



Politecnico
di Torino

Sistemi interattivi a supporto dei Veicoli Autonomi

User Experience all'interno del concept
di mobilità Pop.Up Next

Tesi di Dottorato
Programma di Dottorato in Gestione, Produzione e Design (33° Ciclo)
Di Andrea Arcoraci



**Politecnico
di Torino**

ScuDo

Scuola di Dottorato - Doctoral School
WHAT YOU ARE, TAKES YOU FAR

Tesi di Dottorato
Programma di Dottorato in Gestione, Produzione e Design
(33° Ciclo)

Sistemi interattivi a supporto dei veicoli autonomi

**User Experience all'interno del concept di
mobilità Pop.Up Next**

Di
Andrea Arcoraci

—
Supervisor(s)

Prof. Paolo Tamborrini , Supervisor
PhD Andrea Di Salvo , Co-Supervisor

—
Commissione esaminatrice di Dottorato

Prof. Emanuela Fanny Bonini Lessing, Referee, Università IUAV di Venezia
Prof. Matteo Maria Moretti, Università degli Studi della Repubblica di San Marino
Prof. Michele Zannoni, Referee, Università degli Studi di Bologna
Prof. Pier Paolo Peruccio, Referee, Politecnico di Torino
Prof. Letizia Bollini, Referee, Libera Università di Bolzano

Politecnico di Torino
2021

*Alla mia famiglia.
In particolare a mio padre che sarebbe stato tanto
felice di assistere al raggiungimento di questo
grande traguardo.*

Declaration

I hereby declare that, the contents and organization of this dissertation constitute my own original work and do not compromise in any way the rights of third parties, including those relating to the security of personal data.

Andrea Arcoraci
2021

*This dissertation is presented in partial fulfillment of the requirements for **Ph.D. degree** in the Graduate School of Politecnico di Torino (ScuDo).

Riconoscimenti

Per il raggiungimento dei risultati presentati in questa tesi sono stati necessari molti sforzi, ma è soprattutto grazie a tutti coloro che hanno contribuito a sostenermi durante questo lungo percorso che tutto ciò è stato possibile.

Vorrei innanzitutto ringraziare il mio supervisor Paolo Tamborrini e il mio co-supervisor Andrea Di Salvo per avermi fornito strumenti, indicazioni e supporto durante tutto il percorso di ricerca.

Ringrazio anche il Prof. Lars-Ola Bligård per la grande disponibilità, ospitalità e per il prezioso supporto alla ricerca durante il mio periodo di visiting all'interno del Dipartimento di Design and Human Factors a Chalmers University (Gothenburg). Ringrazio anche gli altri colleghi di Chalmers per aver contribuito a rendere memorabile il periodo trascorso in Svezia e per avermi supportato ognuno in modo diverso.

Ringrazio anche tutti i colleghi del laboratorio di Mirafiori e i colleghi del corso di dottorato con cui ho condiviso gran parte delle difficoltà, gioie e soddisfazioni ottenute in questo percorso.

Vorrei ringraziare anche tutti i miei amici vicini e lontani che mi hanno sempre sostenuto. Un particolare ringraziamento va agli amici con cui ho condiviso preziosi ragionamenti utili per lo sviluppo di alcune fasi di ricerca.

Infine, un ringraziamento speciale va alla mia famiglia, che non solo mi ha supportato, ascoltato e compreso in questa importante esperienza, ma rappresenta anche la fonte più grande delle mie motivazioni personali e professionali. Ringrazio anche la nuova arrivata Emma, una gioia che ha contribuito a rendere speciali gli ultimi due anni di dottorato.

Abstract

L'attività di ricerca è caratterizzata dal tema della mobilità sostenibile, e in particolare, fa riferimento al dominio di ricerca della User Experience (UX).

Seguendo la visione ampia e olistica della UX, la ricerca mantiene un approccio multidisciplinare e integra anche alcuni aspetti di Human-Machine Interaction (HMI), Interaction Design (IxD) e Service Design (SD).

La tesi si focalizza sul contesto dei veicoli autonomi, ampiamente discussi in letteratura, ma punta anche a generare un impatto positivo per il futuro sistema di mobilità.

All'interno del dottorato verranno affrontate tre domande di ricerca (DR). La prima DR intende comprendere quelli che potrebbero essere i bisogni, le motivazioni e i desideri futuri degli utenti all'interno dei veicoli completamente autonomi. La seconda DR intende investigare le possibilità dell'approccio UX di produrre impatti positivi per l'utente, e in maniera più ampia per tutto il sistema, generando quindi un'esperienza sostenibile per entrambi. La terza e l'ultima DR intende ottenere un contributo di tipo pratico-progettuale relativo alle possibili esperienze d'uso all'interno dei veicoli autonomi associati al contesto della mobilità condivisa. Seguendo gli obiettivi esposti nelle tre DR, l'attività di ricerca parte da un'analisi mirata alla comprensione del sistema mobilità; in questa analisi sono stati investigati molti dei fattori che influenzano sotto molti aspetti i futuri scenari urbani, come l'incremento dell'urbanizzazione e l'impatto derivato dall'introduzione di nuove tecnologie.

Dopo questa prima indagine preliminare di alto livello, la ricerca si è focalizzata direttamente sul campo di applicazione individuato; i veicoli autonomi.

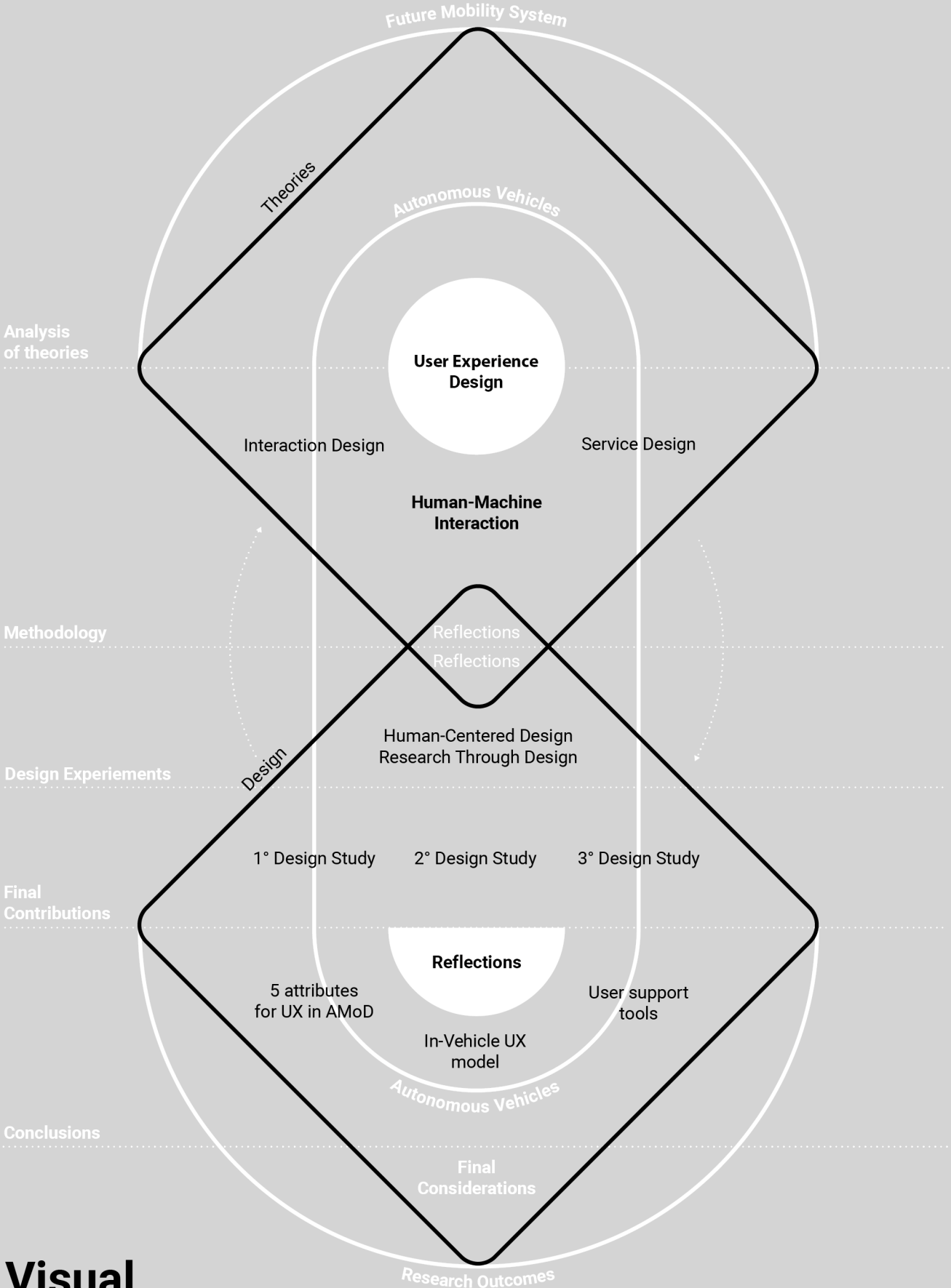
La parte della tesi dedicata alla comprensione dei veicoli autonomi ha discusso alcuni dei possibili benefici derivati dall'introduzione di questa tecnologia, prestando particolare attenzione alla capacità di questi veicoli di rivoluzionare: il modo in cui gli esseri umani vivono lo spostamento, l'esperienza all'interno dei veicoli e le dinamiche dell'intero sistema mobilità.

Successivamente, all'interno dell'analisi della letteratura scientifica sono state indagate le più importanti teorie e questioni riguardo le aree di ricerca della UX e della HMI associate al contesto dei veicoli autonomi. L'analisi della letteratura all'interno di questi due domini di ricerca è stata sviluppata in due fasi principali: la prima fase ha prodotto una panoramica delle teorie UX più riconosciute e accreditate in letteratura, mentre la seconda fase rappresenta un'indagine delle questioni relative al contesto dei veicoli autonomi e *Autonomous Mobility on Demand* (AMoD).

A seguire viene mostrata la metodologia di ricerca, i due principali approcci di ricerca adottati riguardano lo Human-Centered Design (HCD) e il Research Through Design (RtD); entrambi gli approcci hanno influenzato profondamente le riflessioni e le direzioni di questa tesi.

In conclusione, l'ultima parte della tesi discute i tre principali *Design Studies* condotti all'interno della ricerca di dottorato; queste sperimentazioni supportano le risposte alle tre DR e lo sviluppo dei contributi finali di ricerca. I contributi finali, concepiti come una sintesi di ricerca, sono i seguenti: l'identificazione di 5 attributi cruciali per la progettazione della UX in AMoD, analisi degli strumenti di supporto per l'utente in AMoD, e infine un modello concettuale per la gestione della UX all'interno dei veicoli autonomi.

Analysis of context



Contenuti

<u>1 Introduzione</u>	pag.16
1.1 Le sfide del futuro sistema di mobilità	pag.17
1.1.1 Verso una mobilità sostenibile	pag.18
1.1.2 I nuovi paradigmi della mobilità	pag.19
1.1.3 Migliorare l'efficienza dei veicoli	pag.20
1.1.4 Rivoluzione della User Experience nei veicoli	pag.22
1.2 Veicoli Autonomi	pag.23
1.2.1 Tecnologie di supporto	pag.25
1.2.2 Livelli di automazione	pag.26
1.2.3 Politica e regolamentazione	pag.28
1.2.4 Implicazioni etiche	pag.28
1.2.5 Accettazione dell'utente	pag.29
1.2.6 Autonomous Mobility on Demand	pag.30
1.3 Dottorato di Ricerca	pag.30
1.3.1 Barriere e limitazioni	pag.33
1.3.2 Definizione dei termini	pag.34
<u>2 Literature Review</u>	pag.36
2.1 User Experience	pag.37
2.1.1 Modelli di riferimento	pag.38
2.2 User Experience nei Veicoli Autonomi	pag.39
2.2.1 Metodi di ricerca	pag.40
2.2.2 Non-driving related activities	pag.41
2.2.3 Interazione Uomo-Macchina	pag.43
2.3 User Experience nei Veicoli Autonomi in condivisione	pag.45
<u>3 Metodologia</u>	pag.48
3.1 Approccio di ricerca	pag.49
3.1.1 Research Through Design	pag.50
3.2 Metodologia di ricerca	pag.51

<u>4 Design Studies</u>	pag.56
4.1 1° Design study: Studio esplorativo per la User Experience nei veicoli autonomi	pag.57
4.1.1 Obiettivi di ricerca	pag.57
4.1.2 Metodo	pag.57
4.1.3 Risultati	pag.62
4.1.4 Discussione e conclusioni	pag.68
4.2 2° Design Study: Interazioni sostenibili per la User Experience nei Veicoli Autonomi	pag.69
4.2.1 Obiettivi di ricerca	pag.70
4.2.2 Metodo	pag.70
4.2.3 Risultati	pag.73
4.2.4 Discussione e conclusioni	pag.75
4.3 3° Design Study: Comprensione del rapporto Uomo-Macchina all'interno dei veicoli autonomi attraverso la progettazione di diversi stili d'interazione basati sulla personalità	pag.77
4.3.1 Obiettivi di ricerca	pag.78
4.3.2 Metodo	pag.78
4.3.3 Risultati	pag.83
4.3.4 Discussione e conclusioni	pag.89
<u>5 Contributi finali</u>	pag.94
5.1 Cinque attributi chiave per la User Experience in AMoD	pag.95
5.1.1 Flexibility	pag.95
5.1.2 Responsibility	pag.97
5.1.3 Exstraordinary UX	pag.98
5.1.2 All-inclusive, simple and useful	pag.100
5.1.4 Reliability	pag.101
5.2 Implicazioni progettuali dei cinque attributi chiave	pag.103
5.2.1 Strumenti per il supporto dell'utente durante l'esperienza	pag.104
5.2.2 Gestione della User Experience a bordo	pag.109

6 Conclusioni

pag.124

6.1 Overview di ricerca

pag.125

6.2 Limiti della ricerca

pag.127

6.1 Sviluppi futuri

pag.118

References

pag.130

Annex I - Lista delle pubblicazioni

pag.142

Lista delle Figure

Figure 1: I tre moduli del sistema di trasporto Pop.Up progettato da ItalDesign	pag.31
Figure 2: Vista interna della cabina del sistema di trasporto Pop.Up Next	pag.31
Figure 3: Schema riassuntivo della metodologia di ricerca impiegata	pag.52
Figure 4: Estratto di alcuni rilievi fotografici prodotti da un gruppo di lavoro durante la prima fase di progetto.	pag.59
Figure 5: Annotazioni di uno dei gruppi di lavoro sulle osservazioni sul campo e sull'analisi dello scenario tecnologico.	pag.58
Figure 6: Esempio di informazioni raccolte online dai gruppi di lavoro durante l'analisi della UX nel servizio comunale di bike sharing "Tobike".	pag.60
Figure 7: Esempio di Tavola 1 con descrizione narrativa della Persona prodotta da uno gruppo dei gruppo di lavoro.	pag.61
Figure 8: Esempio di Tavola 2 con descrizione schematica della Persona prodotta da uno gruppo dei gruppo di lavoro.	pag.61
Figure 9: Rappresentazione delle 3 principali fasi di progettazione.	pag.62
Figure 10: Rappresentazioni degli otto concept progettuali	pag.65
Figure 11: User Journey Map di un servizio generico AMoD	pag.67

Figure 12: Rappresentazione delle 3 principali fasi di progettazione.	pag.71
Figure 13: Struttura metodologica del workshop	pag.72
Figure 14: Primo prototipo interattivo del gioco	pag.75
Figure 15: Risultati del questionario sottoposto ai partecipanti dopo l'interazione con il primo prototipo del gioco	pag.76
Figure 16: I tre modelli d'interazione e i corrispettivi parametri di progettazione	pag.79
Figure 17: Set-up video per l'esposizione delle interazioni all'interno dei tre tragitti.	pag.80
Figure 18: Scenario di viaggio presentato ai partecipanti durante il test	pag.81
Figure 19: Rappresentazione delle 3 principali fasi di progettazione.	pag.82
Figure 20: Struttura metodologica del workshop	pag.83
Figure 21: Risultati dei questionari sottoposto ai partecipanti dopo l'esposizione dei tre modelli d'interazione nei due workshop	pag.85
Figure 22: Comparazione dei risultati dei questionari sottoposti ai partecipanti dopo l'esposizione dei tre modelli d'interazione nei due workshop	pag.86
Figure 23: Analisi dei touchpoints per i servizi AMoD	pag.106
Figure 24: Sistema di comunicazione dei vari strumenti di supporto	pag.107

Figure 25: Architettura delle informazioni per un'applicazione mobile di un servizio AMoD	pag.108
Figure 26: PARTE 1 - Modello Blueprint base di un servizio AMoD	pag.110
Figure 27: PARTE 2 - Modello Blueprint base di un servizio AMoD	pag.111
Figure 28: Riferimenti visuali relativi alle tre metafore	pag.112
Figure 29: Relazioni tra attività (NDRA) riscontrate in letteratura e metafore	pag.113
Figure 30: Analisi delle attività (NDRA) in relazione alle qualità Digitali / Fisiche	pag.117
Figure 31: Analisi dei requisiti di progettazione relativi alle diverse attività (NDRA)	pag.119
Figure 32: Tavola di sintesi metafora 1 - Home	pag.120
Figure 33: Tavola di sintesi metafora 2 - Extraordinary	pag.121
Figure 34: Tavola di sintesi metafora 3 - Office	pag.122

Lista delle Tabelle

Tabella 1 : Processo di sviluppo dello User Journey Map	pag.58
Tabella 2: Lista dei partecipanti al test	pag.71
Tabella 3: Attività associate alla metafora Home	pag.104
Tabella 4: Attività associate alla metafora Extraordinary	pag.105
Tabella 5: Attività associate alla metafora Office	pag.105

Introduzione

Lo scopo di questo primo capitolo della tesi è di introdurre il macro-contesto di ricerca ed esporre gli obiettivi principali di questo lavoro.

Il capitolo inizia a discutere ed esplorare in modo ampio le peculiarità del futuro sistema della mobilità, soffermandosi su alcuni temi cruciali strettamente connessi alla tesi.

L'indagine del contesto è stata considerata una parte fondamentale della ricerca, essa rappresenta la fonte per una profonda comprensione e riflessione sui paradigmi e le dinamiche che influenzeranno il futuro del sistema della mobilità. L'indagine contestuale prende in considerazione e confronta alcuni scenari futuri forniti da diverse fonti, e dibatte sulle sfide del sistema mobilità nell'intento di raggiungere gli obiettivi sostenibili.

Dopo questa indagine preliminare di alto livello, il capitolo si concentrerà direttamente sul campo di applicazione specifico dei veicoli autonomi.

L'argomento dei veicoli autonomi sarà discusso ponendo l'attenzione su aspetti che coinvolgono sia questioni teoriche che pratiche. Le implicazioni di questa tecnologia sono state ampiamente dibattute in campo scientifico, in questo capitolo verrà mostrata una sintesi delle principali questioni necessarie per affrontare le attività di ricerca. Saranno discusse le peculiarità dei veicoli autonomi, lo stato dell'arte della tecnologia, la politica e la regolamentazione, i livelli di automazione, i fattori che influenzano l'accettazione da parte degli utenti e le implicazioni etiche. Infine, saranno esposti i principali obiettivi della ricerca di dottorato e i risultati attesi. Saranno anche presentate le domande di ricerca, i limiti e le barriere dello studio.

1.1 Le sfide del futuro sistema di mobilità

A partire dalla rivoluzione industriale, la storia delle aree urbane è cambiata radicalmente a causa di un mix di forze economiche, politiche e tecnologiche convergenti; questo flusso di eventi ha portato molte persone in tutto il mondo a spostarsi dalle campagne alle aree urbane. Questa grande immigrazione verso i centri urbani ha sollevato molte opportunità e sfide per le grandi città.

Sebbene le metropoli abbiano giocato un ruolo centrale nel raggiungimento dei grandi progressi della nostra società e nei maggiori successi nelle arti e nelle scienze, continuano a lottare con una serie di problemi sempre più complessi, ad esempio la questione del trasporto dei cittadini all'interno delle città. La mobilità urbana è un problema che coinvolge tutte le città del mondo e ha un impatto diverso sulle condizioni di vita in modo variabile a seconda di molti fattori. Molte delle più grandi città del mondo stanno lottando nel trovare soluzioni concrete di mobilità che garantiscano una risposta concreta al crescente bisogno di mobilità richiesto dai cittadini. L'aumento della popolazione all'interno delle aree urbane è un fenomeno in forte crescita dal 1950 (DESA, 2014). Attualmente circa 4 miliardi di persone vivono nei centri urbani di tutto il mondo, secondo le Nazioni Unite nel 2050 oltre 6 miliardi di persone vivranno nei centri urbani (DESA, 2014).

Questo spostamento verso le zone urbane sta contribuendo allo sviluppo di numerose megalopoli su scala globale, entro il 2030 potrebbero essere 41 con una popolazione che supera i 10 milioni di cittadini; 11 di queste città si trovano in Cina e in India (DESA, 2016). Di fronte alla proiezione di questi scenari, molti esperti si chiedono come affrontare un problema così grande e impegnativo, molti analisti prevedono che la domanda di mobilità aumenterà di conseguenza, richiedendo enormi cambiamenti e investimenti nel settore della mobilità.

L'interpolazione di queste grandi sfide a livello globale avrà risultati evidenti che possiamo già oggi percepire nei nostri centri urbani; la congestione è uno dei sintomi più espliciti, ma non è l'unico. Una ricerca basata su dati provenienti da circa 3.000 città mostra che quasi l'80% delle persone che vivono nelle aree urbane sono esposte a un altro problema altrettanto importante che è l'inquinamento

atmosferico che può essere attribuito principalmente alle emissioni dei veicoli (Karagulian, et al., 2015).

La questione dell'inquinamento atmosferico è ormai un dibattito diffuso all'interno della ricerca, la più grande preoccupazione riguarda il rischio dell'aumento di una varietà di malattie. L'inquinamento atmosferico, di cui il 50% causato dal transito stradale (OECD, 2014) può ridurre drasticamente l'aspettativa di vita della popolazione.

Altri impatti sono visibili nell'economia, a causa degli alti costi annuali per la salute e dei costi di congestione stradale che nelle principali aree urbane degli Stati Uniti superano i 30 miliardi di dollari all'anno (Levy et al., 2010). L'accesso ai trasporti nei centri urbani è stato inoltre considerato un fattore chiave per sfuggire alla povertà (Chetty & Hendren, 2015). Immaginare soluzioni immediate a queste grandi sfide che coinvolgono la mobilità dei grandi centri urbani è un compito difficile e complesso. Pensare di risolvere il problema attraverso soluzioni apparentemente logiche di vecchio stampo, come la semplice espansione del sistema stradale, non è una soluzione efficace perché rischia di complicare ulteriormente la questione e di non risolvere i problemi alla radice (Duranton & Turner, 2011). La direzione più auspicabile sembra quindi essere quella di concentrarsi principalmente sull'ottimizzazione del sistema di trasporto esistente, enfatizzando concetti quali l'efficienza e l'efficacia del sistema.

Le città dovranno essere in grado di gestire un carico sempre maggiore di spostamenti di persone e merci attraverso soluzioni di mobilità sostenibile. Come evidenziato da diversi ricercatori, questa grande sfida suggerisce la necessità di cambiare i paradigmi della pianificazione della mobilità (Banister, 2008). La mobilità deve essere gestita e interpretata in modo olistico, concepita come un sistema connesso e collegato ad altri sistemi. Partendo dal concetto di sistema urbano come organismo, la mobilità urbana è parte di questo organismo e deve essere portata in coerenza e armonia con gli altri settori dell'organismo (Janasz, 2017) (pianificazione del territorio, servizi sociali, sanità, energia, educazione, forze dell'ordine e polizia, ecc.). Per raggiungere questo obiettivo è necessario l'allineamento e la cooperazione di policy orizzontali e verticali (Janasz, 2017). Inoltre, Banister (2008) sostiene che la pianificazione della mobilità dovrebbe spostarsi

dal suo “focus tradizionale” incentrato sul veicolo e sull’infrastruttura concepita oggi come la priorità principale a favore di un nuovo paradigma di mobilità sostenibile, egli sostiene che: “*Sustainable mobility has a central role to play in the future of sustainable cities, but it is only through the understanding and acceptance by the people that it will succeed*” (Banister, 2008).

1.1.1 Verso una mobilità sostenibile

Il concetto di mobilità sostenibile nel contesto urbano rappresenta un tema di ricerca molto discusso sia in ambito accademico che pratico, nonostante ciò, sembra esserci ancora poco consenso riguardo la natura precisa di questa definizione (Berger et al., 2014). Lam & Head (2012) suggeriscono una breve definizione per spiegare il cuore della mobilità urbana sostenibile: “the ease, convenience, affordability and accessibility of travelling to one’s destination with minimal impact on the environment and others”.

Tuttavia, all’interno della letteratura scientifica, la mobilità sostenibile risulta ancora un concetto flessibile, descritto e affrontato attraverso molteplici interpretazioni. Uno dei dilemmi più comuni quando si affronta il tema della mobilità sostenibile riguarda la questione dell’*automobility*. La domanda che gli esperti si pongono è: il sistema dell’*automobility* dovrà essere trasformato in un sistema sostenibile, o la dipendenza dall’auto, soprattutto quella privata, dovrà essere ridotta a lungo termine? Il termine *automobility*, come definito da Urry (2008), si riferisce all’uso dell’auto come principale mezzo di trasporto, l’elemento centrale della mobilità in cui la società basa la sua vita quotidiana e i suoi spazi (Henderson 2006). Il fenomeno dell’*automobility*, secondo la visione attuale, rappresenta uno degli ostacoli più noti per il raggiungimento di una mobilità sostenibile.

Le automobili sono ampiamente considerate un veicolo insostenibile principalmente a causa di due fattori estremamente evidenti e rilevanti: il loro contributo sostanziale alle emissioni di gas serra, e l’eccessiva occupazione degli spazi urbani, dovuta principalmente alla richiesta di parcheggio. L’auto occupa lo spazio urbano in entrambi i modi, da ferma

occupa in media 13,5 metri quadrati di spazio e in movimento (a 50 km/h) fino a 140 metri quadrati di spazio (Randelhoff, 2014). Rispetto ad altri mezzi di trasporto, l’automobile è il mezzo di trasporto più invasivo a livello spaziale.

Un altro elemento discutibile è l’enorme inefficienza delle auto, in media un’auto rimane parcheggiata per il 95% del tempo di un giorno (Shoup, 2006; Barter, 2013) e molto spesso viene utilizzata per spostare un singolo passeggero (Bundesamt für Statistik BFS, 2012).

Tenendo conto di tutte le questioni finora esposte, possiamo quindi dedurre che il paradigma dell’auto privata nel sistema della mobilità risulta insostenibile dal punto di vista economico, ambientale e sociale (Marletto, 2010).

Newman (2007) suggerisce un necessario cambio di paradigma che ha come nucleo centrale il superamento della dipendenza dall’auto. In modo più ampio, è auspicabile un cambiamento culturale verso l’automobile, l’obiettivo dovrebbe essere quello di de-enfatizzare la sua centralità nel sistema della mobilità (Janasz, 2017) e di ottimizzarne l’uso attraverso una gestione sostenibile.

Per innescare questo cambiamento di paradigma verso una mobilità più sostenibile, possono essere considerati tre punti focali principali (Berger et al. 2014): il trasferimento di efficienza, il trasferimento modale e la riduzione dei bisogni di mobilità. Secondo Janasz (2017) uno degli obiettivi è la riduzione del numero complessivo di auto sulle strade urbane, offrendo così numerosi vantaggi, tra cui la riappropriazione degli spazi della città.

Questa scelta prevede un cambiamento radicale all’interno dei futuri scenari urbani. Tuttavia, anche se questa dovrebbe essere la direzione percorribile, è comprensibile quanto siano estremamente importanti e indispensabili le auto per ogni sistema di mobilità urbano e per ogni economia, non si tratta quindi di una guerra contro le auto, ma piuttosto di aumentare l’efficienza delle risorse disponibili per ottenere maggiore benessere per i cittadini e indirizzare le aziende verso un business più sostenibile (Janasz, 2017). Secondo Janasz (2017) la mobilità sostenibile si basa principalmente su tre pilastri fondamentali: efficienza, sufficienza e coerenza.

Efficienza significa rendere le automobili più produttive stimolando le persone a utilizzare questo mezzo di trasporto in modo più efficiente. L’idea è

quella di sfruttare un numero minore di automobili in maniera più frequente e di incoraggiare un uso razionale dello spazio all'interno delle auto.

Il concetto di efficienza può essere applicato attraverso le seguenti pratiche:

- aumento del numero di corse per auto attraverso il *carsharing*;
- aumento del tasso di occupazione dei veicoli attraverso il *ridesharing*,
- combinazione delle pratiche di *carsharing* con il *ridesharing*.

Sufficienza, nel contesto dell'*automobility*, significa ridurre gli spostamenti complessivi di ogni vettura.

Gli approcci utili per soddisfare questo pilastro sono: l'approccio di alterazione che mira a convertire i modelli di trasporto esistenti in sistemi di trasporto collettivo, cioè un sistema di trasporto pubblico accessibile, la prevenzione dell'*automobility* verso una riduzione degli spostamenti non necessari, eventualmente sostituiti dalla mobilità virtuale e infine il superamento dell'elemento dell'accessibilità, garantendo l'accesso a tutti i cittadini.

Da un punto di vista pratico, per rendere operativo il concetto:

- incrementare il trasferimento modale, cioè spostare il focus dall'auto al trasporto pubblico e alle modalità lente;
- ridurre il volume complessivo del traffico automobilistico;
- fornire livelli di accesso sufficienti, incrementare quindi l'accessibilità alla mobilità.

Consistenza all'interno del sistema della mobilità significa congruenza e equilibrio tra le esigenze urbane di base, come la qualità della vita dei cittadini e i vantaggi economici. È necessario che questa congruenza sia mantenuta a lungo termine in modo coerente e sostenibile. Per gestire e misurare la consistenza è necessario definire una serie di indicatori utili per monitorare e controllare lo stato del sistema.

I contenuti raccolti in questa breve analisi, che ha avuto lo scopo principale di indagare il concetto di sostenibilità all'interno del sistema della mobilità, evidenziano il valore e l'importanza di un approccio sistemico nella progettazione della mobilità. Partendo dall'idea che la sostenibilità è il risultato dell'interpolazione di diversi sistemi che producono impatti diretti e indiretti, è necessario che chiunque

si occupi di questo contesto comprenda le dinamiche e le relazioni di questi sistemi per ottenere risultati più efficaci e consistenti.

1.1.2 I nuovi paradigmi della mobilità

La necessità di un cambiamento di paradigma verso una mobilità più sostenibile ha suscitato grande interesse per soluzioni di mobilità innovative.

Soprattutto il settore privato negli ultimi anni ha cercato di sfruttare sia le inefficienze e le lacune dei sistemi di trasporto esistenti, sia le opportunità delle tecnologie emergenti, offrendo una proliferazione di servizi di mobilità innovativi che rispondono alle esigenze sempre più pressanti di un contesto globale. Il nuovo concetto di mobilità si sviluppa attorno a due elementi principali: il modello di mobilità condivisa e la fusione di nuove tecnologie e la loro diffusione.

Se il vecchio modello di mobilità, riconosciuto come l'era dei motori, si identifica con le questioni cruciali come la congestione e l'affollamento, l'era della rivoluzione digitale secondo alcuni studiosi (Castells, 2011) offre significativi progressi e possibilità tecnologiche per un miglioramento del sistema della mobilità. Le possibilità offerte dalla rivoluzione tecnologica si basano principalmente sulla grande opportunità di collegare luoghi, persone e oggetti, con una potente capacità di raccolta ed elaborazione dei dati (Miorandi et al., 2012). Inoltre, Neely (2008) afferma che la fusione di nuove tecnologie per i prodotti connessi, combinata con la mobilità elettrica, favorisce lo sviluppo di nuovi servizi di mobilità.

La pressione verso modalità di trasporto più sostenibili, combinata con gli sviluppi delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT dall'inglese Information and Communications Technology), sta rivoluzionando la domanda di mobilità urbana. Le opportunità e gli strumenti offerti dalle ICT stanno radicalmente influenzando sempre più il nostro modo di muoverci, le infrastrutture, i servizi di trasporto e, più in generale, il nostro comportamento (Snellen & de Hollander, 2017).

La diffusione della mobilità condivisa è uno dei fenomeni strettamente connessi anche allo sviluppo dell'ICT. Il car sharing, il bike sharing, i servizi di taxi

e le nuove modalità di trasporto traggono grande beneficio dai nuovi strumenti digitali che consentono una migliore e più facile fruizione dei servizi. Come già anticipato nel precedente paragrafo dedicato alla mobilità sostenibile, all'interno di tutti questi servizi è possibile notare una linea comune che evidenzia il superamento del concetto di proprietà a favore dell'accessibilità che diventa l'elemento chiave del nuovo paradigma della mobilità.

Il passaggio all'accessibilità è anche guidato da una maggiore flessibilità e comfort nell'esperienza di viaggio promessa dai nuovi servizi. I mezzi di trasporto diventano a richiesta, alleggerendo tutti gli oneri legati alla proprietà (manutenzione, tasse, assicurazione, ecc.) rendendo la mobilità molto più pratica e conveniente. Anche strumenti digitali come le applicazioni mobile contribuiscono a rendere i servizi estremamente pratici e accessibili alla maggior parte della popolazione. La personalizzazione dei servizi di trasporto in base alle esigenze individuali di ogni utente scoraggerà sempre più il bisogno di veicoli privati, e anche la tradizionale divisione tra trasporto pubblico e privato diventerà sempre più obsoleta. La diffusione e l'adozione di massa dei servizi dipenderà da molti fattori, uno dei più importanti è la capacità dei servizi di competere almeno con i vantaggi di un veicolo privato, puntando, verso un'esperienza migliore.

L'arrivo di veicoli autonomi potrebbe facilitare il raggiungimento degli obiettivi, ad esempio superando importanti ostacoli legati alle difficoltà del trasporto pubblico (ad esempio, raggiungere la fermata del bus per prendere il mezzo) fornendo una soluzione di trasporto porta a porta.

Al di là della prospettiva di una soluzione di mobilità più confortevole, pratica e semplice, il nuovo modello di mobilità non deve comunque trascurare la necessità di aumentare l'efficienza (Pavone, 2015; Wagner, 2015).

Un argomento poco trattato in letteratura ma estremamente importante riguarda l'integrazione dei due paradigmi chiave che stanno plasmando il nuovo modello di mobilità: la tecnologia e la sostenibilità. Sembra che la comunità scientifica consideri ancora questi temi come due campi di ricerca distinti: la ricerca incentrata sulla "smart city" intesa come tecnologia; la ricerca incentrata sulle preoccupazioni di sostenibilità in materia di pianificazione (Lyons, 2018).

L'intelligenza tecnologica e la sostenibilità sono

due paradigmi che dovrebbero invece integrarsi e procedere verso percorsi condivisi.

Banister (2008) all'interno del suo lavoro di ricerca, intento a esplorare il concetto di mobilità sostenibile, sottolinea la necessità di fare un uso responsabile della tecnologia, un uso orientato agli obiettivi di sostenibilità. A sostegno di questa affermazione, possiamo attribuire un ruolo subordinato alla tecnologia, il valore degli strumenti tecnologici acquista importanza se l'uso di questi strumenti considera e favorisce la sostenibilità del sistema.

1.1.3 Migliorare l'efficienza dei veicoli

Concentrandosi sul concetto di efficienza suggerito da Janasz (2017) saranno in seguito approfondite due strategie cruciali per l'implementazione della produttività delle auto: il *carsharing* e il *ridesharing*. La comprensione di questi due concetti è fondamentale in quanto rappresentano due temi centrali di questo studio.

Il *carsharing* può essere definito come una pratica di noleggio di veicoli destinati a persone che hanno bisogno del veicolo per un breve periodo di tempo (Janasz, 2017). Il *ridesharing*, invece, è una pratica più informale che si verifica tra amici o sconosciuti con lo scopo principale di ottimizzare lo spazio libero all'interno del veicolo (Janasz, 2017). Entrambe le pratiche possono essere applicate a una moltitudine di mezzi di trasporto, in questo contesto, però, i concetti riguardano il settore automobilistico.

Carsharing

Il *carsharing* è una pratica caratterizzata dalla breve durata del noleggio del veicolo, che può durare poche ore, e più recentemente, pochi minuti. Il servizio di *carsharing* può essere definito come un sistema organizzato che fornisce una flotta di veicoli che vengono condivisi tra molte persone. La pratica si basa sul cambiamento del paradigma della mobilità che prevede il vantaggio di utilizzare mezzi di trasporto senza gli oneri della proprietà (Cohen & Kietzmann, 2014). Fondamentalmente, uno dei fattori principali che rendono il *carsharing* attraente

per le persone è la convenienza economica e la mancanza di responsabilità per la manutenzione dei veicoli.

I clienti che scelgono frequentemente il *carsharing* sono per lo più persone caratterizzate dalla necessità di un uso occasionale dei veicoli e preferiscono scegliere tipi specifici di veicoli a seconda delle situazioni specifiche.

Secondo Liu et al (2014) esiste un gruppo target specifico dei servizi di *carsharing*, alcune delle loro caratteristiche sono:

- clienti che difficilmente possono permettersi l'alto costo della manutenzione dell'auto privata, come il parcheggio, l'assicurazione, la benzina, ecc.;
- clienti che hanno la possibilità di decidere il tipo di veicolo per scopi specifici, come ad esempio VAN per il trasporto di materiale ingombrante o SUV per escursioni occasionali;
- clienti che utilizzano per lo più i mezzi pubblici per raggiungere il luogo di lavoro, ma che occasionalmente hanno bisogno di noleggiare un'auto per specifiche attività personali come lo shopping;
- clienti che si occupano di viaggi frequenti in tutto il mondo e che hanno bisogno di un'auto per spostarsi all'interno di grandi città e aeroporti;
- clienti che hanno una grande consapevolezza dei problemi di sostenibilità e sono orientati verso uno stile di vita più sostenibile.

La maggior parte dei servizi di *carsharing* offre una semplice soluzione all-inclusive, i clienti hanno facile accesso al veicolo e pagano solo per il tempo di utilizzo, per la distanza percorsa o una combinazione di entrambi (Cohen & Kietzmann, 2014).

È possibile delineare due tipi di servizio che offrono ai clienti un'esperienza diversa e un funzionamento diverso.

Il primo tipo di *carsharing* è il cosiddetto modello *roundtrip vehicle rental* (Spieser et al., 2014), è anche il primo apparso nella mobilità urbana. Questo modello di *carsharing* è legato alle stazioni, i clienti devono restituire il veicolo alle stazioni di servizio, aspetto che ha sempre rappresentato un grosso limite per la diffusione e l'adozione dei servizi di *carsharing*. Una seconda e più recente diffusione in contesti urbani è la modalità di *carsharing free-floating*, considerata una valida soluzione alternativa. Il *carsharing* in modalità *free-floating* supera un limite importante rispetto a quello tradizionale di cui si è parlato prima; i clienti non devono riportare il veicolo nella

posizione di partenza. Questa caratteristica sembra essere stata la chiave per la rapida diffusione del *carsharing* nel contesto urbano. Negli Stati Uniti, negli ultimi dieci anni i clienti del *carsharing* sono raddoppiati ogni 1-2 anni (Fagnant & Kockelman, 2014). Il fenomeno della diffusione è associato in particolare ai servizi che operano nel noleggio di veicoli a breve termine, questi servizi coprono una fetta importante all'interno del settore del *carsharing* (Tils et al., 2015). La diffusione di massa del *carsharing* ha portato ad un continuo aumento del parco veicoli nei servizi, in Germania i veicoli di *carsharing* sono aumentati più di quattordici volte dal 1997 (Tils et al., 2015). Tuttavia, nonostante la maggior parte dei dati forniti dai servizi di *carsharing* sul numero di clienti siano riferiti alle immatricolazioni, è ancora notevole la significativa espansione del *carsharing* negli ultimi anni.

Ridesharing

Nonostante la credenza comune che considera il *ridesharing* come un nuovo concetto di mobilità, in realtà i primi programmi di *ridesharing* sono apparsi negli Stati Uniti durante la Guerra Fredda. Il *ridesharing* era supportato dalla necessità di risparmiare gomma per scopi militari. Sempre negli USA, un episodio simile accadde tra il 1973-74 durante il periodo dell'embargo petrolifero; le autorità incoraggiarono il *ridesharing* per ridurre il consumo civile di petrolio (Janasz, 2017).

Tuttavia, l'idea generale del *ridesharing* nasce dalla necessità e dall'opportunità di coprire i posti vuoti e disponibili nel veicolo per ottimizzare il costo del viaggio.

Se l'offerta di *carsharing* si basa sulla fornitura del veicolo ai clienti, l'offerta di *ridesharing* si basa sull'offerta dello spazio disponibile all'interno dei veicoli. Si tratta per la maggior parte di autisti che permettono ad altri passeggeri di condividere il viaggio all'interno dello stesso veicolo, perché condividono la stessa, o simile, località di partenza e la stessa, o simile, destinazione (Cohen & Kietzmann, 2014; Chan, & Shaheen, 2012). Tuttavia, il *ridesharing* è rimasta per molto tempo una pratica informale senza scopo di lucro, solo recentemente sono state integrate compensazioni economiche rendendola

meno informale. Nonostante la commercializzazione, molti dei conducenti non sono ancora collegati ai programmi di *ridesharing* che comportano un profitto economico (Janasz, 2017). I principali fattori che sostengono l'ascesa del *ridesharing* si riferiscono sia alla convenienza economica che ai guadagni sostenibili. L'obiettivo è quello di contribuire all'elevato costo di proprietà dei veicoli e allo stesso tempo di mitigare i problemi di congestione del traffico e di inquinamento (Cohen & Kietzmann, 2014; Chan & Shaheen, 2012). Autisti e passeggeri ne approfittano per ridurre il costo del viaggio e, d'altro canto, l'intero sistema di mobilità trae vantaggio da una modalità di trasporto sostenibile e rispettosa dell'ambiente (Janasz, 2017). È stato dimostrato che il *ridesharing* riduce le emissioni di CO₂, la congestione del traffico e la necessità di spazi destinati al parcheggio (Janasz, 2017). Questa pratica è stata anche incoraggiata dalle autorità pubbliche in un periodo specifico di alto inquinamento o di prezzi elevati del carburante (Chan & Shaheen, 2012).

In conclusione, possiamo affermare che questa pratica, incoraggiata dalle emergenti preoccupazioni globali sui temi della sostenibilità, può giocare un ruolo importante nel cambiamento di paradigma del nuovo sistema di mobilità.

Al giorno d'oggi, sfruttando le tecnologie digitali, il *ridesharing* può beneficiare anche di un approccio molto intelligente a sostegno dei moderni sistemi di matching, consentendo maggiori opportunità per una massiccia diffusione di questa pratica.

1.1.4 Rivoluzione della User Experience nei veicoli

Le grandi rivoluzioni in atto discusse finora nei paragrafi precedenti si ripercuotono inevitabilmente anche all'interno della *User Experience* (UX). La UX, in particolare quella all'interno del veicolo, diventa sempre di più un elemento di fondamentale importanza per gli utenti delle moderne automobili (Owens et al., 2015) e per i produttori di auto che stanno cogliendo l'opportunità di posizionare il proprio brand attraverso la costruzione di una UX positiva (Kun et al., 2016). Nonostante il tema della UX acquisisca sempre più centralità all'interno del settore automobilistico, restano ancora molte le incognite e le sfide di questa disciplina. Tuttavia,

la complessità sempre più emergente dell'intero sistema di mobilità e delle automobili moderne (Cunningham, 2015; Bubbers, 2018) rendono ancora più arduo il tentativo di gestire in maniera fluida e sistemica tutto questo apparato tecnologico. Il tema della complessità rappresenta una delle questioni cruciali, ma un altro elemento altrettanto importante riguarda il contesto. La UX necessita di essere progettata rispettando e considerando i singoli contesti d'uso, i bisogni e le esigenze dei singoli utenti, gli strumenti analogici e digitali forniti all'utente dentro e fuori l'automobile.

La UX assume un ruolo importante nel settore dell'autoveicolo anche perché aiuta il progettista a superare la concezione dell'auto come prodotto, entrando in una dimensione spaziale più completa che può essere definita come luogo/prodotto. L'automobile non può essere considerata un tradizionale prodotto, ma in maniera singolare rappresenta un luogo che circonda in maniera totalmente immersiva l'utente. In più, questo luogo è caratterizzato dalla particolarità di essere mobile, rendendo la UX particolarmente mutevole e di conseguenza complicata da studiare e da progettare. Il gran numero di sistemi interattivi all'interno del veicolo rende l'esperienza ancora più complessa. Le informazioni e le interazioni nelle auto moderne si moltiplicano pari passo con il progresso tecnologico, che spinge l'uomo a adattarsi costantemente a nuovi modelli di interfacce multimodali, che coinvolgono sempre di più l'uso di diverse modalità d'interazione coinvolgendo diverse parti del corpo umano. L'interazione attraverso interfacce gestuali e vocali rappresenta solo una delle importanti introduzioni tecnologiche all'interno delle auto moderne, innovazioni che sono destinate a cambiare il rapporto Uomo-Macchina sotto diversi aspetti. Dal momento in cui l'uomo interagisce con l'auto attraverso un linguaggio naturale e umano come l'uso della voce, è facile pensare che anche il suo rapporto con l'auto stessa possa cambiare in futuro, in virtù della qualità delle interazioni.

L'auto del futuro quindi, sempre più intelligente e connessa, sarà anche particolarmente influente per le nostre emozioni. La progettazione della UX in questo caso gioca ancora un ruolo fondamentale, in quanto è in gran parte responsabile dell'attaccamento emotivo (Redshaw, 2017; Sheller, 2004) che gli utenti costruiscono con le loro auto. Gli elementi sensoriali come il suono del motore, l'odore degli interni, le

vibrazioni del sedile rappresentano la base per la costruzione delle esperienze, tutto ciò è ancora più enfatizzato nelle persone che hanno assimilato i piaceri cinestetici del viaggio in macchina sin dall'infanzia (Featherstone, 2004). Sebbene in letteratura scientifica siano presenti molti studi che affrontano la UX all'interno degli autoveicoli (per esempio Körber & Bengler, 2013), una comprensione olistica di tutti i fenomeni e i fattori influenti è ancora abbastanza lontana. Questo causa una ripercussione in ambito pratico-progettuale, dove la mancanza di conoscenza pone dei limiti per una progettazione sistemica della UX a bordo. Questi limiti saranno ancora più evidenti con l'avvento dell'automazione, un processo che sta rivoluzionando questo settore rendendolo ancora più complesso. Lo sviluppo tecnologico fortunatamente funge però anche da motore propulsivo per la ricerca di un quadro di conoscenze più approfondite all'interno dell'ambito della UX a bordo (Kun, 2018). Lo sviluppo della funzionalità di guida autonoma cambierà anch'esso il rapporto Uomo-Macchina, che sarà sempre più diverso da quello odierno, divenendo sempre più evidente man mano che l'uomo assumerà un ruolo sempre più passivo e subordinato nella guida del veicolo (Sandry, 2018).

In conclusione, dall'analisi di alcune delle grandi sfide per questo settore è possibile comprendere quanto il contributo della ricerca nel generare nuova conoscenza utile a delineare questo campo sia fondamentale.

Sono ancora molti i punti interrogativi riguardo il futuro della UX all'interno delle automobili, nonostante i produttori di auto abbiano già bene in mente i fattori e le tecnologie che trasformeranno questo settore. La ricerca ha la responsabilità di mettere in luce i molti aspetti ancora inesplorati delle tecnologie emergenti in modo da guidare la progettazione di questi veicoli e la loro interazione con l'uomo verso una convivenza sostenibile.

1.2 Veicoli Autonomi

L'evoluzione dei mezzi di trasporti lungo il corso dei secoli è stata guidata principalmente da fattori tecnologici e socioeconomici. Ancora una

volta questi fattori influenzeranno in maniera irreversibile il modo in cui viviamo e ci spostiamo, grazie all'introduzione dei veicoli autonomi.

L'adozione della guida autonoma è stata descritta come una tecnologia "disruptive" per l'industria automobilistica (Kun et al., 2016).

Questa tipologia di veicoli permettono per la prima volta di compiere azioni che in precedenza potevano essere compiute solo dall'uomo (Waytz, et al., 2014). Una delle definizioni più recenti e consolidate per la descrizione dei veicoli autonomi è fornita dalla National Highway Traffic Safety Administration del Dipartimento dei Trasporti degli Stati Uniti che li definisce così: *"self-driving vehicles are those in which operation of the vehicle occurs without direct driver input to control the steering, acceleration, and braking and are designed so that the driver is not expected to constantly monitor the roadway while operating in self-driving mode"* (NHTSA, 2019). Tuttavia, nonostante oggi il tema dell'automazione nel mondo dei trasporti sembri una novità assoluta, in realtà l'idea delle auto autonome è un concetto poco recente; già nei primi decenni del 900 era ampiamente discusso all'interno del campo della narrativa (vedere per esempio Keller, 1935). L'idea del veicolo autonomo è quindi un concetto che nasce dal mondo della finzione prima ancora di diventare una tecnologia futuribile. Nel 2004 DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) durante la prima edizione del "Grand Challenge", un concorso a premi per veicoli autonomi americani, introduce i primi veicoli operativi senza guidatore. La Grand Challenge è stata la prima gara al mondo di lunga distanza per auto senza conducente, i veicoli in gara erano però ancora ben distanti dall'essere destinati alle strade pubbliche (Ozguner et al., 2007). Grazie a questo evento storico, e il contributo di molti altri fattori influenti, il tema delle auto autonome si è guadagnato da quel momento un notevole interesse pubblico diventando così argomento di dibattito all'interno della ricerca e dei media.

Descritto come un cambio di paradigma del trasporto quotidiano, la guida autonoma è avvantaggiata dalla previsione di possibili impatti positivi per l'uomo e l'intero sistema di trasporto. I veicoli autonomi potrebbero diminuire le emissioni inquinanti (Brenner & Herrmann, 2018), migliorare l'esperienza a bordo offrendo al conducente più tempo libero per attività personali (Mertens, 2018) e migliorare la sicurezza (Davila & Nombela, 2012; Rupp & King,

2010). Il tema della sicurezza rappresenta uno dei vantaggi più rilevanti, i veicoli autonomi potrebbero diminuire drasticamente il numero degli incidenti stradali con una conseguente diminuzione dei costi pubblici e della mortalità (Fagnant & Kockelman, 2015). Attualmente, circa il 90% degli incidenti sono provocati da errori umani (Fagnant & Kockelman, 2015) come stanchezza e distrazione, poiché i sistemi di guida autonoma sono esenti da questi fattori umani rappresentano una possibile soluzione per questo importante problema.

Anche il traffico stradale potrebbe subire un netto miglioramento derivato dall'introduzione di questi veicoli; alcune ricerche stimano che il traffico potrebbe diminuire del 50-80% se almeno il 50% dei veicoli su strada fossero veicoli autonomi. Se invece la penetrazione dei veicoli autonomi raggiungesse la totalità dei veicoli presenti su strada si potrebbe ottenere una diminuzione del traffico del 90-94% (Papadoulis et al., 2019).

I veicoli autonomi rappresentano anche una soluzione di trasporto valida per le fasce di utenti che attualmente non sono in grado di utilizzare i veicoli tradizionali, ad esempio bambini, persone anziane e persone con problemi fisici (Fagnant & Kockelman, 2015). In maniera più ampia, questa opportunità significa ampliare l'offerta di mobilità ad un pubblico più numeroso, generando come risultato sia benefici per la società che rischi per un possibile sovraccarico del sistema. Uno dei benefici più evidenti è la possibilità di ottenere una mobilità più democratica e accessibile che garantisce una migliore interazione sociale, maggiori opportunità di accesso al mondo del lavoro, l'accesso all'assistenza sanitaria e molti altri vantaggi (Adnan et al., 2018). Le fasce di utenti citate in precedenza, attualmente in difficoltà con il sistema di mobilità vigente, avrebbero così l'opportunità di ridurre al minimo la loro dipendenza da altri individui, che a loro volta sarebbero più liberi di impiegare il tempo guadagnato per occuparsi dei loro bisogni (Anderson et al., 2014). L'ipotesi di una maggiore inclusione sociale nel nuovo paradigma della mobilità potrebbe incentivare la produzione di veicoli con elevate capacità di adattamento e flessibilità, caratteristiche necessarie per soddisfare i molteplici e diversi bisogni dei singoli cittadini. Un sistema che include persone anziane, bambini e persone diversamente abili deve necessariamente prestare attenzione a bisogni specifici delle singole categorie di utenti, mirando ad offrire ad ognuno di

loro una UX dignitosa e soddisfacente. La tecnologia autonoma potrebbe quindi contribuire ad una valorizzazione della UX all'interno della mobilità e, in maniera più ampia, incentivare la progettazione uomo-centrica.

Un altro potenziale beneficio dei veicoli autonomi riguarda l'aspetto economico, questi veicoli inseriti all'interno di un sistema di condivisione, potrebbero risultare più vantaggiosi rispetto al veicolo tradizionale, in quanto gli utenti pagano per l'uso effettivo del veicolo, abbandonando così tutte le onerose spese a suo carico prodotte da un veicolo di proprietà (Alessandrini et al., 2015).

Sebbene i potenziali benefici dei veicoli autonomi esposti finora siano molteplici e complessivamente meritevoli di opportuno approfondimento, è altrettanto importante considerare anche i potenziali rischi e gli aspetti negativi sollevati all'interno delle varie ricerche. Secondo Fagnant & Kockelman (2015) gli aspetti negativi dei veicoli autonomi non sono stati ancora abbastanza esplorati così come è stato fatto per i potenziali benefici, meritano dunque una maggiore attenzione nelle ricerche future. Alcune delle preoccupazioni riferite ai possibili rischi riguardano l'eccessivo affidamento alla struttura tecnologica che supporta i sistemi a guida autonoma; i ricercatori mettono in guardia sulle possibili gravi ripercussioni di guasti hardware e software (Fagnant & Kockelman, 2015; Koopman & Wagner, 2017). L'estrema complessità di questi sistemi potrebbe incrementare la possibilità di guasti e malfunzionamenti del sistema provocati anche da problemi associati ad un singolo componente.

Ad esempio, il malfunzionamento di un sensore potrebbe indirizzare il veicolo verso un comportamento errato con conseguenze anche letali per le persone che si trovano a bordo o in strada.

Inoltre, l'estrema pubblicizzazione dei veicoli autonomi come massima espressione della sicurezza stradale potrebbe avere ripercussioni su una diminuzione della percezione di sicurezza da parte delle persone. I passeggeri potrebbero ad esempio sottovalutare l'importanza dell'uso della cintura di sicurezza a bordo, mentre i pedoni potrebbero non prestare molta attenzione prima dell'attraversamento della strada (Millard-Ball, 2018). Se immaginiamo poi che alcuni scenari presentati all'interno di studi in letteratura (Kröger et al., 2016; Trommer et al., 2016) mostrano un possibile aumento del numero dei veicoli nelle strade, questo di

conseguenza aumenta la possibilità che si verifichino incidenti, e con una gravità maggiore. In definitiva, nonostante questi veicoli siano stati più volte considerati come un contributo importante verso una maggiore sicurezza nelle strade, è altrettanto opportuno agire in maniera cauta quando si progetta e pianifica la comunicazione e presentazione di questa tecnologia. Nonostante i rischi appena esposti, come nello sviluppo di qualsiasi altra tecnologia, i veicoli autonomi rappresentano comunque un'opportunità evolutiva per il sistema di mobilità e l'intera società. La diminuzione dei rischi e dei potenziali impatti negativi dipenderà enormemente anche da come la tecnologia a guida autonoma verrà sviluppata e secondo quali modalità il sistema del veicolo prenderà le decisioni. Nell'intento quindi di migliorare le capacità di questi sistemi, negli ultimi anni molti enti pubblici e privati hanno scelto di investire massive quote economiche nello sviluppo della guida autonoma, contribuendo all'avanzamento tecnologico e accelerando l'introduzione dei veicoli autonomi nel mercato.

Analizzando lo stato dei veicoli autonomi all'inizio del 2020 è possibile notare come siano già stati raggiunti importanti traguardi in un arco temporale ristretto. I grandi investimenti globali in termini monetari e di ricerca da parte di vari enti privati e pubblici, hanno permesso un notevole avanzamento tecnologico di sensori, microprocessori, software, telecomunicazioni e tecnologie correlate, permettendo a sua volta un rapido sviluppo dei veicoli autonomi (Li et al., 2019). Tuttavia, nonostante sia evidente il boom di mercato in atto all'interno di questo settore è anche importante mettere in luce le numerose disfatte di aziende che avevano precedentemente sovrastimato gli obiettivi da raggiungere. Una delle più riconosciute e autorevoli aziende globali di ricerca e consulenza, Garner, considera ormai i veicoli autonomi nel tratto "*Trough of Disillusionment*" all'interno del loro grafico annuale *Hype Cycle*, questo significa che secondo la loro valutazione, questa tecnologia ha già superato il picco delle aspettative sovrastimate (Ramsey, 2019). Le voci che arrivano sullo stato di sviluppo e introduzione di questi veicoli risultano però poco precise e molto spesso approssimative. Una questione certa riguarda invece il periodo della transizione tecnologica, considerata una condizione più imminente. Questo argomento è stato affrontato già in molti studi in letteratura e rappresenta sicuramente una delle questioni più

ostiche da affrontare. Il periodo di transizione in cui il sistema dovrà accogliere la coesistenza di due tipi di veicoli, quelli manuali e quelli autonomi con diversi livelli di automazione (NHTSA, 2016), resta un argomento ricco di incognite.

Secondo Medina-Tapia & Robusté (2018) il salto tecnologico che l'introduzione dei veicoli autonomi ci offre rappresenta un'eccezione unica all'interno della storia della mobilità urbana. In una visione più ampia, il cambio di paradigma prodotto dalla guida autonoma risulta una sfida su grande scala per le nostre città e per le nostre infrastrutture (Medina-Tapia & Robusté, 2018).

1.2.1 Tecnologie di supporto

L'avvento dei veicoli autonomi è in primo luogo frutto di una grande rivoluzione tecnologica a cui abbiamo assistito negli ultimi decenni. L'introduzione di nuove scoperte scientifiche e lo sviluppo e l'applicazione di alcune tecnologie già esistenti ha permesso non solo l'introduzione dell'automazione nel settore del trasporto, ma ha offerto anche l'opportunità di proiettare scenari del tutto inediti e rivoluzionari all'interno del sistema mobilità.

È in atto un cambiamento senza precedenti che influenzerà pesantemente il modo in cui viviamo la mobilità. Questo cambiamento è in gran parte influenzato dalle grandi innovazioni tecnologiche avvenute negli ultimi anni all'interno dell'industria automobilistica (Fagnant & Kockelman, 2014), tra i quali l'integrazione di sistemi sempre più intelligenti all'interno dei veicoli. Questi sistemi intelligenti si basano sulla cosiddetta *Artificial Intelligence* (AI), una tecnologia che permette alle macchine di sviluppare la propria intelligenza attraverso il metodo dell'autoapprendimento, diminuendo così sempre di più la dipendenza dall'uomo, e nello specifico dai suoi input decisionali (Adnan et al., 2017). L'*Artificial Intelligence* permette quindi alle macchine di decidere il comportamento in base a valutazioni fondate sulla propria intelligenza costruita grazie alle numerose informazioni raccolte ed elaborate nelle esperienze precedenti (Litman, 2017). La corsa allo sviluppo e la sperimentazione di questo tipo di sistemi intelligenti è ampiamente accolta da grandi e piccole aziende, come start-up tecnologiche che competono per lo sviluppo di innovazioni tecnologiche all'avanguardia

con l'obiettivo di accelerare l'introduzione dei veicoli autonomi nel mercato.

