a systematic review from the perspective of residents. *Journal of Aging Research*, *2016* (pp. 155-170). Hindawi, London.

Robbins, T. L., DeNisi, A. S. (1994). A closer look at interpersonal affect as a distinct influence on cognitive processing in performance evaluations. *Journal of Applied Psychology*, *79*(3), 341.

Robinson, H., MacDonald, B., Broadbent, E. (2014). The role of healthcare robots for older people at home: a review. *International Journal of Social Robotics*, *6*(4), 575-591.

Robinson, H., MacDonald, B., Kerse, N., Broadbent, E. (2013). The psychosocial effects of a companion robot: a randomized controlled trial. *Journal of the American Medical Directors Association*, *14*(9), 661-667.

Rocha, Á. (2012). Framework for a global quality evaluation of a website. *Online Information Review*, *36*(3), 374-382. Emerald Group, Bingley, UK.

Rogers, E. M. (2010). *Diffusion of innovations*. Simon and Schuster, New York.

Rogers E. M. (1995). *Diffusion of innovations*. Free Press, New York.

Rogers, E. M. (1983). *Diffusion of innovations* (3rd ed.). Free Press, New York.

Rogers, C. R. (1975). Empathic: An unappreciated way of being. *The counseling psychologist*, *5*(2), 2-10.

Rogers, W. A., Fisk, A. D. (2010). Toward a psychological science of advanced technology design for older adults. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, *65*(6), 645-653.

Rosina, A. (2018). *Il futuro non invecchia*. Vita e pensiero, Milano.
Roth, D. L., Fredman, L., Haley, W. E. (2015). Informal caregiving and its impact on health: a reappraisal from population-based studies. *The Gerontologist*, *55*(2), 309-319.
Rotman, D., Preece, J., He, Y., Druin, A. (2012). Extreme ethnography: challenges for research in large scale online environments. In *Proceedings of the 2012 iConference* (pp. 207-214).
Rousseau, G. K., Rogers, W. A. (1998). Computer usage patterns of university faculty members across the life span. *Computers in Human Behavior*, *14*(3), 417-428.
Rubin, J., Chisnell, D. (2008). *Handbook of usability testing: how to plan, design and conduct effective tests*. John Wiley & Sons, New York.
Ruckert, J. H. (2011, March). Unity in multiplicity: Searching for complexity of persona in HRI. In *Proceedings of the 6th international conference on Human-Robot Interaction* (pp. 237-238).
Ruckert, J. H., Kahn, P. H., Kanda, T., Ishiguro, H., Shen, S., Gary, H. E. (2013, March). Designing for sociality in HRI by means of multiple personas in robots. In *2013 8th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 217-218). IEEE.
Ryu, M. H., Kim, S., Lee, E. (2009). Understanding the factors affecting online elderly user's participation in video UCC services. *Computers in Human Behavior*, *25*(3), 619-632.
Šabanović, S. (2014). Inventing Japan's 'robotics culture': the repeated assembly of science, technology, and culture in social robotics. *Social Studies of Science*, *44*(3), 342-367.
Šabanović, S. (2010). Robots in society, society in robots. *International Journal of Social Robotics*, *2*(4), 439-450.
Šabanović, S., Chang, W. L., Bennett, C. C., Piatt, J. A., Hakken, D. (2015, August). A robot of my own: participatory design of socially assistive robots for independently living older adults diagnosed with depression. In *International conference on human aspects of it for the aged population* (pp. 104-114). Springer, Cham.
Sabelli, A. M., Kanda, T., Hagita, N. (2011, March). A conversational robot in an elderly care center: an ethnographic study. In *2011 6th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 37-44). IEEE.
Saczynski, J. S., Pfeifer, L. A., Masaki, K., Korf, E. S., Laurin, D., White, L., Launer, L. J. (2006). The effect of social engagement on incident dementia: the Honolulu-Asia Aging Study. *American journal of epidemiology*, *163*(5), 433-440.
Saffer, D. (2010). *Designing for interaction: creating innovative applications and devices*. New Riders, Thousand Oaks, CA.
Saito, T. (2002). Examination of Change of Stress Reaction by Urinary Tests of Elderly before and after Introduction of Mental Commit Robot to an Elderly Institute. In *Proceedings of the 7th International Symposium on Artificial Life and Robotics, 2002* (Vol. 1, pp. 316-319).
Sakagami, Y., Watanabe, R., Aoyama, C., Matsunaga, S., Higaki, N., Fujimura, K. (2002, October). The intelligent ASIMO: System overview and integration. In *IEEE/RSJ international conference on intelligent robots and systems* (Vol. 3, pp. 2478-2483). IEEE.
Sakairi, K. (2004, August). Research of robot-assisted activity for the elderly with senile dementia in a group home. In *SICE 2004 Annual Conference* (Vol. 3, pp. 2092-2094). IEEE.
Salem, M., Eyssel, F., Rohlfing, K., Kopp, S., Joublin, F. (2013). To err is human (-like): effects of robot gesture on perceived anthropomorphism and likability. *International Journal of Social Robotics*, *5*(3), 313-323.
Salvini, P., Laschi, C., Dario, P. (2010). Design for acceptability: improving robots' coexistence in human society. *International journal of social robotics*, *2*(4), 451-460.
Sanders, C., Rogers, A., Bowen, R., Bower, P., Hirani, S., Cartwright, M., ... & Chrysanthaki, T. (2012). Exploring barriers to participation and adoption of telehealth and telecare within the Whole System Demonstrator trial: a qualitative study. *BMC health services research*, *12*(1), 220.
Sanders, E. B. N., Stappers, P. J. (2014). Probes, toolkits and prototypes: three approaches to making in codesigning. *CoDesign*, *10*(1), 5-14.
Sanders, E. B. N., Brandt, E., Binder, T. (2010, November). A framework for organizing the tools and techniques of participatory design. In *Proceedings of the 11th biennial participatory design conference* (pp. 195-198).

Santos-Eggimann, B., Cuénoud, P., Spagnoli, J., Junod, J. (2009). Prevalence of frailty in middle-aged and older community-dwelling Europeans living in 10 countries. *The Journals of Gerontology: Series A*, *64*(6), 675-681.

Sasama, R., Yamaguchi, T., Yamada, K. (2011, July). An experiment for motivating elderly people with robot guided interaction. In *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction* (pp. 214-223). Springer, Berlin, Heidelberg.

Saunders, J., Syrdal, D. S., Koay, K. L., Burke, N., Dautenhahn, K. (2015). "Teach Me–Show Me" - End-user personalization of a smart home and companion robot. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, *46*(1), 27-40.

Schäfer, I. (2012). Does multimorbidity influence the occurrence rates of chronic conditions? A claim data based comparison of expected and observed prevalence rates. *PLoS One*, *7*(9).

Scheeff, M., Pinto, J., Rahardja, K., Snibbe, S., Tow, R. (2002). Experiences with Sparky, a social robot. In *Socially intelligent agents* (pp. 173-180). Springer, Boston, MA.

Schifferstein, H. N., Zwartkruis-Pelgrim, E. P. (2008). Consumer-product attachment: measurement and design implications. *International Journal of Design*, *2*, 1-13.

Schillaci, G., Bodiroža, S., Hafner, V. V. (2013). Evaluating the effect of saliency detection and attention manipulation in human-robot interaction. *International Journal of Social Robotics*, *5*(1), 139-152.

Schrepp, M. (2015). *User experience questionnaire handbook. All you need to know to apply the UEQ successfully in your project*. Retrieved from https://www.ueq-online.org/Material/Handbook.pdf [21/06/2020].

Schulz, R., Wahl, H. W., Matthews, J. T., De Vito Dabbs, A., Beach, S. R., Czaja, S. J. (2015). Advancing the aging and technology agenda in gerontology. *The Gerontologist*, *55*(5), 724-734.

Sciutti, A., Rea, F., Sandini, G. (2014, August). When you are young (robot's) looks matter. Developmental changes in the desired properties of a robot friend. In *The 23rd IEEE international symposium on robot and human interactive communication* (pp. 567-573). IEEE.

Scopelliti, M., Giuliani, M. V., Fornara, F. (2005). Robots in a domestic setting: a psychological approach. *Universal access in the information society*, *4*(2), 146-155.

Scopelliti, M., Giuliani, M. V., D'amico, A. M., Fornara, F. (2004). If I had a robot at home... Peoples' representation of domestic robots. In *Designing a more inclusive world* (pp. 257-266). Springer, London.

Seelye, A. M., Wild, K. V., Larimer, N., Maxwell, S., Kearns, P., Kaye, J. A. (2012). Reactions to a remote-controlled video-communication robot in seniors' homes: a pilot study of feasibility and acceptance. *Telemedicine and e-Health*, *18*(10), 755-759.

Seligman, A. B. (1998). Trust and sociability: On the limits of confidence and role expectations. *American Journal of economics and sociology*, *57*(4), 391-404.

Seligman, M. E. (2012). *Flourish: A visionary new understanding of happiness and well-being*. Simon and Schuster, New York.

Severinson-Eklundh, K., Green, A., Hüttenrauch, H. (2003). Social and collaborative aspects of interaction with a service robot. *Robotics and Autonomous systems*, *42*(3-4), 223-234.

Shackel, B. (1991, May). Usability - context, framework, definition, design and evaluation. In *Human factors for informatics usability* (pp. 21-37). Cambridge University Press, Cambridge, England.

Shah, J., Wiken, J., Williams, B., Breazeal, C. (2011, March). Improved human-robot team performance using chaski, a human-inspired plan execution system. In *Proceedings of the 6th international conference on Human-robot interaction* (pp. 29-36).

Shamsuddin, S., Yussof, H., Ismail, L. I., Mohamed, S., Hanapiah, F. A., Zahari, N. I. (2012). Initial response in HRI-a case study on evaluation of child with autism spectrum disorders interacting with a humanoid robot Nao. *Procedia Engineering*, *41*, 1448-1455.

Share, P., Pender, J. (2018). Preparing for a robot future? Social professions, social robotics and the challenges ahead. *Irish Journal of Applied Social Studies*, *18*(1), 4.

Sharkey, A., Sharkey, N. (2012). Granny and the robots: ethical issues in robot care for the elderly. *Ethics and information technology*, *14*(1), 27-40.

Sharkey, A., Sharkey, N. (2011). Children, the elderly, and interactive robots. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, *18*(1), 32-38.

Sharkey, N., Sharkey, A. (2010). Living with robots: Ethical tradeoffs in eldercare. In *Close Engagements with Artificial Companions* (pp. 245-256). John Benjamins, Amsterdam.

Sheldon, K. M., Elliot, A. J., Kim, Y., Kasser, T. (2001). What is satisfying about satisfying events? Testing 10 candidate psychological needs. *Journal of personality and social psychology*, *80*(2), 325.

Sheridan, T. B. (2016). Human-robot interaction: status and challenges. *Human factors*, *58*(4), 525-532.

Shibata, T. (2004). An overview of human interactive robots for psychological enrichment. In *Proceedings of the IEEE*, *92*(11), 1749-1758.

Shibata, T., Wada, K. (2011). Robot therapy: a new approach for mental healthcare of the elderly–a mini-review. *Gerontology*, *57*(4), 378-386.

Shibata, T., Kawaguchi, Y., Wada, K. (2010, September). Investigation on people living with Paro at home. In *19th International Symposium in Robot and Human Interactive Communication* (pp. 470-475). IEEE.

Shibata, T., Wada, K., Ikeda, Y., Sabanovic, S. (2008, August). Tabulation and analysis of questionnaire results of subjective evaluation of seal robot in seven countries. In *RO-MAN 2008-The 17th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (pp. 689-694). IEEE.