La guida autonoma è un concetto che dal punto di vista tecnologico rappresenta l'ampliamento di alcune funzionalità autonome già presenti da diverso tempo nei veicoli commerciali. Il miglioramento dell'esperienza di guida ha rappresentato per i produttori automobilistici uno dei punti focali nel progresso delle automobili, questo obiettivo ha contribuito negli anni all'inserimento di una serie di sistemi per l'assistenza alla guida, meglio riconosciuti come *advanced driver-assistance systems* (ADAS). ADAS è composto da sistemi con funzioni specifiche per diversi contesti e situazioni di guida, alcuni dei quali sono *cruise control*, sensori di parcheggio, frenata d'emergenza e *self-parking*. Il successivo sostanziale ampliamento di questi sistemi ha permesso lo sviluppo della tecnologia a guida autonoma. I sistemi a guida autonoma installati all'interno dei veicoli di ultima generazione sono quindi il risultato di un connubio di tecnologie che si completano rendendo possibile l'automazione dei vari processi di guida. I sistemi a guida autonoma si differenziano per struttura e funzione a seconda delle aziende produttrici che li sviluppano, questo tipo di scoordinazione produttiva evidenzia la mancanza di una standardizzazione all'interno del settore, causando così un'ulteriore complicanza nella diffusione e regolamentazione di questa tecnologia. Waldrop (2015) all'interno del suo articolo di ricerca, prendendo come esempio i veicoli autonomi sviluppati da Google, ci offre una descrizione sintetica ed efficace riguardo il funzionamento di base di questi sistemi a guida autonoma. L'autore (Waldrop, 2015) si sofferma su una delle capacità più importanti dei veicoli autonomi, ovvero quella di riuscire a percepire l'ambiente circostante attraverso un processo di scansione continua grazie all'utilizzo di una combinazione di radar, tecnologia laser e telecamere che si occupano di raccogliere un'enorme quantità di dati in breve tempo. Ognuna di queste tecnologie ha funzioni specifiche: il laser fornisce al sistema una visualizzazione 3D dell'ambiente circostante, il radar ha lo scopo di rilevare tutti gli ostacoli in prossimità del veicolo, le telecamere si occupano di identificare gli oggetti rilevanti nel traffico stradale, come segnali stradali, pedoni e veicoli. Inoltre, i veicoli sono anche equipaggiati di un sistema di localizzazione GPS che contribuisce, insieme alle altre tecnologie, alla

navigazione del veicolo e la gestione dei processi di automazione. Tutte le informazioni raccolte dalle apparecchiature vengono inviate ad un computer centrale che si occupa di processarle in tempo reale generando decisioni sul comportamento del veicolo (Waldrop, 2015). I sistemi a guida autonoma inoltre si avvalgono del *Machine Learning* per migliorare autonomamente le proprie capacità attraverso l'esperienza. Il *Machine Learning* è considerato come un sottoinsieme dell'*Artificial Intelligence* e permette ai veicoli di prendere le decisioni corrette in ogni situazione basandosi sui dati raccolti nelle esperienze di guida precedenti (O'Flaherty, 2018). Con questo metodo di apprendimento incrementale automatico i veicoli migliorano le prestazioni e il livello di sicurezza aumenta, arrivando a superare di gran lunga le capacità di guida dell'uomo. In poche parole, i veicoli autonomi migliorano le prestazioni in proporzione all'esperienza accumulata su strada. Infatti, secondo Favarò et al. (2018), il numero dei chilometri percorsi risulta un'importante metrica di valutazione dello stato e la sicurezza della tecnologia dei veicoli autonomi.

Un'altra tecnologia fondamentale per il processo di automazione è la connettività ad internet (Lu et al., 2014). Lo sviluppo e l'introduzione dei veicoli autonomi è fortemente legato alla gestione delle reti di connessione che verranno sfruttate con diverse modalità e per diversi tipi di applicazioni.

Innanzitutto, la connettività permetterà la connessione da veicolo a veicolo (*vehicle-to-vehicle* V2V), riferita a veicoli che si trovano in prossimità con lo scopo di scambiare informazioni legate principalmente alla sicurezza stradale. Un altro tipo di connessione che potrebbe implementare la sicurezza stradale è rappresentata dalla comunicazione da veicolo alla strada (*vehicle-to-road* VTR), riferita ad esempio alla comunicazione tra il veicolo e il semaforo o altri dispositivi stradali. Infine, la connessione del veicolo ad internet (*vehicle-to-internet* V2I) rappresenta l'ultimo tassello per raggiungere una rete di comunicazioni tra il veicolo e l'ambiente, meglio definito come internet dei veicoli (*internet-of-vehicle* IoV), elemento cruciale per la gestione di sistemi di trasporto intelligenti (Lu et al., 2014).

1.2.2 Livelli di automazione

Esistono diversi tipi di tassonomie per la descrizione e

il confronto dei livelli di automazione nei veicoli, una tra le più diffuse e accreditate è quella fornita dalla *Society for Automotive Engineers* (SAE International, 2018). La SAE fornisce un modello incentrato sulla descrizione di 5 livelli di automazione, sforzandosi di definire all'interno del loro documento i ruoli e i compiti dell'uomo e del sistema lungo i vari livelli.

Il livello minimo di automazione nella classificazione SAE è definito come livello 1, simile al livello 2; in entrambi i livelli il conducente ha il compito di supervisionare il sistema autonomo e intervenire quando il sistema fallisce. Dopo il livello 2 si passa al livello 3 che è considerato un livello di automazione medio. Il livello 3 comporta una gestione del controllo della guida da parte del sistema; maggiore libertà per il conducente, che però deve rimanere ricettivo nel caso in cui il sistema richieda il suo intervento. Infine, il livello 4 e il livello 5 rappresentano i livelli più alti di automazione in cui il sistema raggiunge il pieno controllo del veicolo e si assume la responsabilità della guida. L'unica differenza tra questi due ultimi livelli di automazione sta nel fatto che il livello 4 ha un dominio operativo limitato, il livello 5 invece illimitato.

Nonostante questa prospettiva, nata con una visione puramente ingegneristica, abbia delle forti limitazioni dal punto di vista pratico e applicativo (Lee, 2018), ha ricoperto un ruolo fondamentale nella strada per sviluppo dei veicoli autonomi (SAE International, 2018). Il grande vantaggio della tassonomia SAE è quello di aver saputo sintetizzare ed etichettare un insieme di capacità tecniche rendendole comprensibili e gestibili dal punto di vista teorico-ingegneristico. Dall'altro lato, però, questo processo di semplificazione riscontra forti limiti nell'applicazione letterale di tali "regole". Ad esempio, Dekker e Woods (2002) hanno sostenuto che la semplice suddivisione dei compiti descritta all'intero dei vari livelli di automazione rappresenta solo un'illusione semplificativa; l'automazione in sistemi complessi come nei veicoli autonomi non può essere implementata soltanto spostando dei compiti dall'uomo al sistema. Concentrarsi esclusivamente su "chi fa cosa" induce a trascurare il fatto che l'eliminazione di alcuni compiti precedentemente gestiti dall'uomo causa la comparsa di nuove funzioni per l'uomo, ad esempio il compito di gestire l'automazione. In sintesi, quindi, l'automazione in sistemi complessi come i veicoli autonomi va affrontata secondo una prospettiva più collaborativa

tra l'uomo e il sistema. È più importante porsi le domande su "come lavorare assieme" anziché chiedersi solo "chi fa cosa" (Lee, 2018). Un altro limite inerente a questo tipo di classificazione è rappresentato dalla sua capacità di indurre le persone ad associare ogni livello di automazione a singoli tipi di veicoli. Tuttavia, lo scenario più realistico dal punto di vista applicativo mostra una maggiore probabilità di avere inizialmente dei veicoli autonomi che incorporano e gestiscono un range di capacità associabili a più livelli di automazione sfruttati a seconda dei vari contesti di riferimento, anziché veicoli semplicemente identificabili come, ad esempio, di livello 1 o 3. L'automazione è spesso implementata attraverso l'integrazione di vari elementi che cooperano e si interconnettono a seconda delle circostanze, una visione interconnessa dell'automazione quindi migliora la comprensione e la progettazione di relazioni efficaci tra le persone e l'automazione (Lee, 2018).

Tenendo conto delle analisi critiche argomentate finora riguardo i vantaggi e limiti applicativi della classificazione SAE, all'interno di questa tesi verrà preso in considerazione il livello 5 di automazione, concepito come punto di riferimento utile ad identificare lo scenario di applicazione anziché un insieme rigido di linee guida progettuali.

Il livello 5, descritto come livello massimo di automazione ci proietta verso una visione apparentemente lontana ed estrema dei veicoli autonomi, in cui, secondo la descrizione riportata da SAE (SAE International, 2018), il veicolo è capace di autogovernarsi ed essere responsabile di tutti i processi decisionali di guida. Questo livello di automazione estrema pone numerosi interrogativi, sia riguardo i possibili limiti delle capacità tecnologiche per soddisfare tali requisiti, che la capacità di poter gestire questa tecnologia all'interno di un sistema complesso. Nonostante lo scetticismo espresso in letteratura da alcuni ricercatori riguardo il raggiungimento di livelli di automazione così elevata, questa tesi accoglie ampiamente la sfida di esplorare questo scenario in maniera olistica con lo scopo di generare nuove visioni e nuova conoscenza utile alla comprensione e valutazioni di possibili limiti e opportunità progettuali.

1.2.3 Politica e regolamentazione

Se da un lato i governi sostengono l'innovazione, adottando misure per lo sviluppo e l'avanzamento di tecnologie emergenti, dall'altro hanno anche la responsabilità di orientare l'innovazione o limitare l'avanzamento delle tecnologie quando tali misure sono necessarie e appropriate. Questo tipo di comportamento provoca un'asimmetria tra politica industriale e politica normativa. Anche nel caso dei veicoli autonomi, come evidenziato da Fagnant & Kockelman (2015) e Bonnefon et al. (2016) lo stato di sviluppo della tecnologia è nettamente in anticipo rispetto allo stato di regolamentazione della stessa tecnologia.

Nel caso della tecnologia a guida autonoma, tra i vari fattori che ostruiscono e rallentano il processo di regolamentazione, uno dei più dibattuti riguarda la responsabilità dei processi decisionali. I produttori di questi veicoli hanno finora trascurato l'importanza di questo fattore, particolarmente influente nei primi livelli di automazione, in cui la gestione della responsabilità delle attività di guida e controllo del veicolo è ancora ripartito in maniera non troppo chiara tra il sistema autonomo e il conducente umano.

28 Successivamente, quando i veicoli autonomi raggiungeranno un alto livello di automazione, questi processi decisionali potrebbero ricadere direttamente su un insieme di attori, alcuni dei quali potrebbero essere: case automobilistiche, programmatori del sistema informatico installato all'interno dei veicoli e responsabili politici (Mordue et al., 2020). Sulla base di queste prime ipotesi, è necessario affrontare la codifica di un fondamento che guidi lo sviluppo dei veicoli autonomi. Nonostante questa questione sia stata già ampiamente discussa in letteratura, risultano ancora molti punti interrogativi legati alle difficili decisioni che i veicoli dovranno intraprendere all'interno di una moltitudine di scenari. Più i veicoli diventano intelligenti offrendo livelli di automazione alti, più sarà necessario calare le deliberazioni astratte e teoriche ad uno stato pratico e operativo. Le risposte ai numerosi dilemmi non arriveranno però solo dai produttori, ingegneri e programmatori, ma anche dalla comunità pubblica, che insieme alla politica e le regolamentazioni, influenzati dalla morale, dai valori e dall'etica, ricopriranno un ruolo fondamentale (Mordue et al., 2020).

1.2.4 Implicazioni etiche

Negli ultimi anni la ricerca sulle implicazioni etiche derivate dall'introduzione dei veicoli autonomi ha acquisito sempre più importanza all'interno del dominio di ricerca sulle auto autonome; i ricercatori hanno mostrato molti dei potenziali rischi futuri per la società. Pertanto, affrontare questo tema è di fondamentale importanza, soprattutto per chi si occupa degli aspetti più pratici e progettuali. Sebbene la questione etica legata ai veicoli autonomi sia già emersa da diversi anni, le tanto dibattute linee guida per la progettazione di veicoli autonomi sono ancora un miraggio lontano. Uno dei pochi punti saldi che riesce a trovare consenso all'interno della maggior parte delle ricerche è l'esigenza di dover indirizzare la programmazione dei sistemi a guida autonoma secondo una visione uomo-centrica. La progettazione dei sistemi intelligenti installati all'interno dei veicoli autonomi dovrebbe considerare l'uomo come priorità assoluta, garantendone la sua sicurezza e il soddisfacimento dei suoi bisogni, e non solo preoccuparsi del raggiungimento di obiettivi tecnici e funzionali. In maniera più ampia, i veicoli autonomi devono essere in grado di risolvere i problemi sociali ed etici (Adnan et al., 2018). L'aspetto sociale è un elemento estremamente importante, l'interazione sociale di questi veicoli all'interno delle strade rappresenta, ad esempio, un fattore cruciale che determinerà l'accettazione sociale dei veicoli autonomi (Lin, 2016). Infatti, il tema più discusso all'interno dei contributi di ricerca che si occupano delle implicazioni etiche nei veicoli autonomi riguarda le questioni di sicurezza (Goodall, 2014; Lin, 2016). Molti ricercatori però lamentano la mancanza di un'indagine ampia e diffusa riguardo le questioni etiche, anzi, dibattono sul fatto che non siano state ancora affrontate in maniera sufficiente e trasparente, e che l'industria automobilistica non abbia ancora accettato del tutto l'importanza di affrontare questo tema con il giusto peso (Fagnant & Kockelman, 2015; Goodall, 2014). È difficile pensare che questi veicoli vengano accettati e adottati dalla società se non vengono chiariti aspetti cruciali riguardo le questioni etiche, ad esempio è importante definire a chi saranno attribuite le responsabilità di eventuali incidenti. Adnan et al. (2018) solleva alcuni dubbi riguardo al tipo di comportamento che dovrebbe attuare un veicolo autonomo in uno scenario in cui l'incidente è inevitabile e il sistema deve scegliere quale utente della strada deve essere danneggiato. La risposta a questo tipo di quesiti che coinvolgono principalmente i veicoli con alti livelli di automazione potrebbe essere forse risolta offrendo

ai passeggeri la possibilità di impostare una scelta etica personalizzata, o tale impostazione deve essere unificata e valere per tutti allo stesso modo?

Dal punto di vista legale è estremamente difficile affrontare questo tipo di quesiti, ma dal punto di vista umano ed etico esplorare questi dilemmi ci aiuta a riflettere sul tipo di valori che vogliamo incorporare all'interno di questa tecnologia e che tipo di rapporto vogliamo che questi veicoli instaurino con la società. Inoltre, l'investigazione di questi dilemmi, dal punto di vista della ricerca progettuale, offre ampio spazio per esplorazioni e riflessioni riguardo i diversi modi possibili di progettare le interazioni uomo-macchina-ambiente.

Oltre il tema degli incidenti stradali, un'altra preoccupazione sollevata dai ricercatori riguarda la sicurezza dei dati personali condivisi con il sistema (Adnan et al., 2018), e i conseguenti rischi per la privacy degli utenti. È inevitabile pensare che l'uso massivo e la condivisione di dati necessari per il funzionamento dei sistemi a guida autonoma rappresenta un rischio per potenziali appropriazioni indebite e l'uso improprio di dati da parte di terzi, autorizzati e non autorizzati. Esiste la reale possibilità che *hackers* informatici, indipendenti o appartenenti ad organizzazioni più ampie, possano attaccare i sistemi informatici di un singolo veicolo come anche un intero sistema di trasporto procurando ingenti danni ai singoli e a tutta la comunità. Questo tipo di minacce suggeriscono, secondo alcuni ricercatori, scenari catastrofici, ponendo i problemi di sicurezza elettronica in cima alla lista delle questioni da risolvere (Schoettle & Sivak, 2014; Kyriakidis et al., 2015).

1.2.5 Accettazione dell'utente

Nonostante molte ricerche abbiano ampiamente confermato alcuni dei potenziali benefici derivati dall'introduzione dei veicoli autonomi, come ad esempio, il miglioramento della sicurezza stradale (Fagnant & Kockelman, 2015), il raggiungimento di questi benefici dipenderà dall'accettazione di questi veicoli da parte degli utenti. Il miglioramento della sicurezza stradale, come anche una maggiore efficienza nel consumo di carburante, secondo l'IEEE (2014), potrebbero non essere sufficienti per convincere i conducenti a cedere il controllo del veicolo ai sistemi a guida autonoma.

La questione dell'accettazione dell'utente nei veicoli autonomi rappresenta il più grande ostacolo per l'introduzione di questa tecnologia (Zhang et al., 2020). Secondo studi recenti (Abraham et al.,

2016; Menon et al., 2016; Schoettle & Sivak, 2014) l'intenzione del pubblico di acquistare o utilizzare i veicoli autonomi è ancora generalmente troppo bassa; molte persone hanno dichiarato di sentirsi più a proprio agio se la guida del veicolo è nelle mani di un essere umano anziché sotto il controllo di un sistema intelligente. Il tema dell'accettazione risulta essere un nodo difficile da sbrogliare, potrebbero volerci decenni prima che le persone imparino a socializzare e accettare questa nuova tecnologia (IEEE, 2014), è quindi fondamentale interrogarsi sui vari fattori che influenzano l'accettazione dei veicoli autonomi.

La ricerca ha già prodotto risultati importanti mettendo in luce alcuni dei fattori influenti nel processo di accettazione, ma restano ancora molte incognite da investigare. Alcuni studi hanno dimostrato che gli aspetti demografici, come l'età, il reddito e l'istruzione sono alcuni dei fattori che possono influenzare l'intenzione all'utilizzo dei veicoli autonomi. Ad esempio, in alcune ricerche è emerso che i giovani e gli autisti di sesso maschile hanno tendenzialmente un atteggiamento più positivo verso i veicoli autonomi e mostrano una maggiore predisposizione verso l'acquisto dei veicoli autonomi (Abraham et al., 2016; Bansal et al., 2016; Hohenberger et al., 2016). Nell'intento di raggiungere una maggiore comprensione di questo fenomeno, alcuni studi si sono cimentati nell'applicazione di modelliteoriciderivatidalcampodiricerca deisistemi informatici che spiegano il processo di accettazione delle nuove tecnologie (TAM). Il *Technology Acceptance Model* (TAM) (Davis, 1989), ad esempio, è uno dei modelli più utilizzati, è stato applicato per la creazione di varie estensioni adattate al contesto dei veicoli autonomi. Questi modelli di estensione possono essere considerati validi strumenti utili per mettere in luce alcuni dei fattori più importanti che influenzano l'intenzione all'uso dei veicoli autonomi (Buckley et al., 2018; Madigan et al., 2017; Zhang et al., 2019). Dall'analisi di questi modelli riadattati, emergono due fattori fondamentali che mettono d'accordo le varie ricerche. La facilità d'uso e l'utilità percepita risultano due fattori strettamente correlati alla volontà di utilizzare i veicoli autonomi. Oltre questi fattori, sono stati evidenziati anche la fiducia (Choi & Ji, 2015; Zhang et al., 2019) e la percezione del rischio (May et al., 2017; Xu et al., 2018).

Altri studi hanno indagato il fattore dell'influenza sociale, un fattore particolarmente determinante nelle prime fasi decisionali di accettazione dei veicoli autonomi. Secondo Klöckner (2014) le persone hanno la tendenza a valorizzare le opinioni di altri individui che ai loro occhi risultano essere importanti, questa ipotesi è stata confermata empiricamente da Barth et al. (2016) all'interno di uno studio

focalizzato sull'analisi delle prime fasi del processo di accettazione dei veicoli elettrici. L'influenza sociale risulta quindi ancora un argomento aperto e dibattuto all'interno della ricerca nell'accettazione dei veicoli autonomi, nonostante già alcuni studi abbiano prodotto contributi preliminari utili a giustificare la fondatezza di questa correlazione (Distler et al., 2018; Leicht et al., 2018; Panagiotopoulos & Dimitrakopoulos, 2018).

Infine, un altro fattore discusso è rappresentato dai tratti di personalità. Nonostante la correlazione diretta e indiretta tra i tratti di personalità e l'accettazione di nuove tecnologie fosse un tema già ampiamente affrontato nel campo di ricerca dei sistemi informatici (Amichai-Hamburger & Vinitzky, 2010; Moore & McElroy, 2012), nel contesto di ricerca dei veicoli autonomi è ancora scarsamente considerato.

Pochi sono gli studi che hanno esaminato questa correlazione (Kyriakidis et al., 2015; Payre et al., 2014; Choi & Ji, 2015), provando a contribuire con risultati utili a verificarne la veridicità. I risultati incoerenti tra le varie ricerche e il limitato numero di studi svolti non permettono ancora il raggiungimento di un quadro chiaro. Secondo Zhang et al. (2020) collegare i tratti di personalità alle variabili dei modelli di accettazione, creati per il contesto dei veicoli autonomi, potrebbe incrementare il valore di precisione di questi modelli.

veicoli privati (Firnkorn & Müller, 2012; Martin et al., 2010). Questi sono solo alcuni dei potenziali benefici di una mobilità basata sulla condivisione dei veicoli, un vantaggio, che come ampiamente dimostrato, coinvolge sia i singoli individui che l'intera società (Krueger et al., 2016).

Tali benefici potrebbero essere ancora più evidenti se all'AMoD venisse associata la pratica di condivisione delle corse (Berger et al. 2014). All'interno del contesto AMoD questa pratica viene gestita attraverso sistemi di *dynamic-ride sharing* (DRS) (Fagnant e Kockelman, 2015b). Il DRS è un sistema che permette di raggruppare viaggiatori che iniziano la corsa da un'origine simile e si dirigono verso una destinazione simile, facendoli viaggiare insieme nello stesso veicolo per una parte del loro viaggio (Krueger et al., 2016). La pratica di condivisione delle corse ha l'opportunità di diffondersi in maniera massiva grazie alla combinazione tra le tecnologie dell'informazione e della comunicazione, la tecnologia a guida autonoma e l'AMoD (Krueger et al., 2016).

Tuttavia, anche se l'AMoD, associato al DRS rappresenta una strada valida verso la sostenibilità, alcuni studi mettono in evidenza potenziali rischi derivati da questi servizi. La congestione e l'inquinamento, ad esempio, potrebbero peggiorare se l'AMoD diventasse troppo attraente per gli utenti della mobilità urbana a tal punto da superare l'uso odierno del veicolo privato (Larsson, 2018). Inoltre, l'AMoD include la possibilità di un eccesso di chilometri percorsi a causa del trasferimento dei veicoli vuoti, uno spreco importante che potrebbe essere dimezzato attraverso l'uso del DRS (Fagnant & Kockelman, 2015b). Infine, l'AMoD potrebbe anche rappresentare una minaccia per il sistema di trasporto pubblico, specialmente nel caso in cui questi servizi dovessero essere percepiti più confortevoli ed economicamente competitivi rispetto ai mezzi pubblici (Krueger et al., 2016).

1.3 Dottorato di ricerca

La ricerca di dottorato discussa all'interno di questa tesi nasce e si sviluppa grazie ad una fruttuosa collaborazione tra il mondo accademico e il settore industriale.

Il progetto di ricerca, infatti, ha visto da un lato la collaborazione e il supporto di Italdesign, azienda fondata nel 1968 da Giorgetto Giugiaro e Aldo Mantovani, dall'altro il contributo accademico

1.2.6 Autonomous Mobility on Demand

L'introduzione dei veicoli autonomi offre l'opportunità per nuovi servizi di mobilità urbana, come l'*Autonomous Mobility on Demand* (AMoD) (Spieser et al. 2014). L'AMoD è un modello di mobilità che trae le sue basi dal *carsharing* e sfrutta i veicoli autonomi per trasportare clienti in destinazioni da loro richieste, seguendo le loro esigenze di mobilità (Spieser et al., 2014). L'AMoD, se accoppiata all'uso del trasporto pubblico, ha il potenziale per diventare una modalità di trasporto porta a porta economica e sostenibile (Spieser et al., 2014). Considerando che i veicoli privati sono utilizzati meno del 10% del tempo di un giorno (Shoup, 2006; Barter, 2013), la pratica di condivisione dei veicoli rappresenta un ovvio percorso verso la sostenibilità; un potenziale mitigatore per la congestione e l'impatto sull'ambiente (Janasz, 2017). Inoltre, secondo Nobis (2006), la pratica di condivisione dei veicoli faciliterebbe i viaggi multimodali e favorirebbe a lungo termine la riduzione dei livelli di proprietà dei



Fig. 1 - I tre moduli del sistema di trasporto Pop.Up progettato da Italdesign

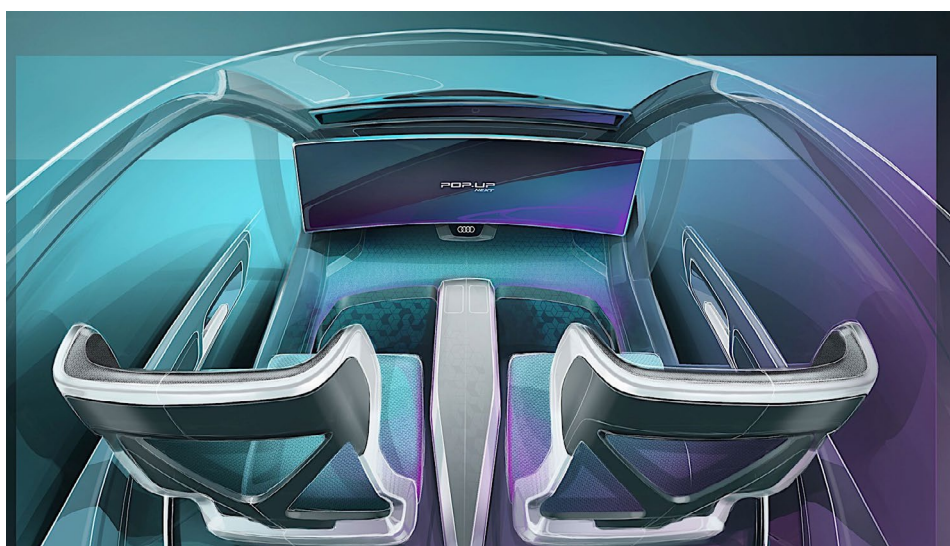


Fig. 2 - Vista interna della cabina del sistema di trasporto Pop.Up Next

del Politecnico di Torino. Italdesign è una realtà industriale che si occupa di progettazione di prodotti e servizi in collaborazione con le case automobilistiche a partire dalla prima definizione del prodotto fino all'inizio della produzione. Il contributo di Italdesign all'interno del progetto di ricerca ha previsto il coinvolgimento dell'area HMI che hanno offerto supporto attraverso una serie di incontri pianificati nelle diverse fasi della ricerca. L'interesse verso la ricerca accademica mostrato da Italdesign è direttamente collegato all'attivazione di progetti di carattere fortemente innovativo introdotti negli ultimi anni all'interno dell'azienda. Uno di questi è Pop.Up, un sistema di trasporto modulare (vedi Fig. 1), autonomo ed elettrico lanciato per la prima volta nel 2017 da Italdesign, successivamente riproposto nella seconda versione

rinominata Pop.Up Next. Il progetto propone una nuova soluzione di mobilità per il contesto urbano. Pop.Up Next è un sistema che combina la flessibilità di un veicolo via terra, compatto da due posti, con la libertà e la rapidità di un veicolo aereo a decollo e atterraggio verticale; ponendosi la sfida di collegare il settore automobilistico e quello aerospaziale all'interno di un unico concept di mobilità. Il cuore del prodotto è quindi l'intermodalità e la sua modularità. Le due modalità di trasporto sono rese possibili attraverso la combinazione di tre moduli principali (vedi Fig. 1): il primo modulo è composto da una piastra contenenti tutti i componenti necessari che permettono lo spostamento del veicolo via terra, il secondo modulo rappresenta la cabina del veicolo in cui vengono accolti i passeggeri; il terzo modulo è composto principalmente da eliche e viene

installato all'evenienza sopra la cabina, permettendo lo spostamento aereo del veicolo. L'accoppiamento dei tre moduli dipende dalla modalità d'uso del veicolo; l'assemblaggio e il disassemblaggio dei moduli avviene attraverso un processo automatico gestito all'interno di un sistema complesso più ampio che riguarda tutta l'infrastruttura. Inoltre, il veicolo è dotato di un sistema a guida autonoma di livello 5 (SAE), giustificando così la totale assenza di apparecchiature (volante e pedali) per il controllo del veicolo da parte dell'uomo all'interno della cabina (vedi Fig. 2).

In maniera più ampia, il progetto avveniristico Pop.Up Next anticipa e riflette molte delle sfide previste all'interno del nuovo paradigma della mobilità (vedi sezione 1.1), incorporando una visione totalmente rivoluzionaria del trasporto urbano e sfruttando il potenziale di tecnologie fortemente innovative; una fra i quali i sistemi a guida autonoma. Il progetto introduce una nuova modalità di trasporto urbano (modalità aerea) cercando di mitigare le questioni critiche emerse all'interno di scenari futuri, ad esempio il problema legato alla gestione urbanistica, e del traffico nei grandi centri urbani che diventano sempre più aspetti prioritari per la salvaguardia del nostro pianeta (vedi sezione 1.1).

Inoltre, il sistema di trasporto teorizzato e progettato da Itadesign nasce con l'intento di supportare la mobilità condivisa, un concetto che contribuisce ad indirizzare la mobilità verso un modello sostenibile (vedi sezioni 1.1.1 e 1.1.3). Potremmo concludere dicendo che il progetto Pop.Up Next è il risultato di un connubio di valori e tecnologie nato dall'intento di sviluppare una soluzione di trasporto innovativa destinata ad integrarsi all'interno della variegata e complessa mobilità futura delle città. Per questo, e molti altri motivi, il Politecnico di Torino, ente rappresentante del mondo accademico all'interno di questa ricerca, ha sposato l'interesse di ricerca offerto da Itadesign mostrandosi disponibile ad investigare ed esplorare alcune delle tematiche coinvolte all'interno della mobilità del futuro. Il Politecnico di Torino, rappresentato dal dipartimento di Architettura e Design, attraverso questa ricerca ha avuto la possibilità di mettere in campo le proprie conoscenze e competenze nell'ambito della UX e dell'*Interaction Design* combinandole ad un approccio sistemico orientato principalmente ad uno sviluppo sostenibile. La ricerca, infatti, si occupa di

indagare il tema della mobilità sostenibile, facendo riferimento alle aree di ricerca UX Design e HMI, mantenendo una visione ampia che include aspetti legati all'*Interaction Design* e *Service Design*. L'ambito dello HMI rappresenta uno dei nodi principali della ricerca, in quanto, il passaggio generazionale verso i nuovi veicoli autonomi comporta la nascita e la scomparsa di numerose questioni rilevanti all'interno della relazione fra l'uomo e il veicolo, questioni che rappresentano potenziali rischi e opportunità per l'intero sistema.

Il progetto Pop.Up Next all'interno di questa ricerca rappresenta un caso studio pratico e reale, utile a stimolare le numerose riflessioni riguardo l'introduzione dei veicoli autonomi, con un focus specifico ai veicoli con automazione di livello 5 (vedi livelli di automazione nella sezione 1.1.2).

Il progetto di tesi si pone l'obiettivo di esplorare questi fenomeni ponendo al centro della ricerca e del progetto l'uomo insieme alle sue caratteristiche e i suoi bisogni, seguendo l'approccio *Human-Centered Design* (HCD).

Inoltre, è importante sottolineare che la ricerca, in maniera concordata tra i due enti partecipanti, si è concentrata in modo più esplicito e pratico sulla modalità di trasporto via terra del veicolo, tralasciando in maniera sostanziale la parte di trasporto aereo che coinvolge altrettanto interessanti e diverse questioni non affrontate in questa sede. L'esplorazione di una sola modalità di trasporto ha permesso maggiore spazio di approfondimento e indagine per le questioni coinvolte nella modalità via terra, evitando il trattamento più superficiale di entrambe le modalità con conseguenti possibili ripercussioni sulla qualità dei risultati raggiunti.

La concretizzazione degli obiettivi di questa tesi si esprime in maniera più esplicita attraverso le seguenti domande di ricerca:

- *Quali sono i bisogni futuri e i desideri degli utenti all'interno dei veicoli autonomi?*

Questa domanda di ricerca, seguendo l'approccio HCD si pone un interrogativo rispetto ai nuovi bisogni e desideri dell'uomo all'interno dei veicoli autonomi. L'indagine implica una ricerca ad ampio spettro e coinvolge inevitabilmente la valutazione di molti aspetti della UX. Come discusso ampiamente nei capitoli precedenti (vedi sezione 1.2), l'introduzione dei veicoli autonomi, caratterizzati da una serie di fattori *Disruptive* per

il contesto automobilistico, provoca inevitabilmente una rivoluzione della UX all'interno del veicolo. La tesi coglie l'opportunità di indagare i vari aspetti di questa rivoluzione con lo scopo di contribuire al dibattito e l'individuazione di ulteriori requisiti progettuali necessari per la progettazione di un'esperienza di spostamento incentrata sui bisogni dell'uomo all'interno del contesto dei veicoli autonomi. Inoltre, affrontare e comprendere i bisogni e i desideri futuri degli utenti all'interno dei veicoli autonomi potrebbe di conseguenza migliorare la comprensione e la progettazione di condizioni favorevoli all'accettazione e l'adozione sociale di questi veicoli.

Le modalità che permetteranno il raggiungimento di valide risposte a questa domanda di ricerca tengono in considerazione: l'inquadramento e l'analisi dei bisogni e desideri emersi all'interno delle varie ricerche presenti in letteratura; la possibilità di offrire un ulteriore contributo attraverso indagini e sperimentazioni condotte durante il periodo di ricerca del dottorato.

• *In che modo la User Experience Design può guidare gli utenti verso un'esperienza sostenibile nel contesto dei veicoli autonomi, innescando impatti positivi per l'utente e per l'intero sistema?*

Il ruolo della UX all'interno del nuovo sistema mobilità è stato più volte discusso da diversi ricercatori.

Questa domanda di ricerca si pone in primo luogo l'obiettivo di comprendere in che modo questo approccio progettuale può influenzare positivamente la UX, e in maniera più ampia tutto il sistema, potendo così raggiungere un'esperienza sostenibile per entrambi, l'utente e il sistema. Che tipo di fattori possono migliorare il rapporto dell'uomo con la macchina e quali sono le condizioni favorevoli per il raggiungimento di un equilibrio etico e funzionale tra l'uomo e questa tecnologia. Ancora, che tipo di caratteristiche progettuali possono incentivare un uso più sostenibile di questa tecnologia e un comportamento più sostenibile da parte dell'utente? Nel perseguire questi punti verranno valutati molti aspetti della UX che includono anche la comunicazione e la sensibilizzazione degli utenti. Le modalità che permetteranno il raggiungimento di valide risposte a questa domanda di ricerca tengono in considerazione spunti importanti provenienti dalla letteratura e sperimentazioni progettuali

condotte all'interno delle attività di ricerca.

• *Quali sono le possibili User Experiences all'interno di un veicolo completamente autonomo inserito in un contesto di condivisione?*

La terza e ultima domanda di ricerca si pone come obiettivo quello di raggiungere una concretizzazione dei contributi di ricerca di tipo pratico-progettuale, partendo in gran parte dalle nozioni teoriche ottenute nelle due domande precedenti. La risposta a questa domanda risulta quindi propedeutica alle prime due domande di ricerca e comporta lo sviluppo di proposte progettuali riguardo le possibili esperienze d'uso all'interno di un veicolo autonomo di livello 5 in condivisione.

L'ambito di ricerca legato ad aspetti prettamente progettuali della UX nei veicoli autonomi di livello 5 in condivisione mostra ancora molte lacune, e l'interesse dei ricercatori in questo ambito è in crescita, data la velocità con cui tecnologia si sta evolvendo. All'interno del settore industriale sono ancora molte le aziende che adottano approcci basati su veicoli tradizionali, o applicano tecnologie provenienti da altri campi. L'obiettivo più ampio di questa domanda è quindi quello di contribuire all'inquadramento progettuale della UX all'interno del contesto dei veicoli autonomi, fornendo delle proposte progettuali fortemente connesse alle esigenze contestuali, ai bisogni emergenti degli utenti e alle peculiarità del nuovo sistema di mobilità urbano.

1.3.1 Barriere e limitazioni

Una delle barriere più importanti identificate all'inizio di questo studio riguarda la mancanza di operatività su strada dei veicoli autonomi di livello 5, in particolare sul territorio italiano. La mancanza di una regolamentazione definitiva (vedi sezione 1.2.3) dei veicoli autonomi, comporta una barriera per lo studio sotto diversi aspetti. Innanzitutto, il limite più importante che ne scaturisce riguarda l'estrema difficoltà nel pianificare test e sperimentazioni su strada, ambiente che rappresenta il contesto reale di utilizzo. La mancanza di regolare operatività di questi veicoli ostacola inoltre la possibilità di ottenere dati e informazioni provenienti dall'uso quotidiano di questa tecnologia. Dal punto di vista progettuale,

questo rappresenta un forte limite per lo sviluppo di eventuali ricerche etnografiche e osservazioni contestuali, utili a capire le dinamiche reali legate alle varie esperienze d'uso in questi veicoli.

Durante la ricerca è stato, però, possibile ispezionare il prototipo su scala reale del progetto Pop.Up Next. Italdesign ha messo a disposizione il prototipo nella prima fase di ricerca per eventuali osservazioni e investigazioni soprattutto legate agli spazi interni della cabina. Non è stato però possibile programmare alcun test con gli utenti su strada.

Tuttavia, all'interno della ricerca non è stato possibile anche usufruire di strumentazione e sistemi per la simulazione del contesto dei veicoli autonomi, questo ha rappresentato una barriera importante per la pianificazione dei test di sperimentazione.

L'attività di raccolta dati degli utenti è uno degli aspetti che ne risente maggiormente dei limiti e delle barriere descritte finora. I risultati dei test condotti all'interno di questo lavoro necessitano di un'ulteriore validazione e verifica all'interno di contesti applicativi reali nel momento in cui sarà possibile accedere alla tecnologia a guida autonoma su strada.

34 1.3.2 Definizione dei termini

All'interno della seguente sezione verrà fornito un elenco dei principali termini chiave seguito dai corrispettivi acronimi utilizzati all'interno della stesura della tesi. Ognuno dei termini rappresenta definizioni ampiamente accettate all'interno della letteratura scientifica.

User Experience (UX)

Human-Machine Interaction (HMI)

Human-Centered Design (HCD)

Research through Design (RTD)

User Journey Map (UJM)

Non-driving related activities (NDRA)

Autonomous Mobility on Demand (AMdD)

Dynamic-ride sharing (DRS)

Literature Review

All'interno di questo capitolo verranno affrontate e discusse le teorie che riguardano gli ambiti di ricerca della *User Experience* (UX) e lo *Human-Machine Interaction* (HMI). L'analisi della letteratura all'interno dei due campi di ricerca si è sviluppata in due fasi principali: una prima fase prevede l'inquadramento e la comprensione delle principali teorie e i principali modelli più accreditati a livello scientifico in ambito prevalentemente UX, la seconda fase invece rappresenta un'analisi più approfondita di queste teorie rapportate all'interno del contesto dei veicoli autonomi. In sintesi, il capitolo si pone l'obiettivo di fornire un inquadramento delle definizioni, delle conoscenze e delle nozioni necessarie per affrontare la ricerca in modo corretto e consapevole all'interno del contesto scientifico di riferimento.

2.1 User Experience

La UX è definita secondo la norma ISO (2010) come: “*person’s perceptions and responses that result from the use and/or anticipated use of a product, system or service*”. Questa definizione, seppur dibattuta è una delle più accettate sia all’interno dell’ambito accademico che industriale.

Bødker (2006) ha definito in maniera più ampia la UX come “la terza ondata” dell’*Interaction Design*, in cui gli aspetti di usabilità ed ergonomia legati all’*Interaction Design* vengono ulteriormente ampliati con altri aspetti influenti nell’uso quotidiano dei prodotti; secondo Hassenzahl & Tractinsky (2006) aspetti come la bellezza, il divertimento, il piacere e la crescita personale rappresentano elementi necessari per il soddisfacimento dei bisogni umani generali. Gli aspetti legati alla piacevolezza nello studio dell’interazione con sistemi interattivi sono stati meglio identificati come “*hedonic qualities*” di un prodotto o servizio (Hassenzahl et al., 2000; Hassenzahl, 2001).

La UX in relazione all’*Interaction Design* aggiunge, inoltre, l’opportunità di considerare le singole interazioni con il sistema all’interno di un’esperienza più completa e più ampia, in cui in maniera sistemica vari fattori contribuiscono al responso finale dell’utente.

Questa visione complessiva dell’esperienza non solo aiuta il designer a considerare e valutare le interazioni all’interno di un contesto ambientale, ma rappresenta anche la visione più realistica e vicina all’uso quotidiano dei prodotti e servizi. Hassenzahl & Tractinsky (2006) sostengono che l’esperienza dell’utente è pesantemente condizionata dal contesto d’uso e la considerano come il risultato di tre fattori determinanti: lo stato interno dell’utente, le caratteristiche del sistema progettato e il contesto ambientale in cui l’interazione si svolge. Kaye (2008), occupandosi dei fondamenti epistemologici della UX conferma anche che la ricerca necessita di approcci aperti e olistici, data la complessità intrinseca, a differenza degli approcci *task-oriented*, prevalentemente appartenenti alla ricerca in ambito ingegneristico, che trattano il tema dell’interazione con i sistemi in maniera chiusa, semplificando e riducendo l’esperienza. Già da tempo alcuni ricercatori (Sanders, 1992)

sottolineavano l’esigenza per la ricerca di andare oltre ciò che è facilmente misurabile, la complessità umana secondo Sanders (1992) va indagata su vari livelli, esistono informazioni tacite o latenti che sono difficilmente raggiungibili attraverso i metodi di ricerca tradizionali, come questionari o interviste. Gli approcci *task-oriented*, secondo Kaye (2008), sono spesso concentrati nell’area del misurabile e prevedibile, questo orientamento porta ad ignorare importanti dimensioni dell’esperienza umana.

Considerare la complessità del contesto nella progettazione degli artefatti è quindi una delle grandi sfide della UX; Buchenau e Suri (2000) affermano che l’esperienza collegata agli artefatti non è un evento isolato, ma in relazione con altri oggetti, luoghi e persone. Per ottimizzare questa visione olistica e sistemica, la UX si avvale di un approccio multidisciplinare che coinvolge diverse prospettive, che hanno l’obiettivo comune di studiare le esperienze dell’uomo con i prodotti, sistemi e servizi. Alcune delle discipline che intersecano la UX sono: la psicologia, le scienze cognitive, il design, la filosofia, la sociologia, il marketing e l’ingegneria. Ognuna di queste discipline intersecandosi con la UX produce una moltitudine di approcci, è per questo che ancora oggi è difficile parlare di un approccio universale. La filosofia, ad esempio rappresenta una delle discipline che ha contribuito sostanzialmente alla teorizzazione della UX soprattutto negli stadi iniziali, grazie agli studi riferiti al concetto di esperienza.

Successivamente, la cultura del design ha ricoperto un ruolo determinante nell’avanzamento e la definizione di questa disciplina. Con i molteplici strumenti e le ampie conoscenze in campo progettuale, i designer hanno contribuito notevolmente allo sviluppo dei processi all’interno della UX.

La sociologia invece ha fornito un contributo essenziale introducendo aspetti contestuali come la cultura e gli ambienti sociali (Forlizzi, 2008).

La psicologia ha permesso l’introduzione di indagini quantitative sui bisogni umani più accurate all’interno della UX, favorendo una maggiore comprensione delle motivazioni, soddisfazioni ed emozioni umane (Hassenzahl, 2004a).

Nonostante la definizione di UX negli anni sia stata oggetto di numerosi dibattiti all’interno dell’ambito di ricerca, è possibile riscontrare alcune similitudini tra le varie definizioni proposte in letteratura. Innanzitutto, come già discusso in precedenza, uno

degli elementi ricorrenti associato alla UX riguarda la valorizzazione delle emozioni soggettive dell'uomo all'interno delle esperienze con gli artefatti. Le reazioni emotive suscitate dai prodotti rappresentano un elemento centrale secondo Desmet (2002), sempre Desmet (2008) spiega anche che le emozioni possono essere di natura mista. Hassenzahl (2008) introduce invece il concetto di temporalità, affermando che la UX fa riferimento ad una sensazione momentanea legata al tempo, quindi dinamica e variabile. Il concetto della temporalità è ripreso anche dagli studi sull'attaccamento al prodotto (Kajiwarara & Jin, 2012) considerata una variabile importante all'interno della UX.

2.1.1 Modelli di riferimento per la User Experience

Il passaggio dall'*Interaction Design* ad un approccio più olistico ed esperienziale, meglio definito come *User Experience*, ha generato nei ricercatori l'esigenza di comprendere meglio il concetto di esperienza all'interno dell'interazione con i sistemi, e lo sviluppo di modelli per la sua valutazione (Vermeeren et al., 2010). In risposta a questa esigenza, i ricercatori nel corso degli ultimi anni hanno presentato un numero consistente di modelli che hanno contribuito alla comprensione e la progettazione della UX (Desmet & Hekkert, 2007; Forlizzi & Battarbee, 2004; Forlizzi & Ford, 2000; Hartmann et al., 2008; Hassenzahl, 2004; Hassenzahl & Tractinsky, 2006; Jordan, 2000; Mahlke & Thüring, 2007). Il modello olistico di Mahlke & Thüring's (2007) è uno dei più recenti ed è stato costruito sulla base dei modelli e dei contributi di ricerca prodotti in precedenza. Il modello, individua tre tipi di componenti all'interno della UX; la combinazione di tali componenti secondo Mahlke & Thüring's (2007) contribuisce nel determinare la valutazione complessiva del sistema da parte dell'utente e influenza il suo comportamento e le decisioni future. I tre componenti in questione sono: la percezione delle qualità strumentali, la percezione delle qualità non strumentali e per concludere la percezione delle reazioni emotive. Le qualità strumentali si riferiscono ad aspetti funzionali e pragmatici del sistema come usabilità e utilità, a differenza delle qualità non strumentali che si riferiscono ad aspetti più di piacere come fascino e

attrattività. Entrambi gli aspetti secondo gli studi condotti da Mahlke & Thüring (2007) influenzano il terzo componente che fa riferimento alle reazioni emotive e più in generale la valutazione dei sistemi interattivi. La visione della UX come il complesso risultato dell'interconnessione di più aspetti era già stata anticipata da Don Norman in "emotional design" (Norman, 2004) con la teorizzazione di tre livelli di astrazione che influiscono all'interno delle esperienze derivate dall'uso di prodotti. I tre livelli sono: Design Viscerale, Design Comportamentale e Design Riflessivo. Il Design Viscerale, analogo alle qualità non strumentali di Mahlke & Thüring (2007) fa riferimento all'aspetto del prodotto, la sua attrattività e tutto ciò che stimola i sensi producendo piacere per l'utente. Questo livello coinvolge processi non necessariamente consci e contribuisce alla formazione delle prime impressioni sul prodotto. Il Design comportamentale, invece, si riferisce al lato più pragmatico e funzionale del prodotto. Questo livello, simile alle qualità strumentali di Mahlke & Thüring (2007) si focalizza sulle prestazioni derivate dall'uso del prodotto, richiamando le nozioni di usabilità come efficienza e facilità d'uso. Infine, il Design Riflessivo fa appello ai vari significati e messaggi che l'utente attribuisce al prodotto. Questo livello enfatizza il valore simbolico degli oggetti e si basa sull'interazione tra prodotto e identità personale.

Hassenzahl (2004), analogamente a Mahlke & Thüring (2007) e Norman (2004) nella sua definizione di UX suddivide gli attributi del prodotto in due tipi; da un lato quelli legati al piacere collocati all'interno della definizione di *hedonic attributes* (attributi edonici), dall'altra gli aspetti funzionali definiti come *pragmatic attributes* (attributi pragmatici). Gli attributi pragmatici rimandano ad obiettivi pratici che il prodotto mira a raggiungere, che dipendono dagli scopi per cui è stato progettato un prodotto. Gli attributi edonici si riferiscono alle qualità del prodotto che superano il concetto di funzionalità e usabilità, nello specifico Hassenzahl (2004) identifica; la stimolazione, l'identificazione e l'evocazione. Il fattore identificazione, analogamente alle caratteristiche del livello riflessivo di Norman (2004), fa riferimento all'interazione tra prodotto e identità personale dell'utente, contribuendo alla costruzione dell'identità attraverso i significati e i messaggi del prodotto. Questo aspetto permette al designer di progettare una tecnologia che non è solo

funzionale nel breve termine, ma è attenta anche ai valori delle persone e il raggiungimento di obiettivi a lungo termine legati a questi valori.

Anche l'evocazione fa riferimento agli aspetti del livello riflessivo di Norman (2004) occupandosi dei ricordi e dei sentimenti del passato rievocati dall'uso del prodotto.

Hassenzahl (2004) inoltre, all'interno del suo modello, mette in luce anche un'altra questione importante: egli sostiene che la prospettiva dello UX designer non deve coincidere con quella dell'utente ma deve anticipare in qualche modo la situazione d'uso futura.

Forlizzi & Battarbee (2004), attraverso una visione più pragmatica della UX propongono un modello incentrato sull'interazione, utilizzato per analizzare e comprendere le esperienze. Secondo Forlizzi & Battarbee le interazioni sono di tre tipi: Fluente, Cognitive e Espressive. Le interazioni Fluente sono riferite alle interazioni che non richiedono una particolare attenzione dell'utente, come guidare l'auto o mangiare un pasto. Si tratta di interazioni frequenti con cui l'utente ha già grande familiarità e svolge in maniera automatica. Le interazioni Cognitive si concentrano sull'uso del prodotto, si verificano spesso quando l'utente interagisce con qualcosa di non familiare. Infine, le interazioni Espressive coinvolgono la relazione tra prodotto e utente, per esempio possono riguardare gli interventi di personalizzazione di un prodotto per assecondare le esigenze e i bisogni dell'utente e instaurare una relazione più intima con il prodotto.

I modelli presentati finora differiscono per vari aspetti, e nonostante abbiano già rappresentato un contributo sostanziale all'interno dell'ambito della UX, è ancora lunga la strada verso un modello condiviso. Tuttavia, i modelli mostrano diversi parallelismi, ad esempio, il concetto di esperienza intesa come una stratificazione di livelli risulta un pensiero comune, come anche lo scernimento degli attributi del prodotto in pragmatico ed eudonico, proposto da Hassenzahl (2004), risulta analogo all'interno dei vari modelli proposti.

Un aspetto che invece differisce riguarda l'integrazione del contesto all'interno della UX, è presente nel lavoro di Forlizzi & Ford (2000), ma risulta ignorato nei lavori di Desmet & Hekkert (2007) e Norman (2004).

In conclusione, nonostante i modelli citati forniscano conoscenze utili a comprendere in maniera

soddisfacente il concetto di UX, sotto molti aspetti è necessaria un'ulteriore valutazione in relazione al contesto dei veicoli autonomi. Tuttavia, all'interno di questo lavoro nessuno di questi modelli presentati verrà applicato alla ricerca in maniera diretta, verranno valutati e considerati in maniera generale gli aspetti peculiari che sono emersi da questa analisi, considerati più inerenti al contesto di applicazione.

2.2 User Experience nei veicoli autonomi

La UX, figlia della rivoluzione digitale, ha contribuito in maniera importante ad ampliare le conoscenze progettuali dei prodotti digitali, sperimentando nuovi modelli e nuove prospettive, alcune delle quali esplorate nel paragrafo precedente. Queste conoscenze, di fronte alla complessità di artefatti, come i veicoli autonomi, che diventano sempre più intelligenti, interconnessi e interattivi, ha bisogno di un'ulteriore evoluzione, di una maggiore attenzione verso le caratteristiche specifiche di ognuno di questi artefatti/sistemi (Yang, et al., 2018). Ad esempio, nel contesto dei veicoli autonomi, l'approccio progettuale dell'*Interaction Design* (riferito ad interazioni ed interfacce) ha bisogno di essere riconsiderato all'interno di un'esperienza più ampia, una valutazione olistica che considera anche lo spazio fisico tridimensionale in cui l'esperienza avviene (Law et al., 2014). All'interno del settore automobilistico, le industrie produttrici, influenzate dal grande impatto dell'automazione nei veicoli, si sono concentrate maggiormente su aspetti come sicurezza, distrazione e usabilità (Kun, 2018). La UX tiene conto di questi aspetti ma va ampiamente oltre, considerando l'esperienza all'interno del veicolo come qualcosa di fortemente connesso alla vita delle persone, alle loro relazioni e gli interessi. Se nel contesto aziendale l'approccio UX tende perlopiù ad essere molto verticale su singoli aspetti di prodotto, la ricerca in ambito UX ha la possibilità invece di esplorare approcci sperimentali, di distaccarsi da logiche commerciali e provare a considerare e comprendere i molteplici fattori umani attraverso una grande lente.

Le auto, come ampiamente dimostrato (Featherstone,

2004; Redshaw, 2017; Sheller, 2004) sono artefatti a cui le persone associano emozioni e con cui si istaurano legami affettivi. Questi legami possono essere enfatizzati in maniera più evidente nel caso di soggetti che spendono un'importante quantità di tempo all'interno dell'auto. I veicoli autonomi, specialmente quelli con livelli alti di automazione, potrebbero enfatizzare ancora di più il tempo trascorso all'interno del veicolo accentuando il valore della UX.

L'interazione con i futuri sistemi autonomi estremamente intelligenti pone delle sfide importanti per il mondo accademico, ma soprattutto per le aziende produttrici che si trovano ad affrontare le sfide legate alla digitalizzazione (Kun et al., 2016). Questo processo evolutivo all'interno delle case automobilistiche mette a dura prova gli approcci più tradizionali e prevede delle forti ripercussioni in ambito progettuale, ad esempio, contribuendo alla proliferazione dell'elettronica di consumo dentro il veicolo, fattore che rappresenta già oggi una grande aspettativa per i clienti (Owens et al., 2015). L'esperienza di trasporto verrà probabilmente influenzata pesantemente dal tipo di tecnologie elettroniche che ogni produttore deciderà di fornire a bordo, e da come queste verranno applicate nei vari contesti. In ambito commerciale è prevedibile che il fenomeno della digitalizzazione venga inizialmente sfruttato per questioni di marketing e differenziazione di prodotto dalle aziende, ma è compito della ricerca quello di valutare benefici e vantaggi reali di questi strumenti per ottenere un'integrazione più virtuosa. Un'applicazione virtuosa degli strumenti tecnologici significa inoltre occuparsi della comprensione dei bisogni futuri e i desideri degli utenti all'interno del contesto dei veicoli autonomi, in modo da poter anticipare esigenze reali e rispondere attraverso l'integrazione di strumenti appropriati.

In conclusione, è possibile immaginare che la digitalizzazione combinata con la tecnologia a guida autonoma trasformerà in maniera irreversibile l'esperienza a bordo dei veicoli. L'intelligenza dei dispositivi elettronici e la capacità dei veicoli di sapersi destreggiare e governare senza l'interferenza umana nelle operazioni di guida cambierà le abitudini tradizionali degli utenti, impattando in maniera sostanziale anche nella loro percezione di controllo e fiducia nei confronti del veicolo.

2.2.1 Metodi di ricerca

La ricerca in ambito *User Experience* nel contesto

automobilistico si è concentrata finora nella comprensione dei nuovi modi di interagire con il veicolo, con lo scopo di fornire una spinta verso l'introduzione dell'automazione della guida autonoma (Pettersson & Ju, 2017). Questo tipo di indagini sono però caratterizzate da importanti limiti di ricerca, la mancanza di operatività sulle strade dei veicoli autonomi esclude, ad esempio, la possibilità di condurre ricerche orientate alla raccolta di dati sulla UX all'interno del contesto reale. Ad esempio, il *Trip Experience Sampling* (TES) (Meschtscherjakov et al., 2012), un metodo di ricerca per la UX in ambito automobilistico, non può essere applicato ai veicoli autonomi, o comunque, non in maniera diretta senza l'apporto di opportuni adattamenti e modifiche. Il TES è un metodo che sfrutta il concetto di *diario di bordo* per la raccolta di dati sulle esperienze di viaggio degli utenti. I guidatori, prima e dopo il tragitto, sono invitati a descrivere la loro esperienza rispondendo ad alcune domande auto-valutative. Il metodo, nonostante abbia suscitato alcune critiche per la presenza del ricercatore a bordo (fattore che potrebbe influire sull'esperienza) non prevede il disturbo del guidatore durante il viaggio. Inoltre, la tempestività nella verbalizzazione dell'esperienza diminuisce i possibili effetti negativi della perdita di informazioni dovute alla memoria. Tuttavia, il TES rappresenta un valido modello di riferimento nel campo della UX, in quanto, identifica in maniera ampia le esigenze principali dei progettisti di qualsiasi settore: catturare l'esperienza all'interno del contesto reale e verbalizzarla esattamente nel momento in cui si verifica (Hassenzahl, 2010). In contrasto, Roto (2007) contesta l'idea che la UX sia fortemente condizionata da emozioni momentanee, anzi, sottolinea l'importanza di catturare l'esperienza e valutarla nel lungo termine. L'emozione momentanea potrebbe rappresentare qualcosa di insignificante per l'utente, va quindi (Roto, 2007) valutata in un contesto e in un periodo di tempo più ampio.

Niforatos et al. (2015) hanno sviluppato un metodo analogo al TES per la raccolta dati della UX sui veicoli tradizionali. A differenza del TES, che sfrutta un *diario di bordo*, Niforatos et al. hanno utilizzato un'applicazione installata sullo smartphone per catturare immagini in maniera discreta durante il viaggio con lo scopo di registrare le emozioni dell'utente. Questa modalità evita la presenza del ricercatore a bordo e rende più autonomo il processo di raccolta delle informazioni.

Dati i limiti nell'applicazione di questi metodi di ricerca nell'ambito dei veicoli autonomi, negli ultimi

anni i ricercatori si sono spostati verso un uso sempre più costante dei simulatori di guida (Alvarez et al., 2015). Nonostante questi strumenti di simulazione rappresentino un contesto di sperimentazione fittizio, permettono esperimenti sulla UX abbastanza rapidi e controllabili. La ricerca in ambito UX nei veicoli autonomi resta comunque una questione ostica, la valutazione delle esperienze fuori dal contesto reale rischia di produrre risultati e prospettive poco accurate, esponendo di conseguenza i designer al rischio di effettuare valutazioni progettuali che non riflettono appieno le reali esigenze degli utenti. Consapevoli di questo rischio, resta comunque fondamentale per la ricerca produrre nuove conoscenze in ambito progettuale. I ricercatori, ad esempio, potrebbero trarre vantaggio da strumenti sperimentali e utilizzare il virtuale per simulare le esperienze reali. Inoltre, applicare diversi metodi nei vari studi potrebbe contribuire ad ottenere molteplici prospettive sullo stesso tema di ricerca, innescando così una serie di riflessioni utili a valutare le direzioni future della UX nei veicoli autonomi sotto diversi punti di vista.

Tuttavia, data la grande velocità con cui lo sviluppo tecnologico della guida autonoma si è mossa negli ultimi anni, è indispensabile che la ricerca in ambito UX riesca a mantenere il passo pur reinventando e rielaborando gli approcci tradizionali.

2.2.2 Non-driving related activities

I viaggiatori a bordo dei veicoli con elevati livelli di automazione diventeranno normali passeggeri, con la possibilità di rivoluzionare le loro abitudini e guadagnare del tempo libero da dedicare ad attività utili (Wadud et al., 2016; Wardman & Lione, 2016) e di svago, avendo inoltre l'opportunità di esplorare nuovi tipi di interazione con il veicolo e con gli altri passeggeri.

Tale cambiamento di paradigma giustifica una recente maggiore attenzione della ricerca nei confronti delle attività non relative alla guida, le cosiddette "non-driving related activities" (NDRA) (Hecht et al., 2020).

König & Neumayr (2017) sostengono che il maggior spazio per le NDRA nei veicoli autonomi rappresenti il secondo più importante vantaggio derivato dall'introduzione di questa tecnologia, anticipato solo dalla maggiore possibilità di mobilità per anziani

e disabili. La letteratura relativa all'economia dei trasporti considera, infatti, il viaggio come una causa di disutilità (Mokhtarian & Salomon, 2001), in quanto, il tempo consumato durante il viaggio rappresenta un costo per il viaggiatore, ; l'introduzione dei veicoli autonomi con livello 5 di automazione rappresenta quindi una grande opportunità sotto molti punti di vista. Il tempo, inteso come risorsa, all'interno dello spostamento è considerato come uno "spreco" (Ettema & Verschuren, 2007), tuttavia potrebbe essere sfruttato per attività più degne di nota. Inoltre, è da considerare che viaggiare comporta anche fatica e stress per il viaggiatore (Ettema & Verschuren, 2007). Il costo del viaggio è un fattore estremamente influente sia nella valutazione dei progetti relativi all'ambito dei trasporti che nella pianificazione dei viaggi, ad esempio, influisce nella scelta del percorso e nella tipologia di trasporto.

Mokhtarian & Salomon (2001) sostengono che lo svolgimento di NDRA, come ad esempio rilassarsi, lavorare, parlare al telefono o leggere un libro, diminuisce il costo del viaggio e influisce sul fornire un'utilità positiva, o comunque meno negativa all'esperienza di spostamento.

È altrettanto importante considerare che l'utilità del viaggio è un fattore che va rapportato anche alla sua durata, Redmond & Mokhtarian (2001) hanno studiato alcune delle caratteristiche del viaggio in cui è più probabile che si manifesti un'effettiva utilità positiva del tempo. KPMG (2015) stima che i benefici derivati dal tempo libero guadagnato nei veicoli autonomi con alti livelli di automazione possono trasformarsi in un contributo economico fino a 20 miliardi di sterline per l'economia del Regno Unito. Inoltre, Bansal et al. (2016) sostengono che gli utenti valuteranno la loro disponibilità nello spendere soldi per questi veicoli anche in base all'effettiva utilità del loro tempo libero guadagnato durante il viaggio.

Sebbene sia facile immaginarsi che il tempo libero guadagnato all'interno dei veicoli autonomi possa procurare molteplici benefici, non è ancora chiaro il rapporto tra la qualità e la quantità delle NDRA svolte a bordo e il reale guadagno che gli utenti ne trarrebbero.

Questa valutazione è anche limitata dal fatto che i veicoli autonomi di livello 5 non sono ancora operativi ed è difficile fornire stime attendibili, fin quando non saranno disponibili dati relativi ad esperienze registrate nel contesto reale. Nonostante questo, fare ricerca rivolta ad una maggiore

comprensione delle NDRA è comunque rilevante, se vogliamo che il tempo libero guadagnato durante il viaggio si trasformi in benefici reali. È necessario quindi identificare alcune delle possibili NDRA e prevedere i comportamenti degli utenti a bordo durante il viaggio, in modo da progettare strumenti e condizioni orientati al loro supporto. Diversi studi si sono già occupati dei potenziali utilizzi del tempo di viaggio nei futuri veicoli autonomi; alcuni dei quali sono Schoettle & Sivak (2014), Cyganski et al. (2015), Kyriakidis et al. (2015) e Bansal & Kockelman (2017). All'interno di questi studi è possibile notare innanzitutto l'emergere di una grande varietà di potenziali NDRA, una diversità che molto probabilmente scaturisce dai bisogni specifici dei singoli individui. Inoltre, è indispensabile considerare in che modo ognuno dei partecipanti agli studi percepiva i veicoli autonomi. La percezione comune riguardo il funzionamento e le caratteristiche di questa tecnologia è ancora poco chiara per il pubblico, ed essendo influenzata perlopiù da fattori esterni e non derivanti da esperienze personali (a bordo dei veicoli autonomi) rischia di cambiare di molto da individuo a individuo. I partecipanti degli studi hanno risposto secondo la loro immagine mentale dei veicoli autonomi, di conseguenza, alcune valutazioni, desideri o aspettative potrebbero cambiare dopo un'esperienza reale di viaggio. Tuttavia, anche le domande poste all'interno degli studi non sono abbastanza specifiche da permettere una comprensione di un quadro dettagliato che facilita, ad esempio, la correlazione tra specifiche NDRA e tipologie di viaggio, durata del viaggio o motivazione di viaggio. C'è bisogno quindi di un maggiore ampliamento delle conoscenze all'interno di questo tema, di maggiori investigazioni mirate a comprendere meglio la correlazione tra NDRA richieste, situazioni e contesti di viaggio più specifici. Investigazioni mirate favoriscono l'identificazione di requisiti progettuali ad ampio spettro. Ad esempio, aiutano i designers a capire: che tipo di strumentazioni e tecnologie fornire all'interno del veicolo, la conformazione degli spazi a bordo, tipologie d'interazione, tipi di interfacce, e in maniera più ampia, che tipo di UX progettare a seconda dei singoli utenti e dei vari contesti di viaggio. Raggiungere le correlazioni significa contribuire alla costruzione di un modello progettuale di UX più flessibile, efficiente ed efficace.

Le scelte progettuali che dovranno supportare e soddisfare le richieste degli utenti nelle loro NDRA a bordo, dovranno inoltre tenere conto dei possibili rischi che si prospettano nelle future esperienze all'interno dei veicoli autonomi.

Le grandi opportunità di *infotainment* offerte

dall'espansione del tempo libero all'interno di questi veicoli, se non gestite in maniera etica e responsabile, rischiano di sfociare in qualcosa che impatta negativamente sulla UX. Molto probabilmente non sarà la massiccia quantità di connessioni e informazioni fornite dal sistema intelligente che migliorerà l'esperienza a bordo nel tempo libero, ma piuttosto la qualità e il valore dei contenuti, delle interazioni e di come queste soddisferanno le esigenze dei singoli. Ad esempio, il dibattito sul ruolo dell'*entertainment* all'interno dei veicoli autonomi mette in luce alcuni scenari possibili che prevedono la trasformazione delle cabine dei veicoli autonomi in spazi digitalizzati fortemente caratterizzati dall'uso massivo di schermi per la fruizione di contenuti multimediali (Pulver, 2016).

Cavalcare la visione di un cabina dei veicoli autonomi di livello 5 (SAE) trasformata in una sala cinematografica, o piuttosto in una postazione gaming, rappresenta sicuramente un'opportunità per sperimentare nuovi usi dell'auto, ma esiste anche il rischio di immergere quotidianamente gli utenti in una dimensione virtuale che li distacca completamente dal mondo reale. L'esperienza digitale dovrebbe, invece, esaltare la realtà, aiutare l'utente a comprenderla e a rafforzare il rapporto con essa, invece che alienarlo completamente da essa. I ricercatori, in linea con questa visione, hanno l'opportunità di esplorare lo sviluppo di contenuti d'intrattenimento che caratterizzano l'esperienza a bordo, rendendo il viaggio non solo più piacevole, ma soprattutto più produttivo per l'utente e tutto il sistema. Essendo slegata da logiche commerciali, la ricerca in ambito del Design può indagare nuovi modi "d'intrattenere" il passeggero a bordo, integrando ad esempio valori e significati all'interno dei contenuti proposti che vanno al di là del semplice scopo di intrattenere l'utente. Diversi sono i temi che potrebbero essere indagati, come quello della sensibilizzazione alla mobilità sostenibile, argomento cruciale nel contesto dei veicoli autonomi.

Con questo approccio, se per Mokhtarian & Salomon (2001) il viaggio rappresenta una causa di disutilità, lo sviluppo e l'integrazione di contenuti educativi, che al contempo possiedono un grande potenziale attrattivo per gli utenti, può trasformare l'esperienza nei veicoli autonomi in qualcosa di utile, piacevole e costruttivo per tutto il sistema.

Per concludere, un ulteriore rischio a bordo è legato all'uso degli schermi nell'ambito dell'*advertising*. Modelli di business orientati ad un uso massivo dell'*advertising* potrebbero sfociare in un eccessivo inquinamento visivo all'interno del veicolo, elemento che potrebbe impattare negativamente

sulla UX. Come discusso in precedenza (vedi sezione 2.2), occuparsi di una gestione più consapevole dell'elettronica di consumo a bordo, e in questo caso degli schermi, può essere utile per anticipare eventuali scenari indesiderati e guidare la progettazione verso soluzioni più preferibili e rispettose nei confronti del benessere degli utenti.

2.2.3 Interazione Uomo-Macchina

L'affidamento delle operazioni di guida del veicolo sempre più nelle mani dei sistemi autonomi impone in maniera inevitabile il ripensamento e la riprogettazione del rapporto tra l'uomo e la macchina. Il tema dell'interazione Uomo-Macchina nei veicoli autonomi è stato affrontato da molteplici ricerche in letteratura, molte sono le questioni emerse che necessitano ancora di ulteriore indagine. La complessità di questi veicoli automatizzati potrebbe avere un grande impatto sul nostro comportamento (Thill et al., 2014), sulle nostre emozioni e sui nostri bisogni a bordo. Per affrontarne la complessità e anticiparne gli impatti è necessario comprendere quali fattori umani interferiscono all'interno del rapporto Uomo-Macchina nei veicoli autonomi. Tali fattori si influenzano a vicenda in maniera complessa, il loro impatto è il risultato dell'insieme delle caratteristiche del sistema, dell'utente e del contesto. Nell'intento di raggiungere una maggiore comprensione di questi fattori, e concentrare gli sforzi di ricerca, all'interno di questo paragrafo verranno affrontate questioni maggiormente influenti nel contesto dei veicoli autonomi di livello 5.

Innanzitutto, un aspetto importante che va considerato nel passaggio generazionale verso i veicoli completamente autonomi è l'impatto sulla piacevolezza di guida, che molti utenti dichiarano di percepire nei veicoli tradizionali. I veicoli autonomi incorporano quindi l'importante sfida di trasformare il piacere e la soddisfazione di guidare di alcuni utenti nel piacere di essere guidati. Per permettere questo passaggio generazionale è necessario quindi investigare meglio quelle che sono le dinamiche di accettazione di questa tecnologia.

Alcuni ricercatori si sono occupati di studiare sotto diversi aspetti il tema dell'accettazione all'interno dell'ambito della UX. Rödel et al. (2014), ad esempio, hanno investigato il tema dell'accettazione dell'utente nell'ambito dei veicoli autonomi in relazione ai vari livelli di automazione dei sistemi, facendo riferimento alla classificazione fornita da National Highway Traffic Safety Administration

(NHTSA) (2013). Rödel et al. (2014) usando un questionario online, hanno presentato attraverso una descrizione testuale i vari livelli di automazione ai loro partecipanti, con lo scopo di raccogliere dati riguardo il grado di accettazione dei veicoli autonomi e della UX in generale. I risultati del questionario mostrano che il grado di accettazione degli utenti e la UX variano notevolmente a seconda dei diversi livelli di automazione. I partecipanti hanno mostrato un grado maggiore di accettazione per i livelli di automazione più bassa; coloro che hanno mostrato interesse per l'introduzione di più funzioni di automazione nel veicolo avevano per la maggior parte avuto esperienze pregresse con funzioni di automazione già presenti sui veicoli commerciali. In maniera analoga, anche Tennant et al. (2016) all'interno del loro studio sull'apertura e l'indisponibilità nei confronti della tecnologia a guida autonoma hanno potuto constatare che i guidatori che mostravano un grande ottimismo e avevano già avuto esperienze nell'utilizzo di alcune funzionalità di automazione (per esempio il *cruise control*) erano più aperti all'introduzione dei veicoli autonomi.

Un altro fattore importante che è stato associato all'accettazione dei veicoli autonomi riguarda il grado di fiducia degli utenti rispetto il sistema (Lee & See, 2004). La fiducia degli utenti nei veicoli autonomi rappresenta una delle questioni più critiche nel nuovo rapporto Uomo-Macchina, specialmente in elevati livelli di automazione in cui le operazioni di guida sono pressoché gestite esclusivamente dal sistema intelligente di bordo. Occuparsi della fiducia degli utenti è importante innanzitutto perché influenza in maniera diretta la volontà nell'uso dei sistemi (Hoff & Bashir, 2015). Diversi livelli di fiducia dell'utente nei confronti del sistema ne determinano l'affidabilità percepita.

L'utente non valuta il sistema in base alle sue effettive competenze, ma in base a come vengono percepite ed elaborate le informazioni fornite dal sistema. L'interazione Uomo-Macchina gioca quindi un ruolo importante; le informazioni del sistema, e in maniera più generale lo stile d'interazione con il sistema, influenzano il grado di fiducia dell'utente (Hoff & Bashir, 2015).

La fiducia può essere definita come un atteggiamento, un risultato delle informazioni, delle impressioni fornite e percepite dal sistema che si mescolano alle esperienze pregresse (Lee & See, 2004). Le esperienze pregresse non sono solo quelle personali, ma fanno riferimento anche: alla reputazione del sistema e alle interazioni

pregresse con tecnologie simili (Hoff & Bashir, 2015). Pertanto, la fiducia è un atteggiamento che si sviluppa ancor prima dell'uso del sistema, gli utenti possono mostrare mancanza di fiducia anche se le prestazioni di un sistema sono affidabili. Contrariamente alla mancanza di fiducia, gli utenti potrebbero mostrare un eccessivo affidamento alla macchina, atteggiamento che può sfociare in un uso improprio del sistema, cioè un uso non intenzionale (Parasuraman et al., 2008).

La ricerca correlata alla questione della fiducia nell'uso dei sistemi autonomi è quindi orientata alla comprensione delle dinamiche di formazione di questo fenomeno, con lo scopo di fornire indizi utili al bilanciamento, requisito fondamentale per l'accettazione e l'uso corretto dei veicoli autonomi.

Lee & See (2004) hanno offerto un contributo importante in questo ambito attraverso la teorizzazione di un modello concettuale della fiducia associato all'interazione con i sistemi autonomi. Secondo questo modello gli aspetti che influenzano la fiducia riguardano principalmente l'individuo, il sistema e i fattori contestuali culturali e ambientali. All'interno dello studio di Lee & See sono inoltre forniti diverse indicazioni progettuali per raggiungere un "livello appropriato" di fiducia nell'uso dei sistemi autonomi.

44 Anche Hoff & Bashir (2015), attraverso una vasta revisione della letteratura, hanno identificato molti dei fattori che influenzano la fiducia, fornendo molteplici indicazioni progettuali. I fattori raccolti da Hoff & Bashir fanno riferimento a diversi contesti di applicazione e ricoprono molti aspetti dell'interazione Uomo-Macchina, coinvolgono elementi funzionali, estetici e comunicativi.

I sistemi autonomi necessitano innanzitutto di interfacce e interazioni conformi alle regole dell'usabilità, elemento che non solo permette l'uso dei sistemi in maniera efficiente ed efficace, ma contribuisce a costruire la fiducia dell'utente.

All'interno dell'usabilità, in relazione alla fiducia, il concetto di *feedback* assume un ruolo importante, il sistema deve garantire opportuni aggiornamenti sullo stato dell'automazione e sui fattori situazionali per permettere all'utente di ottenere una consapevolezza riguardo lo stato delle cose, concetto meglio riconosciuto come *situation awareness* (Miller et al., 2014). La comunicazione dei *feedback* assume un ruolo ancora più cruciale nel caso in cui si presentano errori del sistema; in questo caso, per contrastare la possibile diminuzione del livello di fiducia dell'utente, il sistema deve procurare opportune spiegazioni riguardo l'accaduto, in modo da evitare l'abbandono del sistema da parte dell'utente. La trasparenza nella comunicazione

Uomo-Macchina è quindi di centrale importanza, favorisce inoltre una maggiore percezione di controllo da parte dell'utente, soprattutto in contesti di elevata automazione (Hoff & Bashir, 2015). Gli individui hanno bisogni e caratteristiche diverse, il sistema deve valutare diverse preferenze di controllo basate sulle caratteristiche psicologiche di ogni individuo (Hoff & Bashir, 2015).

Il rapporto Uomo-Macchina nei sistemi autonomi è inevitabilmente caratterizzato da una necessaria collaborazione tra i due attori, necessità che potrebbe essere enfatizzata nei tratti personali di alcuni individui.

La comunicazione del sistema passa anche attraverso indizi più sottili che fanno riferimento allo stile comunicativo del sistema, che dovrebbe risultare "polite" per trasmettere maggiore fiducia all'utente (Hoff & Bashir, 2015). Anche l'apparenza e il livello di antropomorfismo del sistema rappresentano elementi determinanti per la fiducia. Alcuni esperimenti mostrano che l'applicazione di elementi antropomorfi in un agente di guida artificiale migliora l'accettazione di tale tecnologia (Lee et al., 2015; Waytz et al., 2014).

Inoltre, le caratteristiche antropomorfe attribuite ai sistemi artificiali hanno un impatto diverso in base alla personalità, al sesso, all'età e la cultura degli utenti (Hoff & Bashir, 2015).

L'antropomorfismo consiste nell'attribuzione delle caratteristiche umane come nome, genere, voce e comportamento ad agenti artificiali inanimati (Bartneck et al., 2009). Questi aspetti evocano maggiore presenza sociale e influenzano positivamente la sicurezza percepita e la fiducia nel sistema autonomo (Hegner et al., 2019), inducendo complessivamente ad una maggiore soddisfazione. La presenza sociale percepita grazie gli attributi antropomorfi, induce gli utenti ad interpretare il sistema come un reale attore sociale, attribuendo alle interazioni significati sociali e influenzando così la loro percezione del sistema e le sue prestazioni (Lee et al., 2015). La tendenza all'antropomorfismo è in gran parte guidata dalla innata predisposizione dell'uomo a considerare e rispondere agli oggetti non umani come fossero umani (Bartneck et al., 2009). La tecnologia viene percepita più abile nello svolgere il suo compito quando le viene attribuita una mente di tipo umano (De Graaf & Allouch, 2013). Quindi, favorire l'attribuzione di una mente umana ad una macchina facilita gli utenti all'uso della stessa e all'affidamento ad essa.

Tuttavia, secondo Waytz et al. (2014) l'applicazione di singoli indizi antropomorfi potrebbe non essere sufficiente per la costruzione di veri e propri attori sociali. Le peculiarità umane comprendono un insieme di elementi complessi, anche poco tangibili, che dovrebbero essere presi in considerazione, come la personalità, l'identità e l'interattività.

L'inclusione di queste caratteristiche umane più complesse è stata sperimentata all'interno di alcuni studi che, ad esempio, si sono occupati di applicare alcuni tratti di personalità umana al sistema dei veicoli autonomi (Zhang et al., 2019). Lo studio di Zhang et al. (2019) adotta però un metodo ancora poco accurato nella trasposizione dei tratti di personalità umana al sistema, e anche i risultati dello studio sembrano poco consistenti. Tuttavia, questo tipo di indagini, insieme alle correlazioni emerse in letteratura tra antropomorfismo e fiducia degli utenti nei sistemi autonomi, mette in evidenza una necessità di maggiore umanizzazione dei sistemi artificiali. Di conseguenza, la progettazione di un rapporto Uomo-Macchina che si focalizza sui bisogni e le caratteristiche dell'uomo e trae ispirazione dai rapporti sociali, potrebbe rivelarsi una strategia importante verso una maggiore accettazione e adozione di questi veicoli. Il rapporto dell'uomo con i veicoli autonomi resta comunque un tema complesso, un grande numero di fattori influenzano in maniera diversa questa relazione e non è ancora abbastanza chiaro come questi fattori si influenzino a vicenda, di conseguenza i dati ad oggi ricavati risultano spesso poco comprensibili se considerati in ottica sistemica.

Dall'analisi esposta appare evidente la necessità di comprendere meglio le reali possibilità di applicare su scala reale i suggerimenti forniti dai vari studi, in particolare le conoscenze legate al tema centrale della fiducia.

In conclusione, valutando la scarsità di contributi scientifici, in contrasto con l'interesse mostrato da molteplici studi, il tema della "personalità" applicata al sistema del veicolo autonomo potrebbe, per esempio, rappresentare un'opportunità di ricerca, utile a sostenere anche il processo di "umanizzazione" della tecnologia a guida autonoma.

2.3 User Experience nei veicoli autonomi in condivisione

Quest'ultima parte della revisione della letteratura è dedicata alla comprensione delle peculiarità della UX all'interno dei veicoli autonomi in condivisione. Com'è stato ampiamente discusso all'interno del primo capitolo della tesi, molti dei potenziali benefici derivati dall'introduzione dei veicoli autonomi sono associati ad un uso condiviso degli stessi. Pertanto, secondo gli obiettivi di questo progetto di ricerca, orientati ad una mobilità sostenibile, verrà preso in considerazione il contesto della mobilità su richiesta, meglio riconosciuto come *Autonomous Mobility on Demand* (AMoD) (Spieser et al. 2014).

Tuttavia, sommare le peculiarità di questa modalità di trasporto a quelle della tecnologia a guida autonoma comporta la comparsa di ulteriori questioni importanti per la UX, oltre a quelle già affrontate nei paragrafi precedenti. Ad esempio, se considerassimo l'AMoD come un'evoluzione dei tradizionali taxi, uno degli elementi rivoluzionari rispetto a quest'ultimi sarebbe la scomparsa dell'autista all'interno dei veicoli. Questo evento rivoluzionario cambierebbe le aspettative del cliente e innescherebbe un possibile cambiamento di comportamento a bordo; l'utente si sentirebbe libero di agire più liberamente, e potrebbe percepire il veicolo come uno spazio più privato e meno pubblico. Anche l'interazione con il veicolo trarrebbe vantaggio, in quanto, l'utente si sentirebbe in grado di poter gestire la sua esperienza in maniera autonoma calibrando i settaggi disponibili nel sistema secondo le sue preferenze, senza doversi preoccupare di chiedere il permesso al guidatore (Kim et al., 2020). Riguardo gli aspetti cruciali, invece, i veicoli autonomi in condivisione, per essere accettati, devono riuscire ad abbattere la barriera che lega gli utenti alla proprietà del veicolo. Il passaggio dal veicolo privato al veicolo in condivisione è necessario per raggiungere un modello di mobilità sostenibile (vedi sezione 1.1.1), ma rappresenta al contempo uno dei nodi critici per la UX nei servizi AMoD.

Secondo evidenze empiriche, uno degli elementi che ostacola l'abbandono della concezione di possesso del mezzo è il valore simbolico, e non utilitaristico, che gli utenti associano all'auto privata. L'auto

è stata a lungo considerata uno status sociale ed espressione di valori come libertà, autonomia e flessibilità. Per molti utenti possedere un'auto è una fonte di gioia ed emozioni positive, legate anche all'amore per la guida (Anable & Gatersleben, 2005; Steg, 2005). Il superamento di questa visione legata al veicolo privato è un fatto inevitabile per il raggiungimento dell'accettazione e l'adozione dei veicoli in condivisione. Gli utenti meno legati ai valori utilitaristici, tuttavia, potrebbero opporre maggiore resistenza nell'adozione dei servizi AMoD. Alcuni contributi di ricerca dimostrano che generalmente gli utenti anziani, rispetto i giovani, sono più dipendenti dal mezzo privato (Alsnih & Hensher, 2003), così come anche coloro che non fruiscono di una mobilità multimodale (Krueger et al., 2016). In questo scenario di resistenza, la UX potrebbe rappresentare la strategia adeguata nell'obiettivo di rendere più attrattivi i servizi AMoD (Larsson, 2018). Per il raggiungimento dell'accettazione e l'adozione da parte degli utenti è necessario comprendere e ottimizzare tutte le percezioni, le emozioni e i comportamenti degli utenti all'interno dei servizi AMoD.

46 Gli utenti saranno forse disposti a superare i timori per l'automazione e il loro attaccamento per l'auto privata solo in cambio di nuovi benefici tangibili ed esperienze straordinarie all'interno di questi servizi (Larsson, 2018).

Un altro aspetto critico, riguarda lo scenario di condivisione della corsa. Il DRS rappresenta un elemento fondamentale per il raggiungimento di una maggiore sostenibilità del sistema mobilità (Berger et al. 2014), ma esso si basa anche sull'accettazione da parte degli utenti che devono essere disposti a trascorrere del tempo di viaggio in cabina con altri passeggeri estranei (Krueger et al., 2016). Il DRS potrebbe andare in contrasto per esempio con le necessità di privacy più o meno enfatizzate di alcuni utenti. Il bisogno di privacy, insieme al bisogno di comfort potrebbe rappresentare una priorità per alcuni utenti, per altri, invece, potrebbero essere più importanti la velocità e il costo del servizio (Larsson, 2018). Questi bisogni, inoltre, possono anche variare a seconda del mood dell'utente, delle motivazioni di viaggio e altri fattori contestuali. Ad esempio, se l'utente necessita svolgere attività lavorative a bordo, la privacy e il comfort potrebbero diventare priorità rispetto al costo e la velocità del servizio. La UX deve quindi essere in grado di adattarsi all'utente

e alle esigenze contestuali (Larsson, 2018). Larsson suggerisce che un modo per ovviare alla grande necessità di adattamento di questi servizi AMoD ai clienti è fornire diversi tipi di veicoli in base al tipo di bisogno e UX desiderata dall'utente (Larsson, 2018).

Tuttavia, l'introduzione dei modelli di mobilità condivisa cambierà le esigenze e i desideri degli utenti sotto molti punti di vista, così come i focus delle aziende automobilistiche che non potranno più puntare su emozioni legate al possesso dei veicoli. Concetti come personalizzazione, accessibilità, privacy e comfort sono alcuni degli elementi centrali che caratterizzeranno la UX all'interno dell'AMoD (Larsson, 2018). La UX in AMoD dovrà essere percepita positivamente dagli utenti, così da favorire una maggiore probabilità di accettazione del servizio (Distler et al., 2018).

Jacques et al. (2013) affermano che gli individui scelgono le modalità di trasporto in base ad attributi legati all'utilità e al piacere, saper bilanciare questi attributi all'interno della UX in AMoD significa ottenere più possibilità di attrattività per questi servizi. Inoltre, i risultati di alcune ricerche dimostrano che gli attributi del servizio, come costi, i tempi del viaggio e i tempi di attesa dei veicoli rappresentano fattori determinanti per l'uso dei servizi AMoD e l'accettazione di DRS (Krueger et al., 2016). Tuttavia, oltre gli attributi del servizio, è necessario che il supporto all'utente e la presenza percepita del servizio sia anche costante, alcuni studi dimostrano che la percezione di utilità nei AMoD potrebbe diminuire significativamente dopo il primo utilizzo (Distler et al., 2018).

Riguardo l'interazione Uomo-Macchina, molte delle questioni emerse nell'analisi precedentemente affrontata per i veicoli autonomi rimangono valide anche all'interno del contesto AMoD. Kim et al. (2020), ad esempio, suggeriscono che alcuni dispositivi destinati per le situazioni di emergenza potrebbero migliorare la percezione di sicurezza degli utenti riguardo il servizio.

Inoltre, un altro aspetto importante riguarda l'usabilità del sistema; progettare le interazioni e le interfacce per servizi AMoD che tengono conto del concetto di familiarità favorisce una UX positiva sin dal primo utilizzo. Questo elemento è essenziale soprattutto per mitigare la critica fase di apprendimento iniziale, che nel contesto dei servizi può rivelarsi un'importante barriera per l'adozione.

L'adozione, infatti, risulta uno degli ostacoli principali dei servizi AMoD; la ricerca dovrebbe occuparsi di esaminare e raccogliere i principali fattori che ne determinano il fenomeno, proporre indicazioni e soluzioni progettuali pratiche a supporto per una maggiore probabilità di accettazione e adozione. Un'altra questione chiave che emerge da questa analisi riguarda la competizione tra due modelli di mobilità contrapposti: veicolo in condivisione e veicolo di proprietà. Per il superamento e la gestione del fenomeno, a livello progettuale si potrebbe far leva su alcuni aspetti emersi durante questa analisi, come l'attrattività, la facilità d'uso percepita e l'utilità percepita dei servizi AMoD. L'identificazione di questi aspetti, insieme alla comprensione dei principali bisogni futuri e desideri degli utenti, potrebbero gettare le basi per delineare gli attributi chiave dei servizi AMoD, elementi necessari per lo sviluppo di un modello di UX per i veicoli autonomi in condivisione.

Metodologia

In questo capitolo verranno presentate e discusse le metodologie e gli approcci di ricerca adottati all'interno di questa tesi.

Nella prima parte del capitolo verrà discusso il ruolo dello Human-Centered Design (HCD) e la sua importanza nel contesto dei veicoli autonomi. Successivamente, verrà approfondito uno dei metodi di ricerca più cruciali per questo lavoro, ovvero il Research Through Design; verranno esposti gli obiettivi e gli strumenti suggeriti dai vari ricercatori che hanno contribuito alla definizione di questa pratica. In ultima battuta, verranno mostrati e spiegati in maniera più specifica i dettagli della struttura metodologica e il processo di attuazione, accompagnati al termine da una rappresentazione grafica complessiva della metodologia impiegata.

3.1 Approccio di ricerca

L'approccio di ricerca adottato all'interno di questo lavoro di tesi riprende alcune delle teorie presenti all'interno del dominio di ricerca in Design, mettendone in luce le opportunità che questa disciplina può offrire nel campo della ricerca scientifica.

Uno degli aspetti chiave di questo approccio di ricerca riguarda innanzitutto il focus sullo *Human-Centered Design* (HCD). Da tempo, alcuni ricercatori hanno (Bjorn-Andersen, 1988) già manifestato l'esigenza per lo Human-Computer Interaction (HCI) di superare gli approcci funzionalisti, confinati perlopiù all'usabilità dei sistemi. "A 'human' is much more than eye and finger movements", così Bjorn-Andersen (1988) contesta i *practitioners* in ambito *Human-computer Interaction* invitandoli ad ampliare gli orizzonti di investigazione e considerare un contesto di analisi più ampio. La centralità dell'uomo nel Design per Gill (1991) è definita come "a new technological tradition which places human need, skill, creativity and potentiality at the center of the activities of technological systems". Nella definizione di Gill è possibile intravedere un parallelismo con la tendenza progettuale in campo *Human-Computer Interaction* che ha visto la pratica dell'*Interaction Design* evolversi verso una visione più ampia rappresentata dalla UX. Questo bisogno di ampliare gli orizzonti e indagare i molteplici aspetti umani nell'interazione con i sistemi rappresenta un punto nevralgico di questa tesi.

La necessità di focalizzare la progettazione sui bisogni dell'uomo acquisisce ancora più importanza soprattutto in contesti tecnologici complessi come quello dei veicoli autonomi.

Dall'analisi del contesto e della letteratura scientifica, emerge una considerazione importante: anche se riuscissimo a far funzionare al meglio i veicoli autonomi, risolvendo tutti i problemi legati alla complessità tecnica che risiede nel processo di automazione, la più grande barriera per l'introduzione sarebbe composta dagli esseri umani, e la loro indisponibilità nell'accettare (Zhang et al., 2020) e adottare questa tecnologia.

Diverse fonti in letteratura (Choi & Ji, 2015; Zhang et al., 2019) hanno identificato, ad esempio, la questione della fiducia da parte degli utenti nei confronti dei

veicoli autonomi come uno dei principali fattori influenti nel processo di accettazione e adozione. Nell'intento di progettare una tecnologia che sia in grado, ad esempio, di gestire e superare la barriera della fiducia, è necessaria una profonda comprensione dei fattori umani e dei relativi aspetti correlati al fenomeno in questione. I fattori umani, andrebbero, inoltre, indagati sotto molti punti di vista e attraverso diversi approcci di ricerca, con lo scopo di ottenere molteplici prospettive utili a valutare le scelte progettuali in maniera più consapevole. L'uomo, risulta essere l'elemento meno prevedibile e non programmabile nel processo di sviluppo dei veicoli autonomi. Considerando però che tra gli obiettivi principali di questa tecnologia è incluso il miglioramento della sua esperienza di mobilità, i fattori umani non possono essere sottovalutati o considerati di secondo ordine.

Se non ci focalizzassimo sui bisogni e le caratteristiche dell'uomo nella progettazione dei veicoli autonomi potremmo, ad esempio, anche non raggiungere uno degli obiettivi dell'automazione, la possibilità di democratizzare la mobilità (Adnan et al., 2018), allargando la possibilità di spostamento autonomo a fasce di utenti diversamente abili. Se la progettazione dei veicoli autonomi non dovesse soffermarsi a rispondere alle diverse esigenze d'uso richieste per ogni singola tipologia di utente, le fasce di utenti con limitazioni potrebbero infine non usufruire della grande opportunità prevista per loro. Anche la questione ambientale è strettamente legata ad una progettazione uomo-centrica. I benefici per l'ambiente e l'intero sistema mobilità previsti dall'introduzione dei veicoli autonomi potrebbero restare soltanto un'ipotesi se questi veicoli non dovessero essere adottati dall'uomo a causa del mancato raggiungimento dei suoi bisogni, nonostante la tecnologia possa risultare già funzionante e pronta per essere fruita.

Potremmo anche aggiungere la questione della competizione tra il veicolo privato e quello in condivisione; se non riuscissimo a comprendere i bisogni dell'uomo e capire le modalità di transizione più efficaci per passare da un paradigma all'altro, potrebbero risultare insufficienti i vantaggi economici e le policy governative per innescare e compiere il cambiamento.

Le riflessioni appena espone offrono alcuni input utili a comprendere l'importanza della progettazione uomo-centrica in questo contesto, ma restano ancora

molte le incertezze sulla reali possibilità che questo approccio venga ampiamente adottato.

Negli ultimi anni, La comunità scientifica, e soprattutto l'ambito industriale, si sono continuamente chiesti se il tema dei veicoli autonomi rimarrà un argomento fiction o sarà realmente implementato nel sistema mobilità. Molti si chiedono quando sarà possibile l'introduzione, e se sarà tecnicamente possibile raggiungere alti livelli di automazione. In tutto questo, però, è ancora scarsamente considerato il tema più importante, ovvero quali siano i bisogni di mobilità delle persone, e come questo nuovo modello di spostamento possa realmente migliorare la vita dell'uomo.

Le persone sono generalmente poco interessate alla tecnologia in sé e ad aspetti tecnici di funzionamento, sono piuttosto interessate all'esperienza di mobilità che questa novità può offrirgli, alla sicurezza e ai benefici che ne possono ricavare nella vita quotidiana.

Se l'intento è aumentare le probabilità di successo nell'introduzione della guida autonoma, allora dovremmo partire dall'uomo, esplorando le sue necessità e cogliendo le sue richieste. Comprendere i fattori umani nella sua complessità, accettare le condizioni di unicità e imprevedibilità dell'uomo distanti dalla programmabilità delle macchine, rappresentano infatti il primo passo verso una tecnologia pensata per l'uomo. In caso contrario, potremmo ritrovarci nella condizione di doverci piegare alle logiche estranee di questa nuova tecnologia.

Un altro aspetto peculiare dell'approccio adottato è rappresentato dalla visione olistica. Una visione ampia nello studio dei fenomeni connessi alla UX aiuta a comprendere in maniera più esaustiva le esperienze con gli artefatti. Nel capitolo precedente, l'analisi della letteratura ci mostra in maniera evidente, ad esempio, come il fenomeno della fiducia nei sistemi autonomi, sia un atteggiamento (Lee & See, 2004) prodotto dalla combinazione di molteplici fattori connessi (Hoff & Bashir, 2015), che necessitano di essere considerati in contesti specifici. Comprendere i fattori umani nella sua complessità espressa all'interno di scenari ipotizzati è quindi uno degli approcci utilizzati in questo lavoro per raggiungere una progettazione uomo-centrica. Tuttavia, la tesi include anche il raggiungimento di un certo grado di approfondimento riguardo

le singole questioni: verticalizzazioni utili a comprendere i fenomeni alla sua radice e ottenere sufficienti strumenti per poterli successivamente valutare in un contesto più ampio.

La ricerca è stata condotta attraverso un'indagine ampia che ha considerato in maniera diffusa numerosi contributi all'interno della tematica della mobilità sostenibile. Con un maggior focus ai domini della UX e HMI, la conoscenza presente in letteratura assume un ruolo di catalizzatore per lo sviluppo di riflessioni e sperimentazioni progettuali. È quindi obiettivo di questa tesi quello di contribuire alla ricerca scientifica nel campo del Design attraverso contributi utili al progredire di questo dominio di ricerca, tali risultati sono anche frutto di sperimentazioni progettuali condotte durante il periodo di ricerca di dottorato.

La sperimentazione progettuale condotta a fini di ricerca è una pratica ormai diffusa in ambito scientifico e viene riconosciuta meglio con il nome di *Research through Design* (RtD).

3.1.1 Research Through Design

RtD è una metodologia di ricerca che sfrutta il valore della progettazione di artefatti come strumento per la produzione di nuova conoscenza in ambito scientifico (Zimmerman & Forlizzi, 2014).

I ricercatori, attraverso RtD, progettano e prototipano artefatti con lo scopo principale di investigare questioni progettuali ignote, o in maniera più ampia, analizzare fenomeni legati all'interazione con sistemi, prodotti e servizi. Il raggiungimento di prototipi all'interno di questa pratica ricopre un ruolo fondamentale, in quanto essi rappresentano l'elemento cruciale da cui scaturiscono le riflessioni e le nuove conoscenze (Keyson & Bruns 2009). Gli artefatti prodotti all'interno di questa pratica diventano quindi veicoli di conoscenza e riflessione a disposizione della comunità scientifica. Il RtD permette l'integrazione e la combinazione di teorie e modelli provenienti dalle scienze comportamentali con le conoscenze in ambito tecnico ingegneristico all'interno di sperimentazioni pratiche. Questo incontro di conoscenze multidisciplinari è fondamentale perché permette ai ricercatori di basare le proprie esplorazioni di ricerca su conoscenze

scientifiche che toccano molteplici discipline, generando un valore aggiunto derivato dalla contaminazione di questi ambiti.

Sebbene siano già abbastanza chiari gli intenti di questa metodologia, il RtD è un approccio ancora discusso in letteratura e sono varie le prospettive proposte. La varietà di approcci è causata spesso dalla mancanza di uniformità nelle definizioni, nei modelli e nelle pratiche proposte all'interno della comunità del Design (Stappers & Giaccardi 2017).

Zimmerman & Forlizzi (2014) contribuiscono alla definizione descrivendo le fasi principali che caratterizzano il RtD: selezionare, progettare, valutare, riflettere, diffondere e, infine, ripetere. La metodologia del RtD prevede quindi un processo iterativo di ideazione e valutazione critica dei risultati ottenuti. I ricercatori intenti ad ottenere nuova conoscenza rivalutano continuamente sia il processo progettuale per raggiungere la soluzione di design che le caratteristiche dell'artefatto stesso.

La fase riflessiva della ricerca rappresenta il momento in cui avviene un'astrazione dei risultati progettuali sotto forma di teorie o indicazioni. Inoltre, la ciclicità suggerita da Zimmerman & Forlizzi (2014) rappresenta un altro aspetto fondamentale del RtD. I risultati progettuali all'interno di questa pratica non sono mai completi, esaustivi e definitivi, rappresentano una delle prospettive possibili sul problema preso in esame, e servono ad innescare l'interesse per ulteriori ricerche rispetto questioni sollevate dalla ricerca.

I risultati del RtD molto spesso sono sintetizzati attraverso un inquadramento generale del problema progettuale con eventuali indicazioni utili a fornire strumenti per affrontare il problema in modo efficace ed efficiente. Questo contributo viene illustrato e documentato attraverso le varie fasi di progettazione ed eventuali verifiche valutative condotte attraverso test o confronti con gli utenti.

Tuttavia, i contributi prodotti dalla pratica del RtD forniscono molteplici benefici per la comunità del Design, per esempio contribuiscono all'esplorazione dell'uso delle nuove tecnologie e possono in qualche modo anticipare i rischi e benefici di tali applicazioni tecnologiche sull'uomo e sulla società (Zimmerman et al., 2007). D'altra parte, i contributi del RtD sono anche fondamentali per i ricercatori in ambito tecnico e ingegneristico; essi ricevono importanti feedback dall'applicazione pratica e contestuale delle tecnologie potendo così avviare una rimodulazione

delle soluzioni tecnologiche più in linea con le esigenze richieste dall'uomo. Secondo la visione di questa tesi, i requisiti progettuali delle tecnologie dovrebbero basarsi sui bisogni dell'uomo ancor prima di arrivare ad uno stato avanzato e operativo. È importante quindi che questo scambio di conoscenze multidisciplinari provenienti dai diversi ambiti sia costante e che proceda con un ritmo evolutivo simmetrico.

I ricercatori in Design che utilizzano questa pratica aiutano inoltre ad identificare lacune e debolezze dei modelli e delle teorie comportamentali, valutandone l'effetto derivato dalla loro applicazione in contesti progettuali specifici (Zimmerman et al., 2007). Questo tipo di esplorazione potrebbe contribuire alla scoperta di effetti indesiderati o correlazioni scientifiche tra teorie e spazi di progettazione, contesti d'uso e tipologia di utenti (Zimmerman et al., 2007).

3.2 Metodologia di ricerca

La metodologia di ricerca poggia le sue basi sugli approcci discussi finora.

È possibile identificare due tipi di attività principali caratterizzanti del RtD, che hanno permesso di raggiungere gli obiettivi prefissati di questa tesi: un'ampia e costante analisi della letteratura scientifica combinata alla programmazione di sperimentazioni progettuali scaturite da riflessioni indotte dai contributi presenti in letteratura e dalle sperimentazioni precedenti. La ricerca di base effettuata all'interno di questa tesi si è occupata in prima battuta di investigare in maniera ampia il contesto di riferimento, qui identificato come la mobilità sostenibile.

Il primo obiettivo della ricerca è stato quello di raggiungere un quadro generale chiaro rispetto i nuovi paradigmi della mobilità, in relazione alla questione sostenibile e i fattori caratterizzanti dei futuri scenari urbani. In maniera sempre più specifica, l'analisi della letteratura si è concentrata successivamente verso i temi più verticali di questa ricerca che sono la User Experience e l'interazione Uomo-Macchina all'interno dei veicoli autonomi. Questo processo di analisi contestuale dal macro al micro è ritenuto fondamentale dall'autore in quanto

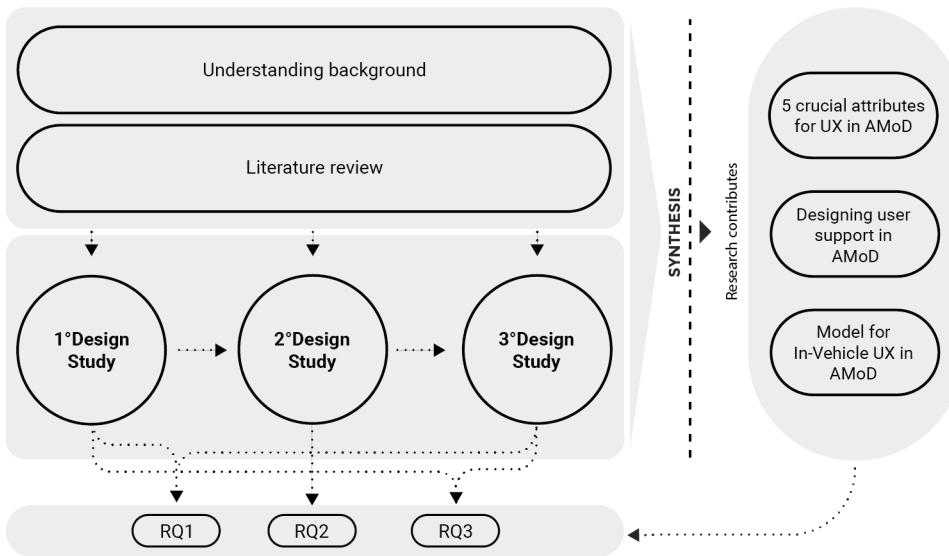


Fig. 3 - Schema riassuntivo della metodologia di ricerca impiegata

52

aiuta a comprendere meglio e valutare in maniera più consapevole l'impatto delle varie riflessioni progettuali sulla piccola e la grande scala.

L'importante quantità di conoscenze accumulate durante tutto il percorso di ricerca è stata continuamente messa in discussione, ha stimolato riflessioni e ha contribuito allo sviluppo di tre sperimentazioni progettuali condotte nel periodo di dottorato.

La prima sperimentazione progettuale (1° Design Study) è di natura esplorativa e nasce dall'esigenza di ampliare e dibattere sui contributi e le conoscenze rinvenute in letteratura nell'ambito della UX nei veicoli autonomi. Ha avuto come obiettivo più ampio quello di avviare una prima indagine esplorativa attraverso lo sviluppo di un numero cospicuo di concept progettuali di alto livello, con il fine ultimo di innescare riflessioni e discussioni per le attività di ricerca successive. Il progetto di ricerca è stato condotto in collaborazione con Italdesign che si è reso disponibile a collaborare mettendo a disposizione il prototipo fisico del concept Pop.Up Next (vedi sezione 1.3). L'adozione di Pop.Up Next come esempio contestuale per la progettazione delle esperienze è una scelta a favore dei progettisti, in quanto, ha fornito agli studenti un riferimento pratico e tangibile su cui proiettare i diversi scenari d'uso successivamente elaborati. Il carattere futuristico del prototipo, che ingloba alcuni dei temi centrali del prossimo futuro della mobilità (guida completamente autonoma e modalità di spostamento aereo) è servito a focalizzare l'attenzione dei progettisti verso scenari ancora ignoti, favorendo

così riflessioni e speculazioni sui diversi modi di immaginare il futuro. I progettisti hanno anche avuto la possibilità di ispezionare il prototipo fisico, potendo così sperimentare l'esperienza diretta in cabina e recuperare tutte le informazioni utili per la progettazione. All'interno dello studio, inoltre, è stata prevista l'applicazione di un contesto geografico di riferimento, che è stato identificato nella città di Torino. La contestualizzazione territoriale della ricerca, richiesta da entrambi gli enti (Politecnico di Torino e Italdesign) ha permesso di basare parte dell'analisi preliminare sul sistema di mobilità urbano locale. La scelta di applicare un contesto geografico, sociale e culturale a questa prima sperimentazione progettuale è anche di tipo metodologico. La ricerca, come suggerito da (Janasz, 2017), prova a comprendere in che modo la progettazione all'interno del sistema mobilità possa connettersi e relazionarsi con gli altri sistemi presenti in un contesto urbano specifico. I progettisti si sono dovuti confrontare con aspetti unici che identificano lo spazio urbano torinese, questo ha favorito riflessioni sui possibili scenari derivati dall'applicazione del modello di mobilità AMoD sulla città di Torino.

Il contesto urbano scelto ha assunto un ruolo centrale soprattutto nella prima fase di analisi, ed è rimasto un riferimento contestuale nella creazione dei scenari progettuali.

Tuttavia, la città di Torino è stata coinvolta nello studio in maniera passiva, nessuna delle parti istituzionali ha collaborato direttamente alla ricerca nelle varie fasi del progetto, sono stati però presi in

considerazione per l'analisi molti report statistici pubblicati da enti istituzionali della città.

L'attribuzione del contesto territoriale alla ricerca resta però una scelta metodologica connessa unicamente a questa sperimentazione, e non associata ai successivi studi.

Per concludere, è importante precisare che la collaborazione con Italdesign ha avuto un impatto maggiore nella direzione dei risultati progettuali, piuttosto che nella metodologia adottata. La scelta di adottare un loro concept come contesto di progettazione ha conferito ai progetti elaborati un aspetto più tangibile, aiutando i progettisti a mantenere anche un minimo livello di concretezza nelle intenzioni progettuali. I progetti sono stati generalmente poco influenzati dal brand aziendale, anzi, in alcuni casi il progetto Pop.Up Next è stato rivisto in chiavi diverse, a seconda dello scenario di riferimento. L'aspetto metodologico, invece, è stato gestito per la maggior parte dal team del Virtual Design Lab, che ha fornito gli strumenti e le indicazioni metodologiche per lo sviluppo dei progetti.

La seconda sperimentazione progettuale (2° Design Study) nasce e si sviluppa grazie ad alcune riflessioni già affrontate nella revisione della letteratura, e successivamente dibattute all'interno dello studio precedente. Il secondo studio ha avuto l'obiettivo di contribuire attraverso la pratica del RtD ad una maggiore comprensione del rapporto tra UX Design e sostenibilità. La sperimentazione si è conclusa con un test in cui un gruppo selezionato di utenti esperti ha valutato attraverso un questionario le prestazioni di un prototipo dopo aver provato il gioco in una breve sessione virtuale.

L'ultima sperimentazione progettuale (3° Design Study) ha avuto lo scopo di indagare in maniera più specifica il rapporto Uomo-Macchina nei veicoli autonomi. Il progetto di ricerca è frutto di una collaborazione con il dipartimento di Design & Human Factors di Chalmers University a Gothenburg. La collaborazione tra i due enti accademici nasce dall'interesse reciproco verso la progettazione uomo-centrica nel contesto della guida autonoma.

Il team svedese, composto principalmente da figure attive nell'ambito del Design, si occupa nello specifico di progetti in ambito HMI, collaborando

con diversi enti industriali locali.

Il dipartimento di Design & Human Factors, nella fase iniziale della ricerca, ha pianificato una serie di incontri con diverse figure interne per dibattere sul tema in questione, e ha contribuito significativamente, in comunione con il team del Politecnico, a stabilire le direzioni di ricerca e la definizione della metodologia.

Inizialmente, secondo i piani pattuiti da entrambi i team, la sperimentazione si sarebbe dovuta svolgere nei laboratori di Chalmers sfruttando uno dei simulatori di guida messi a disposizione dall'Università, successivamente, per motivi legati soprattutto alla pandemia in atto, l'esperimento è stato riadattato in modalità in remoto. L'imprevisto ha impattato maggiormente sull'allungamento delle attività di ricerca. D'altro canto, la nuova condizione è risultata una grande opportunità per entrambi i team per sperimentare nuovi metodi e approcci di ricerca in remoto attraverso l'adozione di strumenti digitali.

Complessivamente, la collaborazione con i diversi enti nelle varie sperimentazioni progettuali ha modellato e influenzato le direzioni di ricerca del dottorato. Nella prima sperimentazione, la scelta di collaborare con il corso di Virtual Design Lab del Politecnico di Torino è risultata cruciale, in quanto ha permesso di ottenere una prima massiccia esplorazione progettuale di alto livello della tematica di ricerca. Molte delle questioni che compaiono in letteratura hanno trovato ampio spazio di discussione all'interno dei gruppi di lavoro nel laboratorio, e ulteriori questioni sono emerse in forma spontanea. I risultati prodotti dai progettisti in questo esperimento sono importanti per il dottorato perchè hanno influenzato alcuni dei punti di partenza per le attività di ricerca successive.

Il coinvolgimento di Italdesign, ha invece favorito una maggiore focalizzazione dei contributi di ricerca derivati da questo studio sul concept di mobilità Pop.Up Next che rappresenta il punto di partenza di questa tesi (vedi sezione 1.3).

Infine, l'ultima collaborazione con il team di Chalmers ha contribuito a dare un respiro più internazionale alla ricerca, permettendo all'autore di questa tesi e tutto il team di ricerca del Politecnico di Torino di potersi confrontare con altri approcci e prospettive condivise da altri ricercatori in ambito scientifico. Il team di Chalmers ha contribuito significativamente

all'esplorazione del rapporto uomo-macchina, grazie soprattutto alle sue recenti esperienze accumulate in sperimentazioni in cui questo tema ha assunto un ruolo centrale. In quest'ultimo studio, il riferimento specifico al progetto Pop.Up Next è venuto meno per dare spazio ad una ricerca di base più di alto livello. Questo approccio è stato adottato anche nei contributi finali del dottorato, in cui si è scelto di mantenere le considerazioni progettuali basate sul modello di mobilità AMoD con la possibilità di scalare i risultati sul concept Pop.Up Next in una fase operativa successiva al progetto di ricerca del dottorato.

Lo schema proposto in Fig. 3 offre una maggiore comprensione della metodologia di ricerca applicata. I metodi, le procedure e gli strumenti utilizzati all'interno delle varie sperimentazioni verranno meglio descritti e discussi nelle sezioni specifiche. Anche i risultati della ricerca, associati alle singole sperimentazioni sono descritti all'interno delle sezioni dedicate. Al termine della tesi verranno infine presentati i contributi finali che sintetizzano e integrano le conoscenze e le riflessioni provenienti dalla letteratura combinate a quelle derivate dalle tre sperimentazioni progettuali.

Design studies

Il Capitolo “Design studies” illustrerà le tre principali sperimentazioni progettuali condotte all’interno del percorso di ricerca di dottorato. Le sperimentazioni, come già anticipato nel capitolo precedente, hanno lo scopo di: contribuire alla risposta delle domande di ricerca e fornire conoscenza utile alla definizione dei contributi finali.

La prima sperimentazione progettuale è di carattere fortemente esplorativo e affronta in maniera olistica la *User Experience* (UX) all’interno dei veicoli autonomi attraverso lo studio di vari concept di alto livello. I concept discussi esplorano vari contesti d’uso individuati, e hanno lo scopo principale di sollevare riflessioni e considerazioni utili a comprendere le possibili esperienze d’uso future all’interno dei veicoli autonomi. Al termine della presentazione dei concept, verrà esposto una *Journey Map* che ha lo scopo di fornire una struttura temporale di base dell’esperienza nei servizi AMoD.

La seconda sperimentazione si concentra maggiormente su un tema più specifico, indaga il ruolo e la funzione più ampia dei contenuti forniti a bordo di un veicolo autonomo di livello 5. Questo studio affronta il tema dell’*entertainment* a bordo del veicolo soffermandosi sul valore intrinseco dei contenuti proposti nell’esperienza a bordo e sul loro possibile contributo nei confronti dello sviluppo sostenibile.

La terza sperimentazione indaga in maniera più diretta il rapporto Uomo-Macchina nei veicoli autonomi di livello 5 attraverso l’uso di un approccio inusuale che prevede l’applicazione dei modelli di personalità umana ai sistemi autonomi dei veicoli per studiarne gli effetti e i possibili spazi progettuali. Questo studio, guidato da un approccio HCD, sperimenta diversi tipi d’interazione con lo scopo di raccogliere ulteriori indizi utili alla costruzione di un rapporto appropriato tra l’uomo e il veicolo.

4.1 1° Design study: Studio esplorativo per la User Experience nei veicoli autonomi

Nei veicoli autonomi con bassi livelli di automazione la responsabilità del veicolo è ancora nelle mani del guidatore umano che deve mantenere una certa soglia di attenzione per poter riprendere il controllo del veicolo quando è necessario. Questo contesto offre una minore possibilità per l'utente di impegnarsi in altre attività che non fanno riferimento alle operazioni di guida. Inoltre, il ruolo dell'*Interaction Design* e della UX in un contesto di bassa automazione è prevalentemente confinato nell'ambito dell'ergonomia cognitiva che si focalizza maggiormente sulla gestione e la suddivisione dei task tra il sistema e l'uomo nelle operazioni di guida del veicolo. Se si considera invece un livello di automazione elevato, la UX non dovrà solo occuparsi delle importanti questioni di ergonomia cognitiva legate all'introduzione dell'automazione, ma dovrà considerare molti altri aspetti che emergono dall'abbandono definitivo delle principali operazioni di controllo del veicolo da parte dell'utente a bordo. I guidatori cederanno il controllo del veicolo al sistema autonomo, anche se potranno molto probabilmente ancora avere il controllo su alcune impostazioni di guida, ad esempio la scelta del percorso e lo stile di guida da adottare. Il ruolo dei passeggeri a bordo può definirsi quindi più passivo rispetto ai veicoli tradizionali e i veicoli autonomi con bassi livelli di automazione; la possibilità dell'utente di inviare input di controllo al sistema attraverso strumenti a bordo come pedali e volante tenderà sempre di più a scomparire. Nonostante questo cambio di paradigma, il rapporto tra l'uomo e la macchina si riconfigurerà ma resterà comunque attivo. Gli utenti a bordo dei veicoli autonomi di livello 5 avranno più tempo da dedicare alle NDRA (vedi sezione 2.2.2) ma continueranno ad interagire con il sistema. Le interfacce cambieranno e gli utenti vivranno l'esperienza all'interno della cabina in modo completamente diverso. I fattori rivoluzionari di questo cambiamento offrono la possibilità di

riconfigurare il veicolo sotto molti aspetti legati sia dal punto di vista fisico che digitale.

In questo scenario rivoluzionario i designer hanno la responsabilità di esplorare approcci e metodi per ottenere una UX positiva e riadattata al nuovo contesto emergente.

Questo studio nasce dalla consapevolezza di questo bisogno, con lo scopo di gettare le basi per una compressione più ampia dei possibili futuri scenari d'uso dei veicoli autonomi di livello 5 (SAE).

4.1.1 Obiettivi di ricerca

La sperimentazione nasce e si sviluppa in collaborazione con l'azienda Italdesign e 34 studenti del corso di Virtual Design all'interno della laurea magistrale in Design Sistemico del Politecnico di Torino. Italdesign ha fornito durante la sperimentazione il prototipo fisico del veicolo in qualità di esempio contestuale su cui basare la progettazione dei concept elaborati all'interno della sperimentazione. Il veicolo, essendo caratterizzato da una visione fortemente innovativa, ha permesso di proiettare le esigenze progettuali in una dimensione temporale distante e futura del sistema mobilità, favorendo al contempo una speculazione sui possibili scenari d'uso futuri dei veicoli autonomi.

Gli obiettivi più specifici di questo studio sono: esplorare i bisogni futuri e i desideri degli attori all'interno del nuovo sistema mobilità, esplorare le possibili esperienze d'uso all'interno dei veicoli autonomi e investigare opportunità progettuali riguardo l'applicazione di nuove tecnologie, metodi d'interazione e tipologie di interfacce Uomo-Macchina all'interno dei veicoli autonomi di livello 5 (SAE).