Shibata, T., Wada, K., Tanie, K. (2004, April). Tabulation and analysis of questionnaire results of subjective evaluation of seal robot in Japan, UK, Sweden and Italy. In *IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2004. Proceedings. ICRA'04. 2004* (Vol. 2, pp. 1387-1392). IEEE.

Shibata, T., Inoue, K., Irie, R. (1996, November). Emotional robot for intelligent system-artificial emotional creature project. In *Proceedings 5th IEEE International Workshop on Robot and Human Communication. RO-MAN'96 TSUKUBA* (pp. 466-471). IEEE.

Shimada, M., Yoshikawa, Y., Asada, M., Saiwaki, N., Ishiguro, H. (2011). Effects of observing eye contact between a robot and another person. *International Journal of Social Robotics*, *3*(2), 143-154.

Shinozawa, K., Naya, F., Yamato, J., Kogure, K. (2005). Differences in effect of robot and screen agent recommendations on human decision-making. *International journal of human-computer studies*, *62*(2), 267-279.

Shinozawa, K., Reeves, B., Wise, K., Lim, S., Maldonado, H., Naya, F. (2003). Robots as new media: A cross-cultural examination of social and cognitive responses to robotic and on-screen agents. In *Proceedings of Annual Conference of Internation Communication Association* (pp. 998-1002).

Shore, L., Power, V., de Eyto, A., O'Sullivan, L. (2018). Technology acceptance and user-centred design of assistive exoskeletons for older adults: a commentary. *Robotics*, *7*(1), 3.

Sim, D. Y. Y., Loo, C. K. (2015). Extensive assessment and evaluation methodologies on assistive social robots for modelling human-robot interaction - A review. *Information Sciences*, *301*, 305-344.

Six smith, A., Six smith, J. (2000). Smart care technologies: meeting whose needs? *Journal of telemedicine and telecare*, *6*(1), 190-192.

Smarr, C. A., Mitzner, T. L., Beer, J. M., Prakash, A., Chen, T. L., Kemp, C. C., Rogers, W. A. (2014). Domestic robots for older adults: attitudes, preferences, and potential. *International journal of social robotics*, *6*(2), 229-247.

Smarr, C. A., Prakash, A., Beer, J. M., Mitzner, T. L., Kemp, C. C., Rogers, W. A. (2012, September). Older adults' preferences for and acceptance of robot assistance for everyday living tasks. In *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting*, *56*(1), 153-157. Sage, Los Angeles, CA.

Smarr, C. A., Fausset, C. B., Rogers, W. A. (2011). *Understanding the potential for robot assistance for older adults in the home environment*. Georgia Institute of Technology.

Sofaer, S. (1999). Qualitative methods: what are they and why use them? *Health services research*, *34*(5), 1101.

Sorri, L., Leinonen, E. (2008, June). Technology that persuades the elderly. In *International Conference on Persuasive Technology* (pp. 270-273). Springer, Berlin, Heidelberg.

Sosa, R., Montiel, M., Sandoval, E. B., Mohan, R. E. (2018). Robot Ergonomics: towards Human-Centred and Robot-Inclusive Design. In *DS 92: Proceedings of the DESIGN 2018 15th International Design Conference* (pp. 2323-2334).

Sosa, R., Wood, K. L., Mohan, R. E. (2014). Identifying opportunities for the design of innovative reconfigurable robotics. In *ASME 2014 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference*. American Society of Mechanical Engineers Digital Collection.

Sparrow, R., Sparrow, L. (2006). In the hands of machines? The future of aged care. *Minds and Machines*, *16*(2), 141-161.

Stafford, R. Q., Broadbent, E., Jayawardena, C., Unger, U., Kuo, I. H., Igic, A., ... & MacDonald, B. A. (2010, September). Improved robot attitudes and emotions at a retirement home after meeting a robot. In *19th international symposium in robot and human interactive communication* (pp. 82-87). IEEE.

Stanton, N. A., Young, M. S., Harvey, C. (2014). *Guide to methodology in ergonomics: designing for human use*. CRC Press, Boca Raton, FL.

Steinfeld, A., Fong, T., Kaber, D., Lewis, M., Scholtz, J., Schultz, A., Goodrich, M. (2006, March). Common metrics for human-robot interaction. In *Proceedings of the 1st ACM SIGCHI/SIGART conference on Human-robot interaction* (pp. 33-40).

Stiehl, W. D., Lieberman, J., Breazeal, C., Basel, L., Cooper, R., Knight, H., ... & Purchase, S. (2006, January). The huggable: a therapeutic robotic companion for relational, affective touch. In *CCNC 2006. 2006 3rd IEEE Consumer Communications and Networking Conference, 2006.* (Vol. 2, pp. 1290-1291). IEEE.

Stilwell, P., Kerslake, A. (2004). What makes older people choose residential care, and are there alternatives. *Housing, Care and Support*, *7*(4), 4-8.

Story, M. (2001). Principles of Universal Design. *Universal Design Handbook*, 10-3. McGraw-Hill, New York.

Suchman, L., Suchman, L. A. (2007). *Human-machine reconfigurations: plans and situated actions*. Cambridge University Press, Cambridge, England.

Sullins, J. P. (2012). Robots, love, and sex: the ethics of building a love machine. *IEEE transactions on affective computing*, *3*(4), 398-409.

Sun, H., Zhang, P. (2006a). Causal relationships between perceived enjoyment and perceived ease of use: an alternative approach. *Journal of the Association for Information Systems*, *7*(1), 24.

Sun, H., Zhang, P. (2006b). The role of moderating factors in user technology acceptance. *International journal of human-computer studies*, *64*(2), 53-78.

Tamura, T., Yonemitsu, S., Itoh, A., Oikawa, D., Kawakami, A., Higashi, Y., ... & Nakajima, K. (2004). Is an entertainment robot useful in the care of elderly people with severe dementia? *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *59*(1), M83-M85.

Tan, N., Rojas, N., Elara Mohan, R., Kee, V., Sosa, R. (2015). Nested reconfigurable robots: theory, design, and realization. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, *12*(7), 110.

Tanner, B., Tilse, C., De Jonge, D. (2008). Restoring and sustaining home: The impact of home modifications on the meaning of home for older people. *Journal of Housing for the Elderly*, *22*(3), 195-215.

Tapus, A., Matarić, M. J. (2008, March). Socially Assistive Robots: the link between personality, empathy, physiological signals, and task performance. In *AAAI spring symposium: emotion, personality, and social behavior* (pp. 133-140).

Tapus, A., Matarić, M. J., Scassellatti, B. (2007). The grand challenges in socially assistive robotics. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 1-7.

Tedesco, S., Barton, J., O'Flynn, B. (2017). A review of activity trackers for senior citizens: Research perspectives, commercial landscape and the role of the insurance industry. *Sensors*, *17*(6), 1277.

Thomas, J., Harden, A., Oakley, A., Oliver, S., Sutcliffe, K., Rees, R., ... & Kavanagh, J. (2004). Integrating qualitative research with trials in systematic reviews. *Bmj*, *328*(7446), 1010-1012.

Thüring, M., Mahlke, S. (2007). Usability, aesthetics, and emotions in human-technology interaction. *International Journal of Psychology, 42*(4), 253-264.

Tinker, A., Lansley, P. (2005). Introducing assistive technology into the existing homes of older people: feasibility, acceptability, costs and outcomes. *Journal of telemedicine and telecare*, *11*(1), 1-3.

Tiozzo, S. N., Gallina, P., Avossa, F., Alba, N., Schievano, E., Guerra, L., ... & Corti, M. C. (2016). Assessment of patient's and health professional's experience of integrated care: preliminary results from a pilot survey in Veneto Region-Italy. *International Journal of Integrated Care, 16*(6).

Torresen, J. (2018). A review of future and ethical perspectives of robotics and AI. *Frontiers in Robotics and AI*, *4*, 75.

Torta, E., Werner, F., Johnson, D. O., Juola, J. F., Cuijpers, R. H., Bazzani, M., ... & Bregman, J. (2014). Evaluation of a small socially-assistive humanoid robot in intelligent homes for the care of the elderly. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, *76*(1), 57-71.

Torta, E., Oberzaucher, J., Werner, F., Cuijpers, R. H., Juola, J. F. (2013). Attitudes towards socially assistive robots in intelligent homes: results from laboratory studies and field trials. *Journal of Human-Robot Interaction*, *1*(2), 76-99.

Tosi, F. (2018). *Ergonomia & Design. Design per l'Ergonomia*. FrancoAngeli, Milano.

Tosi, F., Rinaldi, A. (2015). *Il design per l'home care: l'approccio human-centred design nel progetto dei dispositivi medici*. DIDA Press, Firenze.

Townsend, D., Knoefel, F., Goubran, R. (2011, August). Privacy versus autonomy: a tradeoff model for smart home monitoring technologies. In *2011 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* (pp. 4749-4752). IEEE.

Tremoulet, P. D., Feldman, J. (2000). Perception of animacy from the motion of a single object. *Perception*, *29*(8), 943-951.

Tribelhorn, B., Dodds, Z. (2007, April). Evaluating the Roomba: A low-cost, ubiquitous platform for robotics research and education. In *Proceedings 2007 IEEE International Conference on Robotics and Automation* (pp. 1393-1399). IEEE.

Trovato, G., Ham, J. R., Hashimoto, K., Ishii, H., Takanishi, A. (2015, October). Investigating the effect of relative cultural distance on the acceptance of robots. In *International Conference on Social Robotics* (pp. 664-673). Springer, Cham.

Tscheligi, M., Bernhaupt, R. (2004, April). Advanced studies and research in information and communication technologies & society: The ICT&S-Center. In *CHI'04 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1067-1068).

Tsui, K. M., Norton, A., Brooks, D. J., McCann, E., Medvedev, M. S., Yanco, H. A. (2013, April). Design and development of two generations of semi-autonomous social telepresence robots. In *2013 IEEE Conference on Technologies for Practical Robot Applications (TePRA)* (pp. 1-6). IEEE.

Turchetti, G., Micera, S., Cavallo, F., Odetti, L., Dario, P. (2011). Technology and innovative services. *IEEE pulse*, *2*(2), 27-35.

Turing, A. M. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, *59*, 433-460.

Turkle, S. (2007). Authenticity in the age of digital companions. *Interaction studies*, *8*(3), 501-517.

Tzafestas, S. G. (2018). Roboethics: fundamental concepts and future prospects. *Information*, *9*(6), 148.

Tzafestas, S. G. (2016). Roboethics. *A navigating overview.* Springer, Heidelberg.

Unbehaun, D., Aal, K., Carros, F., Wieching, R., Wulf, V. (2019). Creative and Cognitive Activities in Social Assistive Robots and Older Adults: Results from an Exploratory Field Study with Pepper. In *Proceedings of the 17th European Conference on Computer-Supported Cooperative Work-Demos and Posters*. European Society for Socially Embedded Technologies (EUSSET).

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). *World Population Prospects 2019: Highlights (ST/ESA/SER.A/423)*.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017). *World Population Ageing 2017: Highlights (ST/ESA/SER.A/397)*.

United Nations Population Fund (UNFPA), HelpAge International (2012). *Ageing in the twenty-first century: a celebration and a challenge*. UNFPA, New York.

US Department of Health and Human Services. (2003). *US Department of Labor. The future supply of long-term care workers in relation to the aging baby boom generation: Report to Congress, 2003*. Office of the Assistant Secretary for Planning and Evaluation, Washington, DC. Retrieved from https://aspe.hhs.gov/ basic-report/future-supply-long-term-care-workers-relation-aging-baby- boom-generation [10/06/2020].