4.1.2 Metodo

La metodologia di progettazione applicata all'interno di questo progetto di ricerca trae le sue basi dall'intersezione delle discipline dell'*Interaction Design* e della UX. A queste discipline è stato affiancato l'approccio speculativo del *Design Fiction*

(Blythe, 2014), una pratica che ha fornito gli strumenti progettuali per la costruzione di storie speculative che hanno stimolato l'esplorazione di scenari futuri all'interno dei veicoli autonomi. Il *Design Fiction* assume un ruolo importante all'interno di questa sperimentazione progettuale, in quanto, ha spostato il focus tendenzialmente funzionalista dello HCD verso un focus più esplorativo e narrativo, soddisfacendo così gli obiettivi della ricerca. L'esplorazione progettuale ha considerato la città di Torino come principale contesto territoriale di riferimento, città sede dell'ente industriale coinvolto e sede del corso di studi in Design del Politecnico di Torino. Questa scelta è stata guidata principalmente da fattori pratici; la necessità di mantenere un rapporto stretto con il sistema territoriale e l'opportunità di sviluppare un'analisi contestuale basata su un contesto urbano reale, analisi che ha previsto un'ampia mappatura del sistema di mobilità nella prima parte della ricerca. Il processo di progettazione nasce infatti da un'analisi olistica dei bisogni dell'utente all'interno della mobilità urbana. L'analisi è stata condotta attraverso una ricerca secondaria basata principalmente su report e documenti pubblicati da enti istituzionali e pubblici, e una ricerca primaria basata sullo sviluppo di indagini etnografiche sul campo. La parte di ricerca secondaria è risultata fondamentale soprattutto per la raccolta di dati quantitativi sulla demografia e sul sistema di mobilità torinese. La ricerca primaria, invece, ha contribuito alla raccolta di dati qualitativi

utili a comprendere meglio i comportamenti e le esigenze degli utenti sul campo. Durante questa prima fase di ricerca sono stati analizzati nello specifico tutti i servizi di mobilità condivisa, pubblici e privati, offerti nell'area metropolitana di Torino, con lo scopo di indagarne le varie modalità di funzionamento, e comprendere le diverse esperienze d'uso dei cittadini all'interno di questi servizi. Le soluzioni di trasporto in condivisione prese in considerazione spaziano per tipologia di veicoli e modalità di fruizione; alcuni dei quali sono bike sharing, mezzi pubblici, servizi cargo e servizi di car pooling. Lo studio della UX nei diversi servizi di mobilità urbana nasce dalla volontà di comprendere i fattori che impattano positivamente e negativamente sull'esperienza di trasporto nei servizi urbani, utilizzando queste importanti informazioni come opportunità per migliorare la UX nella mobilità del futuro.

Osservazioni formali e informali, brevi interviste semistrutturate e rilievi fotografici (vedi esempio in Fig. 4), compongono principalmente questi gli strumenti di ricerca etnografica applicati dai 34 studenti divisi in 8 gruppi di lavoro. Per ampliare i dati raccolti sul campo, sono state condotte anche delle investigazioni in ambiente digitale, in cui sono emersi utili feedback, umori e storie raccontate dagli utenti all'interno delle più comuni piattaforme online di condivisione (vedi esempio in Fig. 6). Il metodo di ricerca etnografico è stato scelto per la sua grande capacità di produrre un quadro dettagliato

58

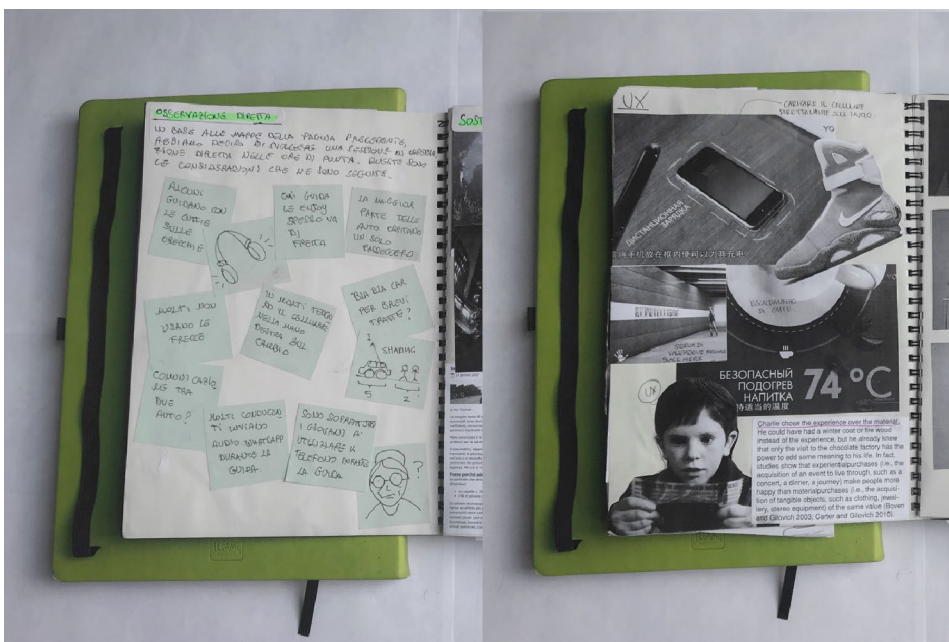


Fig. 5 - Annotazioni di uno dei gruppi di lavoro sulle osservazioni sul campo e sull'analisi dello scenario tecnologico.



Fig. 4 - Estratto di alcuni rilievi fotografici prodotti da un gruppo di lavoro durante la prima fase di progetto.

del modo in cui i servizi/prodotti vengono effettivamente utilizzati dalle persone, esso mostra come potrebbero essere migliorate le esperienze d'uso per soddisfare meglio le esigenze e i desideri degli utenti (De Boer, 2010). L'analisi di questi servizi è servita, inoltre, a sopperire all'impossibilità di sviluppo di uno stato dell'arte dei servizi AMoD, non essendo ancora attivi nel contesto urbano. La mappatura delle esperienze di trasporto ha coinvolto le tre fasi principali del viaggio (prima, durante e dopo il viaggio) ed è stata condotta attraverso lo strumento della *User Journey Map* (Bucolo & Matthews, 2011; Johnston & Kong, 2011).

All'analisi sui servizi di trasporto in condivisione è stata associata un'analisi sullo stato dell'arte delle principali tecnologie interattive presenti sul mercato, o ancora in fase embrionale (vedi esempio Fig. 5).

I progettisti, considerando uno scenario di mobilità ampio, hanno riflettuto sulle opportunità di miglioramento della UX nel trasporto urbano colte durante l'analisi dei servizi di mobilità, combinandole con le opportunità tecnologiche, con l'obiettivo di soddisfare i bisogni emergenti degli utenti. L'analisi e la presentazione dei dati raccolti in questa prima fase di ricerca ha rappresentato un compito arduo per i progettisti, che si sono ritrovati ad affrontare una grande mole di informazioni raccolte. Il processo di analisi ha previsto l'individuazione di pattern

comportamentali ed esigenziali. È stato richiesto ai progettisti in particolare di enfatizzare i gap tra l'offerta di mobilità attuale prevista dai vari servizi e l'esperienza desiderata dagli utenti, proponendo infine alcune suggestioni su come intervenire. I risultati sono stati presentati in forme diverse a seconda delle valutazioni e delle preferenze singole dei vari gruppi, l'unica richiesta da parte del team di ricerca ha riguardato l'utilizzo di entrambi i linguaggi testuale e visuale. I pattern comportamentali, e in generale i risultati di questa prima analisi, hanno permesso lo sviluppo di alcune ipotesi riguardo i diversi gruppi di utenti che fruiscono dei servizi di mobilità urbani. Ogni gruppo di lavoro ha perciò individuato un numero variabile di categorie di utenti, su cui successivamente si è basata la costruzione delle *Personas*. Sulla base di ogni categoria di utenti sono state sviluppate una o più *Personas*, a seconda dei casi.

La descrizione delle *Personas* è stata basata su due approcci largamente diffusi: *Goal-directed perspective* (Cooper et al., 2007) e *Engaging Perspective* (Sønderstrup-Andersen, 2007). L'approccio *Goal-directed* prevede un processo di costruzione della *Persona* focalizzato sugli obiettivi personali e pratici, le emozioni e gli obiettivi nell'uso del sistema. *Engaging perspective*, invece, parte da un approccio narrativo, pone lo storytelling come elemento

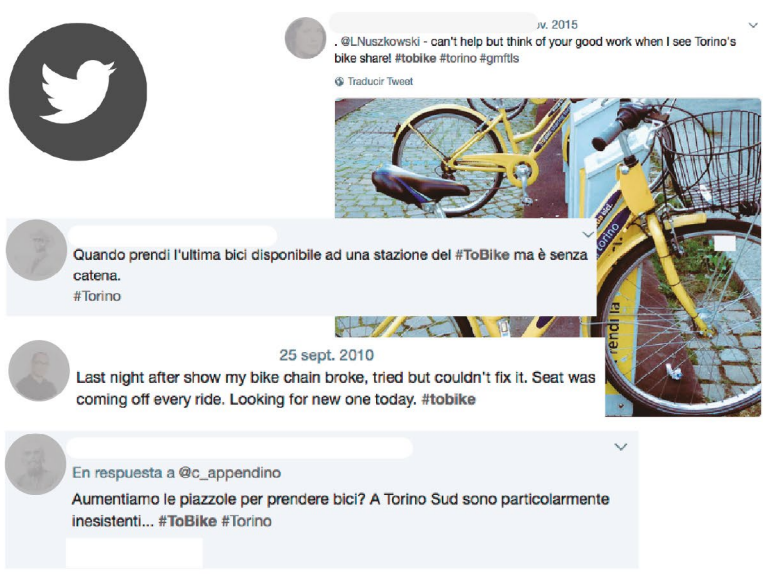


Fig. 6 - Esempio di informazioni raccolte online dai gruppi di lavoro durante l'analisi della UX nel servizio comunale di bike sharing "Tobike".

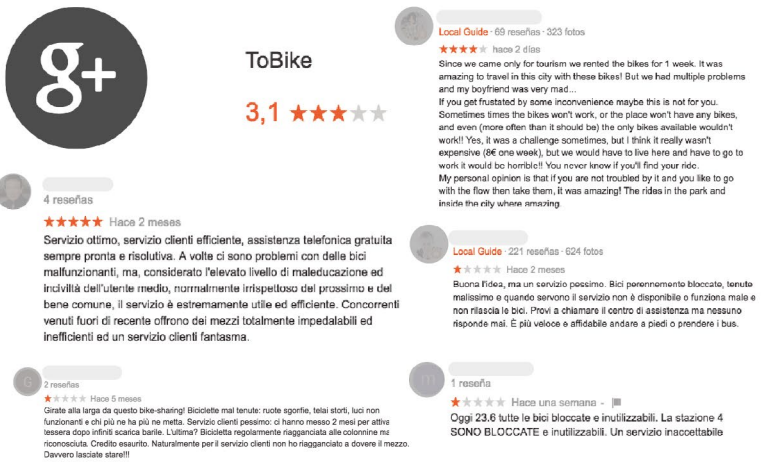




Fig. 7 - Esempio di Tavola 1 con descrizione narrativa della *Persona* prodotta da un gruppo dei gruppo di lavoro.



Fig. 8 - Esempio di Tavola 2 con descrizione schematica della *Persona* prodotta da un gruppo dei gruppo di lavoro.

cruciale nel processo di descrizione della *Persona*. Questa prospettiva sfrutta l'abilità delle storie di produrre coinvolgimento empatico e indizi utili per comprendere in maniera più ampia le caratteristiche del personaggio. Entrambi gli approcci basano la costruzione delle *Personas* sulle informazioni raccolte sugli utenti e sul contesto, l'*Engaging Perspective* aggiunge inoltre alcune informazioni fittizie con lo scopo di evocare maggior empatia.

Sulla base dei due approcci appena citati, è stato richiesto ai progettisti di descrivere le *Personas* seguendo un approccio ibrido suddiviso in due fasi: una prima fase di descrizione narrativa del personaggio (vedi esempio Fig. 7) e una seconda fase più schematica (vedi esempio Fig. 8) orientata alla definizione dei principali obiettivi personali, obiettivi nel contesto di applicazione, informazioni emotive e informazioni personali.

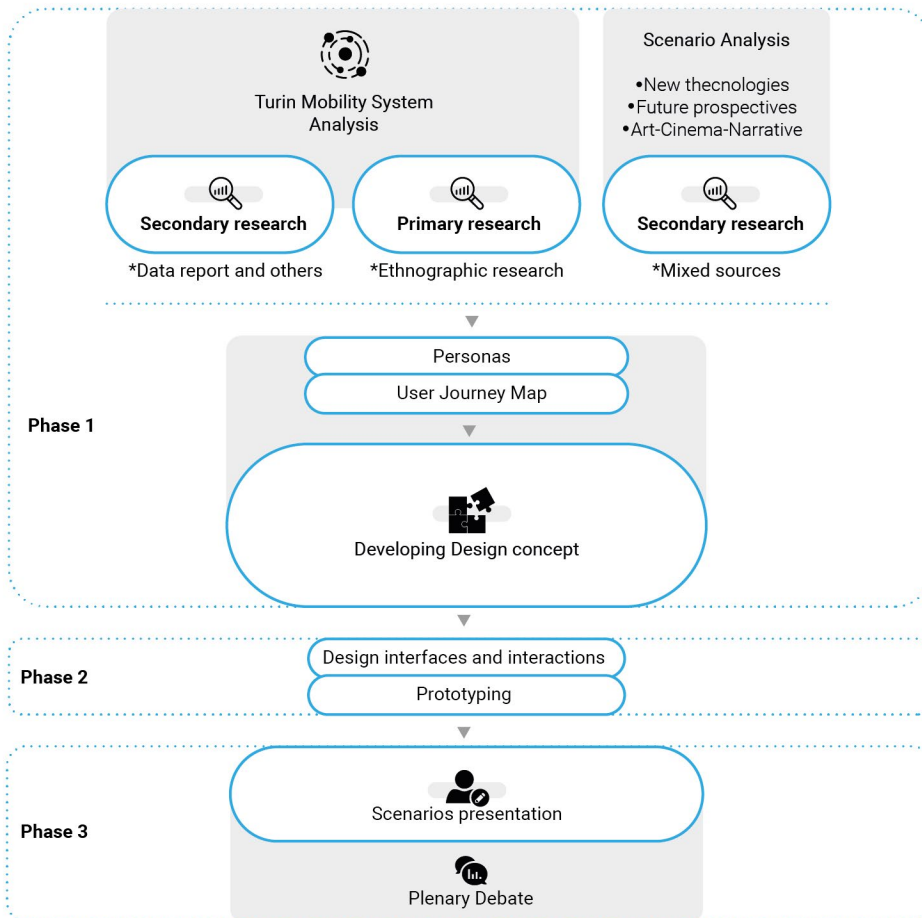


Fig. 9 - Rappresentazione delle 3 principali fasi di progettazione.

62

Successivamente alla costruzione delle *Personas* i progettisti si sono dedicati allo sviluppo dei concept progettuali utilizzando un'ottica speculativa e immaginifica caratteristica del *Design Fiction*, ciò ha spinto i progettisti a superare i confini della progettualità pragmatica e funzionale attraverso la narrazione, favorendo l'esplorazione di scenari visionari.

L'ultima fase del processo progettuale è stata dedicata alla progettazione delle interfacce e delle interazioni con i sistemi. Anche all'interno di quest'ultima fase, il *Design Fiction* è stato utilizzato come strumento per amplificare l'immaginazione; l'interazione tra l'uomo e il sistema è stata raccontata attraverso l'uso della narrazione. Questo tipo di approccio ha indotto i progettisti a considerare anche i lati più umani della relazione Uomo- Macchina, andando oltre la considerazione degli aspetti funzionali legati all'usabilità di questi sistemi. I risultati progettuali di questo processo sono stati concretizzati all'interno di vari concept descritti

attraverso lo strumento della *User Journey Map*, in cui è mostrata la UX delle *Personas* identificate e tutte le interazioni e le interfacce ideate. Inoltre, per ogni concept è stato elaborato un video di comunicazione con lo scopo di sintetizzare l'intera UX progettata e renderla fruibile attraverso un linguaggio narrativo.

Per comprendere meglio la metodologia di progettazione adottata, in Fig. 9 è stata fornita una rappresentazione complessiva delle principali fasi descritte finora.

4.1.3 Risultati

I risultati progettuali raggiunti sono rappresentati da 8 concept di alto livello sviluppati da 8 gruppi di lavoro per un complessivo di 37 studenti di laurea magistrale in Design Sistemico del Politecnico di Torino. I progetti si soffermano sull'analisi di molti aspetti; indagano: la capacità delle interfacce e dei

sistemi intelligenti di assecondare e comprendere i bisogni e le caratteristiche dei singoli utenti; l'uso e la gestione dei dispositivi personali a bordo e fuori dal veicolo durante tutta l'esperienza.

I progetti, inoltre, dedicano particolare attenzione all'esplorazione delle varie attività e interazioni che gli utenti potrebbero voler svolgere durante il viaggio, proponendo scenari d'uso inusuali rispetto i veicoli tradizionali e facendo emergere nuove riconfigurazioni interne del veicolo.

Alcune simulazioni dei concept presentati sono raccolte in Fig. 10. Nelle immagini presentate è possibile notare alcuni degli scenari interni del veicolo elaborati nei concept in cui sono mostrate interfacce e modalità d'interazione.

Di seguito una sintesi degli otto concept in cui vengono discussi prevalentemente gli aspetti peculiari legati all'esperienze a bordo dei veicoli.

- Il concept "The extended personal" sfrutta la tecnologia olografica applicata direttamente al dispositivo personale dell'utente come interfaccia per l'interazione con il sistema di bordo. Il progetto si basa sull'idea di un uso intelligente ed essenziale dei dispositivi tecnologici, riducendo al minimo l'integrazione di dispositivi non strettamente necessaria, mantenendo comunque una qualità elevata delle interazioni e delle interfacce. L'uso della tecnologia olografica dematerializza l'esperienza d'interazione e offre la possibilità di avere un'interfaccia pop-up con tutti i benefici legati al guadagno di spazio e al mantenimento dell'igiene, rispetto, ad esempio, interfacce grafiche proiettate su schermi fisici. L'interfaccia olografica ideata all'interno di questo concept si collega al veicolo attraverso il semplice posizionamento del dispositivo personale sul bracciolo del sedile e permette all'utente di collegarsi al sistema in modo rapido e diretto. L'utente interagisce con il sistema attraverso un'interfaccia grafica proiettata in maniera olografica che gli permette di gestire i settaggi dell'esperienza offerti dal sistema. L'intelligenza artificiale che si occupa di elaborare i dati dell'utente, trasferiti attraverso il suo consenso dal dispositivo personale al sistema di bordo, non si limita ad interazioni reattive, ma applica un atteggiamento proattivo cercando di migliorare e gestire al meglio l'esperienza dell'utente attraverso l'analisi del suo stato. Il sistema, quindi, ha l'obiettivo non solo di soddisfare le richieste dell'utente, ma di

anticipare i suoi bisogni attraverso l'uso di un dialogo multisensoriale che comprende anche un'interfaccia vocale.

Tuttavia, l'intelligenza artificiale all'interno di questo concept può essere definita come un'estensione del dispositivo personale, concetto che potrebbe aiutare l'utente a percepire l'esperienza nei veicoli autonomi più semplice, più facile da usare e più familiare.

- Il concept "Relaxed Monitoring" concepisce la UX a bordo attraverso un'ottica di monitoraggio continuo dell'esperienza. L'interazione a bordo con il sistema è gestita tramite: un controller magnetico, una doppia interfaccia grafica, una proiettata su un piccolo display vicino al controller, e nella versione estesa è proiettata in uno schermo di fronte al sedile. Le peculiarità di questo concept si concentrano anche sulla capacità di saper immaginare diversi modi di percepire lo spazio interno del veicolo attraverso l'uso della stimolazione dei sensi umani. L'esperienza in Relaxed Monitoring muta a seconda dell'esigenza dell'utente che ha la possibilità di trasformare la cabina del veicolo in un ambiente immersivo dedicato, ad esempio, al rilassamento, attraverso suoni, luci e proiezioni collegate al suo stato emotivo. L'elevata percezione di controllo dell'esperienza all'interno di questo concept è espressa anche nel secondo caso d'uso identificato dai progettisti: la versione cargo per il trasporto di merci senza la presenza di passeggeri a bordo. In questo secondo contesto d'uso i progettisti immaginano un costante monitoraggio dell'esperienza da remoto, sia per il mittente che il destinatario della merce, gestito attraverso un'applicazione mobile installata nel dispositivo personale.

- L'esperienza all'interno del concept "Pick up needs" si basa su una visione fortemente innovativa e futuristica in termini di applicazioni tecnologiche e modalità d'interazione con il sistema. All'interno del concept è stata sviluppata un'interfaccia olografica tridimensionale in grado di fornire dei feedback tattili. L'utente interagisce con l'interfaccia direttamente attraverso la manipolazione manuale di un cubo 3D, che si presenta in prima istanza con 6 facce corrispondenti ognuna ad una sezione specifica del sistema. Nell'esplorazione del sistema interfacce l'utente è in grado di navigare diversi livelli di profondità scomponendo il cubo e scalando la dimensione delle interfacce a seconda dei suoi bisogni. Uno degli elementi caratterizzanti

dell'interazione con questa interfaccia riguarda il gesto di pizzicare gli angoli del cubo per espandere i contenuti sullo spazio circostante; questo dettaglio ha suggerito successivamente il nome stesso del concept. L'uso della tecnologia olografica è stato ulteriormente sfruttato per l'esplorazione virtuale della città all'interno del veicolo. Questa funzione aggiunta, trasforma la cabina in un ambiente virtuale in cui l'utente può esplorare la mappa della città attraverso una navigazione tridimensionale.

• “360°x360°” è un concept che mantiene un carattere fortemente digitale come quello descritto in precedenza, ma invece di sfruttare lo spazio aereo interno per la proiezione delle interfacce, vengono sfruttate tutte le superfici vetrate della cabina. Questa scelta è dettata dalla necessità di sviluppare un'interazione anche con il contesto esterno attraverso la realtà aumentata e di creare delle esperienze immersive a 360° all'interno del veicolo. La narrazione di questo concept prende come riferimento un target particolarmente giovane di utenti e si basa principalmente sul bisogno di questi utenti di vivere un'esperienza inedita e stimolante durante il tragitto. Il progetto, quindi, esplora in maniera anche provocatoria la possibilità dei veicoli autonomi in condivisione di fornire esperienze legate al mondo dell'arte e dell'intrattenimento. La necessità di esplorare questa prospettiva è guidata anche dal bisogno dei veicoli autonomi di puntare sulla loro attrattività per facilitare l'accettazione e l'adozione di questi servizi.

• L'esperienza nel concept “*Continuos Communication*” si basa sul mantenere un costante dialogo tra il sistema e l'utente lungo tutto il viaggio. Il contesto progettuale tiene in considerazione la fruizione del servizio anche da parte di un utente con disabilità visiva. L'interfaccia, quindi, esplora questo caso d'uso prestando particolarmente attenzione ai bisogni specifici di questi utenti, ma allo stesso tempo restando scalabile per tutti gli altri utenti normodotati. Il concetto di comunicazione continua viene applicato all'interno del concept non solo sfruttando la quantità delle interazioni attivate lungo l'esperienza, ma considerando anche la qualità di queste interazioni. La percezione dell'utente dovrebbe essere quella di interagire con un sistema sempre presente, per soddisfare le sue richieste, ma soprattutto per rassicurarlo e informarlo sullo

stato delle cose durante tutta l'esperienza. Per raggiungere quest'obiettivo il concept utilizza anche un'interfaccia vocale caratterizzata da uno stile comunicativo gentile e rassicurante.

• “*Playful grammar*” indaga la possibilità di sperimentare una personalizzazione della grammatica gestuale per l'interazione con il sistema. Per lo studio di questo concept sono stati ripresi i concetti di personalità umana con lo scopo di identificare una relazione tra diversi tipi di gestualità e i diversi tratti di personalità. Questo livello di personalizzazione punta ad incentivare lo sviluppo di un rapporto più empatico con il sistema, immergendo l'utente in un ambiente più familiare e legato alle sue abitudini quotidiane. I viaggiatori, potendo adattare la grammatica dell'interazione alle loro esigenze e caratteristiche personali, possono anche beneficiare di una maggiore identificazione personale nel sistema ottenendo così una maggiore fiducia in esso.

• “*Body touchless*” è un concept che si sofferma su alcuni elementi cruciali: la dematerializzazione guidata dal bisogno di spazio e igiene a bordo dei veicoli condivisi; la privacy come bisogno dell'utente di svolgere attività in maniera privata e confortevole. L'interazione in questo concept avviene in assenza di dispositivi fisici e si modella sul corpo dell'utente rimanendo invisibile agli altri. L'utente, ad esempio, è in grado di scrivere toccando le gambe attraverso una tastiera virtuale proiettata in maniera olografica, il sistema rileva il movimento delle dita lasciando l'utente libero di guardare direttamente l'interfaccia grafica. Lo studio di questo tipo di interfacce e interazioni nasce da un focus particolare che riguarda la possibilità per l'utente di svolgere attività lavorative a bordo che coinvolgono le operazioni di scrittura e altre necessità legate al lavoro d'ufficio. Nonostante i limiti progettuali e tecnologici riscontrati durante l'esplorazione di questo concept, i progettisti sono riusciti a sviluppare un sistema di interfacce e d'interazione in grado di favorire la privacy del passeggero a bordo permettendogli di lavorare in una posizione ergonomica.

• “*My favourite instrument*” esplora la possibilità di assecondare le passioni e gli interessi personali dei singoli utenti concentrandosi su alcune delle possibili esperienze professionali gestibili a bordo del veicolo. I progettisti si focalizzano in particolare

sulla fotografia, sulla musica e sulla professione del reporter. All'interno di questa esplorazione narrativa ai limiti della finzione e del futuribile la cabina interna del veicolo si rimodula a seconda delle esigenze dell'utente e offre strumentazione sofisticata per svolgere ognuna delle attività richieste dagli esperti. Nel caso del tema fotografico, la cabina offre una console per tutti i settaggi tecnici, in aggiunta, i

finestrini e il parabrezza contribuiscono attraverso la realtà aumentata ad enfatizzare ancora di più le prestazioni tecniche che il veicolo può fornire per il raggiungimento di un risultato fotografico qualitativamente valido. Questo tipo di esplorazione accentua l'approccio speculativo del *Design Fiction* per sviluppare riflessioni sui futuri possibili di vivere l'esperienza a bordo. Il concept esplora la

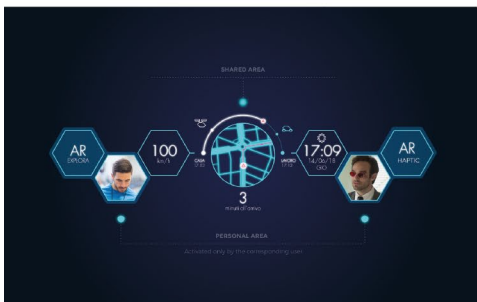


The extended personal

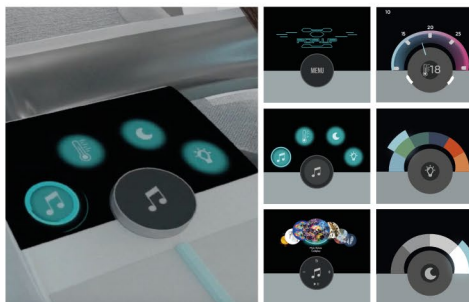


My favourite instrument

Fig. 10 - Rappresentazioni degli otto concept progettuali



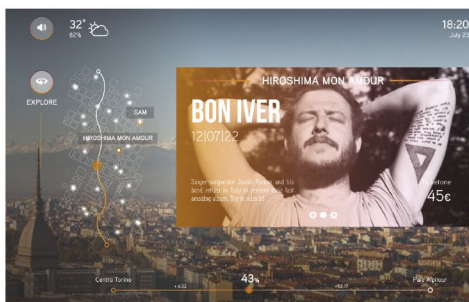
Continuous Communication



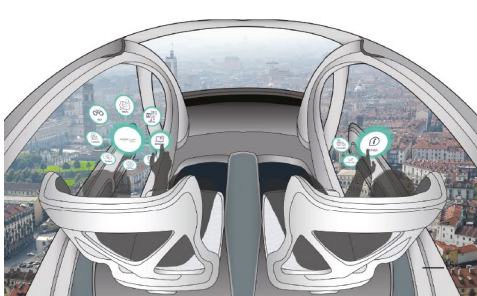
Relaxed Monitoring



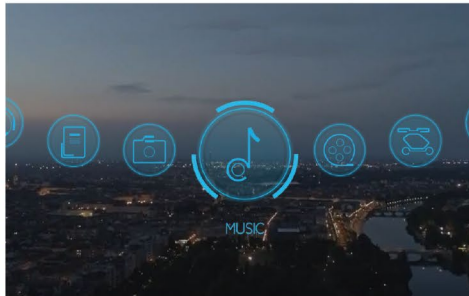
Pick up needs



360°x360°



Body touchless



Playful Grammar

possibilità di sviluppare servizi di veicoli autonomi in condivisione con caratteristiche specifiche per soddisfare le più varie e diversificate necessità degli utenti.

User Journey Map

La *User Journey Map* (UJM) è stata sviluppata al termine di questa sperimentazione con lo scopo principale di sintetizzare le conoscenze accumulate, si tratta di una struttura ordinata degli eventi cruciali identificati all'interno dell'esperienza in un servizio AMoD. La UJM è un metodo sviluppato per progettare e pianificare la UX principalmente all'interno dell'ambito dei servizi (Bucolo &

esso si occupa infatti di analizzare l'esperienza dal punto di vista dell'utente preoccupandosi di porre al centro i bisogni e le esigenze dell'uomo all'interno del contesto progettuale (Mangiaracina et al., 2009). Inoltre, la UJM viene anche utilizzata per mappare le esperienze allo stato corrente dei servizi con lo scopo di ricostruire una nuova UX sulla base del rilievo ottenuto. La struttura e il processo di sviluppo di un UJM risultano tuttavia abbastanza flessibili e dipendono dalle esigenze specifiche dei designers, la UJM può essere quindi considerata ancora un metodo aperto (Richardson, 2010). Nonostante non ci sia ancora un accordo generale riguardo la definizione e le regole per lo sviluppo della UJM, un elemento sembra essere condiviso dalla maggior parte dei ricercatori: il UJM dovrebbe essere realizzato sulla base di dati raccolti

Stages	Steps	Methodology and sources
Preparation	<ul style="list-style-type: none"> • Exploring and analysing related services • Mapping related services • Identify patterns in services 	In-context inquiries and observation have been carried out by 34 International Master of Science (MoS) students during the course of Virtual Design in Politecnico di Torino (Italy)
Components development	<ul style="list-style-type: none"> • Define phases • Define events • Define goals • Define tasks 	Braistorming sessions has been performed by the 34 MoS students within 8 project groups. Data collected from observations have been used to develop 8 UJM for AMoD service.
Data analysis	<ul style="list-style-type: none"> • Critical analysis of data collected from MS students • Summarise and compose data 	Integrating MS students data with literature findings to crate new composed data*
Description of events	<ul style="list-style-type: none"> • Describe main events, tasks and goals of each phase 	Composed data*
Description of critical factors	<ul style="list-style-type: none"> • Emphasize possible user pain points, potential risks and limits within UX. 	Composed data*
Description of design improvements	<ul style="list-style-type: none"> • Identify design opportunity and cues to introduce within UX. 	Composed data*

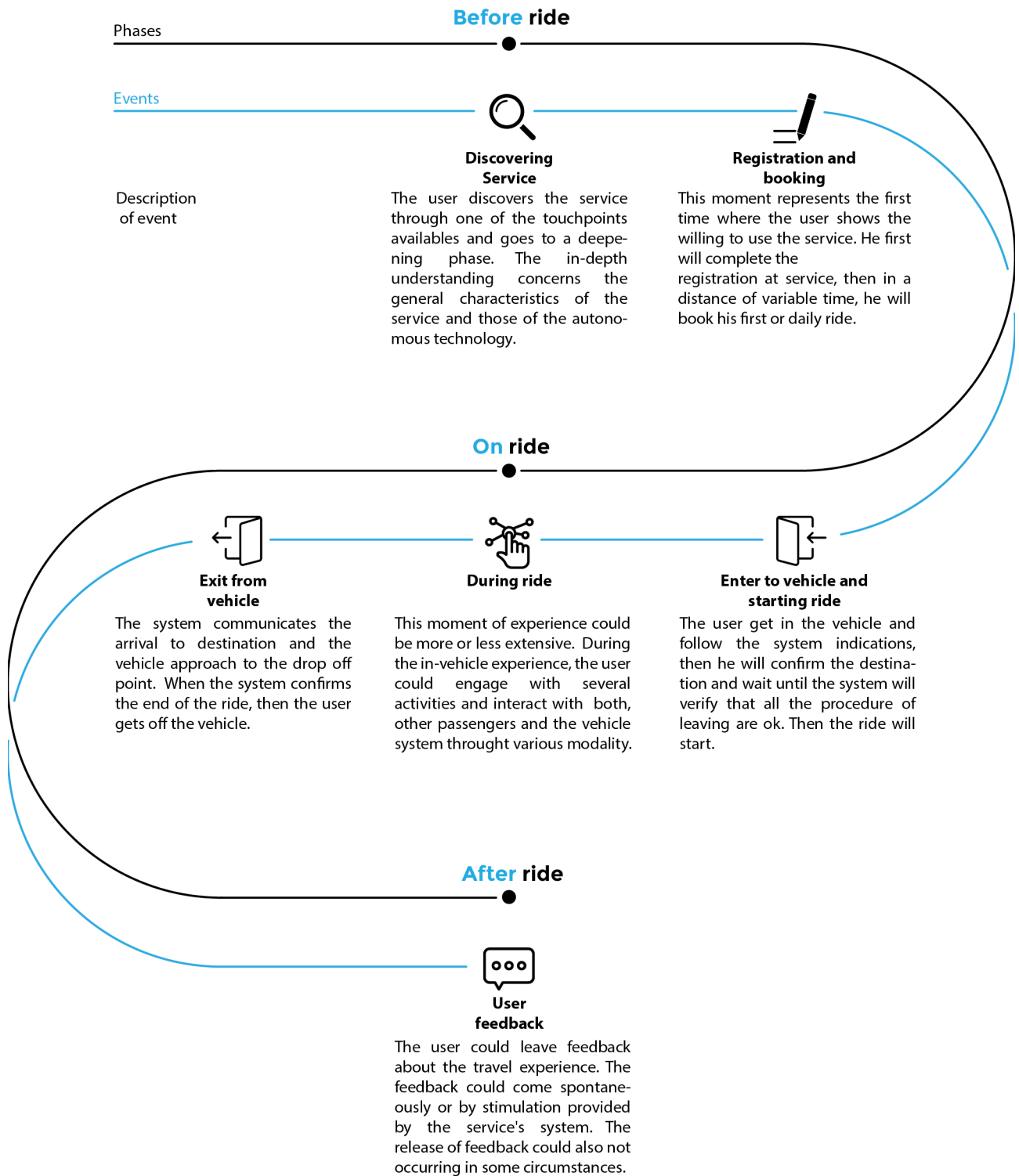
Tab. 1 - Processo di sviluppo dello User Journey Map

Matthews, 2011; Johnston & Kong, 2011). Nello specifico, la UJM funge da strumento utile per investigare eventuali problematiche nell'esperienza o per scovare possibili opportunità di miglioramento attraverso l'integrazione di elementi o la modifica di eventuali soluzioni progettuali (Holmild & Evenson, 2008). Lo UJM è anche caratterizzato da un approccio di progettazione centrato sull'utente,

sugli utenti e sul contesto, attraverso ricerche di tipo etnografico e osservazioni contestuali (Richardson, 2010). Questo approccio di ricerca rappresenta però un limite importante all'interno di questa

Fig. 11 - User Journey Map di un servizio generico AMoD

User Journey Map



sperimentazione, in quanto non è stato possibile svolgere analisi direttamente sul contesto d'uso specifico dei veicoli autonomi, dovuto alla mancanza di operatività di questi veicoli sulle strade. Pertanto, il framework presentato in Fig. 11 è stato sviluppato sulla base delle informazioni raccolte dallo studio di vari servizi di mobilità urbana. Quest'ultima analisi è stata fondamentale per la creazione del framework, seguendo il suggerimento di Fagnant et al. (2015), la progettazione dei servizi AMoD dovrebbe basarsi su una combinazione di elementi estrapolati da servizi di mobilità analoghi e attualmente operativi, come i convenzionali *carsharing* e i servizi di taxi. Un maggiore approfondimento riguardo il processo di sviluppo dello UJM è fornito all'interno della Tab. 1.

La struttura dello UJM prevede una suddivisione dell'esperienza in tre macro-fasi principali: *Before ride*, *During Ride* e *After Ride*. Queste tre macro-fasi sono state ulteriormente suddivise in 6 micro-fasi per permettere un livello di approfondimento maggiore dei vari momenti salienti dell'esperienza. Le micro-fasi sono state identificate seguendo un criterio di standardizzazione dell'esperienza.

Successivamente, è stata avviata un'analisi di approfondimento su tre livelli per ciascuna delle micro-fasi. I tre livelli di analisi sono: descrizione degli eventi, dei compiti e degli obiettivi dell'utente; descrizione dei possibili *user pain point*, potenziali rischi e limiti della UX; identificazione delle opportunità progettuali per la UX.

Nell'analisi di approfondimento è stato possibile combinare i dati ottenuti dalla sperimentazione con gli studenti con quelli derivanti dalla letteratura scientifica. L'incrocio di queste due fonti ha fornito una prospettiva più chiara rispetto le possibili UX nei servizi AMoD. Inoltre, la stesura dei tre livelli di analisi, ha permesso lo sviluppo di riflessioni utili per comprendere e progettare strategie per una UX positiva. Nell'analisi, sono stati considerati molti aspetti che riguardano l'esperienza in maniera ampia, alcuni dei quali sono: la comunicazione del servizio e della tecnologia a guida autonoma; l'interazione con gli strumenti fisici e digitali forniti dal servizio; l'inclusione dei bisogni e delle esigenze di fasce di utenti differenti; il rapporto Uomo-Macchina all'interno del veicolo; l'uso del tempo libero nel viaggio; il supporto e la responsabilità del servizio nei confronti dell'utente.

I risultati più significativi di quest'analisi sono riportati all'interno dei cinque attributi per la UX nei

servizi AMoD (vedi sezione 5.1).

Per concludere, è importante sottolineare che lo UJM è stato sviluppato con l'intento di fornire un quadro generale di alto livello riguardo i momenti salienti in una UX in un veicolo autonomo in condivisione. Lo UJM (vedi Fig. 11) è proposto come contributo di ricerca utile a favorire ulteriori riflessioni e ragionamenti mirati ad ottenere un maggiore approfondimento degli eventi cruciali individuati in questa struttura.

4.1.4 Discussione e conclusioni

Gli otto concept progettuali di alto livello sono caratterizzati da una visione futuristica della UX nei veicoli autonomi di livello 5 (SAE). I progetti puntano a proporre soluzioni progettuali di varia natura che rispondono ai possibili futuri desideri e bisogni degli utenti all'interno di questa nuova generazione di veicoli. Attraverso l'ampia analisi preliminare è stato possibile integrare e testare una serie di tecnologie fortemente innovative, molte delle quali ancora allo stato embrionale, che potrebbero permettere la fruizione di esperienze rivoluzionare all'interno dei veicoli, assecondando i bisogni degli utenti. La ricerca, sfruttando un approccio speculativo, ha avuto la capacità di individuare diversi possibili contesti d'uso per questi servizi e ha contribuito ad evidenziare l'importanza della UX nella progettazione e pianificazione di questi sistemi di mobilità condivisa.

I concept sono stati testati riguardo alcuni aspetti verticali, successivamente sono stati presentati e valutati con gli altri partner del progetto. La valutazione della ricerca si è basata non tanto su aspetti legati alla fattibilità tecnologica delle soluzioni progettuali, che comunque rientrano nell'ambito del futuribile, ma sul contributo in termini d'innovazione e capacità di esplorazione di futuri possibili che questi progetti hanno fornito. Le visioni proposte dai concept mostrano le molteplici opportunità per il design di contribuire positivamente alla rivoluzione in atto nel sistema mobilità, rendendo le esperienze di trasporto urbano migliori e i veicoli autonomi più attrattivi. Molti dei progetti hanno affrontato la necessità di riconfigurare il rapporto Uomo-Macchina attraverso l'uso di strategie mirate ad agire su aspetti specifici come la fiducia o l'empatia nei confronti del

sistema. L'uso di interfacce antropomorfe e lo studio dei vari stili di comunicazione con il sistema sono solo alcuni degli elementi sperimentati per migliorare la qualità del rapporto Uomo-Macchina. Questa serie di sperimentazioni preliminari getta le basi per ulteriori esplorazioni future mirate a comprendere meglio questi fenomeni ed esplorare ulteriori spazi di progettazione.

Il passo successivo di questa ricerca è, infatti, quello di riflettere sui numerosi contributi emersi con lo scopo di calare le singole opportunità progettuali in contesti di sperimentazione più verticali in cui è possibile valutarne in maniera più pragmatica l'effettivo valore applicativo.

4.2 2° Design study:

Interazioni sostenibili per la User Experience nei veicoli autonomi

I veicoli autonomi cambieranno probabilmente il nostro modo di vivere lo spostamento e l'intera UX all'interno del veicolo, un cambiamento che però avrà un'importante influenza anche su tutto il sistema della mobilità. L'introduzione dei sistemi autonomi di livello 5 offrirà numerose opportunità e sollevierà altrettante questioni cruciali incontrate finora durante la revisione della letteratura, e identificate nella sperimentazione progettuale precedente. Probabilmente, uno dei fattori più rivoluzionari resta la mancanza di controllo delle operazioni di guida da parte dell'uomo, questo elemento offre spazio per l'integrazione di varie forme d'intrattenimento a bordo, come giochi e contenuti multimediali di varia natura. La proliferazione dei contenuti d'intrattenimento a bordo potrebbe ricoprire un ruolo importante nella valutazione dell'esperienza, l'utente non essendo più impegnato nelle operazioni di guida ha più tempo da dedicare a questi contenuti e potrebbe spendere la maggior parte del tempo del viaggio guardando un film, giocando o navigando su internet. La diffusione massiva di questi contenuti a bordo, se non gestita in maniera responsabile, rischia di sfociare in esperienze non sempre

desiderate o insostenibili per gli utenti. Secondo l'autore è quindi importante occuparsi di questo tema per comprendere quali tipi di scenari futuri desiderabili possono essere perseguiti in modo da indirizzare un'integrazione di questi contenuti in maniera responsabile e sostenibile per gli utenti. Tuttavia, molto probabilmente non sarà solo la quantità dei contenuti o di connessioni che il veicolo riesce a performare durante il viaggio a migliorare la UX, ma saranno piuttosto la qualità, il valore e l'efficacia di questi contenuti nel soddisfare le necessità degli utenti.

La sperimentazione nasce sotto forma di esplorazione progettuale mirata ad indagare le possibilità di sviluppo di un contenuto d'intrattenimento di valore indirizzare per l'esperienza a bordo dei veicoli completamente autonomi. La volontà è quella di sfruttare il contenuto d'intrattenimento come veicolo per trasmettere valori e insegnamenti utili a favorire la sostenibilità a bordo e in maniera più allargata nell'intero sistema.

Lo studio affronta quindi il tema dell'educazione allo sviluppo sostenibile occupandosi in prima istanza di comprendere quelle che sono le caratteristiche di questo concetto e successivamente valutare i diversi approcci proposti in letteratura. La sostenibilità, innanzitutto è stata descritta come un tema complesso che coinvolge tre dimensioni: economica, ambientale e sociale. Queste dimensioni sono fortemente interconnesse e la loro interazione causa effetti sistemici di tipo globale che non possono essere compresi o considerati in maniera singola e separata (Fabricatore & Lopez 2012). Per questo motivo, la sostenibilità richiede strategie complesse e approcci diffusi che considerano interventi da molti punti di vista. Uno di questi approcci presi in considerazione per questo studio è quello di tipo volontaristico (Dobson, 2007); sebbene gli atteggiamenti e i comportamenti dei singoli individui siano guidati da strutture profonde, per esempio strutture economiche, queste strutture sono in parte il risultato dalle scelte che attuiamo nella nostra vita quotidiana. Dobson (2007) sostiene che la possibilità di realizzare uno sviluppo sostenibile passa anche attraverso il cambiamento comportamentale dei singoli. Per intervenire sul cambiamento comportamentale, una delle strategie è quella di educare e incoraggiare le persone ad attuare un'attitudine volta a favorire

le scelte sostenibili. L'educazione non è però l'unico strumento, spesso vengono sfruttati anche vantaggi economici o sanzioni; queste strategie pur essendo efficaci a breve termine (Dobson, A., 2007) non stimolano le persone a comprendere il reale problema alla base dei comportamenti insostenibili, risultando quindi inefficaci nel lungo termine.

L'educazione allo sviluppo sostenibile, intesa come strumento volto ad attivare un cambiamento di comportamento, trasmette i valori legati alla sostenibilità (ad esempio etica, rispetto per l'ambiente, cooperazione) per influenzare le decisioni del singolo (Bolis et al., 2017).

Considerando che il modello attuale della società tende all'individualismo, una delle prime ambizioni di chi si occupa di educazione sostenibile dovrebbe essere la comunicazione dei valori sociali, incentivando il benessere collettivo invece che quello individuale (Bolis et al., 2017). Comunicare valori come rispetto per l'ambiente, altruismo, qualità della vita e senso di comunità rappresentano quindi punti fondamentali per lo sviluppo sostenibile. Per indurre le persone a comprendere e metabolizzare questi valori è necessario che essi si sentano coinvolti nelle questioni attraverso l'informazione e l'approfondimento. Puntare a una strategia educativa che ha l'ambizione di imporre questi valori, non solo può risultare velleitaria, ma potrebbe anche essere dannosa (Bolis et al., 2017). L'approccio top-down delle politiche istituzionali è stato più volte criticato all'interno dell'educazione alla sostenibilità, lo sviluppo sostenibile non può essere solo imposto dall'alto, per ottenere risultati significativi è necessario che le persone a livello globale siano coinvolte e consapevoli del problema (UK DEFRA, 2002).

4.2.1 Obiettivi di ricerca

In considerazione delle teorie esplorate nel paragrafo precedente in riferimento all'educazione sostenibile, il progetto di ricerca intende sperimentare una strategia alternativa volta ad innescare un cambio di comportamento dell'utente a bordo del veicolo attraverso il coinvolgimento diretto con le questioni della sostenibilità. La strategia educativa prende in considerazione gli elementi del gioco,

come il divertimento, e l'uso di un linguaggio ironico per coinvolgere l'utente e accrescere la sua motivazione verso un atteggiamento più responsabile. Inoltre, la sperimentazione si avvale dell'uso di tecnologie innovative che hanno la capacità di esaltare l'aspetto emozionale dell'esperienza con lo scopo di contribuire ulteriormente al coinvolgimento dell'utente verso tematiche rivolte al miglioramento del benessere individuale e collettivo.

La sperimentazione, partendo da questi obiettivi, punta allo sviluppo di un contenuto d'intrattenimento da integrare nell'esperienza a bordo di un veicolo autonomo di livello 5, nel dettaglio si tratta di un gioco interattivo in realtà aumentata che ha come scopo principale quello di coinvolgere ed educare gli utenti alle questioni relative alla sostenibilità. L'efficacia dei giochi nel ruolo educativo è stata confermata empiricamente all'interno di diversi studi (Fabricatore & Lopez, 2012). I giochi risultano strumenti efficaci per l'educazione grazie a diversi elementi che li caratterizzano, ad esempio, la motivazione intrinseca stimolata dai giochi e la presenza di principi pedagogici all'interno delle dinamiche del gioco. Inoltre, l'esigenza di approcci che supportano il pensiero sistemico e la capacità di affrontare ambienti complessi nella pratica dell'educazione alla sostenibilità, è supportata dalla capacità dei giochi di indurre l'utente verso la valutazione di situazioni complesse per analizzare lo sviluppo di eventi imprevedibili (Fabricatore & Lopez, 2012). Un altro aspetto che favorisce l'efficacia del gioco in questo ruolo educativo è la sua capacità di stimolare un senso di supporto e condivisione comunitaria delle conoscenze e delle tecniche di gioco con gli altri giocatori. L'elemento di collaborazione con altri attori del sistema rappresenta anche uno dei punti chiave dello sviluppo sostenibile. Infine, i giochi sono utili nell'apprendimento anche perché si basano sul processo di "learning by doing", inducendo i giocatori ad apprendere nuova conoscenza attraverso la comprensione delle conseguenze derivate dalle proprie azioni (Fabricatore & Lopez, 2012).

4.2.2 Metodo

Il processo metodologico attuato per la progettazione

del gioco interattivo attinge da nozioni fornite dal pensiero sistemico (Bistagnino, 2009). In maniera più generale, l'approccio sistemico rappresenta un nodo centrale nel tema della sostenibilità. Nell'intento di generare cambiamenti significativi verso uno sviluppo sostenibile, l'approccio sistemico identifica le relazioni tra tutti gli attori di un sistema come elemento cardine per il raggiungimento di quest'obiettivo. Le relazioni tra gli attori economici, ambientali e sociali sono intrecciate attraverso legami interdipendenti e formano reti complesse che necessitano una comprensione nella sua totalità (Bolis et al., 2017). Comunicare questi principi sistemici agli utenti è un primo passo importante, soprattutto per renderli consapevoli del fatto che le ripercussioni delle loro singole azioni possono avere impatti non lineari, più o meno gravi, su diversi contesti. L'integrazione di questi concetti ha rappresentato una delle prime importanti sfide per la ricerca. Nell'intento di comprendere le modalità di trasmissione di questi valori agli utenti, la prima parte del processo di ricerca è stata dedicata all'analisi dello stato dell'arte del settore *gaming*. L'analisi preliminare si è soffermata con maggiore attenzione alle soluzioni progettuali che affrontano il rapporto tra sostenibilità ed educazione all'interno del contesto ludico. Alcuni contenuti multimediali individuati hanno rappresentato una fonte d'ispirazione fondamentale per lo sviluppo del concept.

Ad esempio, uno dei giochi di riferimento è stato *Reigns*, un gioco digitale ambientato in un mondo fittizio, il gioco è vincitore di parecchi premi e riconoscimenti ottenuti soprattutto per la sua grande capacità di coinvolgimento degli utenti. All'interno di *Reigns*, lo scopo principale del giocatore è quello di governare un regno attraverso l'accettazione o il rigetto di proposte provenienti da una comunità di consiglieri. I valori e gli scopi morali del gioco, che vanno al di là dell'aspetto ludico, non sono stati dichiarati in maniera del tutto esplicita, uno degli sviluppatori del progetto ha però dichiarato che tra le intenzioni del gioco c'è quella di indurre gli utenti a riflettere sul modo in cui la nostra società si avvicina alla complessità. Il giocatore, posto di fronte a decisioni costanti, non sempre reagisce in maniera riflessiva e consapevole, i risultati negativi delle scelte non ragionate sono però visibili nel gioco attraverso le ripercussioni a lungo termine sui tre pilastri della società: la chiesa, la gente, l'esercito e la ricchezza. Se uno dei pilastri dovesse perdere l'equilibrio il regno crollerebbe e il giocatore perderebbe la partita. La logica di gioco di *Reigns* ha fornito le basi per lo sviluppo della struttura del gioco progettato. L'obiettivo è indurre l'utente a riflettere sulle ripercussioni delle sue scelte che impattano a lungo termine sulla sostenibilità del sistema. Per fare ciò, i tre pilastri di *Reigns* sono stati innanzitutto sostituiti con i tre pilastri della sostenibilità: ambiente, economia e società. La

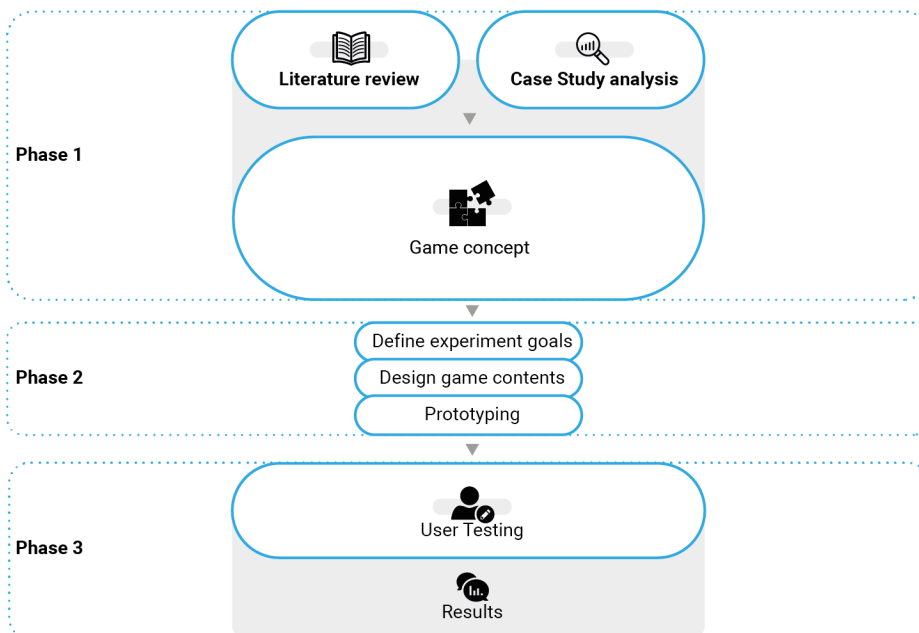


Fig. 12 - Rappresentazione delle 3 principali fasi di progettazione.

dinamica del gioco, però resta simile, il giocatore, ha quindi come obiettivo principale quello di mantenere in equilibrio il sistema, attraverso scelte che salvaguardando i tre pilastri della sostenibilità. La comunità di consiglieri è stata ricostituita da 4 personaggi fantastici (vedi Fig. 14 in basso) creati secondo una specifica logica. Il processo di sviluppo nasce dall'osservazione dei diversi modi con cui le persone si avvicinano alle questioni critiche della sostenibilità. Secondo una prima ipotesi, sono stati individuati 4 fattori cruciali che aiutano a classificare le persone: attivo/passivo e esperto/inesperto. La dicotomia Attivo/passivo intende sottolineare i due spettri attitudinali degli individui di fronte alle questioni sostenibili, quella esperto-inesperto invece rappresenta i due spettri in cui un individuo può collocarsi in base al grado di conoscenza che

questo studio, ha previsto lo sviluppo di un primo prototipo interattivo semplificato, sviluppato con lo scopo di raccogliere le prime impressioni sulla capacità di coinvolgimento del gioco e testare la strategia educativa proposta, tralasciando in questa fase preliminare l'analisi delle risposte fornite da ogni singolo utente. Il primo prototipo si basa su un mockup interattivo realizzato con il software Axure. Il mockup è composto da una serie limitata di carte virtuali che simulano il primo livello del gioco. All'interno di ogni carta è presente uno dei personaggi costruiti in precedenza che, in qualità di suggeritore, espone una richiesta ponendo il giocatore di fronte ad una scelta tra due possibili risposte fornite dal sistema (vedi Fig. 14). Ogni personaggio appare nel prototipo due volte, presentando quindi due richieste.

72

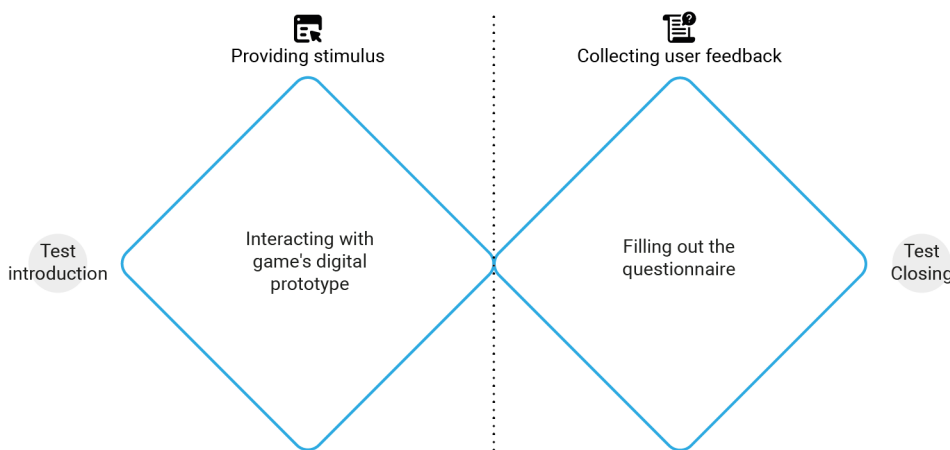


Fig. 13 - Struttura metodologica del workshop

possiede rispetto alla questione di riferimento. I quattro personaggi si collocano nelle quattro dimensioni della matrice, posizione che definisce la loro personalità e influenza forma e contenuto delle proposte offerte al giocatore. Una volta costruiti i personaggi e strutturato il concept del gioco, è stata identificata una strategia per la fase prototipazione, passaggio necessario per ottenere i requisiti necessari per la progettazione dei contenuti visivi. Data la complessità delle tecnologie coinvolte nel concept e l'impossibilità attuale di sperimentare all'interno del contesto d'uso dei veicoli autonomi (non ancora operativi su strada) sono state pianificate tre fasi di prototipazione a cui sono stati associati diversi livelli di complessità strutturale e tecnologica del prototipo. La prima fase, quella affrontata in

Trattandosi di elaborati grafici statici, montati attraverso link creati dal software di prototipazione, è stato necessario realizzare in totale 195 schermate, necessarie per coprire tutti i scenari possibili derivati dalle scelte del giocatore. Una volta definita l'architettura delle informazioni si è passati alla costruzione visiva bidimensionale dei personaggi da applicare nelle carte, e sulla base della loro personalità, sono state elaborate le 8 richieste testuali presentate nel prototipo. Infine, i contenuti sono stati montati nelle carte da gioco virtuali. Conclusa la fase di sviluppo, attraverso un link HTML fornito dal software, è stato possibile effettuare una prima valutazione dell'esperienza di gioco. Dopo la correzione di alcuni aspetti, si è passati alla pianificazione dei test con utenti. La metodologia del test (vedi Fig. 13) ha previsto una

prima fase d'interazione dell'utente con il prototipo e una successiva fase di valutazione condotta attraverso la somministrazione di un questionario online sulla piattaforma digitale Google Form. Il questionario è composto da un testo introduttivo, 10 domande a risposta chiusa con un sistema di valutazione basato su una scala likert a 5 punti, e una domanda finale a risposta aperta con lo scopo di raccogliere libere considerazioni degli utenti. L'intera sessione è stata pianificata in remoto senza alcun tipo di moderazione. Gli utenti, dopo aver accettato di partecipare, hanno ricevuto i link del prototipo e del questionario all'interno di una e-mail, insieme alle istruzioni utili per effettuare il test.

Uno degli obiettivi principali di questa sperimentazione è quello di valutare la capacità del gioco di educare alla sostenibilità, di conseguenza è stato scelto di testare il prototipo con un campione selezionato di esperti, approfittando delle loro competenze legate alla disciplina del Design e all'ambito della progettazione sostenibile. Gli utenti esperti sono stati individuati nel contesto della ricerca, nello specifico, sono stati selezionati 6 tra ricercatori e docenti relativi al corso di studi in Design Sistemico al Politecnico di Torino, realtà accademica che si occupa da anni di progettazione sostenibile e approccio sistemico. Per i motivi sopra citati, il campione selezionato è stato reputato affine e allineato agli obiettivi della sperimentazione.

Per concludere, gettando un'occhio al futuro di questa ricerca, nelle altre due fasi di sperimentazione sono state previste tecniche e strumenti di prototipazione più complessi che coinvolgono l'uso di tecnologie immersive come la realtà virtuale. Questa tecnologia potrebbe, ad esempio, enfatizzare la variabile contestuale del veicolo autonomo nella sperimentazione.

4.2.3 Risultati

Al di là del primo prototipo semplificato realizzato per la sperimentazione, il concept originale del gioco prevede una maggiore complessità in termini di esperienza e tecnologie coinvolte. L'idea è quella di integrare il contenuto d'intrattenimento con gli altri elementi dell'esperienza di trasporto, adattando la sua configurazione in base a molteplici fattori, come il contesto d'uso e le

caratteristiche specifiche dei singoli utenti.

Il processo di riconfigurazione costante dovrebbe basarsi su una raccolta dati sull'utente, utile a fornire un'esperienza personalizzata e soluzioni educative più adatte alle singole circostanze.

L'utente, durante l'esperienza ludica, dovrebbe essere immerso in un mondo ibrido composto da elementi di finzione e riferimenti costanti al mondo reale. Il giocatore dovrebbe rispondere ad una serie di richieste fornite da altri personaggi, e le conseguenze di queste scelte agirebbero in maniera sistemica producendo risultati che sono frutto dell'interazione tra il giocatore, il veicolo e l'ambiente circostante.

Il ruolo dei personaggi suggeritori è cruciale, in quanto risulterebbero responsabili in maniera indiretta delle condizioni del mondo. Tuttavia, il vero responsabile diretto di questo mondo fittizio rimarrebbe l'utente che ha la responsabilità di accettare o respingere le richieste pervenute. Le richieste, sono di carattere provocatorio, ma restano comunque in bilico tra un tono comunicativo serio e ironico. I temi trattati nelle richieste sono volutamente provocatori e inducono il giocatore a percepirle strane, improbabili o assurde.

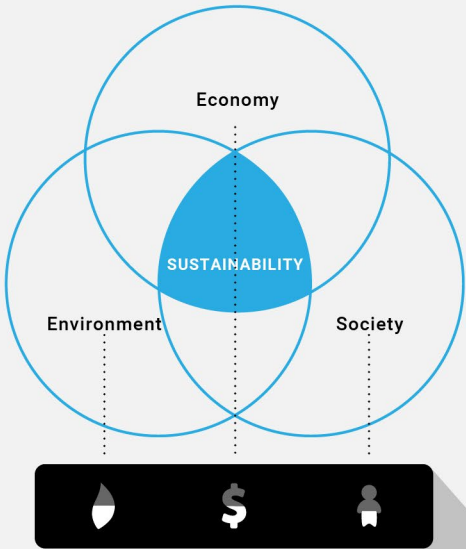
Inoltre, queste richieste, dovrebbero cambiare a seconda del contesto d'uso del veicolo, del contesto generale e dovrebbero essere personalizzate in base ai dati dell'utente che il sistema riesce a raccogliere principalmente dalle esperienze di viaggio e di gioco precedenti.

Come risultato delle scelte effettuate dal giocatore, le condizioni del mondo dovrebbero variare continuamente, sotto molti aspetti.

Il giocatore può restare continuamente aggiornato sul mutamento ambientale attraverso *feedback* visivi che comunicano il degradamento del sistema, e segnali specifici che indicano lo stato dei tre pilastri della sostenibilità.

I tre pilastri sono rappresentati da tre barre che indicano il livello di sostenibilità del sistema nelle sue tre dimensioni: economica, sociale e ambientale (vedi Fig. 14). Se una di queste barre supera i limiti previsti, massimo e minimo, il mondo raggiunge il picco di instabilità e insostenibilità, pertanto il gioco finisce e il giocatore perde la partita.

La percezione dello stato del mondo è uno degli elementi fondamentali del gioco ed è stato progettato attraverso vari livelli. Il degradamento e la mutazione del mondo dovrebbero anche essere visibili attraverso la realtà aumentata proposta nelle varie superfici



By the consequence of the user's choices, the whole system changes continuously,

and the player can monitor this changing, positive or negative, through many signals.

74



vetrate del veicolo, permettendo così la promiscuità tra elementi reali presenti nel paesaggio esterno della macchina ed elementi virtuali sovrapposti alla realtà. Questo tipo di applicazione, prevede ad esempio il deterioramento del paesaggio causato da un possibile disastro naturale derivato da uno, o più interventi governativi richiesti dai personaggi.

Il giocatore, nell'esperienza ludica si troverebbe ad affrontare diversi livelli, una struttura verticale del gioco che dovrebbe motivarlo ad accrescere le sue competenze e raggiungere la fine del gioco. Inoltre, per incentivare la motivazione al superamento dei vari livelli è stato ipotizzato l'inserimento di nuovi personaggi, effetti, e novità con lo scopo di stimolare la curiosità del giocatore.

La strategia proposta dovrebbe riuscire a divertire e coinvolgere l'utente attraverso la stimolazione dei suoi sensi e l'uso di un linguaggio coinvolgente.

Al contempo, il gioco dovrebbe spingere l'utente ad affrontare decisioni complesse e riflettere sulle cause sistemiche derivate dalle sue decisioni, evitando così di danneggiare il sistema e superare i vari livelli per raggiungere il completamento del gioco.

La strategia finora descritta è stata testata con utenti esperti, i risultati del questionario sottoposto (vedi Fig. 15) si sono rivelati estremamente utili per la ricerca e hanno evidenziato in maniera precisa alcune criticità dell'approccio educativo adottato all'interno del gioco. Secondo gli utenti il gioco è apparso relativamente facile da utilizzare, gli obiettivi invece sono risultati vaghi e difficili da comprendere a un primo impatto. La maggior parte degli utenti hanno dichiarato di essersi sentiti abbastanza coinvolti durante l'esperienza ludica, tuttavia, alcuni di loro hanno riconosciuto la necessità di un miglioramento delle qualità prestazionali del prototipo presentato, soprattutto dal punto di vista immersivo.

Riguardo lo stile comunicativo associato all'educazione in ambito sostenibile, è stato definito dalla maggior parte degli utenti come un approccio innovativo, nonostante molti di loro non siano stati in grado di valutare se questo metodo sia di supporto nell'educazione alla sostenibilità o addirittura controproducente.

In conclusione, le opinioni raccolte mostrano alcune

divergenze riguardo la capacità del gioco di poter indurre l'utente a riflettere sulle questioni sostenibili. Nonostante questo, la maggior parte degli utenti crede che sia possibile raggiungere gli scopi della ricerca attraverso un'ulteriore implementazione della struttura del gioco e un'ulteriore revisione del linguaggio comunicativo.

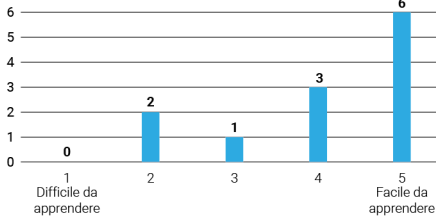
4.2.4 Discussione e conclusioni

La sperimentazione di ricerca ha innanzitutto raggiunto uno dei suoi obiettivi inizialmente prefissati; individuare e sviluppare un possibile contenuto d'intrattenimento all'interno dell'esperienza nei veicoli autonomi di livello 5 che fornisca un valore aggiunto per l'utente e per l'intero sistema, contribuendo allo stesso tempo al miglioramento della UX a bordo. I risultati della sperimentazione, nonostante non forniscano elementi necessari per verificare l'effettiva efficacia educativa del gioco progettato, offrono però numerosi indizi per l'avanzamento della ricerca nell'obiettivo di raggiungere gli scopi desiderati.

I risultati della prima sperimentazione invitano in particolare a rendere più chiari e diretti quelli che sono gli obiettivi del gioco già dalla prima esperienza d'interazione. Una riorganizzazione strutturale del gioco può in qualche modo contribuire al raggiungimento di questo obiettivo, attraverso, ad esempio, la ridefinizione dei criteri con cui vengono poste le domande al giocatore e la definizione di pattern specifici che guidano le modalità di immissione delle domande. Il giocatore potrebbe quindi accettare l'assurdità e la mancanza di senso in alcune domande presentate dal sistema, se nel lungo termine riuscisse a cogliere una logica di sistema o dei significati più ampi che lo aiutano a comprendere ed accettare le dinamiche del gioco. Di conseguenza, gli sforzi progettuali nelle prossime sperimentazioni dovrebbero concentrarsi sulla ricerca di soluzioni specifiche riguardo a queste problematiche, e non solo, sarà necessario anche ipotizzare contesti più immersivi per lo sviluppo dei test con gli utenti, in modo da verificare anche l'impatto dei fattori contestuali legati ai veicoli autonomi.

Nonostante gli evidenti limiti pratici che non permettono la programmazione di test all'interno

Il funzionamento del gioco è difficile-facile da apprendere?



L'obiettivo del gioco (bilanciamento dei tre parametri) è incomprensibile-comprensibile?

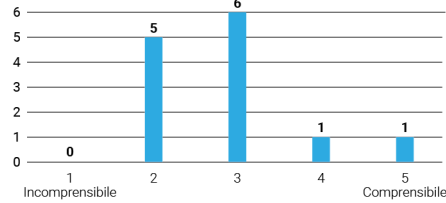
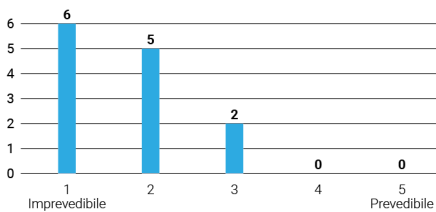
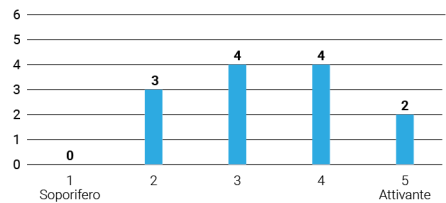


Fig. 15 - Risultati del questionario sottoposto ai partecipanti dopo l'interazione con il primo prototipo del gioco

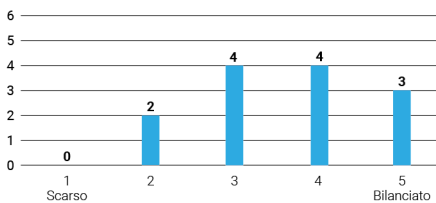
La sequenza delle carte è imprevedibile-prevedibile?



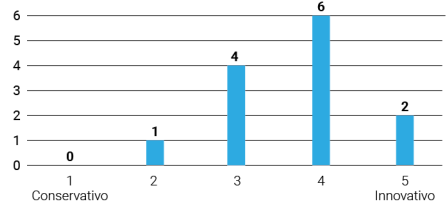
Il ritmo del gioco è soporifero-attivante?



Il numero di domande per un'esperienza di gioco è scarso-bilanciato?

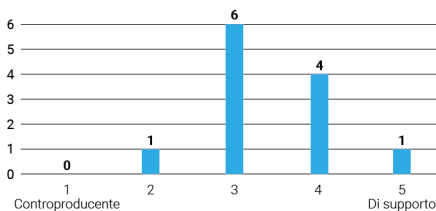


Consideri il gioco, rispetto al tema della sostenibilità, conservativo-innovativo?

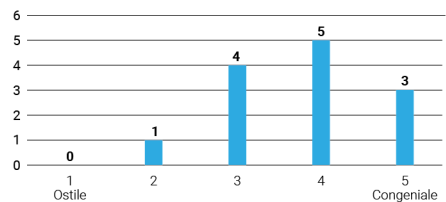


76

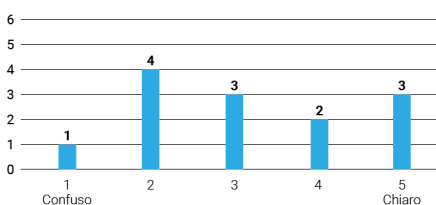
Consideri il gioco, rispetto al tema della sostenibilità, controproducente-di supporto?



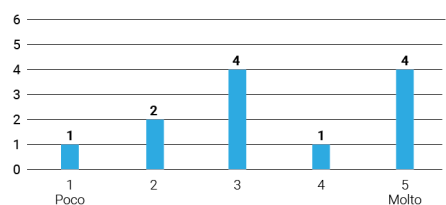
Il linguaggio verbale, rispetto al tema della sostenibilità, è ostile-congeniale?



Il linguaggio verbale, rispetto al tema della sostenibilità, è confuso-chiaro?



Secondo la tua esperienza, quanto può innescare una riflessione personale sul tema della sostenibilità?



di un veicolo autonomo su strada, è comunque necessario testare il prototipo in un ambiente che simuli il più possibile le condizioni del contesto reale di applicazione, in modo da verificarne gli effetti indesiderati, come ad esempio quelli legati al disturbo del *motion sickness*.

Riguardo l'approccio educativo, invece, potrebbe essere utile espandere i test futuri a campioni di utenti più variegati, prendendo in considerazione anche utenti non esperti, dato che il campione di esperti coinvolto in questa prima sperimentazione non è stato comunque in grado di valutare in maniera effettiva l'efficacia di questo approccio educativo. Infine, si potrebbe anche pensare di adottare strategie valutative mirate a comprendere l'impatto dell'approccio educativo nel lungo termine, in modo da comprendere meglio le ripercussioni del gioco sulla vita quotidiana delle persone.

4.3 3° Design study:

Esplorazione del rapporto Uomo-Macchina all'interno dei veicoli autonomi attraverso la progettazione di diversi stili d'interazione basati sulla personalità

La comprensione del rapporto Uomo-Macchina nell'ambito dei veicoli autonomi resta una delle questioni più cruciali e più complesse da affrontare all'interno della UX.

Uno degli obiettivi di questa sperimentazione è quello di investigare nuovi spazi di progettazione all'interno del rapporto Uomo-Macchina partendo da un approccio sperimentale e una visione uomo-centrica. Seguendo l'approccio dello HCD, il rapporto Uomo-Macchina va costruito sulla base dei bisogni e delle caratteristiche dell'uomo. Di conseguenza, per progettare un'interazione con i veicoli autonomi che soddisfi i bisogni dell'uomo è necessario comprendere in prima istanza gli aspetti umani legati

all'interazione. Alcuni studi hanno dimostrato che gli esseri umani riconfigurano il loro comportamento in base alle credenze che si creano rispetto l'agente con cui stanno interagendo (Branigan, et al., 2011) credenze che fanno riferimento, ad esempio, alle capacità cognitive percepite dell'agente. Questo stesso concetto si è dimostrato valido anche nell'interazione con i robot (Kopp, 2010; Vollmer, 2013), e successivamente confermato anche nel contesto dei veicoli interattivi (Thill, 2014).

Attraverso questa dimostrazione è possibile immaginare quanto la spiccata "intelligenza" dei futuri veicoli autonomi innescherà un cambiamento radicale nel modo di interagire dell'uomo con i veicoli, un rapporto che risulterà distante rispetto a quello con gli attuali veicoli tradizionali. L'interazione Uomo-Macchina cambierà soprattutto in merito al fatto che i futuri veicoli intelligenti non saranno più percepiti come strumenti passivi sotto il pieno controllo dell'uomo, ma verranno invece percepiti sempre di più come agenti interattivi e autonomi, l'intelligenza percepita di questi veicoli sarà quindi sempre più elevata (Thill, 2015).

Le maggiori capacità d'interazione e di automazione nei veicoli autonomi incrementano la somiglianza di questi sistemi artificiali con l'uomo e il suo concetto di indipendenza (Lee et al., 2015). Queste caratteristiche umane incorporate dai veicoli autonomi innescano il fenomeno della presenza sociale, un fenomeno che porta gli utenti a non considerare l'artificialità del sistema, inducendoli a credere di interagire con attori sociali (Lee & See, 2004; Sundar, 2008) anche se questi agenti non sono umani e appaiono solo intelligenti (Biocca, 1997).

Il fenomeno della presenza sociale è stato ampiamente investigato in letteratura, molteplici studi hanno dimostrato la possibilità di trovare numerosi similitudini tra le caratteristiche, il processo e la natura dell'interazione uomo-robot e quelle dell'interazione uomo-uomo (Reeves & Nass, 1996), un tema di ricerca che spesso viene identificato nel così detto paradigma del "Computers Are Social Actors" (CASA) (Nass et al., 1996; Reeves & Nass, 1996). La presenza sociale induce l'utente ad applicare regole sociali nell'interazione con gli agenti artificiali, aspetti che hanno la capacità di influire positivamente sui giudizi degli utenti riguardo gli agenti con cui stanno interagendo. Per esempio, Kim et al. (2013) nel contesto della robotica hanno scoperto che il fenomeno della presenza

sociale ha portato ad una maggiore percezione di fiducia e intelligenza nei confronti del robot e ha indotto una maggiore piacevolezza, attaccamento e soddisfazione durante l'esperienza. La presenza sociale può essere inoltre ulteriormente enfatizzata attraverso l'integrazione di attributi umani più evidenti, espliciti e tangibili incorporati nei sistemi artificiali. Questo tipo di pratica, meglio riconosciuta come antropomorfizzazione degli oggetti inanimati (Bartneck et al., 2009), rappresenta un elemento progettuale importante all'interno dell'interazione Uomo-Macchina nei veicoli autonomi, ed è un'opportunità per contribuire positivamente alla UX (Hegner et. al., 2019).

Un veicolo che incorpora tratti antropomorfi espliciti come la voce umana appare infatti più intelligente, di conseguenza anche più affidabile di un veicolo meno interattivo (Waytz et al., 2014). Alcuni esperimenti hanno dimostrato anche che l'applicazione di livelli di antropomorfismo ad un agente artificiale migliora l'accettazione della tecnologia stessa (Lee et al., 2015; Waytz et al., 2014).

In sintesi, nell'intento di costruire un nuovo rapporto Uomo-Macchina in linea con un approccio HCD, secondo le conoscenze estrapolate dalla letteratura risulta fondamentale integrare nozioni derivate dalle interazioni sociali all'interno dell'interazione con i sistemi artificiali, ed è altrettanto importante anche considerare l'inclusione di attributi antropomorfi nel sistema lungo le varie fasi e i vari livelli dell'interazione.

l'attribuzione di un nome e un genere sessuale al sistema, e l'uso di forme estetiche riconducibili all'uomo (Hegner et. al., 2019).

Tuttavia, è importante considerare che l'applicazione di singoli indizi antropomorfi legati ad aspetti di tipo estetico-formale, non è sufficiente per raggiungere la progettazione di veri e propri attori sociali, l'umanità si contraddistingue da una serie di peculiarità anche intangibili come la personalità, l'identità, l'interattività e l'autonomia oltre le forme umanoidi (Waytz et al., 2014). Questa ricerca, nello specifico si focalizza su una di queste proprietà umane intangibili, la personalità.

L'esperimento mira ad indagare il rapporto Uomo-Macchina attraverso il costruito della personalità umana, che viene utilizzata in questo contesto come strumento utile a facilitare l'individuazione e la progettazione di diversi stili d'interazione e d'interfaccia Uomo-Macchina.

La costruzione e la prototipazione di diversi stili d'interazione basati su concetti tratti dalla personalità umana ha come obiettivi: esplorare nuovi spazi di progettazione nell'ambito dell'interazioni Uomo-Macchina nei veicoli autonomi, contribuire alla sperimentazione di nuovi approcci di ricerca attraverso la prospettiva dello HCD, innescare reazioni degli utenti riguardo diversi modi di interagire con il sistema con lo scopo di individuare eventuali nuove questioni emergenti all'interno del rapporto Uomo-Macchina e riflettere sulle questioni già note all'interno della letteratura.

78

4.3.1 Obiettivi di ricerca

Lo studio trae le sue basi dalle teorie e le nozioni esposte nel paragrafo precedente e si occupa di individuare inizialmente diverse modalità di integrazione degli aspetti umani all'interno delle interazioni Uomo-Macchina nei veicoli autonomi. Il tentativo di "umanizzare" l'interazione con agenti artificiali è stato affrontato all'interno di diversi studi, e sono molteplici le soluzioni pratiche emerse. Alcune delle caratteristiche antropomorfe più utilizzate per incrementare la presenza sociale all'interno dell'interazione con agenti artificiali sono l'inserimento di una voce umana (Nass & Steuer, 1993), l'uso del linguaggio (Clark, 1999),

4.3.2 Metodo

Il progetto di ricerca è stato sviluppato in collaborazione del dipartimento di *Design & Human Factors* di Chalmers University a Gothenburg (Svezia). Il dipartimento "*Design & Human Factors*" di Chalmers ha messo a disposizione molteplici conoscenze e strumenti per lo sviluppo della ricerca, elementi che sono risultati utili soprattutto per definizione della metodologia e la pianificazione dei test condotti all'interno di questo progetto.

Lo studio è stato sviluppato in tre macro-fasi principali che hanno rappresentato gli step necessari per il raggiungimento dei contributi finali della ricerca: la prima macro-fase dedicata all'analisi del

concetto di personalità umana e l'identificazione dei tre stili d'interazione del sistema, la seconda macro-fase incentrata sulla progettazione e la prototipazione dei tre stili d'interazione, e l'ultima macro-fase legata alla pianificazione dei test con utenti e la successiva analisi dei dati.

Nella prima macro-fase della ricerca dedicata alla comprensione della personalità umana, sono emerse molteplici prospettive, una delle più note e accreditate dalla comunità scientifica è quella di Corr & Matthews

(2020) che definiscono la personalità come una serie di pattern comportamentali, emozionali e cognitivi che derivano da fattori biologici e ambientali.

Nonostante le definizioni all'interno di questo ambito di ricerca siano ancora spesso divergenti, dall'analisi in letteratura è emerso un modello in particolare che risulta essere uno dei più diffusi e accreditati all'interno degli studi sulla personalità umana, si tratta del modello *Big Five* (McCrae & John, 1992). Questo modello contribuisce alla comprensione

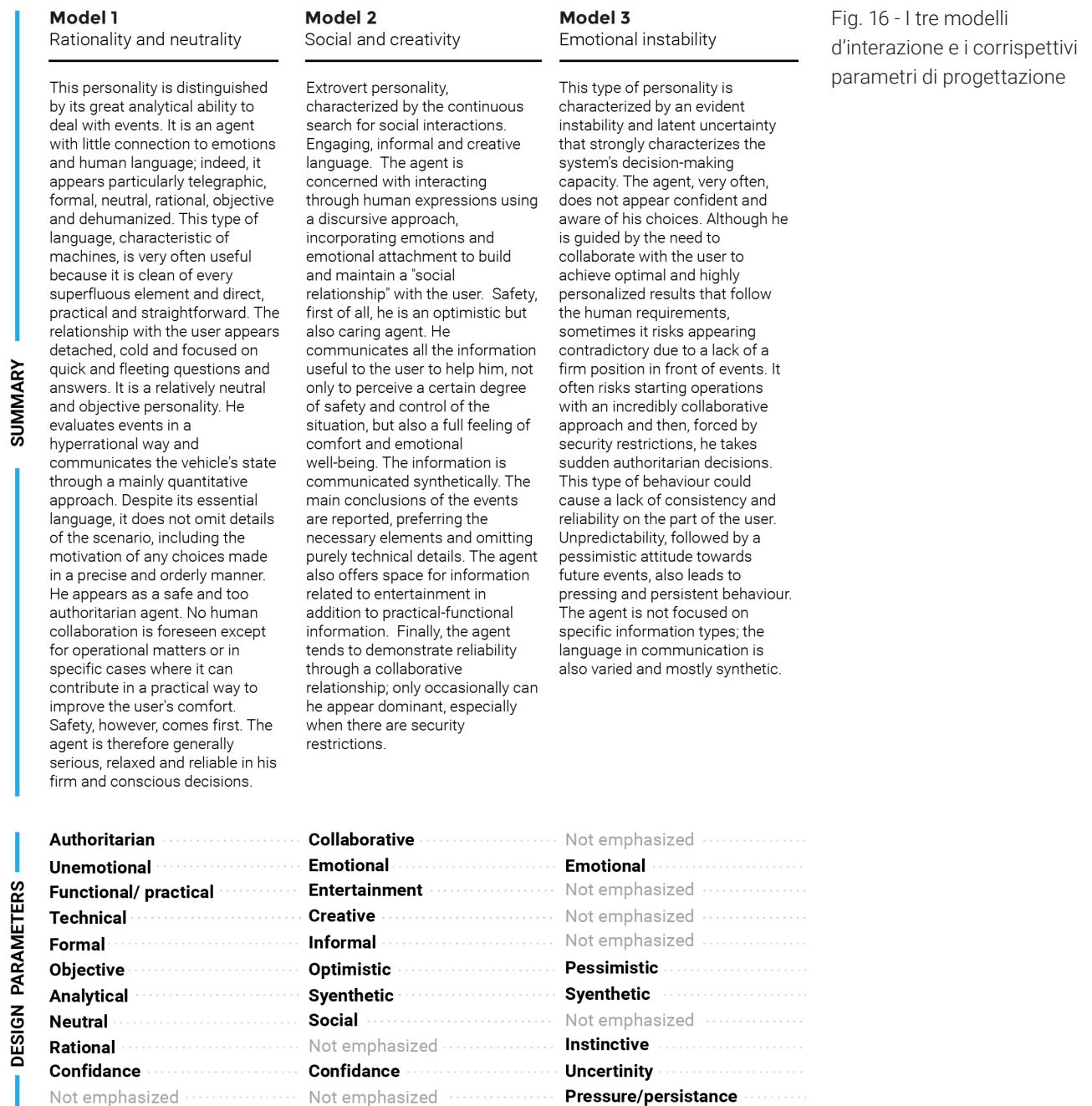


Fig. 16 - I tre modelli d'interazione e i corrispondenti parametri di progettazione



Fig. 17 -Set-up video per l'esposizione delle interazioni all'interno dei tre tragitti.

PARTECIPANT LIST - WORKSHOP 1

Partec.	Age	Profession	Driver's License	Driving frequency	Willing to use Autonomous Vehicles
1	20-25	Student	Yes	Few times a month	Yes
2	25-30	Accountant	Yes	Every day	Maybe
3	30-35	Engineer	Yes	Every day	Yes
4	25-30	Architect	Yes	Few times a week	Yes
5	25-30	Student	Yes	Every day	Yes
6	30-35	Graphic Designer	Yes	Few times a week	Yes

PARTECIPANT LIST - WORKSHOP 2

7	25-30	PhD Student	Yes	Few times a year	Maybe
8	25-30	Communicator	Yes	Few times a year	Yes
9	25-30	PhD Student	Yes	Few times a year	Yes
10	30-35	Industrial Student	Yes	Few times a year	Yes

Tab. 2 - Lista dei partecipanti al test

80

della personalità umana individuando cinque tratti principali che influenzano in maniera complessiva e diffusa le personalità dei singoli individui. I cinque tratti di personalità individuati all'interno modello sono: *openness to experience*, *conscientiousness*, *extraversion*, *agreeableness* e *neuroticism*.

Le conoscenze fornite dal modello *Big Five* sono state successivamente messe in relazione con gli studi in letteratura riferiti all'ambito del *Product Personality* (Mugge et al., 2009). L'ambito del *Product Personality* ha contribuito alla ricerca favorendo una maggiore comprensione del concetto della personalità all'interno degli artefatti e nell'interazione Uomo-Artefatti.

Come risultato di questa prima macro-fase di ricerca sono stati infine individuati tre stili d'interazione (vedi Fig. 16) da associare al sistema dei veicoli autonomi: uno stile neutro e razionale (modello 1), uno stile socievole e creativo (modello 2), e uno stile caratterizzato da instabilità e incertezza (modello 3). Nella seconda macro-fase della ricerca è stato effettuato uno studio dei parametri di progettazione necessari per la trasposizione dei concetti teorici individuati all'interno dei tre stili d'interazione in soluzioni progettuali pratiche. I tre stili d'interazione sono espressi attraverso la manipolazione del linguaggio. I parametri di progettazione (vedi Fig. 16) dei tre stili d'interazione tengono conto di molteplici aspetti dell'interazione, alcuni dei quali sono: lo stile

comunicativo del sistema, il livello di collaborazione tra l'uomo e il sistema e la frequenza delle interazioni attivate dal sistema.

Successivamente è stato identificato uno scenario di riferimento (vedi Fig. 18); un percorso urbano su veicolo autonomo di livello 5 (SAE). All'interno del percorso sono state definite tre tratte distinte, ad ogni tratta è stato associato un modello d'interazione diverso. Le tre tratte, di simile durata, incorporano cinque situazioni in cui avvengono le interazioni tra il veicolo e il passeggero. Le situazioni affrontate dal passeggero in ogni tratta sono di diversa natura, la scelta di situazioni diverse è necessaria per evitare disturbi dovuti all'effetto *Learnability* in fase di esposizione dei modelli. L'utente, nel caso di medesime task all'interno dei tre tragitti, potrebbe subire un'influenza nella valutazione dei modelli a causa dell'apprendimento delle task già dopo l'esposizione del primo tragitto.

Successivamente, sulla base dello scenario sviluppato,

e i parametri progettuali identificati in precedenza, è stato possibile progettare le interazioni di tipo testuale. La prototipazione delle interazioni è stata eseguita attraverso la creazione di tre video registrati su strada (vedi Fig. 17) in cui vengono simulate le tre tratte di viaggio ed esposti i tre modelli d'interazione testuale Uomo-Macchina.

Dopo aver effettuato le registrazioni su strada, lo scenario e le interazioni hanno subito un lieve riadattamento dovuto alle condizioni di imprevedibilità del contesto di registrazione.

Nella terza e ultima macro-fase della ricerca sono stati individuati e scelti i metodi di validazione dei prototipi sviluppati nella fase precedente. È stato scelto un modello di test con gli utenti in modalità da remoto (sfruttando tool informatici per la gestione di videoconferenze online) e sono state pianificate due sperimentazioni separate che integrano molteplici metodi di ricerca.

Le due sperimentazioni, comunicate agli utenti

Scenario

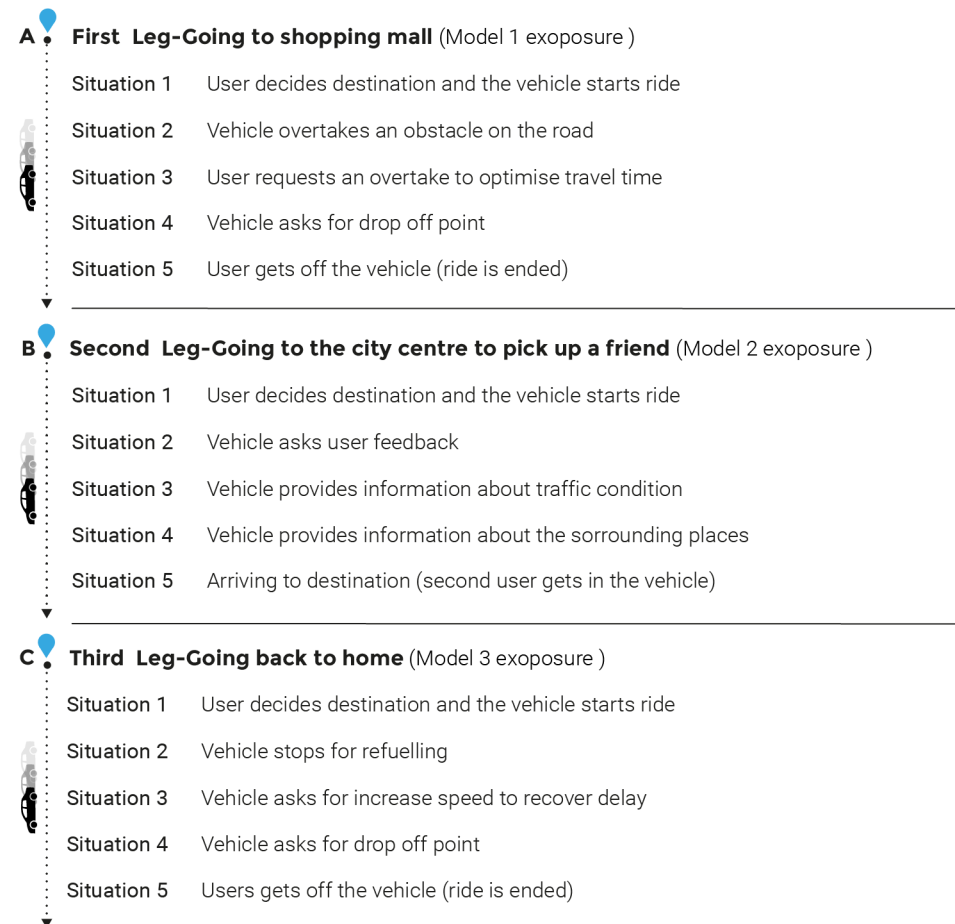


Fig. 18 - Scenario di viaggio presentato ai partecipanti durante il test

come online workshops, hanno coinvolto due gruppi di utenti (vedi Tab. 2): 6 partecipanti generici nel primo workshop e 4 partecipanti esperti (selezionati in varie materie inerenti all’ambito di ricerca nel secondo workshop).

La struttura dei due workshop (vedi Fig. 19) è la medesima e può essere identificata in tre fasi principali: la prima fase dedicata all’introduzione del workshop, l’esposizione dei tre modelli attraverso modalità video e la somministrazione di un breve questionario (vedi Fig. 21) in riferimento ai modelli esposti; la seconda fase dedicata al dibattito seguendo il metodo del *focus group* integrato da un’intervista semi-strutturata; la terza e ultima fase intesa come momento di convergenza delle informazioni e delle idee emerse durante l’intera sessione del workshop, per quest’ultima fase è stato applicato il metodo *Nominal Group Technique*.

Tuttavia, la struttura metodologica dei due workshop è caratterizzata da una forte flessibilità. Nonostante vengano esplicitamente indagate molte questioni cruciali emerse in letteratura, l’approccio intende lasciare un ampio margine per lo sviluppo di un libero dibattito da parte dei partecipanti. L’insieme

dei dati quantitativi (ottenuti dai questionari somministrati durante l’esposizione dei modelli) e i dati qualitativi (ottenuti dalle successive due fasi di dibattito), contribuiscono a fornire un’immagine più chiara e complessiva delle due sperimentazioni.

L’analisi dei dati quantitativi include una comparazione dei risultati dei questionari ottenuti nei due workshop (vedi Fig. 21). Per la comparazione dei dati, ad ogni risposta dei partecipanti è stato associato un valore numerico che va da “-3” a “+3”; il valore dipende dal tipo di giudizio indicato dal partecipante nella scala likert di accordo/disaccordo. Il valore minimo “-3” è associato al giudizio “fortemente disaccordo”, il valore massimo “+3” al giudizio “fortemente d’accordo”. Il risultato di questa operazione è mostrato in Fig. 22. L’analisi dei dati qualitativi, invece, è stata condotta attraverso i metodi *content analysis* e *discourse analysis*.

La *content analysis* è comunemente utilizzata per analizzare i dati derivati da interviste e comporta un esame del testo dell’intervista, compresa la frequenza dei termini e altri marcatori strutturali che possono fornire indicazioni sull’importanza dei vari concetti e sulle relazioni tra di essi (Robson, 2002).

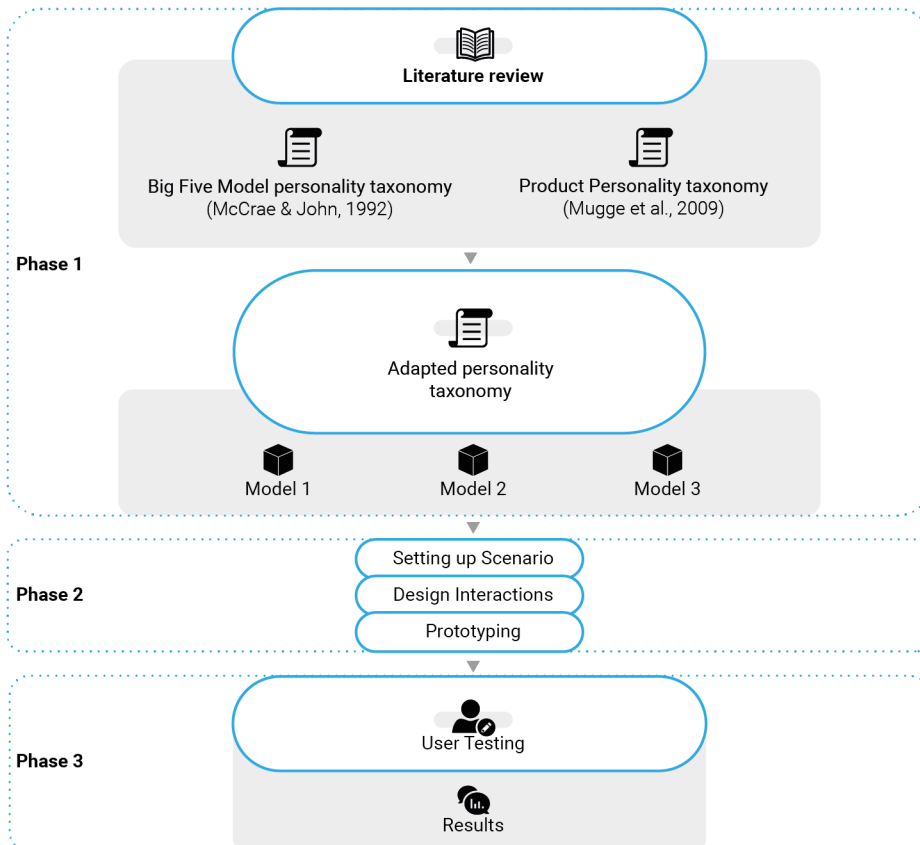


Fig. 19 - Rappresentazione delle 3 principali fasi di progettazione.

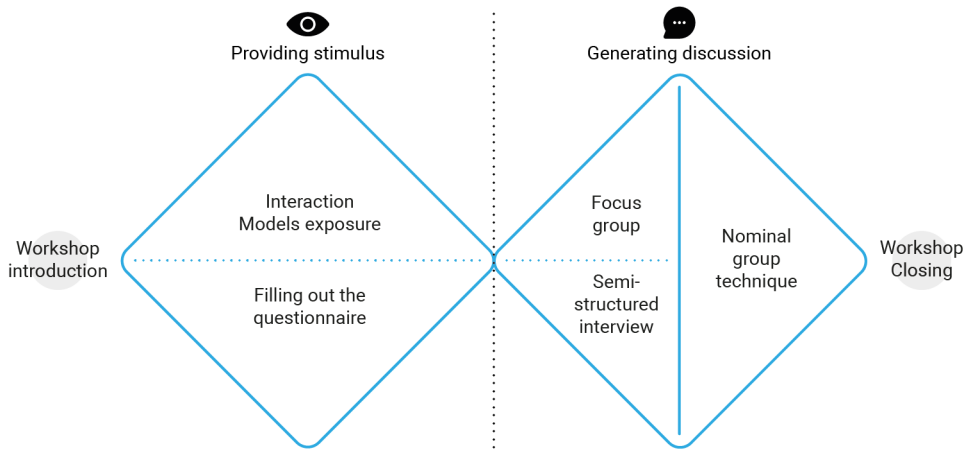


Fig. 20 - Struttura metodologica del workshop

La *discourse analysis* va oltre le parole e contenuti emersi durante l'intervista per esaminare la struttura della conversazione, alla ricerca di spunti che possano fornire ulteriori indicazioni (Preece et al., 2015). I contenuti del pubblico saranno raccolti attraverso appunti e registrazioni video/audio della sessione.

4.3.3 Risultati

I tre stili d'interazione hanno stimolato numerosi commenti da parte degli utenti, che si sono successivamente evoluti in ragionamenti più ampi riguardo i possibili modi di immaginare e costruire il rapporto tra l'uomo e il sistema del veicolo.

Complessivamente, i risultati dei questionari somministrati durante l'esposizione dei tre modelli nella prima fase dei due workshop non differiscono di molto (vedi Fig. 22). I dati raccolti dai questionari mostrano risultati utili nel complesso (vedi Fig. 22), anche se non evidenziano nessuna correlazione significativa tra le questioni affrontate nelle domande e i modelli esposti. Tuttavia, il modello 3 sembra aver convinto poco i partecipanti in entrambi i questionari, rispetto ai modelli 1 e 2 che sono stati generalmente valutati più positivamente nei vari items (vedi Fig. 22).

Riguardo le fasi successive del workshop, invece, nella seconda sperimentazione il dibattito è stato leggermente più intenso e più ricco, gli utenti si sono espressi in maniera più esaustiva e più dettagliata, questo risultato potrebbe dipendere

da fattori personali legati agli utenti, come la conoscenza riguardo il tema trattato e il background professionale, o fattori contestuali, come ad esempio il numero dei partecipanti, che differisce nei due workshop. Nonostante questa lieve differenza, il livello di coinvolgimento in entrambi i workshop è risultato comunque alto, gli utenti non hanno mostrato segni di affaticamento o distrazione durante le varie fasi dei due test, anzi, alcuni partecipanti hanno espresso particolare interesse nell'affrontare le tematiche trattate.

I temi affrontati sono molteplici e i dibattiti sulle interazioni spaziano ampiamente in considerazione dei diversi punti di vista dei partecipanti.

La quantità degli interventi per ogni partecipante all'interno dei due workshop è stata equilibrata, tuttavia, tutti i partecipanti hanno avuto modo di esprimersi. L'unica eccezione riguarda il partecipante 7, che ha mostrato un livello d'interazione particolarmente elevato rispetto agli altri partecipanti all'interno del secondo workshop, ma non a tal punto da limitare il contributo degli altri partecipanti.

Dopo la prima fase del workshop, dedicata all'introduzione dei veicoli autonomi, in entrambe le sperimentazioni i partecipanti hanno compreso in maniera rapida ed efficace i concetti di base della tecnologia a guida autonoma. Tuttavia, tutti i partecipanti avevano dichiarato prima del test di possedere una conoscenza minima di base riguardo la tecnologia in questione. Nonostante questo, alcune domande riguardo il funzionamento di questa tecnologia sono emerse subito dopo l'esposizione dei tre video. I partecipanti hanno chiesto ulteriori specifiche riguardo il funzionamento dei veicoli

autonomi, ad esempio, il partecipante 2 ha chiesto: *“La macchina ha il collegamento con i segnali stradali? Se ci troviamo su una strada in cui il limite è 50km/h, il veicolo riesce a percepire quel segnale?”*. Questa e altre domande legate ad aspetti funzionali hanno innescato ulteriori riflessioni e preoccupazioni degli utenti riguardo le possibili criticità derivate dall’introduzione di questa tecnologia. Il partecipante 4 ha espresso preoccupazione per il periodo di transizione dai veicoli tradizionali ai veicoli autonomi, nello specifico ha detto: *“Il vero casino è mischiare veicoli autonomi e veicoli tradizionali nella strada. I veicoli autonomi dovrebbero così capire le abitudini degli autisti nei veicoli tradizionali”*.

I partecipanti in entrambi i workshop sono stati in grado di percepire delle differenze nello stile d’interazione all’interno dei tre video presentati. In particolare, nella nel primo workshop il partecipante 1 ha anticipato la domanda del moderatore riguardo le differenze chiedendo subito dopo l’esposizione dei tre video : *“Il Sistema che abbiamo visto, inteso come interazione, è uguale in tutti e tre i casi?”*. Il moderatore ha spostato la domanda agli altri partecipanti, successivamente tutti hanno confermato di aver percepito delle differenze sotto vari aspetti. Il partecipante 3 risponde *“ovviamente non erano uguali...le risposte che ho dato erano fortemente diverse per ogni video che ho visto”*, il partecipante 2 aggiunge *“ogni video c’era qualcosa in più”*.

Nel secondo workshop, invece, i partecipanti, nonostante abbiano già discusso delle differenze tra i tre video durante la prima fase di *feedback* spontanei, hanno confermato di aver percepito differenze nei tre stili d’interazione solo dopo l’esplicita domanda posta dal moderatore. Nello specifico, il partecipante 7 risponde *“Sì, secondo me la differenza principale è il modo in cui il sistema cerca di relazionarsi con l’utente, c’è un maggiore o minore livello di scelta nei tre video”*. Gli altri partecipanti si trovano d’accordo con il partecipante 7, ma non aggiungono altri dettagli alla risposta. Il partecipante 9 afferma: *“per me in ogni video è aumentato il livello di affidabilità e anche la consapevolezza di avere sempre quella possibilità di scegliere...questo, secondo me, è stato anche utile, ho percepito sempre di più la sensazione di essere parte del sistema e parte della decisione del sistema ”*.

La percezione dei tre stili d’interazione è stata complessivamente influenzata dalle caratteristiche individuali di ogni partecipante, un risultato abbastanza prevedibile. Nonostante questo, però,

attraverso un’analisi dei dati, è stato possibile individuare facilmente alcuni importanti pattern all’interno delle due sperimentazioni.

Il modello 1, ad esempio, è stato menzionato molto meno in entrambi i workshop rispetto i modelli 2 e 3. I riferimenti a questo modello risultano complessivamente molto fugaci, poco argomentati e dettagliati. Il modello non ha scatenato particolari reazioni nei partecipanti, forse dovuto alla sua natura neutrale rispetto gli altri due modelli che emergono in maniera più marcata grazie ad alcuni aspetti specifici della loro personalità.

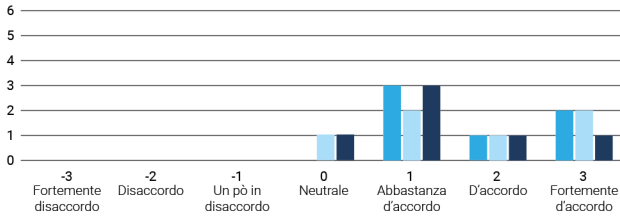
I commenti diretti espressi dai partecipanti riferiti a questo modello si sono soffermati prevalentemente sulla percezione di distacco e freddezza che questo modello ha fornito, percezione influenzata forse anche dal confronto con gli altri modelli meno prevedibili. Il partecipante 5, è il primo a discutere sul modello 1 nel primo workshop, e si esprime così: *“Il primo sinceramente l’ho trovato un pò freddo, ma faceva il suo lavoro...ha rispettato il percorso, mi ha comunicato l’indispensabile, e ha raggiunto la destinazione”*. Il partecipante 2 afferma di trovare questo modello distaccato, lo paragona ad un approccio “standard” che siamo soliti ritrovare nei servizi di taxi o di *carsharing*. Anche il partecipante 7 giudica questo modello come “distaccato”. Il partecipante 3 invece lo giudica “troppo sterile”. Nonostante i diversi giudizi, a volte un pò critici nei confronti del modello 1, alcuni partecipanti hanno confermato la loro preferenza per questo modello rispetto gli altri due mostrati. Il partecipante 6 nel primo workshop è l’unico ad esprimere una preferenza diretta per questo modello, egli aggiunge: *“io preferisco una situazione più formale”*. Nel secondo workshop il partecipante 10 esprime una preferenza diretta per il modello 1, successivamente insieme al partecipante 8 entrambi comunicano la disponibilità all’uso di questo modello.

Il modello 2, rispetto al modello 1, ha innescato un dibattito più intenso all’interno di entrambi i workshop. Complessivamente, i riferimenti diretti a questo modello sono stati maggiori rispetto agli altri due modelli. Il dibattito si è concentrato su vari aspetti, uno dei temi centrali riguarda i fattori

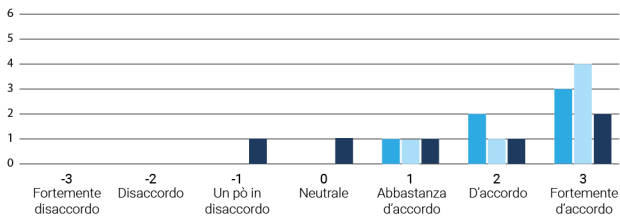
Fig. 21 - Risultati dei questionari sottoposto ai partecipanti dopo l’esposizione dei tre modelli d’interazione nei due workshop

Workshop 1

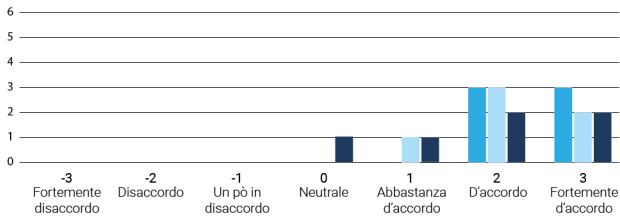
Trovo questo sistema utile per i miei spostamenti in auto



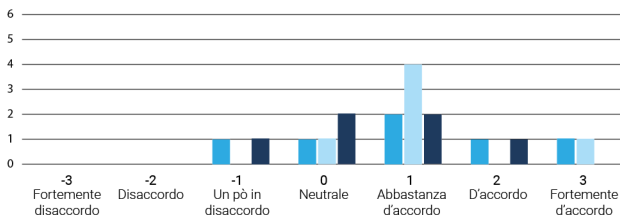
Trovo questo sistema facile da usare



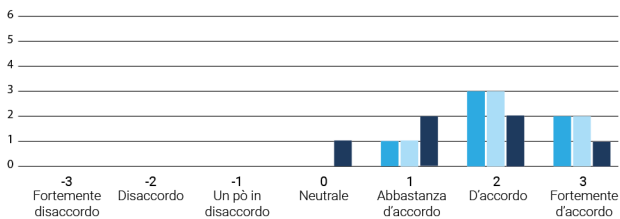
Consiglierei ad altri l'uso di questo sistema



Penso che questo sistema sia affidabile

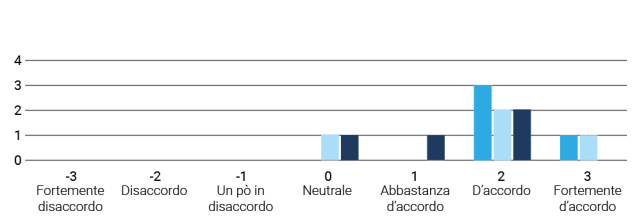


Mi piacerebbe usare questo sistema quando sarà disponibile

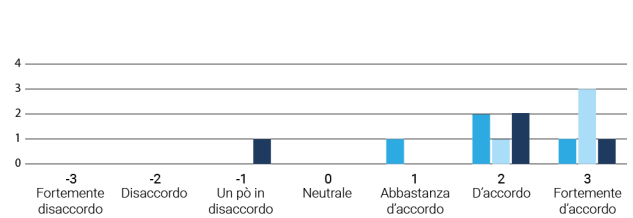


Workshop 2

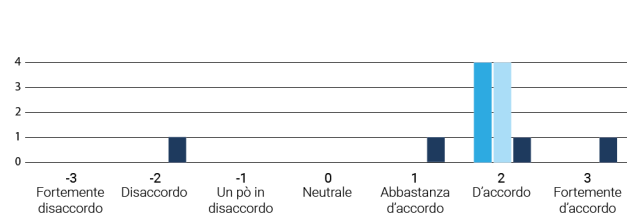
Trovo questo sistema utile per i miei spostamenti in auto



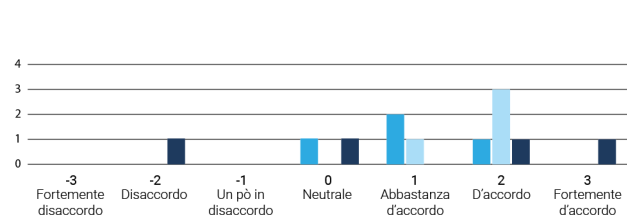
Trovo questo sistema facile da usare



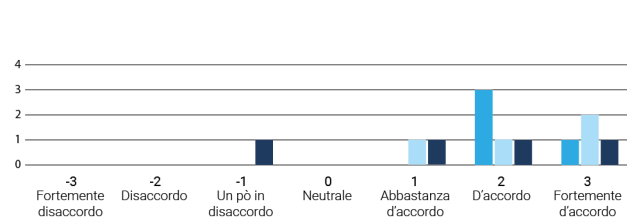
Consiglierei ad altri l'uso di questo sistema



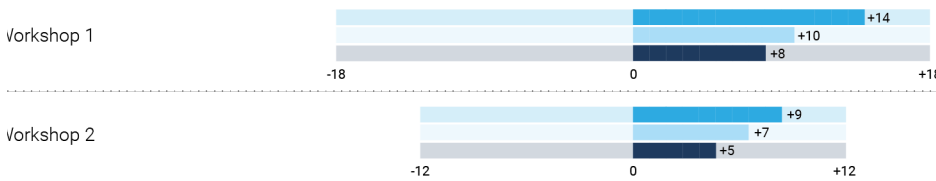
Penso che questo sistema sia affidabile



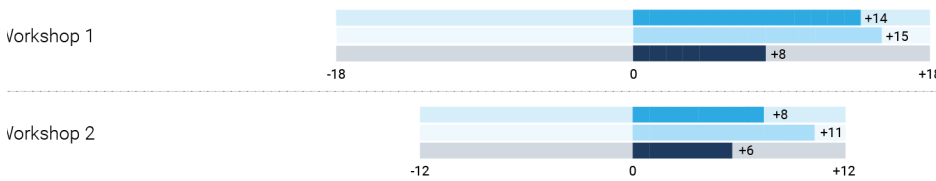
Mi piacerebbe usare questo sistema quando sarà disponibile



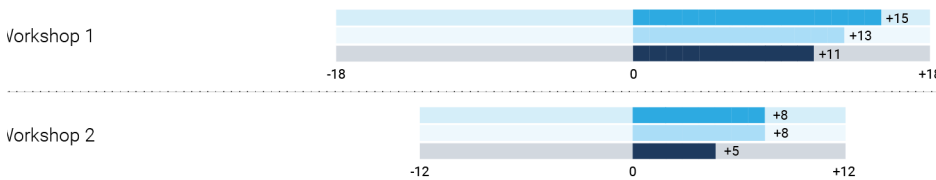
Quanto è utile questo sistema per i miei spostamenti in auto.



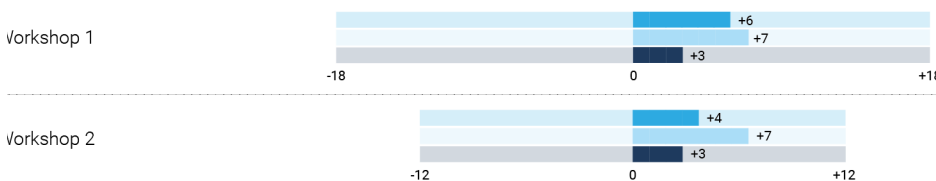
Quanto è facile da usare questo sistema.



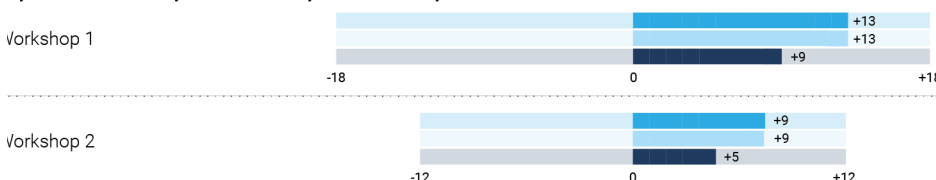
Consiglierei ad altri l'uso di questo sistema



Insomma che questo sistema sia affidabile



Quando sarà disponibile ti piacerebbe usare questo sistema



Modello 1 Modello 2 Modello 3

Fig. 22 - Comparazione dei risultati dei questionari sottoposti ai partecipanti dopo l'esposizione dei tre modelli d'interazione nei due workshop

di confidenza e socialità caratteristici di questo modello, argomenti molto importanti per alcuni partecipanti, meno importanti invece per altri. Il partecipante 3, nel primo workshop, già nella prima fase di raccolta *feedback* spontanei, ha espresso in maniera decisa le sue percezioni riguardo il modello 2: “Nel secondo sistema mi sono sentita molto più a mio agio sulla macchina perchè il sistema ha interagito molto di più con me...mi ha accompagnata nel tragitto...nonostante io fossi da sola...mi sono sentita più tranquilla”. In maniera analoga, il partecipante 8, subito dopo l'esposizione dei video nel secondo workshop afferma in riferimento al modello 2: “al di là della scelta di alcuni termini, che forse erano fin troppo amichevoli, mi sono sentito

parte, insomma era piacevole viaggiare in quel modo”. Anche il partecipante 7 associa la percezione di piacevolezza al modello due, “secondo me il modello 2 è stato quello che ha reso un pò più piacevole il tutto”, lo stesso partecipante successivamente conferma la sua preferenza per questo modello affermando: “Fra i tre ho preferito il secondo, per il livello di vicinanza empatica con l'utente. Soprattutto ho pensato, nel mio immaginario, un veicolo che si guida da solo è comunque un'esperienza che coinvolge poco l'utente, come in una sorta di autobus. All'interno dell'autobus hai davvero poche cose da fare, quindi poter in un certo senso instaurare un rapporto, una sorta di dialogo, cercare comunque di utilizzare quel tempo che sarebbe un tempo morto per qualcos'altro, anche per conoscere

un pò di più la città, mi sembra una buona soluzione". Anche il partecipante 5 nel primo workshop giudica questo modello come *"molto più empatico degli altri"* secondo questo partecipante il sistema *"cerca di entrare in sintonia con chi è all'interno del veicolo"*. Il partecipante 6, nel primo workshop, in contrasto ai pareri descritti finora, afferma invece di trovare questo modello troppo invadente e di sentire il bisogno di un pò di distanza. La preoccupazione per un'eccessiva empatia e umanizzazione del sistema viene messa in discussione anche da altri partecipanti. Il partecipante 8, ad esempio, nonostante avesse espresso apprezzamenti in precedenza riguardo la piacevolezza del modello 2, al termine del secondo workshop precisa: *"va bene farmi sentire a mio agio, comunicarmi il tuo interesse riguardo la mia vita, ma non esagerare perchè io come essere umano mi rendo conto che tu sei una macchina e io sono un essere umano... se si dovesse superare una certa linea, ad un certo punto mi sentire io a disagio"*. Qualcuno dei partecipanti, invece, argomenta in maniera più dettagliata alcune caratteristiche di questo modello, mettendone in evidenza possibilità e criticità oltre l'aspetto empatico. Il partecipante 1 non esprime una preferenza specifica per questo modello, ma è interessato, ad esempio, nel ricevere curiosità durante il viaggio, facendo riferimento alla situazione 4 nella seconda tappa dello scenario (vedi Fig. 18). Anche il partecipante 6, nonostante abbia espresso la sua preferenza per il modello 1 afferma di essere interessato nel ricevere informazioni legate ai luoghi attraversati durante il tragitto. Il partecipante 10, invece, riflette sul tipo di informazioni contestuali che un sistema più empatico potrebbe comunicare, secondo il partecipante le informazioni legate alle curiosità sulla città potrebbero essere più adatte per un contesto turistico invece che per un contesto quotidiano. Anche il partecipante 8 crede che molte delle informazioni contestuali sulla città potrebbero essere più utili per un turista; in una circostanza quotidiana, comunicare informazioni già note e scontate per l'utente potrebbero procurare fastidio o disturbo all'utente. Il partecipante 7, invece, offre uno spunto sul tipo di informazioni alternative che questo sistema potrebbe comunicare per un contesto quotidiano, *"il livello di funzionalità potrebbe essere molto interessante se collegato ad una serie di app, ad esempio la mia app di lista della spesa...magari mi dice...vedi che stiamo passando da un'ortofrutta e tu nella lista della spesa hai da*

comprare le verdure. Ci fermiamo? Un rapporto del genere mi sembra interessante". Il partecipante 9, nel secondo workshop, associa invece la comunicazione di informazioni contestuali presenti nelle interazioni del modello 2 all'esperienza in taxi, *"essendo io una sorta di utente passivo è come se il sistema mi rende partecipe di quello che c'è intorno a me, non lo so, a me è venuto in mente il tassista che quando sei in giro per la città ti racconta le cose"*. Le preferenze per questo modello, esplicitate dopo la specifica domanda del moderatore, sono invece modeste, il partecipante 6 afferma di preferire questo modello rispetto gli altri, ma solo se è possibile calibrare il livello di empatia del sistema. Anche i partecipanti 2, 1 e 6 sarebbero disponibili ad usare il sistema se fosse possibile impostare il livello di empatia.