Valentí Soler, M., Agüera-Ortiz, L., Olazarán Rodríguez, J., Mendoza Rebolledo, C., Pérez Muñoz, A., Rodríguez Pérez, I., ... & Felipe Ruiz, S. (2015). Social robots in advanced dementia. *Frontiers in aging neuroscience*, *7*, 133.

Van Breemen, A. J. N. (2004, April). Bringing robots to life: Applying principles of animation to robots. In *Proceedings of Shapping Human-Robot Interaction workshop held at CHI* (Vol. 2004, pp. 143-144).

Van der Heijden, H. (2004). User Acceptance of Hedonic Information Systems. *MIS Quarterly*, *28*, 695-704.

Van Dijk, J. A. (2006). Digital divide research, achievements and shortcomings. *Poetics*, *34*(4-5), 221-235.

van Hoof, J., Verbeek, H., Janssen, B. M., Eijkelenboom, A., Molony, S. L., Felix, E., ... & Wouters, E. J. M. (2016). A three-perspective study of the sense of home of nursing home residents: the views of residents, care professionals and relatives. *BMC geriatrics*, *16*(1), 169.

Van Maris, A., Zook, N., Caleb-Solly, P., Studley, M., Winfield, A., Dogramadzi, S. (2020). Designing ethical social robots - A longitudinal field study with older adults. *Frontiers in Robotics and AI*, *7*, 1. Frontiers Media, SA.

van Velsen, L., van der Geest, T., van de Wijngaert, L., van den Berg, S., Steehouder, M. (2015). Personalization has a price, controllability is the currency: predictors for the intention to use personalized eGovernment Websites. *Journal of organizational computing and electronic commerce*, *25*(1), 76-97.

Vandemeulebroucke, T., de Casterlé, B. D., Gastmans, C. (2018a). How do older adults experience and perceive socially assistive robots in aged care: a systematic review of qualitative evidence. *Aging & mental health*, *22*(2), 149-167.

Vandemeulebroucke, T., de Casterlé, B. D., Gastmans, C. (2018b). The use of care robots in aged care: a systematic review of argument-based ethics literature. *Archives of gerontology and geriatrics*, *74*, 15-25.

Venkatesh, V. (2000). Determinants of perceived ease of use: integrating control, intrinsic motivation, and emotion into the technology acceptance model. *Information systems research*, *11*(4), 342-365.

Venkatesh, V., Thong, J. Y., Xu, X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS Quarterly*, 157-178.

Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: toward a unified view. *MIS Quarterly*, 425-478.

Venkatesh, V., Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: four longitudinal field studies. *Management science*, *46*(2), 186-204.

Vercelli, A., Rainero, I., Ciferri, L., Boido, M., Pirri, F. (2018). Robots in elderly care. *DigitCult - Scientific Journal on Digital Cultures*, *2*(2), 37-50.

Verganti, R. (2017). *Overcrowded: designing meaningful products in a world awash with ideas*. MIT Press, Cambridge, MA.

Veruggio, G. (2006). Euron Roboethics Atelier Project (27 Feb-3 Mar 2006). *RoadmapRoboethics*, 1-42.

Veruggio, G. (2004). A proposal for a roboethics. In *1st International Symposium of Roboethics - The ethics, social, humanitarian and ecological aspects of Robotics*, Sanremo, Italia.

Veruggio, G., Operto, F., Bekey, G. (2016). Roboethics: social and ethical implications. In *Springer handbook of robotics* (pp. 2135-2160). Springer, Cham.

Vicente, K. J. (2004). *The Human Factor: revolutionizing the way people live with technology*. Routledge, New York.

Wada, K., Shibata, T. (2007). Living with seal robots: its sociopsychological and physiological influences on the elderly at a care house. *IEEE transactions on robotics*, *23*(5), 972-980.

Wada, K., Shibata, T., Asada, T., Musha, T. (2007). Robot therapy for prevention of dementia at home. *Journal of Robotics and Mechatronics*, *19*(6), 691.

Wada, K., Shibata, T. (2006, May). Robot therapy in a care house: its sociopsychological and physiological effects on the residents. In *Proceedings 2006 IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2006. ICRA 2006.* (pp. 3966-3971). IEEE.

Wada, K., Shibata, T., Musha, T., Kimura, S. (2005, August). Effects of robot therapy for demented patients evaluated by EEG. In *2005 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems* (pp. 1552-1557). IEEE.

Wada, K., Shibata, T., Saito, T., Tanie, K. (2003, October). Effects of robot assisted activity to elderly people who stay at a health service facility for the aged. In *Proceedings 2003 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2003)* (Vol. 3, pp. 2847-2852). IEEE.

Wallach, W., Allen, C., Smit, I. (2008). Machine morality: bottom-up and top-down approaches for modelling human moral faculties. *Ai & Society*, *22*(4), 565-582.

Walters, M. L., Koay, K. L., Syrdal, D. S., Dautenhahn, K., Te Boekhorst, R. (2009). Preferences and perceptions of robot appearance and embodiment in human-robot interaction trials. In *Proceedings of New Frontiers in Human-Robot Interaction*.

Wang, J., Carroll, D., Peck, M., Myneni, S., Gong, Y. (2016). Mobile and wearable technology needs for aging in place: perspectives from older adults and their caregivers and providers. *Nursing Informatics*, 486-490.

Watson, D. (1992). Correcting for acquiescent response bias in the absence of a balanced scale: an application to class consciousness. *Sociological Methods & Research*, *21*(1), 52-88.

Weiss, A., Bartneck, C. (2015, August). Meta-analysis of the usage of the godspeed questionnaire series. In *2015 24th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)* (pp. 381-388). IEEE.

Weiss, A., Beer, J., Shibata, T., Vincze, M. (2014, March). Socially assistive robots for the aging population: Are we trapped in stereotypes? In *Proceedings of the 2014 ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction* (pp. 497-498).

Weiss, A., Bernhaupt, R., Tscheligi, M. (2011). The USUS evaluation framework for user-centered HRI. *New Frontiers in Human–Robot Interaction*, *2*, 89-110.

Weiss, A., Bernhaupt, R., Lankes, M., Tscheligi, M. (2009a, April). The USUS evaluation framework for human-robot interaction. In *AISB2009: proceedings of the symposium on new frontiers in human-robot interaction* (Vol. 4, No. 1, pp. 11-26).

Weiss, A., Bernhaupt, R., Tscheligi, M., Yoshida, E. (2009b, April). Addressing user experience and societal impact in a user study with a humanoid robot. In *AISB2009: Proceedings of the Symposium on New Frontiers in Human-Robot Interaction (Edinburgh, 8-9 April 2009), SSAISB* (pp. 150-157).

Werner, K., Oberzaucher, J., Werner, F. (2012, July). Evaluation of human robot interaction factors of a socially assistive robot together with older people. In *2012 sixth International Conference on complex, intelligent, and software intensive systems* (pp. 455-460). IEEE.

Wicklund, E. (2018). *How one home health provider turned Alexa into an mHealth assistant*. Retrieved from https://mhealthintelligence.com/news/how-one-home-health-provider-turned-alexa-into-an-mhealth-assistant [05/05/2020].

Wilk, R., Johnson, M. J. (2014, August). Usability feedback of patients and therapists on a conceptual mobile service robot for inpatient and home-based stroke rehabilitation. In *5th IEEE RAS/EMBS international conference on biomedical robotics and biomechatronics* (pp. 438-443). IEEE.

Wilson, J. R., Sharples, S. (2015). *Evaluation of human work*. CRC press, Boca Raton, FL.
Winfield, A. (2019). Ethical standards in robotics and AI. *Nature Electronics*, *2*(2), 46-48.
Winfield, A. F., Jirotka, M. (2018). Ethical governance is essential to building trust in robotics and artificial intelligence systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, *376*(2133), 20180085.
Winograd, T. (2004). From Computing Machinery to Interaction Design. *Computing*, *10*, 53.
Winstein, C. J., Miller, J. P., Blanton, S., Taub, E., Uswatte, G., Morris, D., ... & Wolf, S. (2003). Methods for a multisite randomized trial to investigate the effect of constraint-induced movement therapy in improving upper extremity function among adults recovering from a cerebrovascular stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, *17*(3), 137-152.
Wood-Dauphinee, S. (1999). Assessing quality of life in clinical research: from where have we come and where are we going? *Journal of clinical epidemiology*, *52*(4), 355-363.
Woods, S., Dautenhahn, K., Kaouri, C., Boekhorst, R., Koay, K. L. (2005, December). Is this robot like me? Links between human and robot personality traits. In *5th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots, 2005.* (pp. 375-380). IEEE.
Woods, S., Dautenhahn, K., Schultz, J. (2005). Child and adults' perspectives on robot appearance. In *Proceedings of AISB'05 Symposium Robot Companions: Hard Problems and Open Challenges in Robot–Human Interaction, University of Hertfordshire, UK*, (pp. 126–132).
World Health Organization. (2019). *Decade of healthy ageing 2020-2030. Zero draft June, 12, 2019*. WHO, Geneva.
World Health Organization (2018). *World health statistics: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals*. WHO, Geneva. Retrieved from https://www.who.int/docs/default-source/gho-documents/world-health-statistic-reports/6-june-18108-world-health-statistics-2018.pdf [07/05/2020].
World Health Organization. (2018). *Handbook for national quality policy and strategy: a practical approach for developing policy and strategy to improve quality of care*. WHO, Geneva. Retrieved from http://www.who.int/servicedeliverysafety/areas/ qhc/nqps_handbook/en/ [07/05/2020].
World Health Organization. (2007). Global age-friendly cities: a guide. In *Global age-friendly cities: a guide* (pp. 76-76).
Wu, L., Chen, J. L. (2005). An extension of trust and TAM model with TPB in the initial adoption of online tax: an empirical study. *International Journal of Human-Computer Studies*, *62*(6), 784-808.
Wu, J. H., Wang, S. C., Lin, L. M. (2005, January). What drives mobile health care? An empirical evaluation of technology acceptance. In *Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 150a-150a). IEEE.
Wu, Y. H., Fassert, C., Rigaud, A. S. (2012). Designing robots for the elderly: appearance issue and beyond. *Archives of gerontology and geriatrics*, *54*(1), 121-126.
Xu, Q., Ng, J., Cheong, Y. L., Tan, O., Wong, J. B., Tay, T. C., Park, T. (2012, July). The role of social context in human-robot interaction. In *2012 Southeast Asian Network of Ergonomics Societies Conference (SEANES)* (pp. 1-5). IEEE.
Yan, L., Zhang, Y., Yang, L. T., Ning, H. (Eds.). (2008). *The Internet of things: from RFID to the next-generation pervasive networked systems*. Crc Press, Boca Raton, FL.
Yanco, H. (2002). Evaluating the performance of assistive robotic systems. *NIST Special Publication Sp*, 21-25.
Yanco, H. A., Drury, J. (2004a, October). Classifying human-robot interaction: an updated taxonomy. In *2004 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (IEEE Cat. No. 04CH37583)* (Vol. 3, pp. 2841-2846). IEEE.
Yanco, H. A., Drury, J. L., Scholtz, J. (2004b). Beyond usability evaluation: Analysis of human-robot interaction at a major robotics competition. *Human-Computer Interaction*, *19*(1-2), 117-149.
Yang, G. Z., Bellingham, J., Dupont, P. E., Fischer, P., Floridi, L., Full, R., ... & Nelson, B. J. (2018). The grand challenges of Science Robotics. *Science robotics, 3*(14).
Yang, H. D., Yoo, Y. (2004). It's all about attitude: revisiting the technology acceptance model. *Decision support systems*, *38*(1), 19-31.

Young, J. E., Hawkins, R., Sharlin, E., Igarashi, T. (2009). Toward acceptable domestic robots: applying insights from social psychology. *International Journal of Social Robotics*, *1*(1), 95.

Young, J. E., Sung, J., Voida, A., Sharlin, E., Igarashi, T., Christensen, H. I., Grinter, R. E. (2011). Evaluating human-robot interaction. *International Journal of Social Robotics*, *3*(1), 53

Yu, R., Hui, E., Lee, J., Poon, D., Ng, A., Sit, K., ... & Woo, J. (2015). Use of a therapeutic, socially assistive pet robot (PARO) in improving mood and stimulating social interaction and communication for people with dementia: Study protocol for a randomized controlled trial. *JMIR research protocols*, *4*(2), e45.

Yusif, S., Soar, J., Hafeez-Baig, A. (2016). Older people, assistive technologies, and the barriers to adoption: A systematic review. *International journal of medical informatics*, *94*, 112-116.

Zajicek, M., Arnold, A. (1999). The 'Technology Push' and the user tailored information environment, In *5th European Research Consortium for Informatics and Mathematics. In Workshop on User interfaces for all* (pp. 5-12).

Zhan, K., Zukerman, I., Moshtaghi, M., Rees, G. (2016, July). Eliciting users' attitudes toward smart devices. In *Proceedings of the 2016 Conference on User Modeling Adaptation and Personalization* (pp. 175-184).

Zunzunegui, M. V., Alvarado, B. E., Del Ser, T., Otero, A. (2003). Social networks, social integration, and social engagement determine cognitive decline in community-dwelling Spanish older adults. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, *58*(2), S93-S100.

# Sitografia

http://blogs.reuters.com/photographers-blog/2011/08/08/robot-paro-comforts-the-elderly-in-fukushima/
http://consequentialrobotics.com/miro/
http://gerontechnologie.nl/what-is-gerontechnology/
http://gerontechnologie.nl/what-is-gerontechnology/
http://hobbit.acin.tuwien.ac.at
http://iser2020.org/about-iser
http://mecue.de/english/index.html
http://news.mit.edu/2016/ingestible-origami-robot-0512
http://opendesignkit.org
http://ro-man2020.org
http://robotics.usc.edu/~maja/
http://sssa.bioroboticsinstitute.it/projects/Robot-Era
http://universaldesign.ie
http://www.bbc.com/news/31047780
http://www.bbc.com/news/technology-30290540
http://www.bluefrogrobotics.com/robot/
http://www.cataliahealth.com
http://www.cataliahealth.com/introducing-the-mabu-personal-healthcare-companion/
http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/181799/e96757.pdf?ua=1
http://www.gerijoy.com/
http://www.giraff.org/?lang=en
http://www.interaction-design.org/encyclopedia/human-robot_ interaction.html
http://www.jjg.net/ia/visvocab/italian.html
http://www.justocat.com/
http://www.livablehousingaustralia.org.au
http://www.mmi-interaktiv.de/ausgaben/07
http://www.openroboethics.org
http://www.parorobots.com
http://www.parorobots.com
http://www.robot-era.eu/robotera/
http://www.robotics-care.eu
http://www.tuvie.com/aidoadvancedsocialrobotforsmarthomeinspiredbydolphins/
http://www.undp.org
http://www.vgocom.com
http://www.who.int/servicedeliverysafety/areas/ qhc/nqps_handbook/en/
http://www.willowgarage.com/pages/pr2/overview
https://aaate.net/about-aaate/
https://aethon.com/mobile-robots-for-healthcare/
https://alanwinfield.blogspot.com/2017/12/a-round-up-of-robotics-and-ai-ethics.html
https://aspe.hhs.gov/basic-report/future-supply-long-term-care-workers-relation-aging-baby-boom-generation
https://cdstc.gitlab.io/icdl-2020/
https://chi2020.acm.org
https://clinicaltrials.gov/ProvidedDocs/87/NCT03972787/Prot_SAP_000.pdf
https://cordis.europa.eu/project/id/17759/it
https://designsprintkit.withgoogle.com
https://dictionary.cambridge.org
https://dl.acm.org/conference/hri
https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/socially-assistive-robot-help-elderly-people-ksera-research-project-launched

https://ec.europa.eu/eip/ageing/news/public-consultation-about-horizon-europe_en
https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php title=Population_structure_and_ageing&oldid=445196
https://ec.europa.eu/info/aid-development-cooperation-fundamental-rights/your-rights-eu/eu-charter-fundamental-rights_it
https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/
https://elliq.com
https://formlabs.com
https://forms.gle/8xfig87gbVpf39PH6
https://forms.gle/HdrHqEN5fDSMubru8
https://forms.gle/iVyWsRXHAZyUKDcf6
https://forms.gle/J32dHFzsBroMFToVA
https://forms.gle/ukBYrNArPsrMckGe6
https://humanrobotinteraction.org/2020/
https://iate.europa.eu/entry/result/3551299/en-es-fr-it-la-mul
https://iate.europa.eu/home
https://iea.cc/what-is-ergonomics/
https://ifr.org/ifr-press-releases/news/31-million-robots-helping-in-households-worldwide-by-2019
https://ifr.org/ifr-press-releases/news/global-industrial-robot-sales-doubled-over-the-past-five-years
https://ifr.org/worldrobotics/
https://it.wikipedia.org/wiki/Pagina_principale
https://joyforall.hasbro.com/en-us
https://kompairobotics.com/robot-kompai/
https://lovingai.org
https://lovingai.org
https://openroboethics.org/results-robots-will-enable-seniors-to-socialize-more-says-readers/#more-10768
https://robots.ieee.org/robots/jibo/ e https://www.itsmag.it/arriva-jibo-robot/
https://robots.ieee.org/robots/kismet/?gallery=photo1
https://spaceplace.nasa.gov/space-robots/en/
https://us.aibo.com
https://userexperienceproject.blogspot.com/2007/04/user-experience-wheel.html
https://waymo.com
https://wonderfulengineering.com/future-robots-will-have-moral-and-ethical-sense/
https://www.aaai.org
https://www.aisoy.com
https://www.amazon.it
https://www.apple.com
https://www.apple.com/it/siri/
https://www.bartneck.de/2008/03/11/the-godspeed-questionnaire-series/
https://www.bluefrogrobotics.com
https://www.bostondynamics.com
https://www.care-o-bot.de/en/care-o-bot-4.html
https://www.cdc.gov/healthyplaces/terminology.htm
https://www.cooper.com
https://www.create-center.org
https://www.darpa.mil/about-us/timeline/-grand-challenge-for-autonomous-vehicles
https://www.darpa.mil/program/darpa-robotics-challenge
https://www.designkit.org
https://www.doublerobotics.com
https://www.epsrc.ac.uk/research/ourportfolio/themes/ engineering/activities/principlesofrobotics/
https://www.eu-robotics.net/cms/upload/downloads/ppp-documents/Multi-Annual_Roadmap2020_ICT-24_Rev_B_full.pdf
https://www.eu-robotics.net/sparc/
https://www.fondazionepromozionesociale.it

https://www.gv.com/sprint/
https://www.hansonrobotics.com/sophia/
https://www.heykuri.com/
https://www.hobbit-project.eu
https://www.icra2020.org
https://www.ideo.com/eu
https://www.ideo.org
https://www.ieee-ras.org/conferences-workshops/financially-co-sponsored/iros
https://www.ieee-ras.org/robot-ethics
https://www.interaction-design.org
https://www.interaction-design.org
https://www.intuitionrobotics.com/elliq/
https://www.intuitive.com/en-us
https://www.intuitive.com/en-us/products-and-services/da-vinci/systems
https://www.irobot.it/roomba/
https://www.iso.org/home.html
https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en
https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en
https://www.iso.org/standard/52075.html
https://www.iso.org/standard/55890.html?browse=tc
https://www.istat.it/it/files//2014/12/Cittadini_e_nuove_tecnologie_anno-2014.pdf
https://www.istat.it/it/files//2019/01/Report-ICT-cittadini-e-imprese_2018_PC.pdf
https://www.istat.it/it/files//2019/12/Cittadini-e-ICT-2019.pdf
https://www.istat.it/it/files//2020/02/Indicatori-demografici_2019.pdf
https://www.istat.it/it/files//2020/04/Spazi-casa-disponibilita-computer-ragazzi.pdf
https://www.latrobe.edu.au/reccsi
https://www.latrobe.edu.au/reccsi
https://www.lego.com/en-us/themes/mindstorms?domainredir=mindstorms.lego.com
https://www.luoghicura.it/servizi/domiciliarita/2019/05/lassistenza-domiciliare-una-comparazione-con-altri-paesi-europei/?pdf
https://www.media.mit.edu/projects/huggable-a-social-robot-for-pediatric-care/overview/
https://www.nasa.gov
https://www.nature.com/articles/d41586-019-02874-0
https://www.nngroup.com
https://www.nngroup.com
https://www.nngroup.com/articles/100-years-ux/
https://www.nngroup.com/videos/don-norman-term-ux/
https://www.philips.com/a-w/research/100-years-research/did-you-know.html
https://www.roboticsdesign.org
https://www.roboticsdesign.org
https://www.senhance.com
https://www.softbankrobotics.com/emea/en/nao
https://www.softbankrobotics.com/emea/en/nao
https://www.softbankrobotics.com/emea/en/pepper
https://www.softbankrobotics.com/emea/en/pepper
https://www.sony.net
https://www.ted.com/talks/hugh_herr_the_new_bionics_that_let_us_run_climb_and_dance?utm_campaign=tedspread&utm_medium=referral&utm_source=tedcomshare
https://www.ted.com/talks/jamie_paik_origami_robots_that_reshape_and_transform_themselves-?utm_campaign=tedspread&utm_medium=referral&utm_source=tedcomshare
https://www.ted.com/talks/robert_waldinger_what_makes_a_good_life_lessons_from_the_longest_study_on_happiness
https://www.theguardian.com/technology/2014/oct/27/elon-musk-artificial-intelligence-ai-biggest-existential-threat
https://www.ueq-online.org/

https://www.ukras.org
https://www.un.org/development/desa/en/
https://www.unr.edu/cse/people/david-feil-seifer
https://www.versohorizoneurope.it
https://www.vgo.com
https://www.vox.com/2014/12/12/11633756/boston-researcher-cynthia-breazeal-is-ready-to-bring-robots-into-the
https://www.vstone.co.jp/english/products/robovie_x/
https://www.who.int/ageing/decade-of-healthy-ageing
https://www.who.int/ageing/healthy-ageing/en/
https://www.who.int/ageing/projects/age_friendly_cities_network/en/
https://www.who.int/disabilities/technology/en/
https://www.who.int/docs/default-source/gho-documents/world-health-statistic-reports/6-june-18108-world-health-statistics-2018.pdf
https://www.willowgarage.com
https://www.youtube.com/channel/UCToMOeQsY37qXDgmegkXf7g
https://www.youtube.com/watch?v=bmNaLtC6vkU
https://www.youtube.com/watch?v=ZVYz7g-qLjs
https://zenbo.asus.com/

# Indice delle immagini e delle tabelle

**Copertine dei capitoli**

Capitolo 1 - *Boston Dynamics shows off Atlas robot performing gymnastics tricks*. (2019, 26 Settembre). BNN Bloomberg. https://www.bnnbloomberg.ca/video/robots-can-do-gymnastics-routine~1789817

Capitolo 2 - *YuMi® - IRB 14000 | Collaborative Robot*. ABB. https://new.abb.com/products/robotics/collaborative-robots/irb-14000-yumi

Capitolo 3 - *Paro the robotic seal has become common in nursing homes*. (2016, 26 Febbraio). Quartz Media, Inc. https://qz.com/625889/not-getting-any-younger-japan-has-lost-a-million-people-in-just-five-years/