Il modello 3 ha ricevuto maggiori critiche negative rispetto gli altri due modelli. Tranne qualche eccezione, i partecipanti hanno considerato irritante il modo in cui il sistema ha preso le decisioni e ha interagito con l'utente.

Nel primo workshop, subito dopo l'esposizione dei video, il partecipante 6 comunica di aver percepito *"ansia"* durante le interazioni del modello 3 rispetto gli altri modelli, il partecipante si è lamentato dello stile d'interazione facendo riferimento alle modalità di comunicazione del sistema, e più in particolare ai *"pressanti"* aggiornamenti forniti dal sistema. Anche il partecipante 3 conferma di aver percepito ansia durante l'esposizione del modello 3. Il partecipante 4 afferma invece di aver percepito più irritazione che ansia dopo l'esposizione di questo modello. Il partecipante 5 si è lamentato invece del comportamento autoritario del sistema. Quasi tutti i partecipanti (1,2,4,5,6) del primo workshop, tranne uno, hanno espresso avversione verso questo modello. Il partecipante 6, nello specifico, lo ha definito *"irritante"*, il partecipante 1 lo ha invece definito *"incoerente"*. Anche nel secondo workshop il modello 3 ha ricevuto parecchi feedback negativi, il partecipante 8 è uno dei primi nel secondo workshop a parlare di questo modello: *"Personalmente non mi ha dato l'impressione di essere parte alle decisioni del sistema...per esempio diceva...vuoi fermarti perchè il livello di benzina è basso? Tu rispondevi no ma alla fine lui ti obbligava a fare quello che diceva lui. Mi ha comunicato anche minor sicurezza in realtà"*.

Successivamente lo stesso partecipante 8 si è lamentato della modalità con cui sono state attuate

alcune interazioni (analogamente al partecipante 6 nel primo test) , nello specifico ha detto: *“c'erano dei messaggi un pò secondo me esasperati, ad esempio all'inizio ti diceva che l'orario di arrivo potrebbe variare. Magari io sto facendo il mio viaggio in macchina tranquillo...per certi aspetti mi dava la percezione di poter controllare tante cose, tante variabili, però forse non ho bisogno di sapere tutte queste cose...”*. Analogamente, il partecipante 8 lamenta sia della questione delle scelte che la modalità di comunicazione delle informazioni di questo modello. Secondo questo partecipante, se il sistema rifiuta o cambia le scelte dell'utente più volte rischia di far perdere la percezione di controllo all'utente, *“Io preferirei che il sistema stesso mi dice guarda...puoi fare questa scelta o non puoi fare questa scelta...me lo dice già in partenza”*. Sempre il partecipante 7 aggiunge: *“Preferirei messaggi meno critici, è vero che mi danno più il controllo della situazione, ma preferisco saperlo semplicemente dando un'occhiata io personalmente... una cosa è se qualcuno te lo viene a dire e un'altra se tu dai un'occhiata più disinteressata”*. Inoltre, questo stesso partecipante ha manifestato un leggero disappunto riguardo la richiesta del sistema nel modello 3 di aumentare la velocità (vedi situazione 3 nella terza tappa in Fig. 18), *“Su questo sinceramente non vorrei avere il controllo sull'arrivare prima o dopo. Se lui mi dice ci vogliono 8 minuti, io tra 8 minuti voglio essere lì”*. Il partecipante 10 immagina invece che scegliere la velocità del veicolo possa rappresentare una possibilità valida, il partecipante fa un esempio dei diversi stili di guida riferiti ai componenti della sua famiglia, e quindi trova normale adattare la velocità alle diverse situazioni, persone e contesti. Il partecipante 7 non è molto d'accordo, egli dichiara di aspettarsi da parte del veicolo *“un atteggiamento che garantisca al 100% la sicurezza del passeggero dall'inizio fino alla fine...perchè se io voglio andare più veloce non prendo una macchina che si guida da sola, ma ci vado io con la mia macchina...se io prendo una macchina che si guida da sola è per la comodità non per la velocità”*.

Ad eccezione di tutti i partecipanti di entrambi i workshop, il partecipante 9 afferma di non aver percepito le stesse sensazioni negative che gli altri partecipanti hanno comunicato rispetto il modello 3, anzi, questo partecipante ne ha apprezzato la disponibilità alla collaborazione e la possibilità di maggiore scelta che questo modello ha fornito durante le interazioni mostrate nel terzo video. Il

partecipante 10 esprime anch'esso una sua preferenza per questo modello, dichiarando: *“nel terzo video mi ha colpito la capacità del veicolo di autogestirsi e autoguidarsi. Nonostante ti fa le domande, poi si autogestisce, e se prende quella decisione è per la tua sicurezza in qualche modo, ti affidi completamente perchè in quel modo l'auto è sicura”*.

Nonostante i molti dibattiti esposti finora riferiti a modelli specifici, all'interno di entrambi i workshop sono anche emerse valutazioni neutrali non riferite ad alcun modello specifico. Soprattutto nel primo workshop, molti dei partecipanti non hanno fatto riferimento diretto ad uno o più modelli esposti riguardo le loro preferenze. Il partecipante 2 risponde alla domanda legata alle preferenze per primo, affermando: *“Io credo che dipenda anche un pò dalla persona, visto che c'è tanta titubanza nell'affidarsi a queste macchine, magari una macchina che da più confidenza, che ti mette più a tuo agio, che ti parla, potrebbe anche tranquillizzarti, quindi secondo me non c'è uno meglio dell'altro. Dipende proprio dalla persona”*. Il partecipante 4 ha dichiarato: *“Per me nessuna preferenza, purchè raggiunga l'obiettivo finale”*. Il partecipante 1 è d'accordo al partecipante 4 e risponde: *“io la penso uguale, sono più pragmatico... se si può scegliere tra le tre di volta in volta sarebbe ottimo, non un sistema che si comporta sempre in un modo, ma magari si adatti a seconda delle esigenze, delle situazioni”*. Anche il partecipante 3 è d'accordo con queste riflessioni e aggiunge: *“condivido anche io, dipende anche dal mood della giornata, se vuoi stare in silenzio stai zitto, se vuoi parlare parliamo”*. Il partecipante 5 alla domanda riferita alla disponibilità all'uso di uno dei tre modelli risponde: *“Io salirei su tutti e tre, l'importante che il sistema è sicuro”*.

Questa visione più eterogenea, caratterizzata da un atteggiamento imparziale, invece che incentrato sulla preferenza di singoli modelli, si è riaffermata ancora di più nell'ultima fase dei workshop, in cui l'obiettivo era quello di definire una personalità del sistema (attraverso l'uso del metodo *Nominal Group Technique*) secondo le visioni dei singoli partecipanti. In entrambi i workshop, i partecipanti hanno risposto a quest'ultima fase di convergenza delle idee offrendo delle soluzioni ibride. Secondo il partecipante 1 il sistema dovrebbe instaurare un rapporto formale in prima battuta, nelle esperienze successive cominciare a mostrare maggiore confidenza con

il passeggero. Il partecipante 2 vede il rapporto uomo-macchina come qualcosa di dinamico che si adatta in base alle caratteristiche del passeggero, inoltre, il partecipante sottolinea la necessità del sistema di avere caratteristiche socievoli, offrendo all'uomo l'opportunità di interagire attivamente. Il partecipante 3 si sofferma sull'aspetto empatico del sistema, la personalità, dice *“dovrebbe essere più empatica possibile per permettere al passeggero di sentirsi totalmente sicuro e a suo agio, soprattutto in considerazione del fatto che questi veicoli potrebbero essere fruiti in futuro da persone che hanno problemi di ansia associati alla guida dei veicoli”*. Il partecipante 4, analogamente al partecipante 2 suggerisce un sistema con una personalità che si adatta al passeggero, escludendo la scelta di un'unica personalità. Anche il partecipante 5 s'immagina un sistema con una personalità empatica, *“qualcuno che possa entrare in sintonia con le mie preferenze e i miei gusti ma che non trascenda dall'aspetto pratico e sicuro del viaggio”*. Il partecipante 6 preferisce un sistema formale, affidabile e sicuro, che sappia offrire anche informazioni utili durante il viaggio. Per il partecipante 7 il sistema deve avere una personalità cordiale e rassicurante, presente durante il tragitto, che gli confermi il costante controllo della situazione, ma allo stesso tempo che sappia comprendere quando essere più discreto.

Anche per il partecipante 8 il sistema dev'essere *“amichevole ma non invadente”*, deve saper costruire un rapporto paritario e offrire il controllo dell'interazione in maniera tale da gestire i limiti in base alle sue necessità. Il partecipante 10 preferisce invece una personalità neutrale, o al massimo una personalità che si adatta alle sue esigenze in base alle diverse circostanze e abitudini.

4.3.4 Discussione e conclusioni

Uno degli obiettivi fondamentali di questa doppia sperimentazione è stato raggiunto: l'esposizione dei tre modelli d'interazione basati su diversi tratti della personalità umana ha innescato un proficuo dibattito riguardo le molteplici questioni coinvolte all'interno del rapporto Uomo-Macchina nei veicoli autonomi di livello 5. Dall'esplorazione sono emerse importanti riflessioni e preziose informazioni

provenienti dagli utenti, riguardo i loro bisogni, e riguardo le potenzialità e le criticità del rapporto Uomo-Macchina nei veicoli autonomi.

La proiezione ordinata (non in modo casuale) dei video (così di seguito modello 1, modello 2, modello 3) non sembra abbia avuto particolare influenza nel test, nonostante fosse stata una delle preoccupazioni maggiori da parte dell'autore in fase di pianificazione dei test. Il numero scarso di commenti sul modello 1 può essere ricondotto al suo stile d'interazione particolarmente neutrale, l'attenzione maggiore per i modelli 2 e 3 può essere invece ricondotta alla presenza di caratteri più incisivi negli stili d'interazione di questi modelli, come ad esempio l'aspetto empatico per il modello 2 e la pressione percepita nel modello 3.

L'eventuale presenza di *bias* (derivata dall'ordine di esposizione dei video) nelle risposte all'interno del questionario iniziale sui tre modelli sarebbe emersa attraverso il confronto con i risultati delle successive fasi di dibattito, in cui i partecipanti hanno avuto modo di confrontare ed esplorare i tre modelli in maniera più randomica, confrontandosi anche con i pareri degli altri partecipanti. Dall'analisi e il confronto dei risultati provenienti dalle tre fasi dei workshop non emergono evidenti contraddizioni.

Tutti i partecipanti in entrambi i test sono stati in grado di riconoscere e percepire differenze sostanziali nei tre video esposti, questo rappresenta un altro risultato positivo per la ricerca, significa che la manipolazione degli stimoli in sede di progettazione delle interazioni ha ottenuto un valido riscontro in fase di sperimentazione. Inoltre, complessivamente, i *feedback* dei partecipanti mostrano anche una forte connessione con i parametri utilizzati per la costruzione delle tre personalità del sistema (vedi Fig. 16).

Il modello 1, ad esempio, è stato definito più volte come una personalità distaccata, formale, neutrale e asettica, molti di questi elementi risultano analoghi ai concetti base utilizzati per la progettazione di questo modello (vedi Fig. 16). Tuttavia, anche il fatto che sia stato il meno dibattuto e il meno citato nei commenti dei partecipanti, può essere un elemento che evidenzia ancora di più il carattere neutrale di questo stile d'interazione. È forse stato considerato anche il più scontato e il più prevedibile, qualche partecipante lo paragona infatti ad un classico approccio riscontrabile nei tradizionali

servizi di *carsharing*. Riguardo le preferenze, solo il partecipante 10 ha espresso esplicitamente la sua preferenza per questo modello, lo ha definito “tranquillo e capace”, facendo riferimento alle interazioni durante un sorpasso effettuato dal veicolo all’interno del video esposto. Il partecipante 3, invece, è stato l’unico a dichiarare esplicitamente l’avversità per questo modello, definendolo “troppo asettico”, questo stesso partecipante è stato però anche uno di quelli che ha apprezzato in maniera particolare il lato empatico e sociale del modello 2. In maniera inversa, il partecipante 10 si è lamentato dell’aspetto empatico del modello 2 e ha dichiarato di voler interagire con un sistema dotato di personalità neutrale. La preferenza per l’aspetto empatico potrebbe quindi dipendere dalla personalità dei singoli individui e dai loro bisogni specifici. L’autore ritiene quindi necessario un’ulteriore investigazione di questo aspetto in futuro.

Complessivamente, la risposta dei partecipanti a questo modello in entrambi i workshop, suggerisce la capacità di questo stile d’interazione di potersi adattare più facilmente ad un numero più ampio di utenti senza creare particolare disturbo durante l’esperienza. L’abilità del modello 1 di apparire competente e capace “di saper fare il suo lavoro” (come il partecipante 5 ha affermato) potrebbe derivare anche dallo stile comunicativo di tipo analitico e tecnico, veicolato lungo la corsa.

Sebbene questi aspetti potrebbero impattare positivamente sulla UX, il suo comportamento autoritario potrebbe invece rappresentare un aspetto negativo per alcuni utenti, in particolare per coloro che hanno un bisogno maggiore di controllo.

Un altro aspetto negativo riguarda l’incapacità di creare un rapporto empatico con il passeggero. La risposta dei partecipanti a questo modello evidenzia il bisogno di adottare un approccio più umano nelle interazioni. Per indirizzare questo bisogno potrebbe essere utile incorporare elementi che enfatizzano la presenza sociale, come ad esempio indizi antropomorfi.

Il modello 2, è stato il più citato e dibattuto in entrambi i workshop, ha ottenuto complessivamente dei commenti positivi riguardo la sua capacità di coinvolgere l’utente e metterlo a suo agio.

La reazione degli utenti potrebbe essere il risultato anche del linguaggio creativo e informale adottato nelle interazioni e l’attitudine alla socialità. Queste

caratteristiche antropomorfe hanno probabilmente indirizzato i partecipanti ad associare questo stile d’interazione ad un’interazione più umana, innescando di conseguenza anche una maggiore presenza sociale.

Nonostante gli utenti abbiano generalmente apprezzato questo aspetto, molti di loro hanno espresso il bisogno di gestire il rapporto in maniera più flessibile in base ai vari contesti d’uso e i loro bisogni personali. Uno dei maggiori rischi per il modello 2 è quindi quello di risultare inopportuno per alcuni utenti, reazione scaturita, ad esempio, dall’alto grado di informalità nella comunicazione Uomo-Macchina e l’elevata frequenza delle interazioni proattive fornite dal sistema. D’altro canto, per alcuni utenti, l’abilità di questo modello di espandere la comunicazione al di là degli aspetti pratici e tecnici (ad esempio informazioni relative allo stato del sistema) potrebbe essere potenzialmente utile se queste sono strettamente connesse con i bisogni e le preferenze dei singoli utenti. Il modello 2 è stato l’unico a fornire informazioni riguardo luoghi in prossimità del veicolo, i partecipanti hanno apprezzato questa caratteristica ma hanno richiesto maggiore personalizzazione dei contenuti scelti dal sistema. Questa caratteristica, inoltre, potrebbe aver contribuito a far percepire il modello più piacevole degli altri (come dichiarato da alcuni dei partecipanti), inducendo gli utenti ad associare questo stile d’interazione ad aspetti più edonici dell’esperienza a bordo.

Nessuno dei partecipanti ha inoltre espresso lamentele riguardo l’approccio comunicativo poco tecnico e dettagliato. Si potrebbe dedurre, dunque, che in alcune circostanze l’adozione da parte del sistema di un approccio comunicativo sintetico è accettato dagli utenti. Tuttavia, risulta utile investigare maggiormente questo fenomeno per riuscire a comprenderlo meglio nei vari contesti d’uso.

Il modello 3 ha ricevuto più critiche in assoluto, soprattutto nel primo workshop. I partecipanti si sono lamentati dello stile d’interazione, soprattutto per le modalità di trasmissione delle informazioni. Il modello è stato progettato per essere presente durante il viaggio, fin troppo presente, e il responso dei partecipanti è chiaro, questa presenza troppo costante ha disturbato la maggior parte degli utenti, soprattutto perché marcata da informazioni incerte

e pessimiste.

È interessante, invece, valutare il caso del partecipante 9, che ha dichiarato di non aver percepito la stessa “pesantezza” che hanno percepito gli altri partecipanti. Il partecipante 9 è stato l’unico nei due workshop che fin dall’inizio ha espresso la sua preferenza per questo modello, evidenziando come peculiarità fondamentale la capacità del sistema di offrire un numero considerevole di scelte, rispetto gli altri modelli, permettendo così un maggior controllo per il passeggero. Il partecipante 9 si è quindi soffermato ad apprezzare la tendenza del modello 3 di offrire un rapporto collaborativo a priori, accettando i limiti di questo approccio. Gli altri partecipanti si sono lamentati del fatto che il sistema ha cambiato le loro scelte, forzato da necessità esterne, il partecipante 9 ha invece accettato questa condizione, consapevole che il “cambio di programma” non dipendeva dalla volontà del sistema ed era inevitabile. Lo stesso vale per il partecipante 10 che ha giustificato l’annullamento delle scelte come una capacità del sistema di autogestirsi in base ai vincoli. In altre parole, molto probabilmente il partecipante 9 e 10 preferiscono e accettano un sistema che cambi le loro scelte, invece che un sistema che non offra loro una scelta.

La discrepanza tra le valutazioni dei partecipanti 9-10, rispetto gli altri partecipanti, dimostra l’impossibilità di far coincidere sempre le intenzioni progettuali dei progettisti con la percezione finale dell’utente. Le esperienze passate degli utenti, ad esempio, rappresentano uno dei fattori che influenzano la percezione dello stile d’interazione, guidando l’utente a valutare e reagire ad esso in maniera differente.

Era prevedibile il riscontro di preferenze e bisogni diversi, questo tipo di riflessioni innescate dai partecipanti ,potrebbe però, spingerci ad indagare maggiormente questo fenomeno, investigando le modalità di comunicazione più appropriate nel caso in cui il sistema si trovi nella condizione di dover correggere o cambiare delle scelte precedentemente effettuate. Il modello 3, data la scarsa approvazione e le molte critiche ricevute, potrebbe per molti utenti non aver adottato approcci adeguati alle singole circostanze. È necessario approfondire le modalità con cui vengono offerte le opportunità di scelta al passeggero e le dinamiche all’interno di questi processi decisionali. È inoltre fondamentale, che il sistema riesca a prevedere le possibilità reali di portare a

termine determinate scelte, evitando così di offrire invano numerose opportunità di collaborazione e provocare sentimenti negativi in alcuni passeggeri, emozioni che potrebbero impattare negativamente sulla valutazione complessiva della UX.

Un’altra considerazione importante riguardo il modello 3 rappresenta lo stile di comunicazione delle informazioni. Molti partecipanti si sono lamentati per lo stile “allarmante” di questo modello. Il partecipante 7 ha dichiarato che la comunicazione costante ed esplicita di informazioni critiche potrebbe, da un lato favorire la sua percezione di controllo della situazione, ma dall’altro creare disturbo, il partecipante avrebbe preferito ricevere quelle informazioni in maniera meno esplicita e leggerle in maniera disinteressata. La critica di questo partecipante, insieme ad altre riferite al modello 3, rimarca l’importanza sulle modalità di comunicazione delle informazioni a bordo, soprattutto se legate ad aspetti ed eventi critici. Se da una parte è vero che la maggior parte dei partecipanti vorrebbero essere informati sullo stato degli eventi (vedi *situation awareness* in sezione 2.2.3), è anche vero che queste informazioni non devono trasformarsi in una fonte di ansia, pressione ed altre emozioni negative. È opportuno quindi indagare in maniera più approfondita le varie modalità di trasmissione delle informazioni, considerando soluzioni progettuali in base al tipo d’informazione da comunicare, alle caratteristiche del passeggero, e i vari fattori contestuali. Per esempio, fornire informazioni attraverso diverse interfacce e adottare uno stile comunicativo per ogni specifico contesto può enfatizzare in maniera più appropriata l’importanza di ciascun evento. Questo approccio olistico è essenziale per escludere inutili fastidi e allarmismi per l’utente.

Questo tipo di valutazione ampia è uno degli elementi che ha caratterizzato anche l’ultima fase delle due sessioni di workshop, che ha avuto come scopo principale quello di far convergere tutte le informazioni verso definizioni e requisiti più specifici. Complessivamente, i partecipanti, nell’ipotesi di immaginare una possibile personalità del sistema nei veicoli autonomi di livello 5, hanno espresso il bisogno di considerare numerosi aspetti legati al contesto e alle caratteristiche specifiche di ogni singolo utente. I partecipanti hanno discusso di caratteristiche come: dinamicità del sistema e

capacità del sistema di adattarsi continuamente alle situazioni emergenti. Alcuni punti in comune che sono stati riscontrati nelle definizioni fornite dai partecipanti riguardano anche la capacità del sistema di saper entrare in empatia con il passeggero mettendolo a suo agio, e la capacità del sistema di saper comunicare affidabilità e sicurezza all'interno del suo approccio comunicativo. Potremmo quindi confermare che gli utenti hanno generalmente apprezzato la capacità del sistema di mostrare un lato umano attraverso caratteristiche antropomorfe veicolate, in questo caso, usando il linguaggio verbale. È altrettanto vero che il livello e il tipo di antropomorfismo applicato nelle varie situazioni è una variabile importante da considerare (Hoff & Bashir, 2015).

Per esempio, abbiamo notato che la sovraesposizione del modello 2, in termini di antropomorfismo, potrebbe risultare più rischiosa rispetto uno stile d'interazione più neutrale e meno antropomorfo come il modello 1. L'efficienza del modello 2, inoltre, potrebbe dipendere pesantemente dall'applicazione di tecnologie complesse e sofisticate, capaci di catturare, processare e mettere in relazione svariate informazioni dell'utente e del contesto.

Per esempio, la grande apertura alla collaborazione nel modello 3 è stata generalmente apprezzata come caratteristica in se. Il responso complessivo rispetto questo modello è stato però negativo, principalmente a causa della cattiva gestione del sistema decisionale. Questo può significare che, sebbene le integrazioni di singoli parametri progettuali (per esempio un alto livello di collaborazione) potrebbero essere considerati benefici per la UX, la valutazione finale dell'utente dipende dalla percezione complessiva del comportamento del sistema, così come dalle caratteristiche degli individui e dal contesto d'uso. Da un approccio progettuale di tipo top-down, abbiamo imparato che è probabilmente possibile costruire intenzionalmente specifici stili d'interazione partendo da una progettazione di alto livello, stili che possono anche essere riconosciuti e apprezzati dagli utenti. Questo approccio, combinato con un approccio di tipo bottom-up, potrebbe aiutare a considerare le interazioni da una prospettiva differente. Potrebbe essere sfruttato per indirizzare gli utenti a percepire specifiche "personalità del sistema" intenzionalmente implementate per migliorare il rapporto Uomo-Macchina.

Tuttavia, anche identificare parametri di progettazione per creare diversi modelli d'interazione Uomo-Macchina è un processo vantaggioso per i progettisti. I ricercatori hanno bisogno di sperimentare nuovi spazi di progettazione per capire in termini pratici quali sono i limiti e le possibilità di un'ampia varietà di soluzioni attraverso test con utenti. L'esperienza di questo studio suggerisce l'importanza di questa pratica nella ricerca in Design, e la sua capacità di sollevare questioni trasversali che riguardano, sia la maggior parte degli utenti che i singoli individui. Da questo approccio possono emergere strumenti a supporto della progettazione dei sistemi autonomi.

L'autore, comprende anche l'importanza dell'approccio bottom-up. Progettare e valutare l'HMI partendo da singole interazioni potrebbe aiutare i progettisti a svilupparla correttamente, prestando attenzione a dettagli specifici che potrebbero influenzare in modo cruciale la percezione del sistema da parte dell'utente.

Un'altra riflessione riguarda la mutazione della

Nel complesso, secondo la visione dell'autore, è essenziale studiare, comprendere e applicare le dinamiche dell'interazione sociale nell'interazione Uomo-Macchina, ma è comunque importante tenere in mente che l'interazione Uomo-Uomo è di natura diversa rispetto quella Uomo-Macchina.

L'agente artificiale, tuttavia, dev'essere credibile, ma chiaramente distinguibile dagli esseri umani. La sfida più importante per i progettisti dell'interazione resta quindi quella di identificare ed estrapolare elementi utili nell'interazione sociale e trasferirli in maniera appropriata all'interno del rapporto Uomo-Macchina.

Riguardo l'approccio progettuale di alto livello adottato nello studio, esso si è rivelato utile per una maggiore comprensione del rapporto Uomo-Macchina nei veicoli autonomi. Nonostante questo approccio mostri evidenti limiti nell'identificare un'accurata correlazione tra le reazioni degli utenti e i parametri di progettazione all'interno dei modelli, il responso generale dei partecipanti enfatizza l'importanza di una considerazione olistica delle interazioni.

personalità del sistema lungo l'esperienza. I risultati degli esperimenti suggeriscono una maggiore flessibilità invece di un modello d'interazione rigido. Come potrebbero, quindi, modelli d'interazione più flessibili adattarsi a diversi utenti e contesti pur rimanendo coerenti e riconoscibili?

Infine, com'è possibile notare anche dalle ultime dichiarazioni dei partecipanti, il tema dell'affidabilità e della sicurezza restano al centro di questo rapporto. Nonostante tutti i partecipanti abbiano dichiarato complessivamente la loro disponibilità all'uso dei veicoli autonomi di livello 5 prima del test, è stato comunque possibile constatare la presenza di dubbi e incertezze diffuse riguardo l'affidabilità di questa tecnologia.

Contributi finali

All'interno di questo capitolo verranno esposti i contributi finali di questa tesi, frutto delle riflessioni e delle considerazioni derivanti dalle tre esplorazioni progettuali condotte durante il periodo di dottorato (presentate nel capitolo precedente), e dall'analisi della letteratura scientifica.

Il primo contributo che verrà esposto è di carattere prevalentemente teorico, ma intende proiettarsi verso una dimensione più pratica e progettuale. Si tratta dell'individuazione di cinque fattori chiave, in veste di sintesi complessiva di tutte le informazioni rilevanti raccolte durante la ricerca. I cinque fattori individuati hanno lo scopo di raggruppare, e rendere fruibili in ambito progettuale, una serie di informazioni, intuizioni e conoscenze all'interno degli ambiti di ricerca della *User Experience (UX)* e *Human-Machine Interaction (HMI)* nel contesto dei veicoli autonomi. In particolare, i fattori chiave raccolti si soffermano su aspetti progettuali riferiti a servizi AMoD (Autonomous Mobility on Demand).

Successivamente, verranno approfonditi alcuni aspetti specifici dei servizi AMoD, verranno discussi alcuni degli strumenti di supporto all'utente essenziali per migliorare la UX, incentivare l'accettazione e l'adozione di questi servizi, e in maniera più ampia contribuire ad una mobilità sostenibile. Infine, verrà esposto un modello concettuale che ha lo scopo di fornire strumenti per la gestione dell'esperienza a bordo dei veicoli nei servizi AMoD.

5.1 Cinque attributi chiave per la User Experience in AMoD

Le esplorazioni progettuali e tutta la ricerca condotta all'interno dei veicoli autonomi, ma nello specifico in riferimento al contesto dell'AMoD, ha condotto l'autore di questa tesi all'individuazione di cinque fattori essenziali che hanno lo scopo di guidare la progettazione dei servizi e della UX nel contesto dell'AMoD.

I cinque fattori chiave che verranno esposti sono considerati attributi fondamentali che questo tipo di servizi dovrebbero incorporare in ottica di: una UX positiva, una migliore probabilità di accettazione dei veicoli autonomi e di questi servizi da parte degli utenti, e un migliore impatto di questi servizi sull'intero sistema in termini di sostenibilità ambientale, sociale ed economica.

Nei paragrafi successivi verrà mostrata una descrizione più accurata dei cinque fattori chiave individuati.

I fattori sono i seguenti: *Flexibility*, *Responsibility*, *Extraordinary UX*, *All-Inclusive-Simple and Useful*, ed infine *Reliability*.

5.1.1 Flexibility

L'attributo *Flexibility* viene qui inteso in maniera ampia, i servizi AMoD necessitano di flessibilità sotto vari aspetti, sia nella progettazione del servizio, soprattutto nell'interazione tra il servizio e l'utente, che nell'esperienza all'interno del veicolo.

Innanzitutto, la flessibilità è importante soprattutto in considerazione del fatto che questi servizi pubblici verranno fruiti da numerosi utenti, sono quindi necessarie delle soluzioni progettuali flessibili per rispondere ad esigenze diverse. La vasta tipologia di utenti che potrebbero potenzialmente fruire di questi servizi rappresenta quindi un primo grande ostacolo progettuale che richiede uno sforzo notevole di adattamento del servizio su diversi fronti. Fagnant & Kockelman (2015) prevedono l'uso di questi servizi da parte di utenti con fasce di età molto distanti come

bambini e anziani, e utenti con bisogni specifici legati alla disabilità. Ognuna di queste categorie di utenti incorpora una grande varietà di bisogni, basti pensare ai molteplici tipi di disabilità esistenti o alla differenza tra un utente particolarmente anziano e uno in età infantile o adolescenziale.

Ad esempio, una delle questioni critiche legate all'aspetto generazionale degli utenti è il differente approccio con le tecnologie che utenti di età molto distanti potrebbero possedere. Se gli anziani rappresentano una delle fasce di utenti che potrebbero potenzialmente beneficiare maggiormente della tecnologia a guida autonoma, il servizio deve tenere in conto le caratteristiche specifiche di questi utenti, deve quindi fornire una certa flessibilità negli strumenti coinvolti nell'esperienza d'uso. Potrebbero, ad esempio, essere mescolati strumenti analogici e digitali all'interno dell'esperienza, per facilitare l'accessibilità anche a coloro che hanno problemi ad approcciarsi agli strumenti digitali, evitando così il fenomeno del *digital divide*.

Oltre ai bisogni legati a macrocategorie di utenti, si sommano le preferenze e i bisogni individuali di ogni utente che coinvolgono molti altri aspetti oltre quelli demografici o fisici. Ad esempio, gli utenti potrebbero optare per esperienze private o condivise in base alle loro preferenze, o in base al contesto. I fattori contestuali e ambientali rappresentano anch'essi un altro aspetto da considerare, perchè influenzano l'esperienza rendendo la progettazione della UX nei servizi AMoD ancora più complessa.

Un aspetto contestuale rilevante potrebbe riguardare il grado di esperienza che l'utente ha accumulato all'interno del servizio. Utenti che accedono per la prima volta al servizio hanno bisogno di una UX che tenga conto di questo fattore. Alcuni dei risvolti progettuali per questo contesto potrebbero essere ad esempio: maggiore supporto nelle interazioni iniziali prima del viaggio e durante il viaggio, e l'impostazione di un tipo di rapporto Uomo-Macchina specifico. Secondo i risultati emersi nel 3° design study (vedi sezione 4.3), infatti, alcuni utenti potrebbero essere infastiditi nell'incontrare un sistema troppo empatico e socievole nella prima esperienza d'uso, ma potrebbero cominciare ad apprezzare queste qualità del sistema in un secondo momento quando ottengono più familiarità con il contesto.

Potrebbe essere utile, inoltre, progettare una

fase di prenotazione specifica per gli utenti che si avvicinano al servizio per la prima volta, il servizio potrebbe cercare di ottenere maggiori informazioni riguardo le aspettative dell'utente o captare alcuni degli aspetti critici che rappresentano la fonte di paure e timori. Oltre le criticità, il servizio potrebbe raccogliere anche informazioni riguardo le preferenze e gli obiettivi di viaggio dell'utente. La raccolta di queste informazioni potrebbe inoltre essere utile anche per un uso quotidiano del servizio, chiedere, ad esempio, le motivazioni di viaggio e sapere già che tipo di attività l'utente pensa di voler svolgere all'interno del veicolo potrebbe essere utile per impostare i parametri dell'esperienza e attivare dei meccanismi automatici di personalizzazione della cabina del veicolo, come impostare la posizione dei sedili, definire la temperatura, o il tipo di illuminazione ancor prima che l'utente entri nel veicolo.

La progettazione dello *User Journey Map* (UJM), in considerazione delle questioni emerse finora, necessita quindi di una struttura più flessibile e dinamica, basata su più livelli. Un'esperienza progettata in maniera troppo rigida potrebbe non tener conto di tutti i fattori, individuali e contestuali, procurando degli effetti negativi sull'esperienza. La UX, invece, dovrebbe essere adattata e cucita secondo le attitudini e gli obiettivi di ogni utente, deve comprendere le motivazioni e i *pain point* degli utenti e offrire di conseguenza interazioni e interfacce in maniera puntuale.

La grande sfida della flessibilità nei servizi AMoD potrebbe inoltre essere in parte soddisfatta dalla creazione di veicoli con differenti obiettivi e differenti UX. I servizi AMoD potrebbero ampliare la loro gamma di veicoli con tipologie di offerte differenti, questo approccio potrebbe rendere ancora più tangibile la flessibilità del servizio e soddisfare in maniera più efficace i diversi bisogni contestuali o personali degli utenti.

Un altro aspetto che potrebbe ottenere maggiore flessibilità è il prezzo del servizio. La variazione del costo in base a valutazioni personalizzate potrebbe diventare una strategia, ad esempio, per stimolare l'adozione di questi servizi, o offrire a categorie con bisogni speciali (per esempio minori, anziani e disabili) maggiori opportunità per il raggiungimento di una mobilità autonoma.

Inoltre, la flessibilità del prezzo potrebbe essere anche utilizzata per la fidelizzazione dei clienti che usano

questi servizi in maniera più frequente, considerando però anche la combinazione con i trasporti pubblici. L'uso dei trasporti pubblici combinato a questi servizi è essenziale in ottica di un sistema di mobilità sostenibile (Spieser et al. 2014), è quindi necessario valutare attentamente queste strategie tariffarie mirate, per non rischiare di incentivare gli utenti ad un uso improprio di questi servizi (Larsson, 2018).

La flessibilità è anche un fattore importante perché riconduce l'utente all'immaginario dell'auto privata, ad esempio al privilegio di avere il mezzo a disposizione in qualsiasi momento o poterlo configurare secondo bisogni specifici. Ad esempio, la possibilità di configurare gli interni per il trasporto di borse o valigie è un aspetto pratico che può accrescere la percezione di flessibilità del mezzo e del servizio. Inoltre, la flessibilità potrebbe essere scalata anche nella progettazione di tutti i componenti della cabina e nella configurazione degli spazi, soprattutto in vista della possibile grande varietà di NDRA richieste e immaginate dagli utenti all'intero dei veicoli autonomi.

Ad esempio, la scelta di utilizzare proiezioni olografiche come interfacce grafiche all'interno della cabina potrebbe favorire una gestione più flessibile ed efficiente degli spazi, contrastare il problema legato all'usura e i guasti dei componenti fisici ed eliminare la questione dell'igiene (l'accumulo di sporcizia e accumulo di batteri sugli schermi fisici). Le proiezioni olografiche potrebbero inoltre avere il vantaggio di essere attivate solo quando l'utente ne ha bisogno, risultando quindi a tutti gli effetti dei componenti pop-up.

Un altro contesto in cui la flessibilità potrebbe risultare un elemento cruciale è nelle interazioni tra l'utente e i devices installati all'interno della cabina. Ad esempio, un utente che desidera svolgere attività lavorative a bordo potrebbe avere la necessità di accedere ai dati personali e applicazioni software in cui siano incorporate informazioni legate al lavoro; un modo rapido e *seamless* per risolvere questo problema contestuale potrebbe essere la connessione dei device personali al sistema. Lo scambio di dati con il sistema potrebbe permettere anche una maggiore personalizzazione delle interfacce e delle interazioni, rendendo così il sistema più flessibile e attento alle esigenze dei singoli.

Infine, la flessibilità potrebbe risultare un fattore determinante anche nel contesto delle corse condivise. Essendo questa tipologia di fruizione

del servizio estremamente importante per la sostenibilità del sistema (Berger et al. 2014), è necessario che i servizi AMoD sappiano affrontare la sfida di gestire e alternare con grande flessibilità le corse private e in condivisione, puntando a soddisfare in maniera efficace i diversi bisogni degli utenti legati ad ognuna delle due modalità di viaggio.

5.1.2 Responsibility

La responsabilità rappresenta un valore fondamentale nella progettazione della UX nei servizi AMoD.

Responsabilità intesa da parte del servizio nei confronti dell'utente e di tutto il sistema in generale. Nonostante i veicoli autonomi, e in particolare i servizi AMoD, abbiano il potenziale di apportare numerosi benefici, è altrettanto importante ricordare che sono stati evidenziati in letteratura anche diversi rischi e aspetti critici riferiti a questa tecnologia.

Le scelte progettuali dei servizi AMoD e delle relative UX all'interno di questi servizi ricopriranno un ruolo importante nel guidare questa tecnologia verso una direzione preferibile e sostenibile. I progettisti che si occupano di questi servizi dovranno tener conto delle diverse questioni critiche e cercare di mitigarle attraverso strategie e soluzioni mirate. Una delle preoccupazioni emerse rappresenta il possibile abuso di questi servizi (Larsson, 2018), con conseguenti possibili ripercussioni in termini di congestionamento del sistema e aumento degli impatti ambientali dovuti principalmente alle emissioni dei veicoli.

Per affrontare il rischio legato all'abuso di questi servizi, probabilmente non sarà necessario solo intervenire in termini di policy e restrizioni, è anche indispensabile agire attraverso strumenti dal basso che interferiscono direttamente con la quotidianità degli utenti.

Un esempio potrebbe essere l'integrazione di strategie di sensibilizzazione degli utenti all'intero della UX, mirate ad incentivare un uso consapevole e sostenibile del servizio. È importante accrescere la consapevolezza degli utenti riguardo i rischi e gli impatti di un uso improprio di questa tecnologia. Si potrebbe pensare di tenere aggiornato l'utente riguardo le emissioni del suo viaggio, utilizzando

la strategia della *gamification* per rendere meno frustrante la veicolazione di queste informazioni.

Oppure, si potrebbero specificare gli impatti derivati da diverse opzioni di viaggio, incentivando percorsi meno impattanti e più efficienti di altri.

Alcuni studi mostrano come l'aumento dell'intelligenza percepita dagli utenti riguardo i veicoli autonomi rispetto i veicoli tradizionali possa essere sfruttata per influenzare un "*eco-friendly driving behaviour*" (Thill, 2015). Il veicolo autonomo, rispetto al veicolo tradizionale viene percepito come un agente pensante, capace di elaborare le informazioni, prendere delle decisioni ed eseguirle autonomamente. Un sistema intelligente e consapevole potrebbe quindi consigliare soluzioni con un minore impatto ambientale avendo una buona possibilità di influenzare il comportamento dell'utente (Thill, 2015).

Un altro aspetto fondamentale che rientra nelle strategie mirate ad un uso più sostenibile dei servizi AMoD riguarda l'incentivazione delle corse condivise rispetto le corse private, in modo da ottimizzare gli spostamenti e ridurre gli sprechi.

Stimolare gli utenti verso un uso più frequente della condivisione della corsa potrebbe essere possibile attraverso l'offerta di vantaggi economici, come il risparmio sul prezzo del viaggio, o l'integrazione di benefici extra di cui l'utente può beneficiare durante l'esperienza a bordo. Inoltre, i servizi AMoD dovrebbero anche avere la responsabilità di non proporsi come un'alternativa al trasporto pubblico, ma come una soluzione integrativa mirata a soddisfare utenti, situazioni o contesti specifici. Questo concetto potrebbe essere veicolato, ad esempio, attraverso una scelta oculata degli scenari di riferimento in fase di comunicazione, proporre scenari fuorvianti completamente sconnessi agli obiettivi di sostenibilità dei servizi AMoD potrebbe fornire una visione distorta di questi servizi. La scelta di una mobilità mista dovrebbe rimanere la soluzione maggiormente consigliata per un sistema di mobilità più sostenibile (Berger et al. 2014). In tal senso, potrebbero essere suggerite delle opzioni di spostamento multimodali in cui il servizio AMoD copre una parte del viaggio.

I servizi AMoD dovrebbero inoltre puntare ad essere percepiti come una soluzione più sostenibile e più conveniente dell'auto privata. Anche in questo caso, la UX può scoraggiare l'uso di veicoli privati comunicando i benefici personali e collettivi derivati

dall'adozione di questi servizi. Uno strumento efficace per la sensibilizzazione è quindi senza dubbio la comunicazione, usata per veicolare messaggi e valori con l'intento di influenzare il comportamento dell'utente e la sua attitudine verso questa modalità di trasporto.

Una delle grandi sfide dei progettisti della UX nei servizi AMoD è quella di saper bilanciare i possibili benefici derivati dall'uso di questi servizi, con i possibili rischi e gli impatti negativi sul sistema derivati dagli stessi. Inoltre, è poco auspicabile che le aziende produttrici di questi servizi progettino e comunichino una UX con il solo obiettivo di accrescere i profitti economici senza considerare i limiti di questa tecnologia. Tuttavia, per riuscire a gestire i rischi in maniera sostenibile e arginare le possibili speculazioni di aziende private fornitrici dei servizi AMoD è anche opportuno accostare a queste soluzioni "dal basso" anche delle soluzioni governative, è necessario progettare delle policy mirate a risolvere problemi specifici in contesti specifici.

La responsabilità dei servizi AMoD comprende anche la questione dell'uso dei dati personali degli utenti, che rappresenta una delle preoccupazioni maggiori nel contesto dei veicoli autonomi (Adnan et al., 2018). Per far fronte a questo è necessario innanzitutto aumentare il più possibile la trasparenza del servizio. Il concetto di trasparenza può essere implementato attraverso la costante comunicazione di informazioni che mostrano le condizioni di privacy e l'uso che i servizi fanno dei dati che vengono raccolti. Chi si occupa di questioni relative alla programmazione del sistema informatico del veicolo deve affrontare nel miglior modo possibile questo dilemma, che vede da una parte la necessità dell'utente di personalizzare il sistema del veicolo e dall'altra il bisogno di privacy e salvaguardia dei suoi dati personali. Il concetto di privacy dovrebbe essere integrato anche nella progettazione dei componenti interni al veicolo. Ad esempio, nel contesto della corsa condivisa, l'utente potrebbe avere la necessità di proteggere i suoi dati personali proiettati nelle interfacce. Questo tipo di problema potrebbe essere supportato da soluzioni tecnologiche che garantiscono una visibilità dell'interfaccia entro un certo grado di angolazione, garantendo la visualizzazione dei dati solo all'utente fruitore che ha un'angolazione perpendicolare rispetto l'interfaccia.

Per concludere, il valore della responsabilità, nella progettazione della UX nel contesto dei servizi AMoD, potrebbe anche manifestarsi attraverso l'interesse da parte del progettista di integrare contenuti d'intrattenimento all'interno del veicolo con lo scopo di sensibilizzare l'utente riguardo tematiche importanti.

La fruizione di contenuti a bordo che affrontano il tema della mobilità sostenibile potrebbe, ad esempio, indurre l'utente ad un cambio di comportamento proiettandolo verso una nuova consapevolezza, che genera un impatto positivo sia per l'utente che per tutto il sistema.

5.1.3 Extraordinary UX

La progettazione di una UX attrattiva all'interno dei servizi AMoD potrebbe essere uno fattori chiave per il successo e l'adozione di questo tipo di mobilità.

Sono tanti gli ostacoli che potrebbero frenare gli utenti nell'uso di questi servizi, è pertanto fondamentale anche puntare alla costruzione di una UX straordinaria mirata ad accrescere l'attrattività di questi servizi sotto molti aspetti, al fine di mitigare la resistenza all'accettazione e l'adozione di questi servizi da parte degli utenti. Risultati di ricerca empirici hanno dimostrato che le motivazioni edoniche sono il secondo fattore più influente sull'intenzione di usare i veicoli autonomi, dopo la sicurezza (Garidis et al., 2020).

Innanzitutto, uno degli elementi chiave che potrebbe creare maggiore attrazione per questi servizi riguarda il soddisfacimento dei bisogni dell'uomo; bisogni sia legati ad aspetti funzionali che ricreativi.

Incentrare la progettazione dei servizi AMoD su un approccio HCD significa valutare le varie scelte progettuali in base ai bisogni dell'utente, senza correre il rischio di costruire un'offerta che incontra solo le necessità dell'azienda o si basa su valutazioni approssimative concepite dal progettista. L'approccio HCD dovrebbe essere attuato attraverso uno studio approfondito della UX, con lo scopo di identificare e integrare nell'esperienza un appropriato mix di qualità pragmatiche e qualità edoniche (Hassenzahl, 2004).

I servizi AMoD non dovrebbero solo preoccuparsi

di spostare gli utenti da punto A a punto B in maniera efficiente, è necessario incorporare anche delle qualità edoniche all'interno dell'esperienza di viaggio. Ogni singolo task e operazione del servizio dovrebbe risultare anche piacevole oltre che funzionale, suscitando negli utenti delle emozioni positive. I progettisti dovrebbero far leva sulle emozioni degli utenti, costruendo una UX in grado di fornire emozioni positive lungo tutta l'esperienza. L'aspetto emotivo ricopre un ruolo importante nella valutazione delle esperienze (vedi sezione 2.1) e risulta quindi uno dei principali strumenti per guidare gli utenti verso una maggiore possibilità di accettazione e adozione di questi servizi.

Indagare i vari stati d'animo durante l'esperienza, identificando i punti cruciali che potrebbero influenzare positivamente e negativamente le emozioni degli utenti è fondamentale per costruire UX in piena consapevolezza. Alcuni elementi come il suono e la luce potrebbero guidare le emozioni all'interno del veicolo influenzando il giudizio finale dell'utente riguardo l'esperienza vissuta a bordo.

Un altro elemento che potrebbe influenzare le emozioni dell'utente durante l'esperienza riguarda il grado di umanizzazione del rapporto Uomo-Macchina. Come è emerso anche nel 3° design study di questa tesi, l'inclusione di indizi antropomorfi nel sistema potrebbe incrementare la piacevolezza percepita nell'esperienza e fornire emozioni positive durante il viaggio. Questo tipo di soluzione progettuale può essere però più adatta per alcuni utenti e meno adatta per altri. È necessario che i progettisti dei servizi AMoD raggiungano una comprensione sufficientemente adeguata dei bisogni delle varie categorie di utenti in modo tale da progettare esperienze piacevoli attraverso stimoli, interazioni, interfacce e linguaggi adatte ai bisogni dei singoli, e che sappiano guidare gli utenti verso emozioni positive.

I servizi AMoD, inoltre, dovrebbero cercare di colmare la distanza emozionale che intercorre attualmente tra i veicoli pubblici, privati e condivisi in modo da raggiungere i bisogni simbolici ancorati ai veicoli privati come libertà, autonomia e flessibilità (Anable & Gatersleben, 2005; Steg, 2005). La questione potrebbe essere affrontata sia nella fase di comunicazione del servizio che durante l'esperienza. Si potrebbe, ad esempio, enfatizzare il concetto di libertà durante il viaggio, comunicandolo in maniera più o meno esplicita all'inizio della corsa.

In altre parole, i progettisti devono essere in grado di progettare una UX che spinga gli utenti a percepire i servizi AMoD come più attrattivi rispetto i veicoli privati. Se il mezzo privato tende ad attrarre molti utenti per le sue qualità edoniche piuttosto che utilitaristiche (Krueger et al., 2016), i servizi AMoD devono studiare strategie per colmare questi bisogni. Questo *vuoto* può essere riempito attraverso la progettazione di esperienze mirate a soddisfare gli aspetti legati al piacere e lo svago, come mostrato in molti degli scenari esplorati nel 1° Design study. Potrebbero quindi essere fornite delle esperienze che influenzano positivamente il mood dell'utente attraverso soluzioni sorprendenti e stimolanti. Il progettista potrebbe avvalersi della manipolazione delle dimensioni sensoriali per costruire esperienze inedite a bordo. Anche l'integrazione di contenuti d'intrattenimento durante il viaggio potrebbe accrescere l'attrattività di questi servizi e valorizzare il tempo libero durante il viaggio. Ad esempio, potrebbero essere integrati contenuti legati al mondo dell'arte, del turismo, della cultura o del gaming. Per incrementare l'aspetto qualitativo e inedito di questi contenuti potrebbero essere attivate delle collaborazioni con enti esterni al servizio, ad esempio, nel settore turistico potrebbero essere coinvolte istituzioni per la valorizzazione dei beni culturali della città.

In tema di collaborazioni, anche l'integrazione di servizi aggiuntivi a bordo, forniti da aziende terze, (per esempio legati al consumo di cibo) potrebbero aumentare il livello di piacere e soddisfacimento dell'utente all'interno dell'esperienza.

I servizi AMoD potrebbero anche offrire delle esperienze "straordinarie", come lo "stars gazing", distaccate dal bisogno utilitaristico di spostamento urbano.

Questi aspetti edonici dei servizi AMoD dovrebbero anche essere correttamente veicolati attraverso la comunicazione del servizio, ad esempio, attraverso l'uso di immagini contestuali in cui è facile immaginare cos'è possibile fare durante il viaggio, come rilassarsi o altre attività di svago.

Enfatizzare i potenziali aspetti edonici di questi servizi in termini di UX, potrebbe rivelarsi una strategia efficace per aumentare le probabilità di adozione di queste soluzioni di mobilità condivisa, a discapito dei veicoli privati. Nella valutazione di queste strategie, è però opportuno tenere in mente sempre i possibili rischi di un uso massivo o

improprio di questi servizi, l'obiettivo resta quindi quello di saper bilanciare l'opportunità per nuovi scenari d'uso con i limiti di questa tecnologia.

5.1.2 All-inclusive, simple and useful

Se nell'attributo precedente le considerazioni progettuali si sono focalizzate maggiormente sull'importanza delle qualità edoniche, gli aspetti legati al piacere e l'importanza delle emozioni positive nella UX nei servizi AMoD, all'interno di questo paragrafo verranno invece affrontate questioni più utilitaristiche e pragmatiche, elementi che risultano altrettanto importanti per l'accettazione e l'adozione dei servizi AMoD (vedi sezione 1.2.5). Uno dei benefici pratici e tangibili che questi servizi possono apportare nella vita quotidiana degli utenti è quello di liberarli da una serie di preoccupazioni, responsabilità e impegni che attualmente affrontano per la gestione del veicolo privato (Larsson, 2018). "All-inclusive" è quindi inteso come l'offerta di un pacchetto completo di mobilità che soddisfa l'utente nei suoi bisogni di spostamento urbano senza però richiedere l'impegno, l'impatto e i costi di un veicolo privato. I servizi AMoD per essere percepiti più vantaggiosi dovrebbero prendersi carico di tutte le responsabilità legate allo spostamento degli utenti, offrendo la possibilità all'utente di liberarsi della maggior parte delle operazioni secondarie. La manutenzione del veicolo, l'assicurazione e gli aspetti più pratici come il rifornimento del veicolo dovrebbero essere tutti a carico del servizio per semplificare l'esperienza di spostamento.

La progettazione dei servizi AMoD deve saper trarre vantaggio da questi, ed altri potenziali benefici, cercando di far percepire il più possibile questi servizi come più pratici, più semplici, più convenienti e meno onerosi rispetto ai veicoli di proprietà. Mettere in atto questi obiettivi significa comunicare in maniera strategica, attraverso i vari touchpoint, quelle che sono le peculiarità del servizio che lo rendono utile e facile da usare.

Alcuni espedienti per migliorare la percezione di utilità e la facilità d'uso sono per esempio: mostrare attraverso esempi pratici come questa tecnologia potrebbero migliorare la vita individuale e collettiva sotto diversi aspetti, mostrare specifiche fasi

critiche dell'esperienza evidenziando la facilità d'uso e l'accessibilità al servizio e alla tecnologia.

La facilità d'uso può essere veicolata anche attraverso una precisa ed efficace comunicazione delle operazioni necessarie per iniziare ad usufruire del servizio. Favorire l'accessibilità al servizio potrebbe aumentare la percezione della facilità d'uso del servizio. Un'altra strategia per migliorare la facilità d'uso può essere quella di integrare elementi di familiarità nella progettazione di questi servizi, applicando processi e dinamiche di utilizzo già note agli utenti. Ad esempio, l'adozione di molte dinamiche già presenti nei servizi di *carsharing* tradizionali e nei comuni taxi potrebbe facilitare la comprensione del funzionamento di questi servizi, soprattutto nelle prime esperienze. Diminuendo lo sforzo dell'utente nella costruzione di un nuovo modello mentale. Pertanto, anche l'uso delle tecnologie dev'essere intelligente, l'obiettivo principale dev'essere quello di semplificare e rendere fluida l'esperienza. Bisognerebbe evitare tecnologie troppo complesse da gestire per l'utente, o soluzioni troppo lontane dagli standard. L'utente nel contesto AMoD, rispetto al contesto del veicolo privato, non ha a disposizione la fase di apprendimento quotidiano che gli permette di comprendere nel lungo termine il funzionamento dell'interfaccia Uomo-Macchina. I progettisti, consapevoli di questi aspetti, dovrebbero progettare interazioni e interfacce intuitive in grado di essere comprese e assimilate nel minor tempo possibile. Una delle soluzioni per accelerare i tempi di apprendimento potrebbe essere quella di sfruttare i dispositivi personali degli utenti come prolungamento della HMI, sfruttando così la familiarità di queste interfacce. Attenzione però a non creare un sovraccarico di informazioni nei dispositivi personali, è necessario considerare attentamente i momenti giusti e le modalità adatte per il loro utilizzo.

Alcuni studi in letteratura suggeriscono altri aspetti pratici che potrebbero migliorare la percezione di utilità e la facilità d'uso di questi servizi: la convenienza economica rispetto i veicoli di proprietà, la garanzia verso tempi di attesa rapidi, e la comodità di esser prelevati direttamente di fronte casa e lasciati di fronte alla destinazione finale (Krueger et al., 2016).

Offrendo questi vantaggi appetibili per l'utente, il servizio deve però assumersi anche la responsabilità di garantire un supporto continuo

durante l'esperienza, che diventerà cruciale nel caso in cui uno di questi benefici dovesse venire meno. Ad esempio, dare la possibilità all'utente di tracciare il veicolo durante l'arrivo di fronte alla propria abitazione potrebbe mitigare lo stress derivato dall'attesa, e aumentare la consapevolezza dell'utente riguardo lo stato del processo.

Nel caso di rallentamenti dovuti al traffico, il sistema di tracciamento potrebbe comunicare la reale causa del ritardo, aiutando così l'utente a comprendere meglio la situazione e ad accettare il disagio che non è direttamente connesso ad una scarsa prestazione del servizio.

Un'altra questione cruciale potrebbe riguardare l'impossibilità per il veicolo di raggiungere la posizione esatta dell'abitazione dell'utente, in questo caso il sistema del servizio dovrà intervenire in maniera tempestiva per risolvere anticipatamente la questione e fornire delle informazioni precise su dove verrà effettuato il prelievo del passeggero.

Secondo i risultati emersi all'interno del 3° Design study di questa tesi, considerando le reazioni al modello d'interazione 3, gli utenti potrebbero sviluppare dei sentimenti di ansia, irritazione e fastidio nel caso in cui un sistema non si comporti in maniera prevedibile e non rispetti scelte precedentemente concordate.

Un altro aspetto che può aumentare l'utilità percepita di questi servizi riguarda l'adattamento della UX alle diverse motivazioni ed esigenze di viaggio degli utenti. Potrebbero essere offerte soluzioni *seamless*, ad esempio, attivando collaborazioni con altri attori. Nel caso in cui l'utente debba raggiungere l'aeroporto, si potrebbero ipotizzare collaborazioni con l'ente organizzativo dell'aeroporto per poter effettuare un check-in direttamente all'interno del veicolo ed essere accompagnati direttamente al gate di riferimento. Oppure nel caso in cui l'utente debba raggiungere un ospedale per una visita medica, offrire tutte le informazioni necessarie durante il tragitto in collaborazione con l'ente ospedaliero permettendo al veicolo di accedere nell'area riservata della struttura medica fino all'ingresso.

Se invece l'utente deve raggiungere un concerto o un evento fuori città, ma ha problemi a prendere i mezzi di trasporto tradizionali, potrebbero essere offerte delle opzioni di spostamento ad hoc per l'evento, personalizzando, se possibile, anche l'esperienza a

bordo in relazione alle caratteristiche dell'evento.

5.1.3 Reliability

L'ultimo attributo, ma probabilmente anche il più importante, è quello dell'affidabilità, intesa nei confronti del servizio e dei veicoli autonomi. Affidabilità innanzitutto perché i servizi AMoD si basano su l'uso dei veicoli autonomi di livello 5, una tecnologia che secondo diversi studi provoca ancora molte perplessità negli utenti, dubbi che spesso si tramutano in una scarsa fiducia e scarsa disponibilità all'uso di questi veicoli (Abraham et al., 2016; Menon et al., 2016; Schoettle & Sivak, 2014).

La questione della fiducia nei confronti dei veicoli autonomi è quindi un grande problema per i servizi AMoD, forse il più grande di tutti, è uno dei fattori più determinanti nel processo di accettazione e adozione di questi servizi da parte degli utenti (Choi & Ji, 2015; Zhang et al., 2019).

I clienti di questi servizi potrebbero inoltre legare l'affidabilità nei confronti dei veicoli autonomi all'affidabilità al servizio (Larsson, 2018), è necessario quindi che entrambi, il sistema del veicolo e il sistema servizio, mantengano un appropriato livello di affidabilità percepito in modo da diminuire i rischi di disuso o uso improprio da parte degli utenti (Parasuraman et al., 2008). Un servizio poco affidabile potrebbe, ad esempio, influenzare l'utente a percepire anche i veicoli associati al servizio come poco affidabili. Una visione di sistema è quindi necessaria nella progettazione dei servizi AMoD, servono strategie mirate a costruire un appropriato livello di fiducia degli utenti riguardo il servizio e il veicolo.

Gli interventi progettuali mirati a calibrare la fiducia dell'utente dovrebbero tenere in considerazione l'intera esperienza, sia all'interno del veicolo che fuori dal veicolo.

I progettisti della UX nei servizi AMoD dovrebbero essere in grado anche di individuare, e monitorare, alcuni dei momenti e contesti critici che rappresentano un potenziale rischio per la perdita di fiducia e affidabilità sul servizio da parte degli utenti. Per esempio, uno dei momenti più delicati per l'utente potrebbe riguardare il suo primo approccio al servizio, questa situazione può diventare ancora

più delicata se si tratta della prima esperienza all'interno di veicoli autonomi di livello 5. La prima impressione è estremamente importante per l'utente perché contribuisce alla costruzione delle prime valutazioni e fonda le basi per la reputazione che l'utente sviluppa riguardo entrambi, il servizio e la tecnologia a guida autonoma. Nel caso di comunicazioni pubblicitarie multimediali (per esempio spot video), estremamente sintetizzate in pochi contenuti visuali e testuali, esiste il rischio di fornire una comunicazione superficiale e incompleta all'utente. Una mancata comunicazione di alcune caratteristiche peculiari del servizio all'interno di uno spot pubblicitario (per esempio il livello di automazione del sistema installato nei veicoli) potrebbe creare una discrepanza tra le aspettative dell'utente e le effettive caratteristiche del servizio e del veicolo. È necessario quindi mantenere una certa integrità delle informazioni sin dal primo approccio, la comunicazione deve risultare chiara e trasparente riguardo gli scopi e le caratteristiche principali del servizio e della tecnologia a guida autonoma.