Capitolo 4 - Possessed Photography (Fotografo). (2018, 16 Luglio). Estratto da https://unsplash.com/photos/jIBMSMs4_kA

Capitolo 5 - David Travis (Fotografo). (2018, 11 Febbraio). *Run a usability test* [imagine digitale]. Estratto da https://unsplash.com/photos/WC6MJ0kRzGw

Capitolo 6 - *Roaming 'robodog' politely tells Singapore park goers to keep apart*. (2020, 8 Maggio). Edgar Su, Reuters. https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-singapore-robot-idUSKBN22K1S6

Capitolo 7 - *AIBO.* Sony. https://us.aibo.com

Capitolo 8 - Yuyeung Lau (Fotografo). (2020, 11 Settembre). *You look lost in thought* [imagine digitale]. Estratto da https://unsplash.com/photos/lr5mTjURI5c

Capitolo 9 - *Seeing Sophia from behind offers a glimpse at the robot's technological complexity*. (2018, 18 Maggio). Giulio Di Sturco, National Geographic. https://www.nationalgeographic.com/photography/article/sophia-robot-artificial-intelligence-science

Capitolo 10 - *Telepresence Robots Are Helping Take Pressure Off Hospital Staff*. (2020, 15 Aprile). Evan Ackerman, IEEE Spectrum. https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/medical-robots/telepresence-robots-are-helping-take-pressure-off-hospital-staff

Capitolo 11 - *R1, ecco il robot domestico made in Italy*. (2016, 19 Luglio). Valerio Porcu, Tom's Hardware. Foto: IIT. https://www.tomshw.it/altro/r1-ecco-il-robot-domestico-made-in-italy/

Capitolo 12 - *This new algorithm could make for accident-free medical robots*. (2018, 24 Gennaio). Nadine Cranenburgh, Create Digital. https://createdigital.org.au/algorithm-medical-robots/

Capitolo 13 - Cottonbro (Fotografo). (2020, 11 Ottobre). Estratto da https://www.pexels.com/it-it/foto/persona-in-possesso-di-tubo-nero-e-argento-6153344/

Capitolo 14 - *AI Is Fueling Smarter Prosthetics Than Ever Before*. (2017, 22 Dicembre). Andrea Powell, Wired. Foto: Darpa. https://www.wired.com/story/ai-is-fueling-smarter-prosthetics-than-ever-before/

Capitolo 15 - Garland, A. (Regista). (2015). *Ex Machina* [Film]. Universal Pictures.

Capitolo 16 - ASIMO. (6 febbraio 2021). Wikipedia, L'enciclopedia libera. Tratto il 23 aprile 2021, 08:17 da //it.wikipedia.org/w/index.php?title=ASIMO&oldid=118474132. Foto: Vanillase (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ASIMO_4.28.11.jpg), „ASIMO 4.28.11", https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode

Capitolo 17 - Lubos Volkov (Fotografo) for UX Store. (2018, 6 Novembre). Estratto da https://unsplash.com/photos/jJT2r2n7lYA

Capitolo 18 - ThisIsEngineering (Fotografo). (2019, 2 Luglio). Estratto da https://www.pexels.com/it-it/foto/mani-mano-tecnologia-scienza-3913025/

Capitolo 19 - *SoftBank unveiled at Google I/O that its Pepper robot now runs on Android*. (2016, 19 Maggio). Mike Murphy, Quartz. https://qz.com/686546/android-now-runs-on-androids/

**Capitolo 2**

Figura 1 - Le fasi della ricerca dottorale.

**Capitolo 3**

Tabella 1 - Le undici principali tendenze dell'invecchiamento della popolazione. Rielaborato dal documento "*World Population Ageing 2017 - Highlights*" (United Nations, 2017, p. 1).
Figura 1 - Percentuale della popolazione over 65 nel 1990, 2019 e 2050 secondo le proiezioni attuali. Fonte: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). World Population Prospects 2019, p. 19.
Figura 2 - Persone di 55 anni e più, per ampiezza e composizione delle reti sociali con cui hanno relazioni e classe di età. Anno 2018 (valori percentuali). Fonte: Istat, 2019, p. 153.
Figura 3 - "The Global Goals" - Obiettivi globali per lo Sviluppo Sostenibile (OSS). Fonte: Nazioni Unite, S. G. (2015). Trasformare il nostro mondo: l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile. A/res/70/1, 21, 2015.
Figura 4 - "*Transformation pathways for the Decade of Healthy Ageing*". Rielaborato da World Health Organization. Decade ageing proposal (2019).

**Capitolo 4**

Figura 1 - Progettare tecnologie per anziani: il modello del Center for Research and Education on Aging and Technology Enhancement (CREATE; www.create-center.org). Fonte: Rogers & Fisk (2010, p. 647).
Tabella 1 - Panoramica dei fattori percettivi, cognitivi e di controllo del movimento che dovrebbero essere compresi nella progettazione per gli adulti più anziani. Rielaborata da Fisk et al., (2009, pp. 25 -26).
Figura 2 - Modello HAST: l'*Ageing in Place* come sviluppo dei fattori: umano/attività/spazio/tecnologia. Fonte: Carnemolla, (2018, p. 7).
Figura 3 - Un *framework* per progettare un sistema nervoso sintetico. Rielaborato da Breazeal, (2002b).
Figura 4 - (sinistra) - "Kismet is happy". Foto: Peter Menzel/Science Source. Fonte: https://robots.ieee.org/robots/kismet/?gallery=photo1
Figura 5 - (destra) - "A social robot at the MIT Media Lab" Foto: James Temple per Re/code. Fonte: https://www.vox.com/2014/12/12/11633756/boston-researcher-cynthia-breazeal-is-ready-to-bring-robots-into-the
Figura 6 - Jibo, a friendly robot. Fonti: https://robots.ieee.org/robots/jibo/ e https://www.itsmag.it/arriva-jibo-robot/.
Tabella 2 - Criteri di valutazione per identificare i requisiti relativi alle competenze sociali di un robot in relazione ai diversi domini applicativi. Rielaborata da Dautenhahn, (2007).
Figura 7 - Visualizzazione spaziale delle definizioni di *social robot* in relazione ai tre approcci HRI e posizionamento dei *robot companion*. Rielaborata da Dautenhahn, (2007).
Figura 8 - Una categorizzazione generale dei robot. Rielaborato da Heerink, (2010, p. 13).
Tabella 3 - Sintesi dei principali robot commerciali focalizzati sulla cura per anziani. Fonte: Johnson et al., (2020, pp. 990-991).
Figura 9 - Il robot Paro. Fonte: www.parorobots.com.
Figura 10 - Il robot MiRo. Fonte: http://consequentialrobotics.com/miro/.
Figura 11 - Il robot AIBO. Fonte: https://www.sony.net.
Figura 12 - Il robot The Huggable. Fonte: https://www.media.mit.edu/projects/huggable-a-social-robot-for-pediatric-care/overview/
Figura 13 - Il robot VGo (In altro a sinistra e al centro); il robot The Hobbit (in alto a destra); il robot per telepresenza Giraff (in basso a sinistra e al centro); il robot badante Kompai (in basso a destra).
Figura 14 - I robot sociali e da compagnia Matilda (a destra, fonte: https://www.latrobe.edu.au/reccsi) e Mabu (a sinistra, fonte: http://www.cataliahealth.com).
Figura 15 - ElliQ. Il robot proattivo e sociale. Fonte: https://elliq.com.
Figura 16 - Il robot sociale Buddy (Fonte: https://thegadgetflow.com/portfolio/buddy-your-familys-companion-robot/) e il robot maggiordomo Kuri (a destra. Fonte: https://www.heykuri.com/).
Figura 17 - Il robot Pepper (a sinistra, fonte: https://www.softbankrobotics.com/emea/en/pepper) e Care-O-Bot (a destra, fonte: https://www.care-o-bot.de/en/care-o-bot-4.html).

Figura 18 - Il robot umanoide NAO. Fonte: https://www.softbankrobotics.com/emea/en/nao.

**Capitolo 5**
Figura 1 - I diversi domini dell'Ergonomia/Fattori Umani e le relative specializzazioni nelle diverse aree. Rielaborato da https://iea.cc/what-is-ergonomics/.
Figura 2 - Approccio Human-Centred Design. Domande e metodi per dare risposte. Rielaborato da Rubin & Chisnell, (2008, p. 15).
Figura 3 - La piramide dello Human-Centred Design. Rielaborato da Giacomin, (2014, p. 613).
Tabella 1 - I metodi più comuni dello HCD, suddivisi in base alle modalità d'uso e agli obiettivi. Rielaborato da Giacomin, (2014, p. 616).
Tabella 2 - I metodi dello Human-Centred Design. Rielaborato da Maguire, (2001, p. 590).
Figura 4 - L'*honeycomb* della User Experience. Rielaborato da Morville, (2004).
Figura 5 - The UX Wheel. Fonte: https://userexperienceproject.blogspot.com/2007/04/user-experience-wheel.html.
Figura 6 - The UX Cycle. Rielaborato da Hartsonn & Pyla, (2012, p. 54).
Figura 7 - La UX avviene nel corso di un'interazione in un dato contesto d'uso. Rielaborato da Hartsonn & Pyla, (2012, p. 21).
Figura 8 - Le discipline che circondano l'Interaction Design. Fonte: Saffer, (2010, p. 21).

**Capitolo 6**
Figura 1 - L'interdipendenza delle attività dello Human-Centred Design. Rielaborato da ISO 9241-210:2010.
Figura 2 - La *uncanny valley* (*valle misteriosa*) di Mori, che ipotizza la relazione fra la somiglianza umana e la familiarità percepita: la familiarità aumenta con la somiglianza umana fino a raggiungere una *valle misteriosa* causata dalla sensibilità alle imperfezioni percepite in forme quasi umane. Fonte: Mori, (1970, p. 33).

**Capitolo 7**
Figura 1 - User acceptance model: le inter-relazioni fra variabili dell'accettazione validate totalmente e parzialmente nel corso delle sperimentazioni. Rielaborato da De Graaf & Allouch, (2015, p. 220).
Tabella 1 - Le variabili indipendenti che, sulla base della letteratura scientifica, possono determinare l'utilizzo e l'accettazione dei *social robots* e che influenzando le variabili dipendenti. Rielaborato da De Graaf & Allouch, (2013, pp. 1481-1483; 2015, p. 197).
Tabella 2 - Rielaborata da Shackel, (2009, p. 340).

**Capitolo 8**
Figura 1 - I livelli di moralità robotica (operativa, funzionale, completa) in relazione all'autonomia e alla sensibilità etica del robot. Fonte: https://wonderfulengineering.com/future-robots-will-have-moral-and-ethical-sense/.

**Capitolo 9**
Tabella 1 - Classificazione dei robot in relazione ai bisogni e ai benefici apportati agli umani. Rielaborato da Libin &Libin, (2004, p. 1790).
Figura 2 - Gli elementi necessari per pianificare, progettare ed eseguire studi e valutazioni con utenti in ambito HRI. Rielaborato da Bethel & Murphy, (2010, p. 350).
Figura 3 - Cronologia dei modelli di accettabilità della tecnologia. Rielaborato da Shore et al., (2018). Cronologia di ulteriori metodi di valutazione della HRI.
Figura 4 - Technology Acceptance Model (TAM). Rielaborata da Davis et al., (1989, p. 985).
Figura 5 - Extension of the Technology Acceptance Model (TAM2). Rielaborata da Venkatesh & Davis, (2000, p. 188).
Figura 6 - Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT). Rielaborata da Venkatesh et al., (2003, p. 447).

Figura 7 - Senior Technology Acceptance Model (STAM). Rielaborato da Chen & Chan, (2014b, p. 637).
Figura 8 - Almere TAM. Rielaborato da Heerink et al., (2010, p. 372).
Figura 9 - Utilizzo dei questionari standard per anno. Fonte: Oreiro et al., (2019, p. 7).
Figura 10 - La struttura dell'UEQ. Rielaborato da Schrepp, (2015, p. 3).

**Capitolo 10**
Tabella 1 - Sintesi dei costrutti per il benessere in relazione ai PERMA e allo sviluppo di SAR per utenti anziani. Rielaborato da Kachouie et al., (2014, p. 386).
Figura 1 - Le espressioni facciali di iCat. Da sinistra a destra: felicità, sorpresa, paura, tristezza, disgusto, rabbia, neutralità. Fonte: De Ruyter et al., (2005, p. 526).
Figura 2 - Dall'analisi etnografica svolta in ospedale, con il robot autonomo TUG sviluppato dalla Aethon, è emerso che il profilo del paziente e il tipo di servizio sanitario offerto causano differenze nel flusso di lavoro, negli obiettivi, nel contesto socio-emotivo e nella relazione con l'ambiente. Fonte: Multu & Forlizzi, (2008, p. 291).
Tabella 2 - Descrizione dei principali robot sociali assistivi usati in letteratura e delle loro funzioni. Rielaborato da: Abdi et al., (2018, p. 13).

**Capitolo 11**
Figura 1 - Partenariato e obiettivo generale del programma di ricerca CloudIA.
Figura 2 - I quattro robot selezionati per il questionario sull'accettabilità.
Figura 3 - Render del robot sviluppato nell'ambito del progetto di ricerca CloudIA.
Figura 4 - Prototipo definitivo del robot sviluppato nell'ambito del progetto di ricerca CloudIA.
Figura 5 - I dispositivi indossabili sviluppati nell'ambito del progetto CloudIA: a sinistra i calzini *smart* e a destra gli anelli intelligenti, nelle due versioni uomo/donna.
Figura 6 - Schermate di esempio dell'interfaccia grafica sviluppata nell'ambito del progetto CloudIA: a sinistra la sezione *salute*, a destra un pop-up che informa l'operatore dello stato di salute (disidratazione) dell'anziano.
Tabella 1 - Il protocollo sperimentale del sistema CloudIA in corso di pianificazione.
Tabella 2 - Il protocollo sperimentale del Double Robot.
Figura 7 - Il processo metodologico del progetto di ricerca CloudIA e le *lezioni apprese* ai fini della ricerca dottorale.

**Capitolo 12**
Scheda 1 - Questionario Robotica & Design - Italiano.
Scheda 2 - Robotics & Design Questionnaire - Inglese.
Figura 1 - Professione, età e livello di istruzione dei partecipanti al questionario in italiano.
Figura 2 - I livelli di esperienza tecnologica.
Figura 3 - I livelli di esperienza con i robot.
Figura 4 - Le emozioni, le aspettative e le preoccupazioni nei confronti dei robot.
Figura 5 - Le caratteristiche prioritarie dei robot, in termini di interazione e di attività.
Figura 6 - I potenziali utenti dei robot assistivi.
Figura 7 - I possibili contesti d'uso dei robot assistivi.
Figura 8 - Le preferenze estetiche dei robot assistivi.
Figura 9 - Tipologie di interazione: le preferenze degli utenti.
Figura 10 - Le preferenze per la personalità e il comportamento di un robot assistivo.
Figura 11 - Professione, età e livello di istruzione dei partecipanti al questionario in inglese.
Figura 12 - I livelli di esperienza tecnologica in Europa.
Figura 13 - I livelli di esperienza con i robot in Europa.
Figura 14 - I sentimenti e le emozioni nei confronti dei robot in Europa.
Figura 15 - Le caratteristiche prioritarie dei robot secondo gli europei.
Figura 16 - I potenziali utenti dei robot in Europa.
Figura 17 - I contesti d'uso dei robot in Europa.

Figura 18 - Preferenze relative all'aspetto estetico dei robot in Europa.
Figura 19 - Tipologie di interazione: le preferenze degli utenti europei.
Figura 20 - Preferenze di comportamento del robot a livello europeo.
Scheda 3 - Questionario Robotics & Design - Designer (Italia).
Scheda 4 - Questionario Robotics & Design - Designer (Europa).
Figura 21 - Professione ed età dei partecipanti al questionario in italiano.
Figura 22 - La conoscenza dell'approccio Human-Centred Design da parte dei progettisti intervistati.
Figura 23 - Esperienza pregressa di progettazione in ambito robotico.
Figura 24 - Tipologia di robot progettato.
Figura 25 - Uso dell'approccio Human-Centred Design per la progettazione di un robot.
Figura 26 - I metodi di ricerca sull'utente più usati dai designer.
Figura 27 - I metodi di ricerca sul contesto più usati dai designer.
Figura 28 - Uso dell'approccio Human-Centred Design per la progettazione di un robot.
Figura 29 - Uso dei metodi di ricerca sull'utente.
Figura 30 - Uso dei metodi di ricerca sul contesto di riferimento.
Figura 31 - Elementi prioritari della ricerca preliminare alla fase di progettazione.
Figura 32 - Elementi che influenzano l'accettabilità di un robot da parte degli utenti.
Figura 33 - Conoscenza dei principali metodi di valutazione in ambito HRI.
Figura 34 - Conoscenza delle principali variabili dell'accettabilità in ambito HRI.
Figura 35 - Utilità della conoscenza delle principali variabili dell'accettabilità e dei metodi di valutazione in ambito HRI.
Figura 36 - Scopo principale di uno strumento di supporto alla progettazione di robot accettabili secondo l'approccio HCD.
Figura 37 - Professione ed età dei partecipanti al questionario in inglese.
Figura 38 - La conoscenza dell'approccio Human-Centred Design da parte dei progettisti europei.
Figura 39 - Esperienza pregressa di progettazione in ambito robotico.
Figura 40 - Uso dell'approccio Human-Centred Design per la progettazione di un robot.
Figura 41 -Uso dei metodi di ricerca sull'utente.
Figura 42 - Uso dei metodi di ricerca sul contesto di riferimento.
Figura 43 - Elementi prioritari della ricerca preliminare alla fase di progettazione.
Figura 44 - Elementi che influenzano l'accettabilità di un robot da parte degli utenti secondo i designer europei.
Figura 45 - Conoscenza dei principali metodi di valutazione in ambito HRI da parte dei designer europei.
Figura 46 - Conoscenza delle principali variabili dell'accettabilità in ambito HRI da parte dei designer europei.
Figura 47 - Utilità della conoscenza delle principali variabili dell'accettabilità e dei metodi di valutazione in ambito HRI.
Figura 48 - Scopo principale di uno strumento di supporto alla progettazione di robot accettabili secondo l'approccio HCD.

**Capitolo 13**

Tabella 1 - I metodi selezionati in relazione alle fasi del processo HCD in cui sono usati.
Figura 1 - L'architettura del metodo UTATU e le relazioni fra i suoi costrutti determinanti per l'accettabilità della tecnologia. In evidenza le variabili influenti per l'accettabilità che è possibile analizzare preliminarmente attraverso i metodi propri dello HCD identificati nella parte superiore dello schema (personas, etnografia e intervista all'utente).
Figura 2 - L'architettura del metodo Almere TAM e le relazioni fra i suoi costrutti determinanti per l'accettabilità della tecnologia. In evidenza le variabili influenti per l'accettabilità che è possibile analizzare preliminarmente attraverso i metodi propri dello HCD identificati nella parte superiore dello schema (personas, osservazione diretta ed etnografia).
Figura 3 - L'architettura del metodo STAM e le relazioni fra i suoi costrutti determinanti per l'accettabilità della tecnologia. In evidenza le variabili influenti per l'accettabilità che è possibile ana-

lizzare preliminarmente attraverso i metodi propri dello HCD identificati nella parte superiore dello schema (personas, questionario e intervista).
Figura 4 - L'architettura del metodo USUS e le relazioni fra i suoi costrutti determinanti per l'accettabilità della tecnologia. In evidenza le variabili influenti per l'accettabilità che è possibile analizzare preliminarmente attraverso i metodi propri dello HCD identificati nella parte superiore dello schema (questionario, intervista, focus group, test di usabilità e task analysis).
Figura 5 - L'architettura del metodo Godspeed e le relazioni fra i suoi costrutti determinanti per l'accettabilità della tecnologia. In evidenza le variabili influenti per l'accettabilità che è possibile analizzare preliminarmente attraverso i metodi propri dello HCD identificati nella parte superiore dello schema (questionario, intervista, scenario, focus group, thinking aloud).
Figura 6 - L'architettura del metodo Attrakdiff e le relazioni fra i suoi costrutti determinanti per l'accettabilità della tecnologia. In evidenza le variabili influenti per l'accettabilità che è possibile analizzare preliminarmente attraverso i metodi propri dello HCD identificati nella parte superiore dello schema (questionario, intervista, test di usabilità, thinking aloud).
Figura 7 - L'architettura del metodo UEQ e le relazioni fra i suoi costrutti determinanti per l'accettabilità della tecnologia. In evidenza le variabili influenti per l'accettabilità che è possibile analizzare preliminarmente attraverso i metodi propri dello HCD identificati nella parte superiore dello schema (questionario, test di usabilità, task analysis, thinking aloud).
Figura 8 - L'architettura delle scale NARS e RAS e le relazioni fra i loro costrutti determinanti per l'accettabilità della tecnologia. In evidenza le variabili influenti per l'accettabilità che è possibile analizzare preliminarmente attraverso i metodi propri dello HCD identificati nella parte superiore dello schema (personas, questionario).
Figura 9 - Le inter-relazioni fra i principali metodi dello Human-Centred Design e quelli propri della Human-Robot Interaction.

**Capitolo 14**

Figura 1 - Le ipotesi di ricerca e la cronologia dei relativi studi scientifici e dei risultati prodotti.
Tabella 1 - Le caratteristiche degli utenti selezionate per la costruzione delle *User Personas*.
Tabella 2 - I contesti selezionati per la costruzione delle *User Personas*.
Tabella 3 - Le tipologie di attività identificate per costituire le *User Personas* e suddividere i robot sociali e assistivi.
Tabella 4 - Le tipologie di interazione identificate in relazione alle attività per costituire le *User Personas* e suddividere i robot sociali e assistivi.
Tabella 5 - Le principali variabili dell'accettazione estrapolate dagli studi scientifici (teorici e sperimentali) sui robot sociali e assistivi.
Scheda 1 - La scheda riporta un quado generale dei robot Giraff e Giraff plus, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi ai robot Giraff e Giraff plus.
Scheda 2 - La tabella riporta un quadro generale del sistema Robot-ERA, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al sistema Robot-ERA.
Scheda 3 - La scheda riporta un quado generale del robot VGo, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot VGo.
Scheda 4 - La scheda riporta un quado generale del robot Care-O-Bot, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot Care-O-Bot.
Scheda 5 - La tabella riporta un quadro generale del robot Jibo, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot Jibo.
Scheda 6 - La tabella riporta un quadro generale del robot ElliQ, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot ElliQ.
Scheda 7 - La tabella riporta un quadro generale del robot PARO, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot PARO.