Nella comunicazione del servizio, e della tecnologia adottata, dovrebbero essere inclusi aspetti apparentemente banali ma fondamentali come: la capacità del sistema di gestire il controllo totale delle operazioni di guida durante la corsa, la mancanza di strumenti tradizionali che permettono il controllo delle operazioni di guida all'utente (per esempio il volante) e il passaggio di ruolo dell'utente da guidatore a passeggero per tutta la durata della corsa. Queste informazioni appena citate sono utili perché chiariscono alcune delle caratteristiche cruciali e rivoluzionarie della tecnologia a guida autonoma.

La comunicazione dovrebbe mirare anche a rappresentare il sistema di automazione del veicolo come esperto (Hoff & Bashir, 2015). Mostrare l'affidabilità del sistema attraverso, ad esempio, informazioni scientifiche e test di sicurezza precedentemente effettuati. Attenzione, però, a non descrivere il sistema come perfetto e privo di qualsiasi probabilità di fallimento. Un utente che reputa il sistema a guida autonoma come un sistema perfetto e infallibile potrebbe subire un brusco abbassamento del livello di fiducia nel momento in cui si verifica il primo errore nel sistema. Questo fenomeno è dovuto al gap che si crea tra aspettative dell'utente e le capacità performative reali del sistema (Thill, 2015).

Inoltre, secondo la teoria dell'influenza sociale

(Klößner, 2014; Barth et al., 2016; Zhang et al., 2020), inserire tra le informazioni presentate all'utente testimonianze positive condivise da parte di altri utenti che hanno già usato questa tecnologia potrebbe migliorare la reputazione del sistema e influenzare la disponibilità all'adozione di questi servizi. Una buona reputazione del sistema è stata positivamente correlata con alti livelli di fiducia (Hoff & Bashir, 2015). La reputazione del sistema rappresenta anche un fattore cruciale a bordo del veicolo, soprattutto in un contesto di primo approccio. Hoff & Bashir (2015) suggeriscono alcuni indizi pratici per migliorare la reputazione e la fiducia dell'utente riguardo il sistema autonomo del veicolo. Uno di questi indizi suggeriti da Hoff & Bashir riguarda, ad esempio, l'integrazione di indizi antropomorfi nell'interfaccia e nelle interazioni con il sistema. Attributi antropomorfi potrebbero essere più evidenti durante le fasi più delicate dell'esperienza, come il primo ingresso nel veicolo. Accogliere l'utente con un saluto comunicato attraverso l'uso di una voce umana potrebbe aumentare la percezione di antropomorfismo del sistema e rendere più accogliente il suo ingresso nel veicolo. Se la qualità della voce risulta più antropomorfa e meno artificiale è più probabile che l'utente non la riconosca come falsa e fittizia.

Un altro aspetto che aiuta a sostenere la fiducia dell'utente nei confronti del sistema del veicolo riguarda la questione della trasparenza (Hoff & Bashir, 2015). Il sistema deve trasmettere un elevato livello di trasparenza durante le interazioni con l'utente, comunicando opportuni feedback quando è necessario. La trasparenza può risultare un elemento cruciale soprattutto nel momento in cui si verificano degli errori del sistema. Ad esempio, se nel processo di avvio del veicolo dovessero verificarsi errori sarebbe opportuno che il sistema li comunichi immediatamente all'utente inserendo le motivazioni per cui si sono verificati e il possibile impatto di questi errori sul funzionamento del sistema. Se si tratta di errori che non compromettono il funzionamento generale del sistema sarebbe opportuno comunicarlo all'utente per tranquillizzarlo ed evitare che questo evento impatti negativamente sulla sua fiducia.

Un altro elemento per migliorare fiducia dell'utente riguarda la capacità del sistema di offrire un certo grado di personalizzazione dell'esperienza (Hoff & Bashir, 2015). La personalizzazione può riguardare ad esempio la possibilità di scegliere lo stile di guida

o il tipo percorso da eseguire per raggiungere la destinazione.

Tuttavia, l'utente ha bisogno di essere informato costantemente sullo stato del sistema, sulle intenzioni, le motivazioni e le modalità di operazione, per aumentare anche la percezione di controllo che è direttamente connessa con la fiducia dell'utente (Hoff & Bashir, 2015).

Le caratteristiche delle informazioni, e le modalità di trasmissione delle stesse, andrebbero progettate in base al contesto di riferimento (per esempio in base alle task) e in base alle caratteristiche dell'utente (caratteristiche psicologiche) (Hoff & Bashir, 2015).

Per esempio, nell'operazione di sorpasso è utile che il sistema gestisca questa task in maniera trasparente, prevedibile e chiara. Attraverso una, o più interfacce, il sistema deve fornire le giuste comunicazioni prima, durante e dopo il sorpasso per garantire che l'utente sia cosciente della situazione e abbia capito le motivazioni e le intenzioni del sistema. Le informazioni che accompagnano questo tipo di evento potrebbero essere veicolate attraverso interfacce grafiche in cui viene rappresentato lo scenario stradale e un'anticipazione della traiettoria del veicolo utile a fornire una certa prevedibilità delle operazioni del sistema. Tuttavia, le modalità di comunicazione Uomo-Macchina possono variare in base al contesto, un utente che sta guardando un film potrebbe essere infastidito dalla voce di un assistente vocale che gli comunica informazioni durante un sorpasso, lo stesso utente però potrebbe apprezzare queste informazioni in una circostanza diversa.

L'utente potrebbe subire un calo di fiducia per cause di varia natura e decidere di non fidarsi più del veicolo o del servizio in generale. Per gestire questa questione estremamente complessa e dinamica, potrebbero essere utili strategie diffuse e costanti nel tempo che hanno lo scopo di monitorare lo stato dell'utente per riuscire a captare i momenti critici e intervenire prima che l'utente decida di smettere di usare il servizio. In tal senso, potrebbero essere acquisiti indici fisiologici (per esempio frequenza cardiaca e attività elettrodermica) con il supporto di *personal wearable devices*, così da valutare lo stato funzionale dei passeggeri, anticipare e affrontare eventuali comportamenti anomali.

In maniera più ampia, questo monitoraggio può essere attuato attraverso un adeguato supporto dell'utente, prima, durante e dopo la corsa. Un'altra soluzione progettuale all'interno dei veicoli, per

accrescere la fiducia dell'utente e aumentare la sua volontà di affidamento al servizio e nel veicolo, potrebbe essere l'installazione di dispositivi di emergenza a bordo per permettere all'utente di attivare una richiesta di emergenza in caso di bisogno urgente. Oppure, per questioni meno urgenti, il sistema potrebbe richiedere semplicemente dei *feedback* all'utente durante la corsa, in modo da regolare la UX in base ai suoi bisogni. La strategia dei *feedback* potrebbe risultare però poco efficace per alcune situazioni, in casi specifici potrebbe essere necessario offrire la possibilità di interloquire direttamente con un operatore del servizio. Questo tipo di supporto diretto non dovrebbe però limitarsi ad occasioni estremamente gravi e al limite, in questi casi gravi potrebbe essere troppo tardi recuperare un livello di fiducia dell'utente sufficientemente adeguato a scongiurare l'abbandono del servizio.

Il contatto diretto con un operatore dovrebbe essere reso disponibile almeno per il periodo iniziale fino a quando non si verifica l'adozione effettiva del servizio da parte dell'utente. Il supporto può essere cruciale nel caso di eventi straordinari come incidenti o errori del sistema che potrebbero provocare una diminuzione del livello di fiducia dell'utente. In questi casi, potrebbe essere utile indagare tempestivamente eventuali ripercussioni sulla fiducia per cercare di mitigare e migliorare la situazione attraverso eventuali rimborsi economici, supporto personale o assicurazioni e garanzie.

Il servizio, potrebbe dedicare una sezione all'interno dei suoi canali per questo tipo di supporto, in cui si affronta il problema sicurezza. Potrebbero inoltre essere pubblicati i risultati di test frequenti che vengono eseguiti ai veicoli, raccomandazioni da parte di esperti, ed eventuali garanzie in caso di problemi riscontrati durante l'esperienza. La velocità delle risposte del servizio ad eventuali lamentele, richieste di informazioni o altro da parte dell'utente potrebbe anche giocare un ruolo importante sull'affidabilità del servizio. Per i servizi AMoD non sono solo fondamentali le prestazioni e l'affidabilità del veicolo, ma entra in gioco anche la reputazione del brand del servizio (Larsson, 2018) che sotto forma di ombrello si assume la responsabilità di tutti i componenti del sistema che gestisce.

5.2 Implicazioni progettuali dei cinque attributi

Quest'ulteriore contributo sviluppato all'interno della tesi nasce dal bisogno di indirizzare i cinque attributi, essenziali per la UX nei servizi AMoD, verso una dimensione ancora più pratico-progettuale. L'autore, consapevole delle difficoltà, e i limiti dell'applicazione di indicazioni e considerazioni di tipo teorico in ambito progettuale, ha sviluppato ulteriori indagini più approfondite focalizzando l'interesse su aspetti specifici, con l'intento di esplorare ed individuare possibili soluzioni operative.

L'analisi e lo sviluppo di queste soluzioni operative si basa in gran parte sull'idea suggerita da Fagnant et al. (2015), secondo cui la progettazione dei servizi AMoD dovrebbe fondarsi su una combinazione di elementi estrapolati dai *carsharing* convenzionali e i servizi taxi, successivamente riadattati alle esigenze del contesto dei veicoli autonomi.

104 Partire dallo studio di questi servizi analoghi, potrebbe rivelarsi una strategia utile soprattutto in mancanza di uno standard progettuale di riferimento. All'interno di questo ambito sono ancora molti i dubbi riguardo al come questi servizi dovrebbero essere progettati. L'assenza di uno standard progettuale è in parte dovuto anche alla mancanza di diffusione di questi servizi a livello globale, e quindi ad una mancanza di esperienza progettuale stratificata e costruita sulla base di esperienze quotidiane calate in contesti reali.

Partendo dall'idea di Fagnant et al. (2015), l'analisi, intende quindi esplorare soluzioni progettuali che includono importanti elementi provenienti dai servizi di *carsharing* convenzionale e dai servizi taxi, rielaborati e integrati in considerazione delle principali peculiarità derivate dall'introduzione dei sistemi a guida autonoma all'interno dei veicoli.

Le considerazioni progettuali che verranno discusse in quest'ulteriore analisi contemplano diversi aspetti e interferiscono in maniera diversa con le tre fasi principali della UX: prima, durante e dopo il viaggio. Questo approfondimento progettuale è stato svolto anche con la consapevolezza che la progettazione integrale di una UX per un servizio AMoD comprende tantissimi aspetti e coinvolge diverse aree di ricerca

difficilmente includibili tutte all'interno di questo studio.

Inoltre, l'autore è consapevole che la progettazione operativa di questi servizi dovrebbe anche includere la creazione di modelli ingegneristici predittivi con lo scopo di sviluppare diversi scenari utili alla valutazione dei rischi e degli impatti in base alle caratteristiche di specifici contesti di applicazione, in modo da impostare il servizio secondo requisiti specifici richiesti dal contesto. Prendendo atto dell'impossibilità di poter fruire di questi strumenti complessi di valutazione all'interno di questo studio, l'obiettivo dell'autore è quello di analizzare alcuni aspetti specifici dei servizi AMoD che sono strettamente connessi al campo di ricerca della UX e dello *HMI*.

Tuttavia, l'autore ritiene necessario associare alle considerazioni progettuali qui proposte delle valutazioni più ampie prima di arrivare ad una proposta definitiva e globale del servizio.

Le considerazioni emerse in questa analisi vanno riadattate e scalate in base a fattori contestuali di varia natura, alcuni dei quali possono essere di tipo geografico, socioculturale, ambientale, economico e politico.

È importante anche sottolineare che le considerazioni progettuali si basano sull'approccio dello HCD e non sull'approccio dello *User-Center Design*; significa che il focus dell'analisi sono le caratteristiche naturali generali e le peculiarità della psicologia e della percezione umana, e non le caratteristiche individuali e incentrate sull'analisi più approfondita di un target di utenti di riferimento. Pertanto, queste valutazioni vanno anche riadattate e personalizzate a seconda dei bisogni individuali degli utenti.

5.2.1 Strumenti per il supporto dell'utente durante l'esperienza

Il ruolo del supporto nei confronti dell'utente durante tutta l'esperienza è estremamente importante nei servizi AMoD, come già discusso in precedenza all'interno dei principali attributi del servizio, questo fattore risulta determinante nel processo di adozione e accettazione di questi servizi.

Secondo le conoscenze acquisite durante la revisione della letteratura, i processi di accettazione e adozione

sono caratterizzati da una rete di fattori che influenzano questi fenomeni in maniera complessa. Uno dei fattori più influenti nell'accettazione e l'adozione dei servizi AMoD riguarda l'integrazione della tecnologia autonoma nei veicoli, questo fattore ricopre un ruolo cruciale e produce molte preoccupazioni negli utenti (per esempio legate alla fiducia e alla privacy) durante tutta l'esperienza. Questo è uno dei motivi principali per cui offrire supporto agli utenti rappresenta un punto nevralgico dei servizi AMoD, il supporto dovrebbe essere costante e duraturo.

I servizi AMoD dovrebbero offrire supporto attraverso diversi canali e diversi strumenti messi a disposizione per l'utente durante tutta l'esperienza. All'interno di questa sezione verranno mostrati alcuni canali e strumenti di supporto individuati secondo valutazioni che tengono conto principalmente della grande varietà dei potenziali utenti in questi servizi, e quindi dei molteplici e diversi bisogni degli utenti.

Innanzitutto, è stata elaborata e fornita una visualizzazione complessiva dei possibili *touchpoint* coinvolti nel servizio lungo le fasi principali della UX (vedi Fig. 23).

L'analisi dei *touchpoints* ha previsto uno scernimento tra *touchpoints* fisici e *touchpoint* digitali, questa suddivisione risulta utile in quanto si sofferma sull'importanza di considerare entrambe le forme d'interazione con il servizio.

Nonostante le tecnologie informatiche e digitali abbiano il potenziale di migliorare, o addirittura permettere la fruizione dei servizi di mobilità (Neely, 2008), è importante tenere in mente che la tecnologia a guida autonoma offre mobilità anche a fasce di utenti caratterizzati spesso da una minore capacità di accesso a queste tecnologie (per esempio gli anziani). Pertanto, è fondamentale diversificare i *touchpoint* del servizio per incrementare le possibilità di accesso da parte di più fasce di utenti meno esperte con queste tecnologie.

L'utilizzo di canali di comunicazione tradizionali (come la radio, la tv o cartelloni pubblicitari) per la comunicazione e la pubblicizzazione dei servizi AMoD potrebbe essere cruciale per evitare di escludere tutte quelle fasce di utenti che per vari motivi non hanno le possibilità di accedere a canali digitali d'informazione come e-mail o piattaforme web. Le informazioni necessarie per iniziare a fruire del servizio dovrebbero essere a disposizione

all'interno di diversi canali e non centralizzate su un unico canale.

Un utente dovrebbe avere la possibilità di contattare il servizio per ricevere maggiori informazioni tramite e-mail o decidere di recarsi in un luogo fisico (per esempio infopoint installato in città) in cui è possibile reperire le stesse informazioni senza la mediazione di strumenti digitali.

Lo stesso dovrebbe valere, ad esempio, per le operazioni di accesso al servizio come la registrazione e la prenotazione della corsa. I progettisti della UX in AMoD dovrebbero trarre vantaggio dal grande potenziale fornito dai strumenti digitali per lo svolgimento di queste operazioni, ma devono tenere anche in conto di fornire delle soluzioni alternative ai canali tradizionali. Se per esempio il canale principale previsto per la registrazione al servizio è la piattaforma web del servizio, potrebbe essere messa a disposizione anche una registrazione al servizio via telefono o all'interno di un infopoint fisico.

Riguardo l'operazione di prenotazione della corsa, invece, potrebbero essere integrate delle soluzioni intelligenti nelle applicazioni mobile (installate sul dispositivo personale dell'utente) che permettono di gestire la prenotazione in remoto di altri utenti terzi che non sono capaci di gestirla in maniera autonoma. Per esempio, un genitore che ha sufficiente dimestichezza con gli strumenti digitali potrebbe gestire la prenotazione in remoto di un un veicolo per il figlio che si trova dall'altra parte della città. Lo stesso, potrebbe valere per un utente di età avanzata che ha poca dimestichezza con gli strumenti digitali, ma ha bisogno di uno spostamento autonomo all'interno della città, un tutore o un familiare potrebbe gestire le operazioni da remoto per lui e garantire l'accessibilità al servizio.

Anche durante la corsa è necessario mantenere una flessibilità nei *touchpoint* proposti. Si potrebbe offrire l'opportunità all'utente di utilizzare diverse modalità d'interazione con il sistema; attraverso il dispositivo personale, attraverso i dispositivi installati nel veicolo o attraverso una modalità ibrida che coinvolge entrambi i dispositivi.

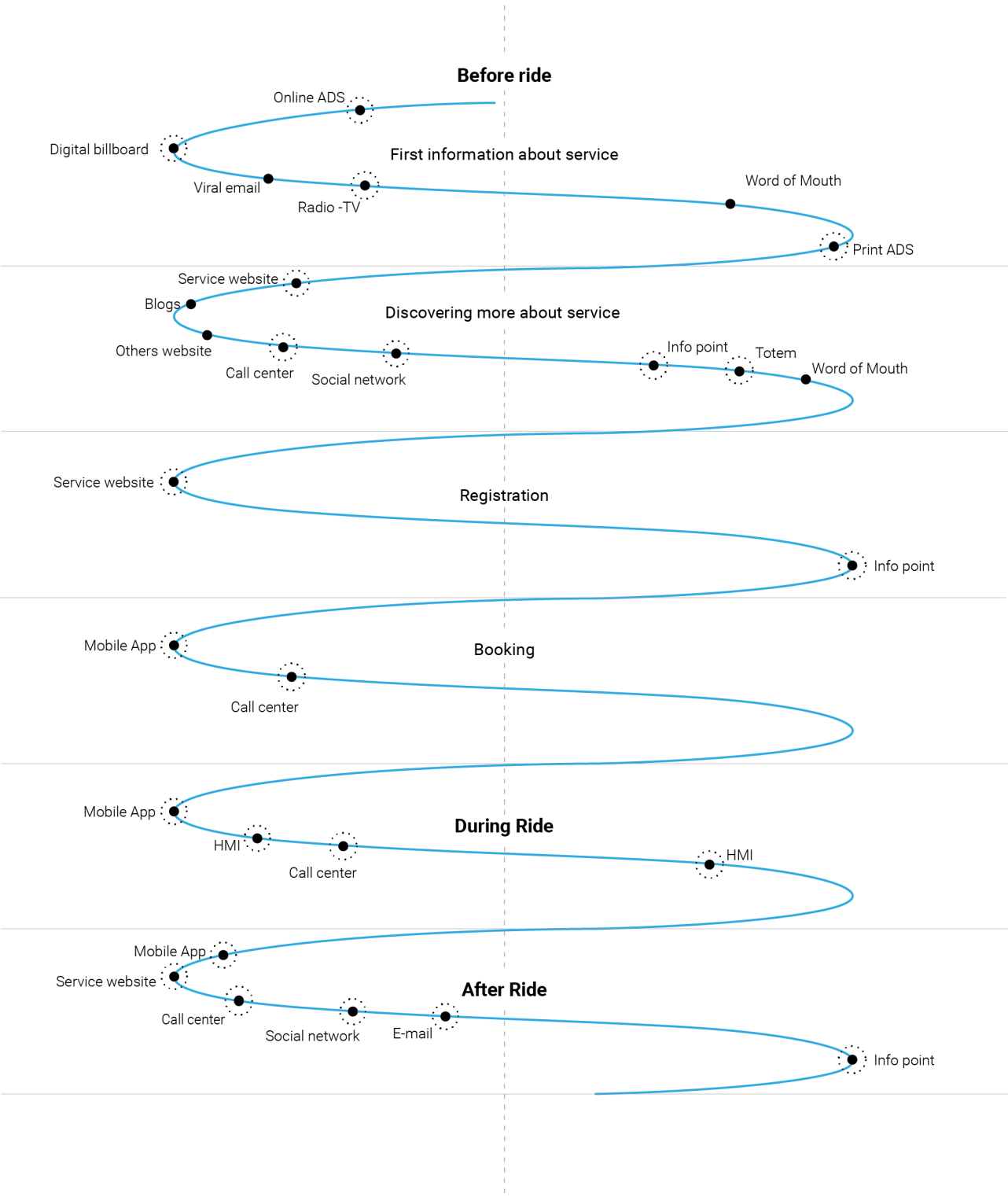
Come già emerso nei 5 attributi, potrebbe inoltre essere offerto un servizio di emergenza a bordo che permette di interloquire con un operatore del servizio, per velocizzare e garantire l'operazione di supporto soprattutto nel caso in cui i dispositivi personali dell'utente dovessero non funzionare correttamente.

● Unmanaged Touchpoint ● Managed Touchpoint

DIGITAL TOUCHPOINTS

PHYSICAL TOUCHPOINTS

106



Infine, nella fase post-viaggio, l'offerta di vari canali di supporto può aumentare le possibilità di soddisfare l'utente nelle sue richieste e aumentare la probabilità di ottenere un suo feedback riguardo l'esperienza di viaggio. Il feedback potrebbe essere rilasciato considerando diversi livelli di approfondimento. A seconda del contesto e dalle caratteristiche dell'utente si potrebbe offrire l'opportunità di valutare l'esperienza in maniera abbastanza rapida attraverso operazioni veloci, o nel caso di utenti più motivati offrire la possibilità di scrivere un commento libero o compilare un form più strutturato in cui vengono esaminati diversi

questioni importanti di maggiore interesse progettuale. Il punto 1 è importante perchè rappresenta il momento in cui l'utente sceglie una delle due modalità di viaggio, privata o condivisa, ed è qui che avviene anche l'impostazione dell'esperienza a bordo del veicolo. Nel punto 2 sono inclusi: la possibilità di tracciare il veicolo durante l'attesa del suo arrivo, il primo approccio con il veicolo, la gestione dell'HMI attraverso i dispositivi personali dell'utente, la conclusione della corsa e la raccolta di feedback riguardo l'esperienza. Nel punto 3 è stata ipotizzata la possibilità per l'utente di recuperare informazioni riguardo le corse passate, inviando,

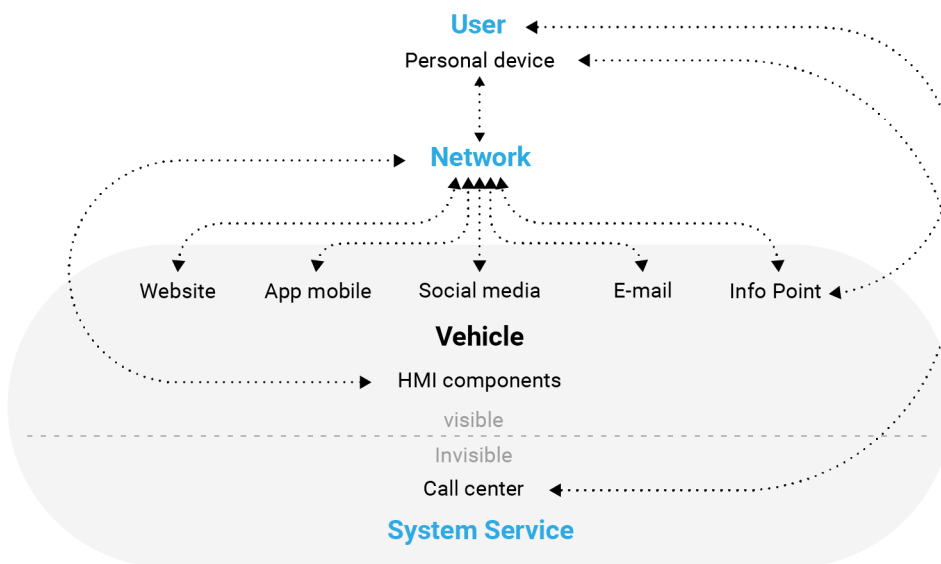


Fig. 24 - Sistema di comunicazione dei vari strumenti di supporto

aspetti dell'esperienza.

Le considerazioni emerse finora hanno contribuito all'individuazione di alcuni dei possibili *touchpoint* lungo la UX nei servizi AMoD. I risultati di questa analisi sono stati sintetizzati e riportati in Fig. 23.

In Fig. 25, è invece mostrata un'architettura delle informazioni di un'ipotetica applicazione mobile associata al servizio AMoD. Lo sviluppo di questo contenuto (Fig. 25) è servito all'autore per innescare ulteriori riflessioni riguardo le proposte discusse finora.

Nello schema (Fig. 25) sono stati evidenziati in particolare 5 sezioni/fasi cruciali che rappresentano

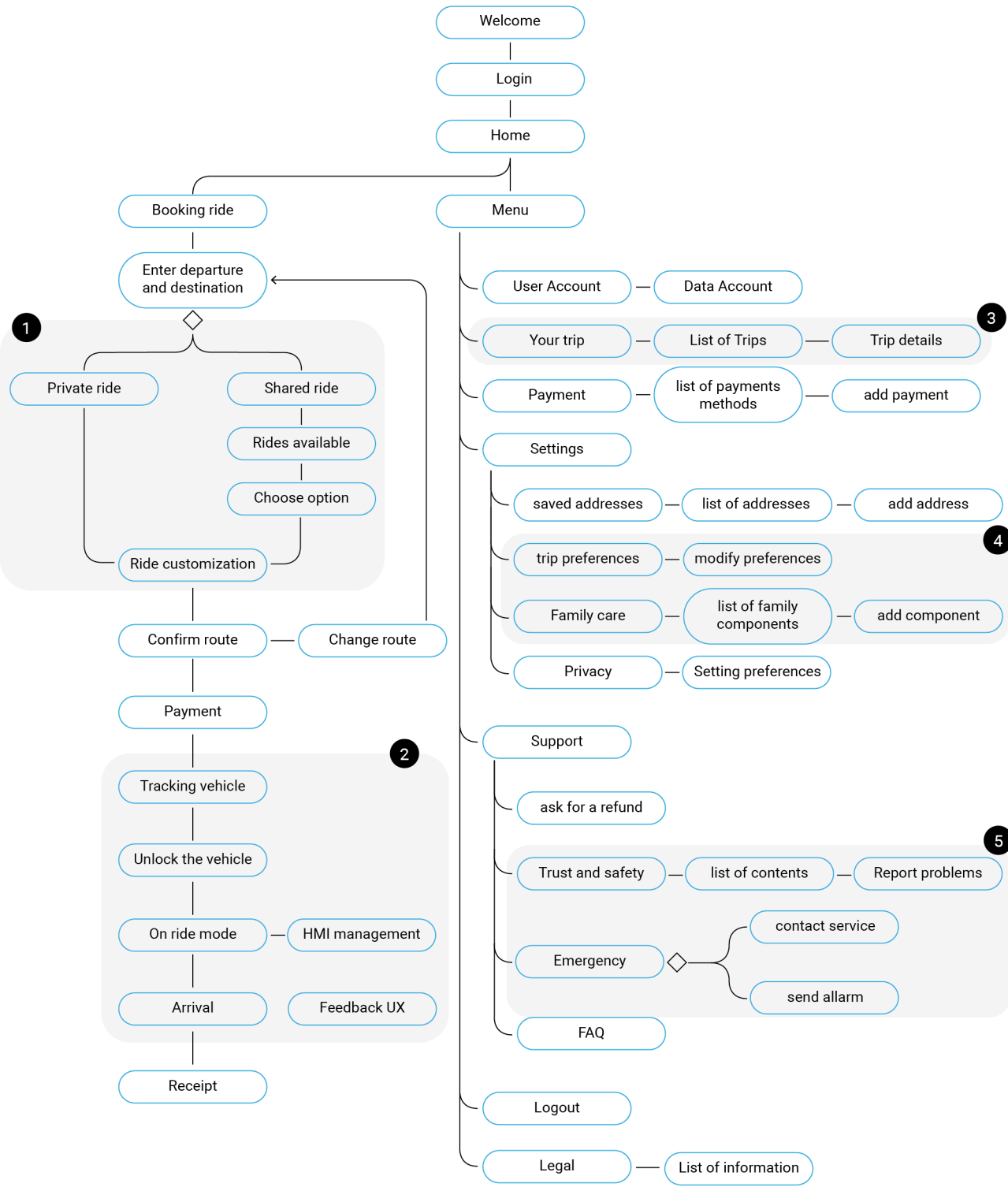
ad esempio, eventuali segnalazioni connesse ad esperienze specifiche. Il punto 4 è importante perchè permette all'utente di comunicare al sistema le sue preferenze di base per permettere al servizio di personalizzare l'esperienza e renderla unica in base ai suoi bisogni specifici. Sempre nel punto 4 è presente l'opzione di prenotazione e gestione della corsa da remoto, soluzione ipotizzata per coloro che non sono in grado di gestire le varie operazioni del servizio in maniera autonoma. L'ultimo punto, il numero 5, è cruciale perchè rappresenta la parte dedicata al supporto, la sicurezza e la gestione delle situazioni di emergenza.

Infine, in Fig. 24 è mostrato uno schema concettuale di alto livello che ipotizza le modalità d'interazione dei vari strumenti di supporto ipotizzati per il servizio AMoD. La connessione tra questi strumenti

Fig. 23 - Analisi dei *touchpoints* per i servizi AMoD

INFORMATION ARCHITECTURE

108



è possibile attraverso la rete internet che viene sfruttata per veicolare le informazioni all'interno dei vari canali: la piattaforma web del servizio, l'applicazione mobile, i social media, l'e-mail, e l'infopoint. Nello schema in Fig. 24 vengono inoltre considerate altre due modalità di connessione più "tradizionali" tra l'utente e il servizio che sono: la rete telefonica e l'interazione fisica all'interno di un infopoint installato in spazi urbani.

Blueprint

Sulla base delle considerazioni emerse all'interno dello schema concettuale in Fig. 23 mostrato nel paragrafo precedente, e sulla base della struttura dello UJM identificata al termine del 1° design study di questa tesi (vedi sezione 4.1.3), è stato sviluppato un modello di *Blueprint* con lo scopo di comprendere in maniera più complessiva e operativa la possibile organizzazione strutturale di un servizio AMoD.

Il *Blueprint* intende esplorare le possibili interazioni tra l'utente e i vari componenti del servizio lungo le varie fasi della UX.

L'autore ha ritenuto fondamentale occuparsi dell'organizzazione del servizio, in quanto può risultare un processo utile per esplorare e definire un appropriato mix di componenti digitali e fisici, utili al supporto dell'utente durante il completamento delle varie fasi della UX, operazioni necessarie per una corretta fruizione del servizio (Goldstein et al., 2002).

Il *blueprint* del servizio può essere definito come una mappa o un diagramma di flusso che ha lo scopo di mostrare tutte le operazioni del processo di fornitura del servizio (Shostack, 1984). Questo strumento può facilitare il progettista della UX aiutandolo a comprendere meglio quali sono i punti di contatto tra l'utente e il servizio, in modo da permettergli di progettare strumenti e interazioni specifiche a soddisfare i bisogni dell'uomo nei vari momenti dell'esperienza. Inoltre, lo strumento del *blueprint* aiuta il progettista anche a scindere le parti visibili del servizio, con cui l'utente interagisce, con le parti

invisibili del servizio che rappresentano i processi interni dediti al supporto delle interazioni nelle parti visibili.

In sintesi, il *blueprint* in questa tesi ha lo scopo iniziare a definire in maniera più precisa la struttura dell'esperienza già impostata all'interno dello UJM sviluppato in precedenza, quest'ulteriore approfondimento è necessario anche per identificare nuove questioni emergenti, e nello specifico individuare possibili momenti critici dell'esperienza e opportunità per migliorare il soddisfacimento degli utenti.

Il metodo utilizzato per la costruzione del *blueprint* riprende il modello suggerito da Geum & Park (2011), la struttura di questo modello prevede una suddivisione delle informazioni prevalentemente su due assi: l'asse orizzontale, in cui è definita la cronologia delle azioni nel tempo, e sull'asse verticale, in cui vengono definite le diverse aree di servizio. Esistono diverse linee di separazione delle informazioni: la linea d'interazione che separa l'area di azione dell'utente dall'area di azione del servizio e rappresenta le interazioni dirette tra questi due attori, la linea di visibilità che distingue tra azioni visibili e non visibili all'utente, la linea d'interazione interna che distingue tra *front office* e *back office*, e infine la linea di implementazione che separa la zona di gestione e la zona di supporto.

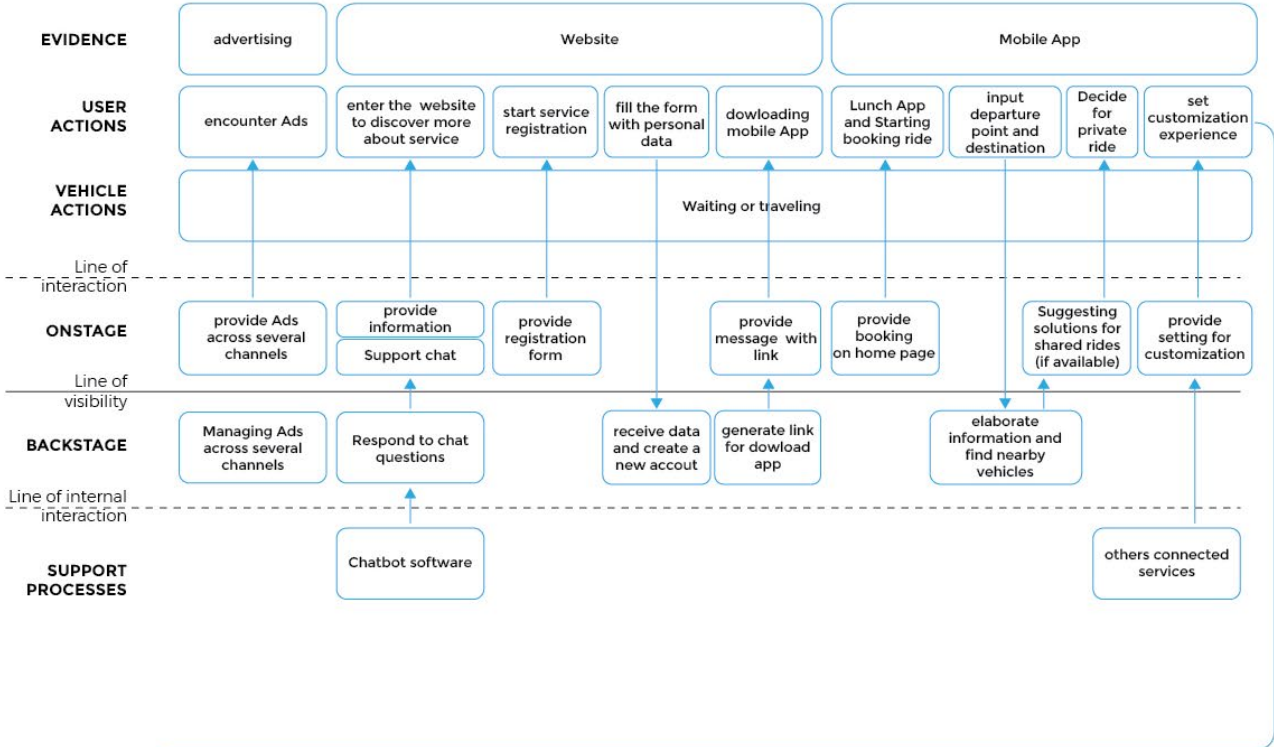
Inoltre, è importante specificare che il *Blueprint* elaborato (vedi Fig. 26-27) si focalizza su una possibile esperienza in un servizio AMoD considerando come caso studio la corsa in modalità privata. Sarà necessario in futuro sviluppare una seconda versione del modello per soddisfare le esigenze specifiche di una corsa in modalità condivisa.

5.2.2 Gestione della User Experience a bordo

Questa terza e ultima parte, dedicata alle possibili implicazioni progettuali per la UX nei servizi AMoD, si concentrerà maggiormente sulla gestione dell'esperienza a bordo.

Anche in questa fase di concettualizzazione delle idee sono risultati particolarmente influenti i cinque attributi chiave, utili a mantenere il focus sulle criticità e opportunità legate a questi servizi.

Nello specifico, visto il grande numero di questioni



110

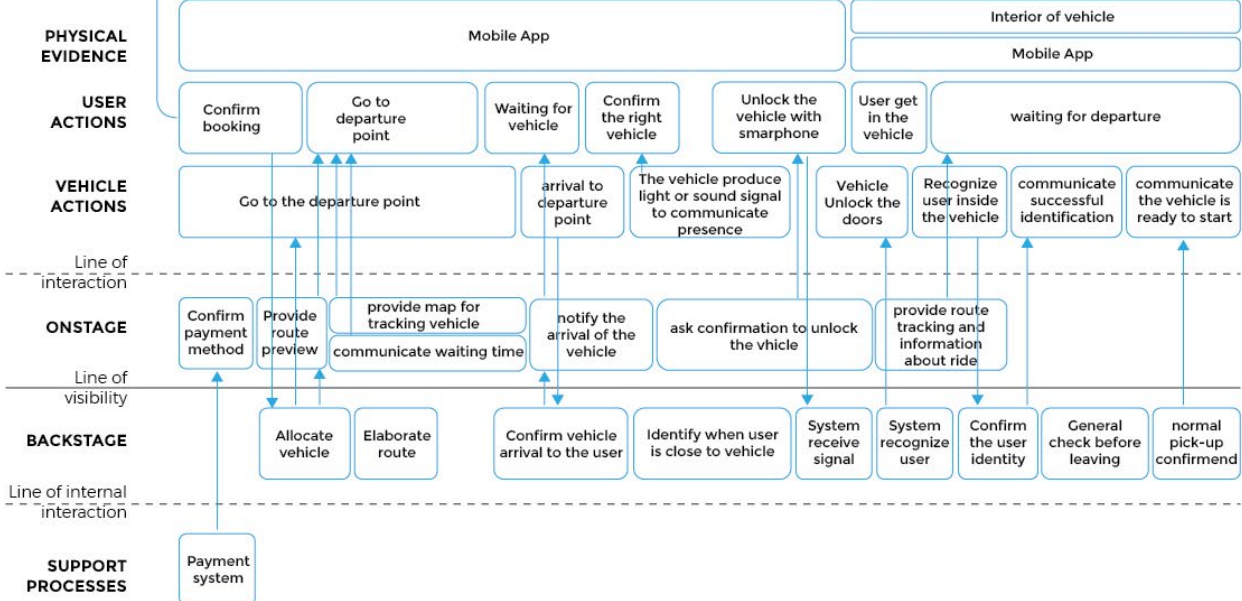


Fig. 26 - PARTE 1 - Modello Blueprint base di un servizio AMoD

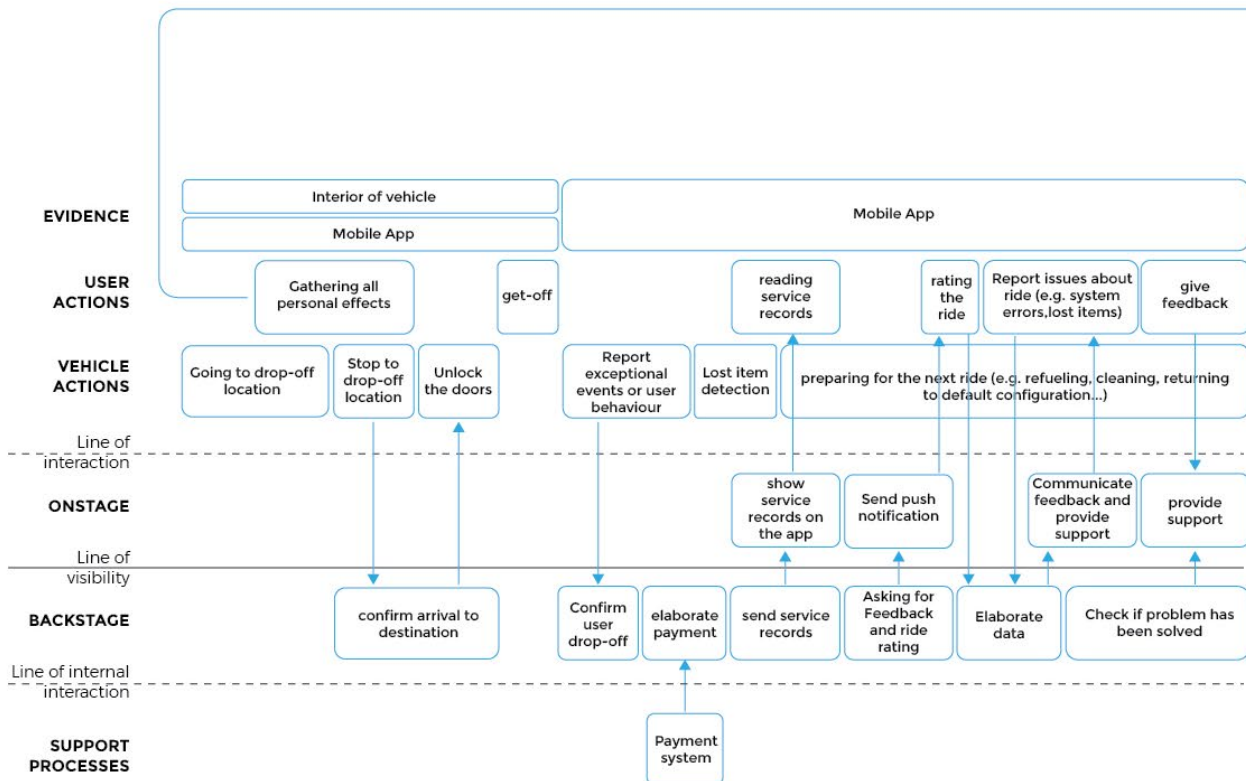
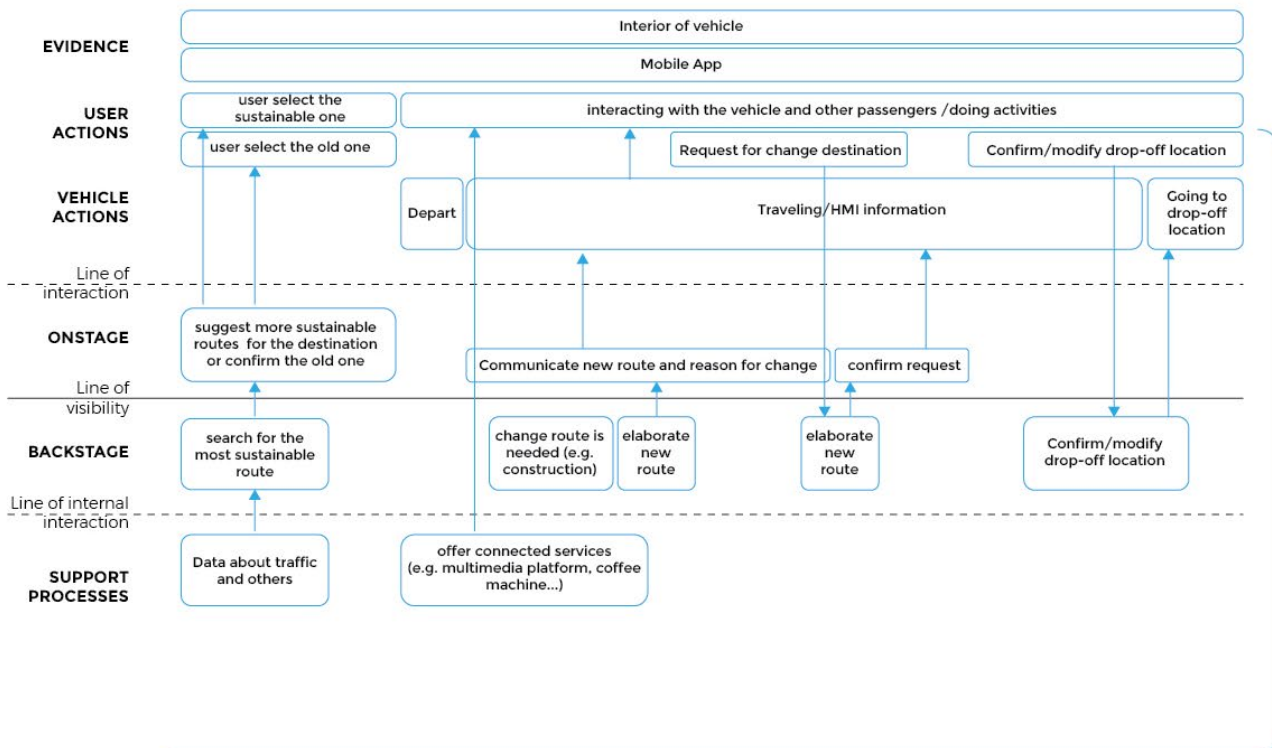


Fig. 27 - PARTE 2 - Modello Blueprint base di un servizio AMoD

emerse all'interno dei cinque attributi chiave, l'obiettivo dell'autore in questa sezione è stato quello di confinare l'esplorazione progettuale attorno ad un problema in particolare, ovvero la necessità dei servizi AMoD di fornire esperienze estremamente flessibili, in questo caso riferite alla fase dell'esperienza a bordo del veicolo.

Una delle sfide chiave che questa analisi ha affrontato riguarda la capacità del sistema del veicolo di fornire una UX personalizzata in base a vari fattori. Il concept, si concentrerà quindi sulla comprensione e la gestione del fenomeno dell'adattamento dell'esperienza a bordo del veicolo, valutando principalmente i fattori contestuali e le preferenze degli utenti emerse dall'analisi della letteratura scientifica e dalla ricerca precedentemente condotta all'intero della tesi.

La soluzione progettuale, nell'affrontare il problema della flessibilità dell'esperienza a bordo del veicolo, non intende adottare degli approcci estremi.

Il tipo di approccio adottato rimane quindi ibrido. L'autore di questo studio ipotizza che la tecnologia non sia ancora in grado di capire e gestire in maniera completamente autonoma il tipo di contenuti e il tipo personalizzazione da fornire all'utente, ma allo stesso tempo, ipotizza che sia troppo macchinosa

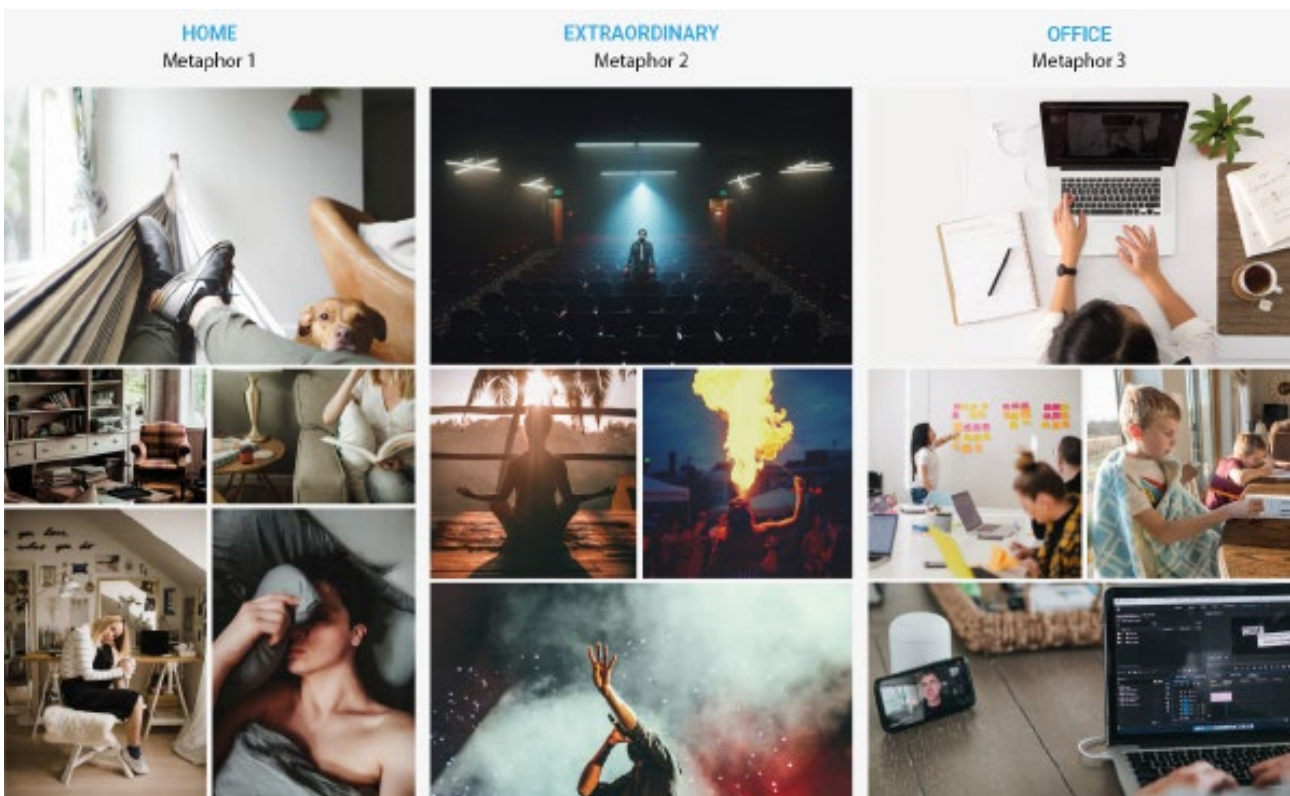
e poco pratica l'idea che l'utente debba impostare manualmente ogni tipo di personalizzazione dell'esperienza a bordo.

La soluzione proposta, intende sfruttare le grandi potenzialità dei sistemi informatici nell'elaborare informazioni e creare una profilazione utente ben definita, ma allo stesso tempo mira ad offrire la possibilità all'utente di avere un controllo diretto della propria esperienza.

L'analisi parte dall'individuazione delle attività secondarie (definite in questa sede anche come *non-driving related activities*) che gli utenti vorrebbero svolgere all'interno dei veicoli autonomi con alti livelli di automazione. Le informazioni riguardo le NDRA sono state estrapolate prevalentemente dai risultati di altre ricerche scientifiche, e successivamente valutate in base ai risultati ottenuti nelle ricerche condotte all'interno della tesi.

Dall'analisi delle informazioni raccolte, sono emersi alcuni importanti pattern che hanno permesso la classificazione delle NDRA in tre "mood di viaggio" (vedi Tab. 3-4-5): un mood più rilassante,

Fig. 28 - Riferimenti visuali relativi alle tre metafore



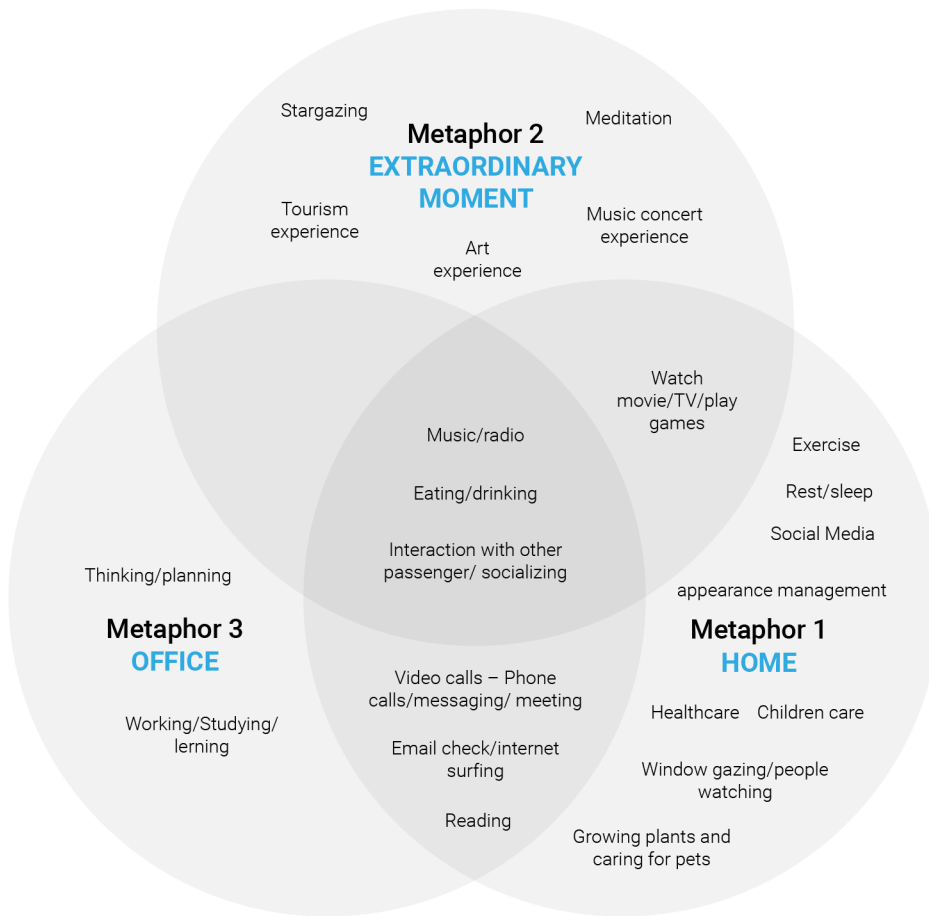


Fig. 29 - Relazioni tra attività (NDRA) riscontrate in letteratura e metafore

confortevole e quotidiano, un mood più evasivo legato a situazioni, eventi e luoghi straordinari fuori dal quotidiano, e infine un mood più produttivo legato all'ambito lavorativo.

Questo tipo di classificazione è comunque caratterizzata da un certo grado di flessibilità, e non ha lo scopo di creare dei cluster verticali, anzi, le informazioni presenti nella tassonomia individuata sono connesse sotto molti aspetti (vedi Fig. 29).

La suddivisione delle attività nei tre mood di viaggio è un'operazione utile a favorire una gestione più efficiente della UX a bordo, permettendo all'utente di fruire in maniera più rapida e più facile dei contenuti di cui ha bisogno.

I tre mood di viaggio sono stati ulteriormente approfonditi ed associati a tre metafore (vedi Fig. 28-19). Questo processo ha permesso l'identificazione di alcuni elementi caratterizzanti riferiti ad ognuno dei mood di viaggio. Attraverso una trasposizione simbolica, la cabina del veicolo (intesa come luogo-spazio di esperienze) è stata associata a tre scenari/luoghi differenti.

Le metafore proposte sintetizzano ognuna un mood

di esperienza diversa, e dovrebbero influenzare le caratteristiche della UX sotto diversi aspetti.

L'uso delle metafore per descrivere il mood dell'esperienza può risultare uno strumento di comunicazione più efficace e diretto per l'utente, le metafore potrebbero riuscire a trasmettere e rievocare meglio i mood delle esperienze perché racchiudono in loro una grande carica emotiva legata ad emozioni, sensazioni e ricordi associati agli scenari di riferimento.

Le tre metafore associate ai tre mood di viaggio sono:

• **HOME**

Questo mood prende ispirazione dal calore degli ambienti domestici, e comprende molte attività connesse alla routine della vita quotidiana. Gli utenti che adottano questo mood scelgono di rivivere il comfort e la sensazione di un ambiente intimo, che punta a farli sentire a proprio agio circondati da riferimenti, persone e abitudini familiari. Questo mood fa riferimento spesso a situazioni in cui l'utente sceglie di rilassarsi e godersi il momento, prendendosi, per esempio, cura di sé stesso e dei suoi

cari.

• **EXTRAORDINARY**

Questo mood rappresenta l'esigenza degli utenti di vivere momenti, situazioni e luoghi straordinari, bisogno che nasce spesso dall'esigenza dell'utente di fuggire dalla routine della vita quotidiana.

L'ambiente dovrebbe essere caratterizzato da elementi che rendono l'esperienza unica, memorabile e multisensoriale. Piacere, divertimento, evasione ed

emozioni sono al centro di questo mood.

Il campo dell'intrattenimento e dell'arte sono la fonte principale per i contenuti proposti all'interno delle esperienze vissute.

• **OFFICE**

Questo mood è stato pensato per soddisfare la possibile necessità dell'utente di sfruttare il tempo di viaggio per impegnarsi in attività produttive.

La metafora dell'ufficio è utile per collegare

HOME

ACTIVITY	SOURCE
Music/radio	Kyriakidis et al. (2015); Wadud, Z., & Huda, F. Y. (2019); Kwon, J. Y., & Ju, D. Y. (2018)
Watch movie/TV/play games	Kyriakidis et al. (2015); Schoettle and Sivak (2014); Bansal and Kockelman (2017); Wadud, Z., & Huda, F. Y. (2019); Pettersson, I., & Karlsson, I. C. M. (2015); Kwon, J. Y., & Ju, D. Y. (2018)
Eating/drinking	Kyriakidis et al. (2015); Bansal and Kockelman (2017); Wadud, Z., & Huda, F. Y. (2019); Pettersson, I., & Karlsson, I. C. M. (2015); Kwon, J. Y., & Ju, D. Y. (2018)
Interaction with other passenger/socializing	Kyriakidis et al. (2015); Pettersson, I., & Karlsson, I. C. M. (2015)
Rest/sleep	Kyriakidis et al. (2015); Schoettle and Sivak (2014); Bansal and Kockelman (2017); Wadud, Z., & Huda, F. Y. (2019); Pettersson, I., & Karlsson, I. C. M. (2015); Kwon, J. Y., & Ju, D. Y. (2018)
Video calls – Phone calls/messaging/meeting	Kyriakidis et al. (2015); Schoettle and Sivak (2014); Bansal and Kockelman (2017); Wadud, Z., & Huda, F. Y. (2019); Kwon, J. Y., & Ju, D. Y. (2018)
Email check/internet surfing	Kyriakidis et al. (2015); Bansal and Kockelman (2017); Wadud, Z., & Huda, F. Y. (2019); Kwon, J. Y., & Ju, D. Y. (2018)
Reading	Kyriakidis et al. (2015); Schoettle and Sivak (2014); Bansal and Kockelman (2017); Wadud, Z., & Huda, F. Y. (2019); Pettersson, I., & Karlsson, I. C. M. (2015); Kwon, J. Y., & Ju, D. Y. (2018)
Growing plants and caring for pets	Kwon, J. Y., & Ju, D. Y. (2018)
Healthcare	Kwon, J. Y., & Ju, D. Y. (2018)
Children care	Pettersson, I., & Karlsson, I. C. M. (2015); Kwon, J. Y., & Ju, D. Y. (2018)
Appearance management	Kwon, J. Y., & Ju, D. Y. (2018)
Exercise	Bansal and Kockelman (2017); Kwon, J. Y., & Ju, D. Y. (2018)
Social Media	Pettersson, I., & Karlsson, I. C. M. (2015)
Window gazing/people watching	Kyriakidis et al. (2015); Bansal and Kockelman (2017); Wadud, Z., & Huda, F. Y. (2019)
Doing nothing	Kyriakidis et al. (2015)

Tabella 3 - Attività associate alla metafora Home

EXTRAORDINARY

Tabella 4 - Attività associate alla metafora Extraordinary

ACTIVITY	SOURCE
Music/radio	Kyriakidis et al. (2015); Wadud, Z., & Huda, F. Y. (2019); Kwon, J. Y., & Ju, D. Y. (2018)
Watch movie/TV/play games	Kyriakidis et al. (2015); Schoettle and Sivak (2014); Bansal and Kockelman (2017); Wadud, Z., & Huda, F. Y. (2019); Pettersson, I., & Karlsson, I. C. M. (2015); Kwon, J. Y., & Ju, D. Y. (2018)
Eating/drinking	Kyriakidis et al. (2015); Bansal and Kockelman (2017)a; Wadud, Z., & Huda, F. Y. (2019); Pettersson, I., & Karlsson, I. C. M. (2015); Kwon, J. Y., & Ju, D. Y. (2018)
Interaction with other passenger/ socializing	Kyriakidis et al. (2015); Pettersson, I., & Karlsson, I. C. M. (2015)
Meditation	Kwon, J. Y., & Ju, D. Y. (2018)
Relax	Pettersson, I., & Karlsson, I. C. M. (2015)

OFFICE

Tabella 5 - Attività associate alla metafora Office

ACTIVITY	SOURCE
Music/radio	Kyriakidis et al. (2015); Wadud, Z., & Huda, F. Y. (2019); Kwon, J. Y., & Ju, D. Y. (2018)
Eating/drinking	Kyriakidis et al. (2015); Bansal and Kockelman (2017); Wadud, Z., & Huda, F. Y. (2019); Pettersson, I., & Karlsson, I. C. M. (2015); Kwon, J. Y., & Ju, D. Y. (2018)
Interaction with other passenger/ socializing	Kyriakidis et al. (2015); Pettersson, I., & Karlsson, I. C. M. (2015)
Video calls – Phone calls/messaging/ meeting	Kyriakidis et al. (2015); Schoettle and Sivak (2014); Bansal and Kockelman (2017); Wadud, Z., & Huda, F. Y. (2019); Kwon, J. Y., & Ju, D. Y. (2018)
Email check/internet surfing	Kyriakidis et al. (2015); Bansal and Kockelman (2017); Wadud, Z., & Huda, F. Y. (2019); Kwon, J. Y., & Ju, D. Y. (2018)
Reading	Kyriakidis et al. (2015); Schoettle and Sivak (2014); Bansal and Kockelman (2017); Wadud, Z., & Huda, F. Y. (2019); Pettersson, I., & Karlsson, I. C. M. (2015); Kwon, J. Y., & Ju, D. Y. (2018)
Working/Studying/ learning	Schoettle and Sivak (2014); Bansal and Kockelman (2017); Wadud, Z., & Huda, F. Y. (2019); Pettersson, I., & Karlsson, I. C. M. (2015); Kwon, J. Y., & Ju, D. Y. (2018)
Thinking/planning	Wadud, Z., & Huda, F. Y. (2019)

queste attività produttive con specifiche esigenze ambientali. L'utente, come in un contesto lavorativo, ha bisogno di organizzazione, comfort, concentrazione e strumenti specifici per lavorare.