Scheda 8 - La tabella riporta un quadro generale del robot AIBO, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot AIBO.
Scheda 9 - La tabella riporta un quadro generale del robot NeCoRo, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot NeCoRo.
Scheda 10 - La tabella riporta un quadro generale del robot iCat, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot iCat.
Scheda 11 - La tabella riporta un quadro generale del robot Robovie, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot Robovie.
Scheda 12 - La tabella riporta un quadro generale del robot Pepper, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot Pepper.
Scheda 13 - La tabella riporta un quadro generale del robot Ifbot, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot Ifbot.
Scheda 14 - La tabella riporta un quadro generale del robot Matilda, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot Matilda.
Scheda 15 - La tabella riporta un quadro generale del robot PaPeRo, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot PaPeRo.
Scheda 16 - La tabella riporta un quadro generale del robot NAO, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot NAO.
Scheda 17 - La tabella riporta un quadro generale del robot Sophia, estrapolato dalla letteratura scientifica di riferimento e una sintesi delle sperimentazioni e dei risultati relativi al robot Sophia.

**Capitolo 15**

Figura 1 - User Personas 1: Elisabeth Brown, sviluppata a partire dai dati scientifici delle sperimentazioni condotte con robot sociali e assistivi, dai risultati del progetto di ricerca CloudIA e dall'indagine condotta sul territorio italiano ed europeo.
Figura 2 - Robotic Personas 1: AIBO - Companion robot. Sviluppata a partire dai dati scientifici delle sperimentazioni condotte con robot sociali e assistivi e dall'indagine esplorativa condotta sul territorio italiano ed europeo.
Figura 3 - Robotic Personas 2: NAO - Companion robot. Sviluppata a partire dai dati scientifici delle sperimentazioni condotte con robot sociali e assistivi e dall'indagine esplorativa condotta sul territorio italiano ed europeo.
Figura 4 - Robotic Personas 3: ElliQ - Proactive desk robot. Sviluppata a partire dai dati scientifici delle sperimentazioni condotte con robot sociali e assistivi e dall'indagine esplorativa condotta sul territorio italiano ed europeo.
Figura 5 - Scheda comparativa delle attività per cui i robot AIBO (robotic personas 1), NAO (robotic personas 2) ed ElliQ (robotic personas 3) risultano più accettabili per la user personas 1 (Elisabeth Brown). In grigio sono indicate le esigenze dell'utente e a colori, secondo la legenda, le varie tipologie di attività.
Figura 6 - Scheda comparativa dei benefici per la qualità della vita per cui i robot AIBO (robotic personas 1), NAO (robotic personas 2) ed ElliQ (robotic personas 3) risultano più accettabili ed efficaci per la user personas 1 (Elisabeth Brown). Ogni grafico rappresenta l'andamento dei livelli dei sei principali benefici individuati in seguito all'uso dei tre robot. Ogni grafico rappresenta l'andamento dei livelli dei sei principali benefici individuati in seguito all'uso dei tre robot.
Figura 7 - Scheda comparativa dei criteri per cui i robot AIBO (robotic personas 1), NAO (robotic personas 2) ed ElliQ (robotic personas 3) risultano più accettabili ed efficaci in relazione alle esigenze della user personas 1 (Elisabeth Brown).

Figura 8 - User Personas 2: John Miller, sviluppata a partire dai dati scientifici delle sperimentazioni condotte con robot sociali e assistivi, dai risultati del progetto di ricerca CloudIA e dall'indagine condotta sul territorio italiano ed europeo.
Figura 9 - Robotic Personas 4: VGo - Telepresence robot. Sviluppata a partire dai dati scientifici delle sperimentazioni condotte con robot sociali e assistivi e dall'indagine esplorativa condotta sul territorio italiano ed europeo.
Figura 10 - Robotic Personas 5: PARO - Therapeutic robot. Sviluppata a partire dai dati scientifici delle sperimentazioni condotte con robot sociali e assistivi e dall'indagine esplorativa condotta sul territorio italiano ed europeo.
Figura 11 - Robotic Personas 6: PaPeRo - Socially Assistive robot. Sviluppata a partire dai dati scientifici delle sperimentazioni condotte con robot sociali e assistivi e dall'indagine esplorativa condotta sul territorio italiano ed europeo.
Figura 12 - Scheda comparativa delle attività per cui i robot VGo (robotic personas 4), PARO (robotic personas 5) e PaPeRo (robotic personas 6) risultano più accettabili per la user personas 2 (John Miller). In grigio sono indicate le esigenze dell'utente e a colori, secondo la legenda, le varie tipologie di attività.
Figura 13 - Scheda comparativa dei benefici per la qualità della vita per cui i robot VGo (robotic personas 4), PARO (robotic personas 5) e PaPeRo (robotic personas 6) risultano più accettabili ed efficaci per la user personas 2 (John Miller). Ogni grafico rappresenta l'andamento dei livelli dei sei principali benefici individuati in seguito all'uso dei tre robot.
Figura 14 - Scheda comparativa dei criteri per cui i robot VGo (robotic personas 4), PARO (robotic personas 5) e PaPeRo (robotic personas 6) risultano più accettabili ed efficaci in relazione alle esigenze della user personas 2 (John Miller).
Figura 15 - User Personas 3: Martha Smith, sviluppata a partire dai dati scientifici delle sperimentazioni condotte con robot sociali e assistivi, dai risultati del progetto di ricerca CloudIA e dall'indagine condotta sul territorio italiano ed europeo.
Figura 16 - Robotic Personas 7: Giraff - Telepresence robot. Sviluppata a partire dai dati scientifici delle sperimentazioni condotte con robot sociali e assistivi e dall'indagine esplorativa condotta sul territorio italiano ed europeo.
Figura 17 - Robotic Personas 8: Care-O-Bot - Assistive service robot. Sviluppata a partire dai dati scientifici delle sperimentazioni condotte con robot sociali e assistivi e dall'indagine esplorativa condotta sul territorio italiano ed europeo.
Figura 18 - Robotic Personas 9: Pepper - Programmable robot. Sviluppata a partire dai dati scientifici delle sperimentazioni condotte con robot sociali e assistivi e dall'indagine esplorativa condotta sul territorio italiano ed europeo.
Figura 19 - Scheda comparativa delle attività per cui i robot Giraff (robotic personas 7), Care-O-Bot (robotic personas 8) e Pepper (robotic personas 9) risultano più accettabili per la user personas 3 (Martha Smith). In grigio sono indicate le esigenze dell'utente e a colori, secondo la legenda, le varie tipologie di attività.
Figura 20 - Scheda comparativa dei benefici per la qualità della vita per cui i robot Giraff (robotic personas 7), Care-O-Bot (robotic personas 8) e Pepper (robotic personas 9) risultano più accettabili ed efficaci per la user personas 3 (Martha Smith). Ogni grafico rappresenta l'andamento dei livelli dei sei principali benefici individuati in seguito all'uso dei tre robot.
Figura 21 - Scheda comparativa dei criteri per cui i robot Giraff (robotic personas 7), Care-O-Bot (robotic personas 8) e Pepper (robotic personas 9) risultano più accettabili ed efficaci in relazione alle esigenze della user personas 3 (Martha Smith).

**Capitolo 16**

Figura 1 - La *Table of variables*: lo strumento per identificare le principali variabili utilitaristiche, edoniche, sociali e contestuali dell'accettabilità nella Human-Robot Interaction e le loro influenze reciproche.
Figura 2 - La *Robotic Variables Tab 1* di AIBO mostra le variabili utilitaristiche e sociali (a sinistra) e quelle edoniche e contestuali (a destra) su due diagrammi a radar.

Figura 3 - La *Robotic Variables Tab 2* di NAO mostra le variabili utilitaristiche e sociali (a sinistra) e quelle edoniche e contestuali (a destra) su due diagrammi a radar.
Figura 4 - La *Robotic Variables Tab 3* di ElliQ mostra le variabili utilitaristiche e sociali (a sinistra) e quelle edoniche e contestuali (a destra) su due diagrammi a radar.
Figura 5 - La *User Variables Tab 1* di Elisabeth Brown mostra i fattori che più influenzano la sua accettazione di robot sociali e assistivi. Le variabili utilitaristiche e sociali (a sinistra) e quelle edoniche e contestuali (a destra) sono rappresentate su due diagrammi a radar.
Figura 6 - Scheda di accettabilità 1: i fattori utilitaristici e sociali che influenzano l'accettabilità di un robot da parte della *user personas 1* (Elisabeth Brown) e relativa *user variables tab 1* determinano la sua interazione e quindi le variabili che caratterizzano l'interazione con le *robotic personas* e relative *robotic variables tabs 1, 2, 3* (AIBO, NAO, ElliQ).
Figura 7 - Scheda di accettabilità 1: i fattori edonici e contestuali che influenzano l'accettabilità di un robot da parte della user personas 1 (Elisabeth Brown) e relativa user variables tab 1 determinano la sua interazione e quindi le variabili che caratterizzano l'interazione con le robotic personas e relative robotic variables tabs 1, 2, 3 (AIBO, NAO, ElliQ).
Figura 8 - Piramide di accettabilità 1 (Elisabeth Brown e AIBO): le variabili dell'accettabilità più importanti per l'utente di riferimento. Alla base della piramide vi sono le variabili maggiormente influenti (sia in relazione all'utente che alle influenze presenti nei principali metodi di valutazione HRI) e con livelli di compatibilità più elevati.
Figura 9 - Piramide di accettabilità 2 (Elisabeth Brown e NAO): le variabili dell'accettabilità più importanti per l'utente di riferimento. Alla base della piramide vi sono le variabili maggiormente influenti (sia in relazione all'utente che alle influenze presenti nei principali metodi di valutazione HRI) e con livelli di compatibilità più elevati.
Figura 10 - Piramide di accettabilità 3 (Elisabeth Brown e ElliQ): le variabili dell'accettabilità più importanti per l'utente di riferimento. Alla base della piramide vi sono le variabili maggiormente influenti (sia in relazione all'utente che alle influenze presenti nei principali metodi di valutazione HRI) e con livelli di compatibilità più elevati.
Figura 11 - La *Robotic Variables Tab 4* di VGo mostra le variabili utilitaristiche e sociali (a sinistra) e quelle edoniche e contestuali (a destra) su due diagrammi a radar.
Figura 12 - La *Robotic Variables Tab 5* di PARO mostra le variabili utilitaristiche e sociali (a sinistra) e quelle edoniche e contestuali (a destra) su due diagrammi a radar.
Figura 13 - La *Robotic Variables Tab 6* di PaPeRo mostra le variabili utilitaristiche e sociali (a sinistra) e quelle edoniche e contestuali (a destra) su due diagrammi a radar.
Figura 14 - La *User Variables Tab 2* di John Miller mostra i fattori che più influenzano la sua accettazione di robot sociali e assistivi. Le variabili utilitaristiche e sociali (a sinistra) e quelle edoniche e contestuali (a destra) sono rappresentate su due diagrammi a radar.
Figura 15 - Scheda di accettabilità 2: i fattori utilitaristici e sociali che influenzano l'accettabilità di un robot da parte della user personas 2 (John Miller) e relativa user variables tab 2 determinano la sua interazione e quindi le variabili che caratterizzano l'interazione con le robotic personas e relative robotic variables tabs 4, 5, 6 (VGo, PARO, PaPeRo).
Figura 16 - Scheda di accettabilità 2: i fattori edonici e contestuali che influenzano l'accettabilità di un robot da parte della user personas 2 (John Miller) e relativa user variables tab 2 determinano la sua interazione e quindi le variabili che caratterizzano l'interazione con le robotic personas e relative robotic variables tabs 4, 5, 6 (VGo, PARO, PaPeRo).
Figura 17 - Piramide di accettabilità 4 (John Miller e VGo): le variabili dell'accettabilità più importanti per l'utente di riferimento. Alla base della piramide vi sono le variabili maggiormente influenti (sia in relazione all'utente che alle influenze presenti nei principali metodi di valutazione HRI) e con livelli di compatibilità più elevati.
Figura 18 - Piramide di accettabilità 5 (John Miller e PARO): le variabili dell'accettabilità più importanti per l'utente di riferimento. Alla base della piramide vi sono le variabili maggiormente influenti (sia in relazione all'utente che alle influenze presenti nei principali metodi di valutazione HRI) e con livelli di compatibilità più elevati.

Figura 19 - Piramide di accettabilità 6 (John Miller e PaPeRo): le variabili dell'accettabilità più importanti per l'utente di riferimento. Alla base della piramide vi sono le variabili maggiormente influenti (sia in relazione all'utente che alle influenze presenti nei principali metodi di valutazione HRI) e con livelli di compatibilità più elevati.
Figura 20 - La *Robotic Variables Tab 7* di Giraff mostra le variabili utilitaristiche e sociali (a sinistra) e quelle edoniche e contestuali (a destra) su due diagrammi a radar.
Figura 21 - La *Robotic Variables Tab 8* di Care-O-Bot mostra le variabili utilitaristiche e sociali (a sinistra) e quelle edoniche e contestuali (a destra) su due diagrammi a radar.
Figura 22 - La *Robotic Variables Tab 9* di Pepper mostra le variabili utilitaristiche e sociali (a sinistra) e quelle edoniche e contestuali (a destra) su due diagrammi a radar.
Figura 23 - La *User Variables Tab 3* di Martha Smith mostra i fattori che più influenzano la sua accettazione di robot sociali e assistivi. Le variabili utilitaristiche e sociali (a sinistra) e quelle edoniche e contestuali (a destra) sono rappresentate su due diagrammi a radar.
Figura 24 - Scheda di accettabilità 3: i fattori utilitaristici e sociali che influenzano l'accettabilità di un robot da parte della user personas 3 (Martha Smith) e relativa user variables tab 3 determinano la sua interazione e quindi le variabili che caratterizzano l'interazione con le robotic personas e relative robotic variables tabs 7, 8, 9 (Giraff, Care-O-Bot, Pepper).
Figura 25 - Scheda di accettabilità 2: i fattori edonici e contestuali che influenzano l'accettabilità di un robot da parte della user personas 3 (Martha Smith) e relativa user variables tab 3 determinano la sua interazione e quindi le variabili che caratterizzano l'interazione con le robotic personas e relative robotic variables tabs 7, 8, 9 (Giraff, Care-O-Bot, Pepper).
Figura 26 - Piramide di accettabilità 7 (Martha Smith e Giraff): le variabili dell'accettabilità più importanti per l'utente di riferimento. Alla base della piramide vi sono le variabili maggiormente influenti (sia in relazione all'utente che alle influenze presenti nei principali metodi di valutazione HRI) e con livelli di compatibilità più elevati.
Figura 27 - Piramide di accettabilità 8 (Martha Smith e Care-O-Bot): le variabili dell'accettabilità più importanti per l'utente di riferimento. Alla base della piramide vi sono le variabili maggiormente influenti (sia in relazione all'utente che alle influenze presenti nei principali metodi di valutazione HRI) e con livelli di compatibilità più elevati.
Figura 28 - Piramide di accettabilità 9 (Martha Smith e Pepper): le variabili dell'accettabilità più importanti per l'utente di riferimento. Alla base della piramide vi sono le variabili maggiormente influenti (sia in relazione all'utente che alle influenze presenti nei principali metodi di valutazione HRI) e con livelli di compatibilità più elevati.

**Capitolo 17**

Figura 1 - Legenda o *visual vocabulary* di riferimento per la Sitemap - Information Architecture della piattaforma *Robotics & Design*. Rielaborato da: Garrett, (2002).
Figura 2 - Sketch preliminari per lo studio dell'architettura e dell'interfaccia della piattaforma *Robotics & Design*.
Figura 3 - Prototipazione digitale della piattaforma *Robotics & Design* mediante il software Adobe Xd.
Figura 4 - Sitemap 1 - Information Architecture della piattaforma - Sezione applicativa e progettuale. Parte 1.
Figura 4a - Sitemap 1 - Information Architecture della piattaforma - Sezione applicativa e progettuale. Parte 2.
Figura 5 - Sitemap 1 - Information Architecture della piattaforma - Sezione teorica e metodologica.
Figura 6 - La sezione superiore della Homepage della piattaforma *Robotics & Design*.
Figura 6a - La sezione inferiore della Homepage della piattaforma *Robotics & Design*.
Figura 7 - La sezione *Older people* della piattaforma *Robotics & Design*.
Figura 8 - La sezione del metodo *Personas* della piattaforma *Robotics & Design*.
Figura 9 - La sezione *User Personas* della piattaforma *Robotics & Design*.
Figura 10 - La sezione *User Personas* e la *User Variables Tab* di Elisabeth Brown della piattaforma *Robotics & Design*.
Figura 11 - La sezione *The robot finder* della piattaforma *Robotics & Design*.

Figura 12 - La sezione *Robotic Personas* e la *Robotic Variables Tab* di AIBO della piattaforma *Robotics & Design*.
Figura 13 - La sezione *The robot matcher* della piattaforma *Robotics & Design*.
Figura 14 - La sezione *The robot designer* della piattaforma *Robotics & Design*.
Figura 14a - La sezione *The robot designer* della piattaforma *Robotics & Design*.
Figura 15 - La sezione introduttiva alle variabili dell'accettabilità della piattaforma *Robotics & Design*.
Figura 15a - La sezione introduttiva alle variabili dell'accettabilità della piattaforma *Robotics & Design*.
Figura 15b - La sezione di approfondimento sulle variabili dell'accettabilità della piattaforma *Robotics & Design*.
Figura 15c - La sezione di approfondimento sulle variabili dell'accettabilità della piattaforma *Robotics & Design*.
Figura 16 - La sezione *Design* della piattaforma *Robotics & Design*, relativa all'approfondimento teorico sullo HCD.
Figura 16a - La sezione della piattaforma *Robotics & Design* relativa all'approfondimento teorico sullo HCD.
Figura 16b - La sezione della piattaforma *Robotics & Design* relativa all'approfondimento teorico sui metodi dello HCD.
Figura 17 - La sezione *Robotics* della piattaforma *Robotics & Design*, relativa all'approfondimento teorico sulla HRI.
Figura 17a - La sezione della piattaforma *Robotics & Design* relativa all'approfondimento teorico sulla HRI.
Figura 17b - La sezione della piattaforma *Robotics & Design* relativa all'approfondimento teorico sui metodi della HRI.
Figura 18 - La sezione *About* della piattaforma *Robotics & Design*.
Figura 19 - La sezione *References* della piattaforma *Robotics & Design*.
Figura 20 - Alcune pagine della piattaforma *Robotics & Design* visualizzate da smartphone.

**Capitolo 18**
Figura 1 - Framework PACT (People, Activities, Context, Technology). Rielaborato da: Benyon, (2010, p. 27).
Figura 2 - Schermate acquisite durante due sessioni di valutazione online sulle piattaforme Skype e Google Meet.
Figura 3 - *User Personas* dei partecipanti alla valutazione della piattaforma roboticsdesign.org.
Figura 4 - I quattro percorsi di navigazione più frequenti (percorsi A, B, C, D) all'interno della piattaforma roboticsdesign.org, effettuati dai rappresentanti del settore freelance e aziendale (sottogruppi visual and communication e product design).
Figura 5 - I quattro percorsi di navigazione più frequenti (percorsi E, F, G, H) all'interno della piattaforma roboticsdesign.org, effettuati dai rappresentanti del settore accademico e di ricerca (sottogruppi design, ingegneria, robotica e altri ambiti).
Figura 6 - La struttura del post-experience questionnaire somministrato ai partecipanti della valutazione.
Figura 7 - Età e ambito professionale dei partecipanti alla valutazione della piattaforma *Robotics & Design*.
Figura 8 - Lavoro individuale o in team e presenta di designer nei gruppi di lavoro dei partecipanti alla valutazione della piattaforma *Robotics & Design*.
Figura 9 - Esperienza in ambito robotico e HCD dei partecipanti alla valutazione della piattaforma *Robotics & Design*.
Figura 10 - Valutazione in termini di esperienza generale, utilità percepita e originalità della piattaforma *Robotics & Design*.
Figura 11 - Valutazione dello scopo della piattaforma *Robotics & Design* in termini di interesse per il settore professionale di riferimento.

**Capitolo 19**

Figura 1 - Diagramma di Gantt della proposta di progetto di ricerca.
Tabella 1 - I mesi nel corso dei quali verrà realizzato l'OO1.
Tabella 2 - I mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'OO1.
Tabella 3 - I mesi nel corso dei quali verrà realizzato l'OO2.
Tabella 4 - I mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'OO2.
Tabella 5 - I mesi nel corso dei quali verrà realizzato l'OO3.
Tabella 6 - I mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'OO3.
Tabella 7 - I mesi nel corso dei quali verrà realizzato l'OO4.
Tabella 8 - I mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'OO4.
Tabella 9 - I mesi nel corso dei quali verrà realizzato l'OO5.
Tabella 10 - I mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'OO5.
Tabella 11 - I mesi nel corso dei quali verrà realizzato l'OO6.
Tabella 12 - I mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'OO6.

Claudia Becchimanzi
Università degli Studi di Firenze - Dottorato di Ricerca in Architettura - Curriculum Design - Ciclo XXXIII

**www.roboticsdesign.org**

Claudia Becchimanzi
Università degli Studi di Firenze - Dottorato di Ricerca in Architettura - Curriculum Design - Ciclo XXXIII

La tesi dottorale indaga il rapporto fra il **design** (nello specifico, l'Ergonomia per il Design e l'approccio scientifico dello Human-Centred Design) e la complessa area della **Human-Robot Interaction** (nello specifico, in relazione alla robotica sociale per l'assistenza).

Negli ultimi anni la robotica ha compiuto importanti progressi in svariati ambiti fra cui la medicina e l'assistenza socio-sanitaria. I robot hanno le potenzialità per contribuire al miglioramento della **qualità della vita** delle persone, in linea con i programmi mondiali sull'invecchiamento attivo e in salute. Le tecnologie assistive rappresentano, dunque, una risorsa per supportare l'indipendenza e l'autonomia delle persone che invecchiano e pongono il design e i progettisti di fronte a nuove sfide, a diverse esigenze, aspettative e necessità.
La ricerca si interroga sul ruolo, sui contributi e sulle sfide del design in ambito robotico: nello specifico, in relazione alle tecnologie robotiche e sociali per l'assistenza, la tesi affronta il tema dell'***accettabilità***, sia dal punto di vista teorico-epistemologico che progettuale e applicativo, indagando a fondo i molteplici aspetti psico-emotivi, sociali, etici e tecnici che orbitano attorno a tale dimensione.

La ricerca mira ad indentificare **strategie e strumenti operativi** per analizzare i punti di contatto fra le discipline del design e della HRI, sia dal punto di vista teorico/metodologico che applicativo/sperimentale ma, soprattutto, a mettere in evidenza le distanze, i *gap* e le differenze di significati e significanti specifici di cui si avvalgono i professionisti nei due settori. Lo scopo ultimo della ricerca è di *abbreviare le distanze* fra le due aree scientifiche e farle convergere al fine di progettare robot assistivi e sociali realmente accettati e adatti alle specifiche necessità delle persone. Sebbene la tesi si focalizzi sulla robotica sociale e assistiva, la struttura metodologica e gli obiettivi/risultati raggiunti possono essere considerati come **scalabili e riproducibili**, ovvero applicabili anche ad ulteriori ambiti della robotica (robot per l'educazione, di servizio, per l'industria, etc.) e ai relativi utenti, stakeholder, attività e contesti di riferimento se non anche ad altri settori scientifico-disciplinari.

**www.roboticsdesign.org**