Il sistema di funzionamento di questo modello concettuale per la UX, basato sui tre mood di viaggio descritti finora, è stato definito attraverso la definizione di alcuni criteri.

Il primo criterio riguarda le modalità di attivazione

dei mood di viaggio. I mood di viaggio possono essere attivati attraverso 3 modalità:

1-Modalità di attivazione manuale: l'utente può attivare manualmente, autonomamente e in qualsiasi momento del viaggio il mood che preferisce attraverso un comando presente nell'interfaccia del sistema del veicolo. Il mood può essere personalizzabile e gestibile in maniera completa.

2-Modalità di attivazione da prenotazione: l'utente può decidere di selezionare uno dei tre mood già durante la fase di prenotazione, il sistema può chiedere ulteriori specifiche riguardo l'attivazione completa del mood o l'attivazione solo di alcuni aspetti legati al mood, in modo da fornire maggiore flessibilità. Infine, quando l'utente entra nel veicolo potrebbe essere utile chiedere all'utente ulteriore conferma riguardo il mood scelto prima di avviarlo.

3-Modalità di attivazione automatica: il sistema del veicolo, attraverso il supporto di strumenti di monitoraggio potrebbe individuare specifiche attività che l'utente sta svolgendo, o comportamenti che giustificano l'attivazione di uno dei tre mood. Alcuni esempi potrebbero essere: rilevazione dell'attività legate al sonno o al riposo dell'utente, attività di lettura o lavoro. Nel tentativo di attivare uno dei tre mood in maniera automatica è necessario che il sistema informi l'utente, offrendogli la possibilità di annullare l'operazione, correggerla o non ripeterla in futuro. Tuttavia, questa modalità potrebbe presentare numerose criticità in alcune situazioni, è quindi necessario prestare particolare attenzione nella progettazione delle variabili, tenendo sempre in considerazione la complessità dei vari contesti d'uso.

Se l'utente non seleziona alcuna preferenza per un mood specifico, prima o durante la corsa, il veicolo potrebbe impostare il mood "Home" come predefinito, questo mood risulta più neutrale e generico rispetto agli altri due.

Inoltre, il mood corrente impostato dal sistema va sempre comunicato all'utente. L'utente deve poter decidere in qualsiasi momento di cambiarlo, modificarlo o cancellarlo in qualsiasi momento.

Un altro criterio di funzionamento riguarda la selezione dei fattori che influenzano la decisione del mood. Questo criterio è cruciale soprattutto per la modalità di attivazione automatica dei mood.

I fattori determinanti, individuati per la scelta del

mood sono: le preferenze e i bisogni individuali di ciascun utente; la tipologia di attività che l'utente sta svolgendo a bordo; le motivazioni di viaggio; la durata prevista del viaggio e lunghezza prevista del percorso; altri fattori contestuali (per esempio presenza di altri passeggeri estranei durante il viaggio).

Il sistema, dopo le prime esperienze, dovrà cominciare ad adattare le caratteristiche di ogni mood in base ai bisogni e le preferenze dei singoli utenti, lasciando che sfumino gradualmente i caratteri standardizzati iniziali dei tre mood proposti.

Un terzo criterio di funzionamento del modello riguarda i fattori che influenzano le caratteristiche specifiche di ogni mood di viaggio. Questi fattori individuati sono: i bisogni e le preferenze individuali di ogni utente; la tipologia di attività che l'utente può decidere di svolgere all'interno del veicolo; il tipo di relazione Uomo-Macchina; Caratteristiche ambientali all'interno della cabina.

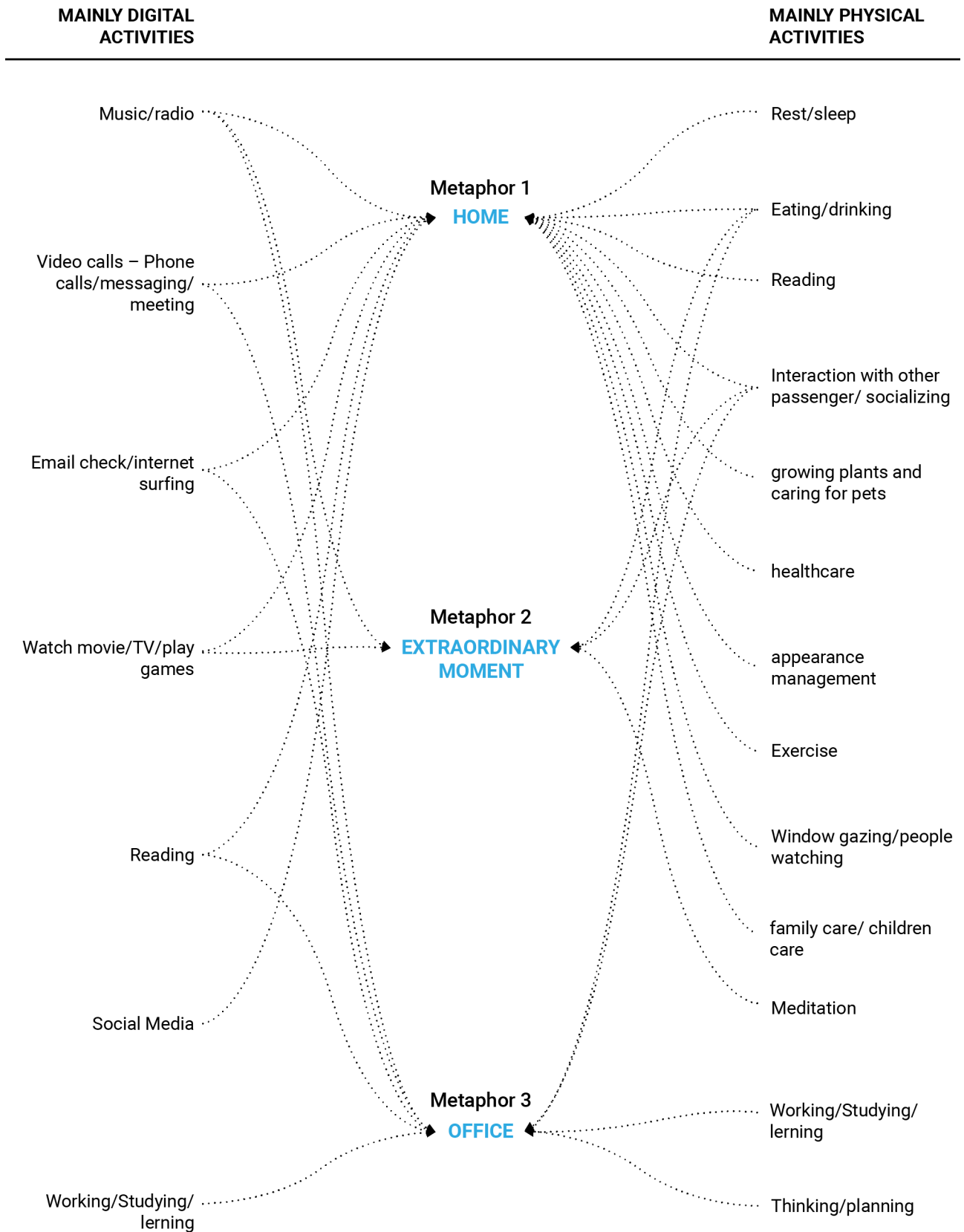
La tabella in Fig. 31 fornisce un primo inquadramento delle potenziali opportunità progettuali all'interno dei tre mood, è necessario, però, un'ulteriore approfondimento di queste analisi con lo scopo di ottenere risultati più precisi e verificarne l'efficacia delle considerazioni nei vari contesti d'uso.

L'ultimo criterio di funzionamento riguarda le questioni relative alle due principali modalità di servizio: corsa privata e corsa in condivisione.

Nel contesto di una corsa privata, l'utente può decidere di gestire i mood a seconda dei suoi bisogni e delle sue preferenze.

Nel caso in cui, invece, si tratti di una corsa condivisa con altri utenti, la precedenza sulla scelta del mood di viaggio potrebbe ricadere sull'utente che si trova già all'interno del veicolo, o in casi straordinari, potrebbe essere impostato un mood più neutro, come ad esempio quello "Home".

Il sistema, inoltre, potrebbe anticipare all'utente che si unirà al viaggio, quello che è il mood scelto dal passeggero già in corsa, in modo da offrire ad entrambi i passeggeri la possibilità di trovare delle



HOME

Activities	Some necessary equipments	Some environmental requirements
Rest/sleep	Soft seat, regulable seat, seat heating, blanket, sleeping mask, earplugs, pillow.	Adjust in-vehicle temperature, adjust in-vehicle light, limitate light from external environment, adjust in-vehicle sound, Isolation from external environment noises and noise due to others passengers.
Exercise	Regulable seat, gym equipment, energy snaks, training apps, music playlist.	In-vehicle odor control, adjust in-vehicle temperature.
Social Media	Screen, device, technologies for connecting devices (e.g. bluetooth, wireless), internet access, social media apps, camera, microphone.	
Appearance management	Mirror, table, hand sanitizer, surfaces sanitizer, napkin dustbin.	hygienic environment, in-vehicle odor controll.
Children care	Games for children, media contents for children, child car seat, tools for facilitate parent-children interactions, plane for a diaper change, hand sanitizer, surfaces sanitizer, dustbin.	hygienic environment, in-vehicle odor controll.
healthcare	Healtcare devices, healthcare tools and apps, health sensors & trackers, connection with experts	hygienic environment.
growing plants and caring for pets	apps for gardening management, rotating seat, Protective hygienic towel, antibacterial fabric, tools for pet.	in-vehicle odor controll.
Window gazing/people watching	Augmented reality.	

118

HOME / OFFICE

Video calls – Phone calls/messaging/meeting	Screen, device, loudspeakers,camera, VoIP apps, istant messaging apps, microphone, technologies for connecting devices (e.g. bluetooth, wireless), internet access.	Privacy and no disturb (e.g. directional sound and screen) in case of shared ride with several stranger passengers. Adjust in-vehicle light, limitate light from external environment, adjust in-vehicle sound, Isolation from external environment noises.
Reading	Paper books, screen, device, technologies for connecting devices (e.g. bluetooth, wireless), internet access, digital library, apps, earplugs.	Adjust in-vehicle light, adjust in-vehicle sound, Isolation from external environment noises and noise due to others passengers.
Email check/internet surfing	Screen, device, technologies for connecting devices (e.g. bluetooth, wireless), internet access.	

OFFICE

Working/Studying/learning	Screen, device, loudspeakers, VoIP apps, istant messaging apps, microphone, technologies for connecting devices (e.g. bluetooth, wireless), internet access, work softwares, keyboard, mouse, table for devices, ergonomic seat.	Privacy and no disturb (e.g. directional sound and screen) in case of shared ride with several stranger passengers. adjust in-vehicle light, limitate light from external environment, adjust in-vehicle sound, Isolation from external environment noises.
Thinking/planning	Screen, device, planning softwares, apps, notepad Augmented Reality and Virtual Reality.	Privacy and no disturb (e.g. directional sound and screen) in case of shared ride with several stranger passengers. adjust in-vehicle light, limitate light from external environment, adjust in-vehicle sound, Isolation from external environment noises.

	Activities	Some necessary equipments	Some environmental requirements
EXTRA.	Meditation	Regulable seat, meditation music playlist, virtual reality device, windows screen, internet access.	In-vehicle odor controll, adjust in-vehicle temperature, adjust in-vehicle light Isolation from external environment noises, provide privacy (e.g blacking out windows)
	Stargazing	Sunroof, augmented reality, music playlist, internet access.	in-vehicle dark environment, external dark environment.
	Tourism experience	Augmented reality, tourist guide support, tourism contents, internet access.	Sound isolation from external environment, adjust in-vehicle light.
	Music Concert experience	Video concert, projections on windows, sound system, sound-absorbing surfaces, light system, internet access, virtual reality.	Sound isolation from external environment, light isolation from external environment, adjust in-vehicle light.
	Art experience	Art contents, projections on windows, augmented reality sound system, sound-absorbing surfaces, light system, internet access, virtual reality,	Sound isolation from external environment, light isolation from external environment, adjust in-vehicle light.
EXTRA. / HOME	Watch movie/TV/play games	Screen, device, technologies for connecting devices (e.g. bluetooth, wireless), internet access, external entertainment services, apps, console, gaming controllers, microphone, sound system, virtual reality device.	Privacy and no disturb (e.g. directional screen and sound) in case of shared ride with several stranger passengers. Setting in-vehicle light, limitate light from external environment, setting in-vehicle sound, Isolation from external environment noises.
	Eating/drinking	Fridge, food, plates, table, eating utensils, table paper, napkin, hand sanitizer, surfaces sanitizer, drinks, water, alcohol, coffe machine, vending machine, dustbin.	hygienic environment.
TRASVERSAL	Music/radio	Loudspeakers, music apps, technologies for connecting devices (e.g. bluetooth, wireless), internet access.	
	Interaction with other passenger/ socializing	Ice breacker apps, rotating seeats.	Privacy and no disturb in case of shared ride with several stranger passengers. Adjust in-vehicle sound, Isolation from external environment noises.

Fig. 31 - Analisi dei requisiti di progettazione relativi alle diverse attività (NDRA)

Metaphor 1

Home.

User need:
Feeling at home

This concept takes inspiration from the domestic environments. Considering the fact that the idea of what makes a space feel like home is deeply personal, the concept is grounded on some commonalities across people that are tied into a very basic need. This is a "mood" that comprehends many activities connotated by the routine of everyday life. The users want to feel a warming sensation, being comfortable surrounded by familiar things, abiths and people. It is the moment for the user to take care of himself and/or his/her beloved.

Related activities

- Rest/sleep

- Exercise

- Social Media

- Appearance management

- Children care

- Healthcare

- Growing plants and caring for pets

- Window gazing/people watching

- Video calls – Phone calls/messaging/meeting

- Reading

- Email check/internet surfing

- Watch movie/TV/play games

- Eating/drinking

- Music/radio

- Interaction with other passenger/ socializing

Some design insights that could characterize the mood

Environment characteristic

A warm light characterizes the in-vehicle environment. The interface change according to activities correlated with this mood; the configuration should consider the preferences of users as well. For specific activities like sleeping will be blacking out the windows to calibrate the light that comes from the external environment. The user can personalize the scent inside the vehicle by choosing from several options. The environmental sound could be calibrated using a sound effect that reminds the domestic environment or using familiar music playlist.

System relationship

The system should detect activities in this mood and act by consequence. For example, if the user is sleeping the system should stop the proactive explicit interactions, like asking something to the users or inform loudly by using a vocal interface. Proactive interactions might be activated when the vehicle arrives at the destination, and the user needs to wake up. Furthermore, the user would like not to be also disturbed during other activities like reading a book, reading e-mails watching a movie, playing videogames or interacting with other passengers. If the system detects specific activities, he can propose suggestion or communication-related information. This kind of interaction could be tricky for some users because it could impact on privacy.

120

Final goal

Everyday life, living the movement as a break, doing routine activities, looking for entertainment or doing nothing, just chilling. The user wants the feeling like on the sofa in your own home. It could be the most requested experience in everyday life, especially for the short ride context.

User perception expectation



Privateness



Comfort



Coziness



Familiarity



Fig. 32 - Tavola di sintesi metafora 1 - Home

Metaphor 2

Extraordinary

User need:
Escaping from the routine

This concept represents the needs of users to experience an extraordinary moment escaping from the daily life routine. The environment is characterized by a unique, memorable and multisensorial experience. Pleasure, fun and emotions are at the core of this concept. The fields of entertainment and art are the primary source for the contents of experiences.

Related activities

- Meditation
- Stargazing
- Tourism experience
- Music concert experience
- Art experience
- Eating/drinking
- Interaction with other passenger/ socializing
- Watch movie/Tv/play videogames
- Music/radio

Some design insights that could characterize the mood

Environment characteristic

The features of the in-vehicle environment are crucial for this mood. The uniqueness of experience will be provided mainly through the manipulation of human senses; it could involve the smell, the touch, the sight, the hearing of the user. The technologies could play a crucial role to create emotional, immersive experiences, for example, could be made interactive many of the surfaces that surround the user within the cabin, those surfaces could provide to the user a complex coordinate system of stimulus delivered during the ride.

System relationship

The system should detect activities in this mood and act by consequence. The majority of activities in this mood involve the user in a full immersion experience transporting him in another dimension. As the goal of this mood is to escape from everyday routine, the system must not disturb the user during the experiences. For example, during meditation could be inappropriate for the system to communicate unessential communication that deconcentrates the user. During this mood, the interaction between user and system will be activated only for essential information as driving-related communication. The setting still depends on many factors, and the system should evaluate specific situations.

Final goal

Make User Experience in AMoD unique and attractive, especially compared with private vehicle. User should get the perception to buy a meaningful experience instead of a mere ride throughout the city.

User perception expectation



Surprise



Fun



Wow effect



Evasive

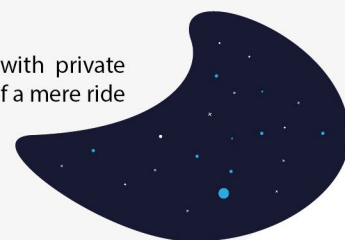


Fig. 33 - Tavola di sintesi metafora 2 - Extraordinary

Metaphor 3

Office.

user need:
Be productive

This concept has been thought to satisfy the need of the user to take advantage of travel time to engage with productive activities. The metaphor of office is useful to connect these productive activities with specific environmental requirements. The users, as in the office, needs organization, comfort, concentration and working tools.

Related activities

- Thinking/planning

- Reading

- Music/radio

- Eating/drinking

- Email check/ internet surfing

- Interaction with other passenger/ socializing

- Video calls – Phone calls/messaging/ meeting

- Working/Studying/ learning

Some design insights that could characterize the mood

Environment characteristic

An appropriate light should characterize the in-vehicle environment; the adjustment of light could depend mostly on the specific needs of users, the activity is occurring, and the exact working location within the cabin. Controlling both sunlight and noise traffic coming from outside of the vehicle could be crucial, could be necessary to isolate the cabin through different design solutions. Furthermore, providing condition for more privacy could facilitate user to work, read and doing other personal activities, especially in the context of shared rides with strangers.

System relationship


The system should detect activities in this mood and act by consequence. If the user is working and needs concentration, the system should appear more silent and provide less disturbing interfaces and interactions. Fewer interactions do not mean absence of user support, the user during productive activities could request several tools to carry out the task work, the system then should pay attentions and offer appropriate and customised solutions when is needed. For example the system could provide multiple use of interfaces that consider also personal devices as laptop or tablet to facilitate the multimodality during the work activities.

122


Final goal

When the user needs to continue working during the ride on a very busy day, or when the user wants to make the time spent productive in the ride. The service should provide appropriate comfort, tools and concentration to boost user productivity.


User perception expectation




Silent



Concentration



Organization



Privacy



Fig. 34 - Tavola di sintesi metafora 3 - Office

soluzioni concordate che soddisfano entrambi gli utenti.

I criteri esposti finora rappresentano gli aspetti più significativi del modello teorizzato.

Tuttavia, oltre questi aspetti peculiari è necessario evidenziare ulteriormente il carattere flessibile di queste considerazioni progettuali.

La struttura del modello è caratterizzata da fattori come dinamicità e flessibilità, elementi essenziali per riuscire a soddisfare i tanti e diversi bisogni dei possibili utenti nei servizi AMoD. La dinamicità e la flessibilità si manifestano principalmente nella capacità del sistema di evolversi continuamente sfruttando le grandi capacità cognitive che le tecnologie come il *machine learning* possono offrire. Le capacità cognitive del sistema sono anche alla base dell'evoluzione dei singoli mood. Il sistema, deve essere capace di cogliere i bisogni e le preferenze degli utenti, attraverso strategie diffuse, e adattare continuamente l'impostazione dei mood a seconda di queste informazioni acquisite nel corso del tempo. L'impostazione predefinita dei mood risulta quindi relativamente importante, si tratta di impostazioni di base che potrebbero non soddisfare pienamente le esigenze reali dei singoli individui.

Potrebbe essere utile, già dalla prima esperienza a bordo, raccogliere alcune informazioni importanti per offrire un'esperienza personalizzata fin dal primo approccio. Nel corso delle esperienze successive, il sistema otterrà maggiori informazioni utili per fornire un grado di personalizzazione sempre più accurato.

Tuttavia, lo scopo di questo modello è quello di gestire l'esperienza cercando di anticipare le aspettative degli utenti e aumentare la loro soddisfazione a bordo.

Il modello concettuale presentato, si basa sull'idea che, nonostante gli individui possano avere esperienze diverse, bisogni diversi, esigenze diverse ed idee diverse legate ai tre luoghi utilizzati come metafore, esistono alcuni elementi comuni a tutti; ad esempio la concentrazione durante il lavoro, la maggiore stimolazione dei sensi nelle esperienze straordinarie e l'associazione degli spazi domestici al comfort, alla privacy e al relax.

In conclusione, è importante ribadire la necessità di un'ulteriore valutazione delle considerazioni esposte all'interno del modello, rispetto alle tecnologie a disposizione e al contesto specifico di applicazione.

Conclusioni

Nel capitolo delle conclusioni verrà fornita una panoramica generale dei risultati raggiunti dalla ricerca. Verranno discussi gli impatti di questi risultati raggiunti in relazione allo stato dell'arte della letteratura scientifica e il valore complessivo che questi contributi possono offrire all'ambito di ricerca della *User Experience* (UX) e dello *Human-Machine Interaction* (HMI) nel contesto dei veicoli autonomi. Sintetizzare e racchiudere i tre anni di attività di ricerca svolte all'interno del percorso di dottorato risultata comunque un compito arduo. Tuttavia, gli obiettivi di questa sezione finale mirano ad enfatizzare alcuni aspetti più rilevanti di questo lavoro; verranno mostrate la connessione tra i risultati di ricerca e le domande di ricerca, e in ultima istanza, verranno discusse le limitazioni riscontrate durante la ricerca e le opportunità riguardo gli sviluppi futuri di questo lavoro.

6.1 Overview di ricerca

Il progetto di ricerca ha affrontato molte questioni all'interno del contesto dei veicoli autonomi, preoccupandosi di investigare la UX sotto diversi aspetti attraverso un approccio olistico e diffuso, in linea con gli obiettivi fissati in partenza. Questo approccio è stato sostenuto anche dai risultati dell'analisi della letteratura scientifica, in cui è emersa un'evidente sconnessione tra le varie questioni emergenti in ambito UX nei veicoli autonomi; queste riflessioni hanno indicato la strada verso il raggiungimento di una visione più di sistema. In letteratura, molti studi analizzati sui veicoli autonomi provengono da un ambito ingegneristico e affrontano le questioni d'interesse per la UX con un approccio limitato e distante da quello olistico adottato dalla disciplina del Design in ambito UX. L'approccio verticale di questi studi ha permesso il raggiungimento di un grado di conoscenza tale da comprendere le dinamiche di fenomeni cruciali per i veicoli autonomi, come ad esempio la fiducia nell'automazione. Resta però abbastanza complesso, per chi si occupa di progettare la UX, capire come queste conoscenze e indicazioni progettuali disseminate nei diversi studi si possano integrare in un contesto di progettazione più ampio. In risposta a queste riflessioni, la tesi ha provato a perseguire un approccio di ricerca più vicino alle esigenze di chi si occupa di progettare la UX.

Il grado d'innovazione raggiunto da questo lavoro, rispetto la letteratura esistente, si concentra quindi maggiormente nel tentativo di identificare, esplorare e soprattutto integrare le questioni progettuali più importanti in ambito UX nel contesto dei veicoli autonomi, un obiettivo che, tranne in qualche caso marginale, è risultato mancante in letteratura. Tale obiettivo, ha raggiunto il suo culmine esplicativo in questa tesi nella stesura dei 5 fattori chiave per la UX nei servizi AMoD.

Nell'ottica di approcciarsi con una visione ampia, lo studio, nelle prime fasi di ricerca parte occupandosi dell'identificazione delle peculiarità del macrosistema di riferimento; il futuro sistema di mobilità urbana.

Attraverso questa prima analisi contestuale è stato possibile comprendere e acquisire le nozioni fondamentali legate alla mobilità sostenibile, e in maniera più specifica individuare alcune delle

definizioni più chiare di questo concetto (vedi Lam & Head, 2012).

I risultati di questa analisi hanno permesso anche il raggiungimento di una maggiore consapevolezza riguardo i rischi e le opportunità future all'interno del sistema della mobilità. Inoltre, è stato possibile identificare i fattori più influenti all'interno del processo di trasformazione dei luoghi urbani su scala globale.

L'approfondimento sui possibili scenari futuri della mobilità urbana, ha fornito gli strumenti per valutare in maniera consapevole i contenuti riscontrati durante la successiva fase di ricerca incentrata all'interno del contesto dei veicoli autonomi. La comprensione delle motivazioni, delle possibili opportunità, e dei potenziali rischi derivati dell'introduzione di questa tecnologia, è infatti strettamente connessa alla comprensione delle questioni contestuali acquisite nella fase di ricerca precedente. In poche parole, nell'intento di fornire contributi progettuali all'interno del contesto dei veicoli autonomi, è risultato essenziale prima acquisire una piena consapevolezza delle questioni cruciali legate al sistema della mobilità e alla trasformazione dei contesti urbani. Queste nozioni hanno permesso di sviluppare proposte progettuali che mirano ad una mobilità sostenibile, e quindi, cercano di mitigare i possibili rischi e impatti negativi dei veicoli autonomi sull'intero sistema, ottimizzando la UX.

Uno dei paradigmi della progettazione sostenibile è infatti quello di valutare costantemente l'impatto del progetto nel suo contesto di applicazione, cercando di incentivare le relazioni contestuali per un'integrazione positiva del progetto all'interno del sistema esistente (Bistagnino, 2009). Chi si occupa di UX nei veicoli autonomi, orientata ad una mobilità sostenibile, dovrebbe quindi impegnarsi ad andare anche oltre lo studio dei fenomeni e delle interazioni all'interno della cabina del veicolo, esplorando gli impatti e le connessioni della UX con il contesto.

Tuttavia, la comprensione delle questioni contestuali, insieme alle questioni invece specifiche della UX all'interno dei veicoli autonomi ha caratterizzato le direzioni di questa tesi.

I risultati delle prime riflessioni derivate dall'analisi della letteratura scientifica sono state subito riversate all'interno della prima sperimentazione progettuale. Il carattere esplorativo del 1° design study nasce infatti dall'esigenza di sperimentare le

prime riflessioni di ricerca all'interno di scenari di progettazione. Inoltre, il ruolo del *Design Fiction*, in questa sperimentazione, ha favorito la creazione di narrazioni speculative utili a generare ulteriori visioni e prospettive a lungo termine, in un ambito di progettazione ancora molto ricco di incertezze e dubbi riguardo gli sviluppi futuri. Il 1° design study ha permesso, infatti, di indagare attraverso un ampio raggio alcuni dei possibili scenari d'uso futuri dei veicoli autonomi di livello 5 (SAE) in ambito urbano. Da questa esplorazione, che ha coinvolto 37 studenti e 8 gruppi di lavoro, sono emersi 8 concept di alto livello che hanno generato a loro volta numerose riflessioni sulle molteplici direzioni possibili e i diversi ruoli dei servizi AMoD all'interno della variegata offerta di mobilità urbana. I concept progettuali hanno indagato alcune modalità d'interazione con i veicoli autonomi, facendo emergere diverse prospettive per la UX, dentro e fuori dal veicolo. Lo sviluppo di questi concept, insieme ai contributi esaminati in letteratura, suggerisce una grande possibilità per i servizi AMoD di aprire nuovi scenari di mobilità urbana, offrendo esperienze straordinarie, sorprendenti e molto distanti da quelle vissute all'interno dei veicoli tradizionali odierni.

Tali opportunità hanno favorito l'emergere di varie suggestioni progettuali presentate all'interno degli scenari prodotti dagli studenti. Partendo da un'attenta analisi delle suggestioni e riflessioni progettuali esposte è stato possibile identificare alcuni temi di particolare interesse esplorativo, nello specifico, uno di questi è stato adottato come tema centrale del 2° design study. L'obiettivo di questa seconda sperimentazione è connesso alla necessità di comprendere come questa rivoluzione all'interno dei veicoli possa, non solo migliorare l'esperienza dell'utente, ma avere anche ripercussioni positive su tutto il sistema. Questa indagine è sfociata nello sviluppo di una strategia educativa dedicata all'educazione dell'utente riguardo le tematiche relative alla sostenibilità. La strategia educativa è direttamente connessa al contesto dei veicoli autonomi grazie allo strumento con cui è stata veicolata: un gioco interattivo e in realtà aumentata progettato per essere fruito all'interno della cabina di un veicolo autonomo di livello 5.

Nonostante i risultati di questa sperimentazione, abbiano mostrato pochi segnali che dimostrano la validità di questa strategia educativa adottata, la sperimentazione ha comunque prodotto molte

riflessioni utili per lo sviluppo e il miglioramento futuro, sia del prototipo presentato agli utenti, che della strategia proposta.

Il 3° design study nasce anch'esso da alcune riflessioni già innescate al termine del 1° design study, in particolare all'interno dello scenario "*Playful grammar*". Il gruppo di lavoro di questo scenario ha indagato la possibilità di sperimentare una personalizzazione della grammatica gestuale per l'interazione con il sistema. Nel progetto sono stati ripresi i concetti di personalità umana con lo scopo di identificare una relazione tra la gestualità e i diversi tratti di personalità. L'interesse verso lo sviluppo di un rapporto più empatico con il sistema ha favorito una serie di riflessioni che hanno condotto l'autore di questa tesi verso una fase di ricerca successiva, poi sfociata nel 3° design study condotto in collaborazione con il dipartimento di Design & Human Factors dell'università di Chalmers a Gothenburg (Svezia).

La 3° sperimentazione, rispetto le prime due, si focalizza più sulla comprensione del rapporto Uomo-Macchina, che rappresenta anch'esso uno dei temi rivoluzionari all'interno dei veicoli autonomi.

L'indagine, rivolta alla comprensione di questo rapporto, ha gettato le sue fondamenta sulla base di alcuni risultati di ricerca rilevanti in ambito scientifico, questi risultati mostrano la necessità di umanizzare il rapporto dell'uomo con gli artefatti, soprattutto nel contesto dei sistemi intelligenti come i veicoli autonomi. Questo processo di umanizzazione del rapporto Uomo-Macchina, segue perfettamente le premesse di questa tesi, che vedono come uno degli approcci più influenti nella metogologia adottata quello dello HCD.

Attraverso una visione uomo-centrica, il 3° design study ha prodotto molteplici risultati utili; riflessioni riguardo la progettazione del rapporto Uomo-Macchina, ma anche riguardo l'impatto di questa tecnologia sull'uomo e sul nuovo modo di vivere lo spostamento urbano.

Questa sperimentazione, in maniera più pratica ha confermato alcune delle questioni emerse in letteratura riguardo il valore degli elementi antropomorfi nell'interazione dell'uomo con i sistemi intelligenti. È importante sottolineare, però, che se da un lato un numero cospicuo di utenti ha apprezzato l'aspetto empatico e le caratteristiche antropomorfe integrate in uno dei modelli d'interazione esposti in questo studio, dall'altro lato

è emersa una grande varietà di preferenze e bisogni riguardo questo aspetto e molti altri fattori.

Questa notevole moltitudine di risposte diverse, innescate dalle interazioni mostrate durante l'esperimento, ha messo in luce la grande necessità di sviluppare soluzioni per la UX estremamente flessibili e adattabili alle preferenze e i bisogni dei singoli utenti.

Questo aspetto, insieme a molti altri, è stato evidenziato all'interno dei contributi finali di questa tesi, che hanno avuto lo scopo di far convogliare e rendere più fruibili i contenuti e risultati di questa ricerca, attraverso un approccio più orientato alla progettualità.

In prima istanza, sono stati individuati 5 attributi chiave per la UX nei servizi AMoD, successivamente, grazie a questa raccolta di nozioni e indicazioni progettuali, è stato possibile sviluppare ulteriori analisi progettuali più puntuali riguardo alcuni dei temi cruciali riscontrati: il supporto dell'utente durante tutte le fasi della UX e l'esigenza della UX di adattarsi alle caratteristiche contestuali e dell'utente all'interno del veicolo.

L'analisi di entrambe le questioni ha permesso l'individuazione di alcune importanti opportunità progettuali, considerazioni che, però, necessitano di ulteriore elaborazione soprattutto in relazione al contesto di applicazione specifico.

Tuttavia, i risultati finali di questa tesi sono basati su diverse prospettive costruite in maniera incrementale grazie alle varie attività di ricerca condotte nei tre anni di dottorato.

Queste prospettive, elaborate grazie alle riflessioni emerse dall'analisi della letteratura e dalle tre sperimentazioni progettuali, intendono andare anche al di là delle evidenze scientifiche riscontrate sugli utenti, fornendo una visione futura della UX all'interno dei veicoli autonomi. Questa tesi trova infatti riscontro nelle riflessioni fornite da Hassenzahl (2004), secondo cui la prospettiva dello UX designer non deve solo coincidere con quella dell'utente ma deve anticipare in qualche modo la situazione d'uso futura.

I risultati della tesi hanno risposto alle domande di ricerca in diversi modi, e hanno contribuito a generare una prospettiva utile soprattutto per coloro che si occupano di progettazione nel campo dei veicoli autonomi. Espressamente, la risposta alla prima domanda di

ricerca, inerente ai bisogni futuri e i desideri degli utenti all'interno dei veicoli autonomi, è stata fornita in maniera più completa dall'analisi preliminare necessaria per lo sviluppo dei tre mood di viaggio, utile all'elaborazione del modello concettuale per la gestione della UX a bordo del veicolo. L'analisi, ha previsto la raccolta di informazioni relative alle preferenze e ai desideri degli utenti all'interno dei veicoli autonomi, contenuti che sono stati estrapolati da diversi studi presenti in letteratura focalizzati in maniera verticale su questo argomento. Queste fonti si sono avvalse per lo più di metodi di ricerca come questionari e interviste. Riguardo la seconda domanda di ricerca, mirata a comprendere il potenziale della UX *Design* di produrre impatti positivi per l'utente e il sistema, la risposta è stata fornita in modo diffuso. In prima istanza, attraverso il 2° design study che ha contribuito a rendere più pratica la possibilità di integrare contenuti (all'interno della UX nei veicoli autonomi) che producono impatti positivi per l'utente e per l'intero sistema. In secondo luogo, all'interno delle indicazioni progettuali nei contributi finali della tesi, dove sono state fornite alcune indicazioni su come la UX può guidare gli utenti verso un uso più consapevole e responsabile di questi servizi, producendo impatti positivi per gli utenti e per l'intero sistema.

Infine, la risposta alla terza domanda di ricerca, riferita all'individuazione delle possibili UX all'interno di un veicolo autonomo condiviso, è stata fornita dal modello sviluppato all'interno dei contributi finali della ricerca. Il modello concettuale, basato sui tre mood di viaggio, teorizzato sotto forma di strategia operativa, offre una visione riguardo la necessità di flessibilità e personalizzazione che i servizi AMoD dovrebbero offrire agli utenti nella UX all'interno dei veicoli.

5.2 Limiti della ricerca

Affrontare la UX all'interno di una tesi di dottorato si è rivelato un compito complesso, perché ha posto continuamente la sfida tra due direzioni di ricerca che difficilmente riescono a coesistere, quella verticale e quella orizzontale. Questa tesi si è interessata di indagare in maniera orizzontale tutta la UX

all'interno dei veicoli autonomi associati al contesto dell'AMoD, cercando di sviluppare delle verticalità rispetto a tematiche specifiche.

Approcci più verticali sono stati adottati, ad esempio, nella seconda e la terza sperimentazione progettuale. Tuttavia, questo metodo di ricerca flessibile ha permesso una comprensione generale dei fattori chiave rilevanti nel vasto ambito di ricerca esaminato, sintetizzati all'interno dei cinque attributi chiave, ma ha lasciato ancora molto spazio per ulteriori verticalizzazioni riguardo le tante questioni trattate.

La scelta di adottare un approccio olistico è stata guidata anche dalla necessità di connettere le molteplici conoscenze raccolte all'interno della letteratura, con l'intento di fornire una visione più di sistema.

Un altro grande limite riscontrato all'interno di questa tesi riguarda l'incapacità di poter esaminare contesti reali di applicazione. I risultati raggiunti attraverso le tre sperimentazioni, e tutta la ricerca in generale, rimangono comunque contributi basati su conoscenze estrapolate dalla letteratura e riflessioni sviluppate sulla base di scenari possibili.

128

L'attuale non operatività dei veicoli autonomi, e dei servizi AMoD, impone una continua rivalutazione in futuro dei contenuti forniti all'interno della tesi, soprattutto in base a quelli che saranno gli sviluppi futuri della tecnologia. Nonostante siano tanti gli scenari proposti all'interno della letteratura, l'ambito dei veicoli autonomi rimane ancora abbastanza incerto, ed è difficile prevedere in maniera esatta l'evoluzione reale di questa tecnologia una volta che verrà introdotta a livello globale.

Tuttavia, nonostante questi dubbi diffusi, resta necessario esplorare i possibili effetti positivi e negativi derivati dall'introduzione della guida autonoma, tale indagine dovrebbe puntare, inoltre, a sfruttare metodi di ricerca basati sempre di più su strumenti e apparecchiature che simulano il contesto di applicazione reale.

Un altro limite di questa ricerca è, infatti, quello legato agli strumenti di ricerca adottati. Non è stato possibile fruire di strumentazione tecnica di simulazione del contesto reale dei veicoli autonomi, questo potrebbe rappresentare un limite per i risultati ottenuti soprattutto nelle tre sperimentazioni progettuali. La mancanza

di apparecchi di simulazione ad alta fedeltà non ha permesso di valutare i prototipi all'interno di esperienze immersive simili al contesto reale. Questo aspetto ha contribuito però dall'altro lato a stimolare l'autore nel valutare approcci di ricerca alternativi, sperimentando metodologie ibride di ricerca, come nel caso della terza sperimentazione, che è stata condotta in remoto attraverso l'integrazione di vari approcci metodologici e il supporto di diversi strumenti informatici.

5.2 Sviluppi futuri

Dopo aver esposto una panoramica dei risultati di ricerca e aver discusso i limiti individuati, risulta sicuramente più facile capire quelle che potrebbero essere le prospettive future di questo progetto di ricerca.

Innanzitutto, una delle necessità in futuro è quella di approfondire le molteplici questioni sollevate da questa tesi, indagando in maniera più verticale ad esempio le tematiche affrontate nei cinque attributi chiave per la UX nei servizi AMoD.

È fondamentale, inoltre, proseguire gli step di iterazione progettuale all'interno delle tre sperimentazioni progettuali discusse in questa tesi. Le iterazioni progettuali, secondo l'approccio *Research Trough Design*, sono fondamentali per chiarire, verificare, e approfondire le questioni emerse all'interno delle prime fasi di sperimentazione. Ad esempio, nel 1° design study, potrebbe essere utile scalare, alcune delle soluzioni progettuali più rilevanti, ad una dimensione più pratica per studiarne in maniera più specifica i limiti di fattibilità e realizzabilità attraverso vari strumenti di simulazione delle esperienze. Tuttavia, potrebbe essere opportuno anche analizzare ulteriormente i risultati raggiunti negli otto concept proposti, per estrapolare ed indagare molti altri aspetti, che per motivi di varia natura, non è stato possibile affrontare in questa sede.

Nel 2° design study è, invece, necessario continuare a valutare la strategia educativa proposta attraverso la sperimentazione di nuovi approcci e nuove iterazioni progettuali del gioco proposto. È inoltre importante valutare una maggiore integrazione del contenuto ludico all'interno contesto di applicazione,

operazione che potrebbe essere facilitata da ulteriori sperimentazioni condotte all'interno di ambienti più fedeli al contesto reale dei veicoli autonomi.

Nel 3° design study è invece utile verificare ulteriori spazi progettuali all'interno dell'interazione Uomo-Macchina, partendo, ad esempio, da alcune delle tematiche maggiormente emerse da questo studio, come la questione dell'antropomorfismo nell'interazione tra l'uomo e il veicolo. È necessario investigare diverse modalità di applicazione degli elementi antropomorfi al sistema del veicolo, in relazione a vari fattori contestuali e alle preferenze dell'utente. Inoltre, potrebbe essere utile anche approfondire ulteriori sperimentazioni mirate al bisogno di collaborazione degli utenti all'interno del rapporto Uomo-Macchina, in relazione alle varie situazioni e contesti prevedibili nell'esperienza all'interno dei veicoli autonomi. La collaborazione potrebbe essere investigata sotto molti aspetti; dalla sperimentazione condotta in questa tesi è emersa l'importanza di alcuni elementi dell'interfaccia che sono risultati determinanti nel responso finale dell'utente. Alcuni dei fattori che potrebbero essere presi in esame riguardano, ad esempio, la frequenza delle interazioni, il tono di comunicazione e le modalità con cui vengono presentate le informazioni. Tuttavia, anche all'interno dei contributi finali risultano necessari ulteriori sviluppi futuri mirati ad un approfondimento delle considerazioni progettuali proposte. Come già evidenziato nei paragrafi precedenti, i cinque attributi chiave forniti necessitano una maggiore esplorazione in termini progettuali. Il modello sviluppato per la UX a bordo necessita invece lo sviluppo di sperimentazioni pratiche, ad esempio attraverso la costruzione di prototipi per testarne la fattibilità e l'efficacia della strategia proposta.

In conclusione della tesi, l'autore intende inoltre proporre ulteriori argomenti di ricerca, questioni/opportunità intese come input per indagini future. Innanzitutto, viene proposta l'esplorazione delle interfacce Uomo-Macchina esterne del veicolo, che dovrebbero risultare connesse e coerenti con quelle fornite all'interno della cabina. Occuparsi delle interfacce esterne del veicolo è importante perché l'automazione impatta notevolmente anche sull'interazione tra veicoli-pedoni-passeggeri a bordo altri veicoli. Ad esempio, nello scenario di attraversamento pedonale, potrebbe essere utile

indagare le modalità di comunicazione tra veicolo e pedone, in modo da evitare eventuali rischi per la sicurezza delle persone. Alcuni studi si sono già occupati di esplorare questo tema, ma restano ancora molte le questioni aperte.

Un altro aspetto che varrebbe la pena esplorare è quello legato al futuro delle interfacce post-app mobile. Nonostante le app e gli smartphone rappresentino una grande opportunità per la gestione dell'esperienza a bordo e fuori dal veicolo, risulta necessario soprattutto per la ricerca proiettarsi anche al di là di questa tecnologia. È necessario anticipare scenari futuri in cui questi strumenti siano già obsoleti e diventi necessario trovare sistemi e strutture diverse, magari anche migliori dal punto di vista dell'interazione. La questione è stata affrontata nella prima sperimentazione della tesi, da cui sono derivate alcune soluzioni progettuali speculative. Tuttavia, l'esperienza del primo studio ha suggerito una grande possibilità esplorativa all'interno di questo argomento.

Un ultimo spunto per la ricerca riguarda l'aspetto sociale dei veicoli autonomi. Se questi artefatti intelligenti dovessero sempre di più essere concepiti simili ad attori sociali capaci di prendere decisioni importanti e imparare dall'esperienze passate, quale sarà la loro posizione e il loro trattamento all'interno della nostra società? Come può il Design influire sulla costruzione del modello mentale che gli utenti si costruiscono in relazione al funzionamento e gli obiettivi di questi nuovi artefatti?

I veicoli autonomi dovranno apparire "dominanti", "sottomessi", o bisognerà trovare una giusta combinazione per raggiungere una convivenza sostenibile?

References

References

- Abraham, H., Lee, C., Brady, S., Fitzgerald, C., Mehler, B., Reimer, B., & Coughlin, J. F. (2016). Autonomous vehicles, trust, and driving alternatives: A survey of consumer preferences. *Massachusetts Inst. Technol, AgeLab, Cambridge*, 1, 16.
- Adnan, N., Nordin, S. M., bin Bahruddin, M. A., & Ali, M. (2018). How trust can drive forward the user acceptance to the technology? In-vehicle technology for autonomous vehicle. *Transportation research part A: policy and practice*, 118, 819-836.
- Adnan, N., Nordin, S.M., Rahman, I., Vasant, P., Noor, M.A., 2017. An overview of electric vehicle technology: a vision towards sustainable. In: *Green Marketing and Environmental Responsibility in Modern Corporations*, pp. 198
- Alessandrini, S., Delle Monache, L., Sperati, S., & Cervone, G. (2015). An analog ensemble for short-term probabilistic solar power forecast. *Applied energy*, 157, 95-110.
- Alsnih, R., & Hensher, D. A. (2003). The mobility and accessibility expectations of seniors in an aging population. *Transportation research part a: policy and practice*, 37(10), 903-916.
- Alvarez, I., Rumbel, L., & Adams, R. (2015, September). Skyline: a rapid prototyping driving simulator for user experience. In *Proceedings of the 7th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications* (pp. 101-108).
- Amichai-Hamburger, Y., & Vinitzky, G. (2010). Social network use and personality. *Computers in human behavior*, 26(6), 1289-1295
- Anable, J., & Gatersleben, B. (2005). All work and no play? The role of instrumental and affective factors in work and leisure journeys by different travel modes. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(2-3), 163-181.
- Anderson, J. M., Nidhi, K., Stanley, K. D., Sorensen, P., Samaras, C., & Oluwatola, O. A. (2014). *Autonomous vehicle technology: A guide for policymakers*. Rand Corporation.
- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport policy*, 15(2), 73-80.
- Bansal, P., & Kockelman, K. M. (2017). Forecasting Americans' long-term adoption of connected and autonomous vehicle technologies. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 95, 49-63.
- Bansal, P., Kockelman, K. M., & Singh, A. (2016). Assessing public opinions of and interest in new vehicle technologies: An Austin perspective. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 67, 1-14.
- Barter, P. (2013). Cars are parked 95% of the time. Let's check. Available online at <http://www.reinventingparking.org/2013/02/cars-are-parked-95-of-time-lets-check.html>, Accessed on 12-2020.
- Barth, M., Jugert, P., & Fritsche, I. (2016). Still underdetected—Social norms and collective efficacy predict the acceptance of electric vehicles in Germany. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 37, 64-77.
- 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.
- Berger, G., Feindt, P. H., Holden, E., & Rubik, F. (2014). Sustainable mobility—challenges for a complex transition.
- Biocca, F. (1997). The cyborg's dilemma: Progressive embodiment in virtual environments. *Journal of computer-mediated communication*, 3(2), JCMC324.
- Bistagnino, L. (2009). *Design sistemico. Progettare la sostenibilità produttiva e ambientale*. Slow Food Editore, Torino.
- Bjørn-Andersen, N. (1988). Are 'human factors' human?. *The Computer Journal*, 31(5), 386-390.
- Blythe, M. (2014), "Research through design fiction: narrative in real and imaginary abstracts", In *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems* (pp. 703-712).
- Bødker, S. (2006, October). When second wave HCI

- meets third wave challenges. In Proceedings of the 4th Nordic conference on Human-computer interaction: changing roles (pp. 1-8).
- Bolis, I., Morioka, S. N., & Szelwar, L. I. (2017). Are we making decisions in a sustainable way? A comprehensive literature review about rationalities for sustainable development. *Journal of cleaner production*, 145, 310-322.
- Bonnefon, J. F., Shariff, A., & Rahwan, I. (2016). The social dilemma of autonomous vehicles. *Science*, 352(6293), 1573-1576.
- Branigan, H. P., Pickering, M. J., Pearson, J., McLean, J. F., & Brown, A. (2011). The role of beliefs in lexical alignment: Evidence from dialogs with humans and computers. *Cognition*, 121(1), 41-57.
- Brenner, W., & Herrmann, A. (2018). An overview of technology, benefits and impact of automated and autonomous driving on the automotive industry. In *Digital marketplaces unleashed* (pp. 427-442). Springer, Berlin, Heidelberg.
- 132 Bubbers, M. (2018). Cars have become too complicated, but change may be coming. Online Available at <https://www.theglobeandmail.com/globe-drive/culture/commentary/cars-have-become-too-complicated-but-change-may-be-coming/article37841096/>, Accessed on 12-2020.
- Buchenau, M., & Suri, J. F. (2000, August). Experience prototyping. In Proceedings of the 3rd conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques (pp. 424-433).
- Buckley, L., Kaye, S. A., & Pradhan, A. K. (2018). Psychosocial factors associated with intended use of automated vehicles: A simulated driving study. *Accident Analysis & Prevention*, 115, 202-208.
- Bucolo, S., & Matthews, J. H. (2011). A conceptual model to link deep customer insights to both growth opportunities and organisational strategy in SME's as part of a design led transformation journey. *Design management toward a new Era of innovation*.
- Bundesamt für Statistik BFS (2012): *Mobilität in der Schweiz. Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010*. Neuchâtel (Statistik der Schweiz. 11, Mobilität und Verkehr). Available online at <http://www.portal-stat.admin.ch/mz10/docs/840-1000.pdf>, Accessed on 12-2020.
- Castells, M. (2011). *The rise of the network society* (Vol. 12). John Wiley & Sons.
- Chan, N. D., & Shaheen, S. A. (2012). Ridesharing in North America: Past, present, and future. *Transport reviews*, 32(1), 93-112.
- Chan, N. D., & Shaheen, S. A. (2012). Ridesharing in North America: Past, present, and future. *Transport reviews*, 32(1), 93-112.
- Chetty, R., & Hendren, N. (2015). The impacts of neighborhoods on intergenerational mobility: Childhood exposure effects and county-level estimates. Harvard University and NBER, 1-144.
- Choi, J. K., & Ji, Y. G. (2015). Investigating the importance of trust on adopting an autonomous vehicle. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 31(10), 692-702.
- Clark, H. H. (1999, November). How do real people communicate with virtual partners. In Proceedings of 1999 AAAI Fall Symposium, Psychological Models of Communication in Collaborative Systems (pp. 43-47).
- Cohen, B., & Kietzmann, J. (2014). Ride on! Mobility business models for the sharing economy. *Organization & Environment*, 27(3), 279-296.
- Corr, P. J., & Matthews, G. (Eds.). (2020). *The Cambridge handbook of personality psychology*. Cambridge University Press.
- Cooper, A., Reimann, R., & Cronin, D. (2007). *About face 3: the essentials of interaction design*. John Wiley & Sons.
- Cunningham, E. (2015). Why our cars are in danger of becoming too complicated and confusing: study. Online Available at <https://www.independent.ie/life/motoring/car-news/why-our-cars-are-in-danger-of-becoming-too-complicated-and-confusing-study-34147136.html>, Accessed on 12-2020

References

- Cyganski, R., Fraedrich, E., & Lenz, B. (2015). Travel-time valuation for automated driving: A use-case-driven study. In Proceedings of the 94th Annual Meeting of the TRB.
- Davila, A., & Nombela, M. (2012). Platooning-safe and eco-friendly mobility (No. 2012-01-0488). SAE Technical Paper.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 319-340.
- De Boer, T. (2010). Global User research methods. In *Handbook of Global User Research* (pp. 145-201). Morgan Kaufmann.
- 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.
- Dekker, S. W., & Woods, D. D. (2002). MABA-MABA or abracadabra? Progress on human-automation co-ordination. *Cognition, Technology & Work*, 4(4), 240-244.
- Department of Environment Food and Rural Affairs (DEFRA) (2002), *Achieving a better quality of life: review of progress towards sustainable development*, DEFRA, London.
- DESA, U. N. (2014). *World urbanization prospects: The 2014 revision, highlights*. United Nations, Department of Economic and Social Affairs (UN/DESA), Population Division. United Nations publication. Online available at <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf> Accessed on, 12, 2020.
- DESA, U. N. (2016). *The world's cities in 2016: Data booklet*. Statistical Papers-United Nations (Ser. A), Population and Vital Statistics Report. United Nations, New York. doi: <https://doi.org/10.18356/8519891f-en>.
- Desmet, P. (2002). *Designing emotions*.
- Desmet, P. M. (2008). Product emotion. In *Product experience* (pp. 379-397). Elsevier.
- Desmet, P., & Hekkert, P. (2007). Framework of product experience. *International journal of design*, 1(1), 57-66.
- Distler, V., Lallemand, C., & Bellet, T. (2018, April). Acceptability and acceptance of autonomous mobility on demand: The impact of an immersive experience. In Proceedings of the 2018 CHI conference on human factors in computing systems (pp. 1-10).
- Dobson, A. (2007). Environmental citizenship: towards sustainable development. *Sustainable development*, 15(5), 276-285.
- Duranton, G., & Turner, M. A. (2011). The fundamental law of road congestion: Evidence from US cities. *American Economic Review*, 101(6), 2616-52.
- EEE. (2014). You won't need a driver's license by 2040. Retrieved from <http://sites.ieee.org/itss/2014/09/15/you-wont-need-a-drivers-license-by-2040/>.
- Ettema, D., & Verschuren, L. (2007). Multitasking and value of travel time savings. *Transportation Research Record*, 2010(1), 19-25.
- Fabricatore, C., & López, X. (2012). Sustainability Learning through Gaming: An Exploratory Study. *Electronic Journal of e-learning*, 10(2), 209-222.
- Fagnant, D. J., & Kockelman, K. M. (2015). Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77, 167-181.
- Fagnant, D. J., & Kockelman, K. M. (2014). The travel and environmental implications of shared autonomous vehicles, using agent-based model scenarios. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 40, 1-13.
- Fagnant, D. J., & Kockelman, K. M. (2015b). Dynamic ride-sharing and optimal fleet sizing for a system of shared autonomous vehicles (No. 15-1962).
- Fagnant, D. J., & Kockelman, K. M., & Bansal, P. (2015). Operations of shared autonomous vehicle fleet for Austin, Texas, market. *Transportation Research Record*, 2563(1), 98-106.

- Favarò, F., Eurich, S., & Nader, N. (2018). Autonomous vehicles' disengagements: Trends, triggers, and regulatory limitations. *Accident Analysis & Prevention*, 110, 136-148.
- Featherstone, M. (2004). *Automobilities: an introduction*.
- Firnkorn, J., & Müller, M. (2012). Selling mobility instead of cars: new business strategies of automakers and the impact on private vehicle holding. *Business Strategy and the environment*, 21(4), 264-280.
- Forlizzi, J. (2008). The product ecology: Understanding social product use and supporting design culture. *International Journal of design*, 2(1).
- Forlizzi, J., & Battarbee, K. (2004, August). Understanding experience in interactive systems. In *Proceedings of the 5th conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques* (pp. 261-268).
- 134 Forlizzi, J., & Ford, S. (2000, August). The building blocks of experience: an early framework for interaction designers. In *Proceedings of the 3rd conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques* (pp. 419-423).
- Garidis, K., Ulbricht, L., Rossmann, A., & Schmah, M. (2020, January). Toward a user acceptance model of autonomous driving. In *Proceedings of the 53rd Hawaii international conference on system sciences*.
- Geum, Y., & Park, Y. (2011). Designing the sustainable product-service integration: a product-service blueprint approach. *Journal of Cleaner Production*, 19(14), 1601-1614.
- Gill, K. S. (1990). *Summary of human-centered systems research in Europe*. University of Brighton, SEAKE Centre.
- Goldstein, S. M., Johnston, R., Duffy, J., & Rao, J. (2002). The service concept: the missing link in service design research?. *Journal of Operations management*, 20(2), 121-134.
- Goodall, N. J. (2014). Ethical decision making during automated vehicle crashes. *Transportation Research Record*, 2424(1), 58-65.
- Hartmann, J., Sutcliffe, A., & Angeli, A. D. (2008). Towards a theory of user judgment of aesthetics and user interface quality. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 15(4), 1-30.
- Hassenzahl, M. (2001). The effect of perceived hedonic quality on product appealingness. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 13(4), 481-499.
- Hassenzahl, M. (2004). The interplay of beauty, goodness, and usability in interactive products. *Human-Computer Interaction*, 19(4), 319-349.
- Hassenzahl, M. (2004a). The thing and I: understanding the relationship between user and product. In A. B. Mark, O. Kees, F. M. Andrew, & C. W. Peter (Eds.), *Funology* (pp. 31-42). Kluwer Academic Publishers.
- Hassenzahl, M. (2008, September). User experience (UX) towards an experiential perspective on product quality. In *Proceedings of the 20th Conference on l'Interaction Homme-Machine* (pp. 11-15).
- Hassenzahl, M. (2010). Experience design: Technology for all the right reasons. *Synthesis lectures on human-centered informatics*, 3(1), 1-95.
- Hassenzahl, M., & Tractinsky, N. (2006). User experience-a research agenda. *Behaviour & information technology*, 25(2), 91-97.
- 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).
- Hecht, T., Kratzert, S., & Bengler, K. (2020). The Effects of a Predictive HMI and Different Transition Frequencies on Acceptance, Workload, Usability, and Gaze Behavior During Urban Automated Driving. *Information*, 11(2), 73.
- Hegner, S. M., Beldad, A. D., & Brunswick, G. J.

References

- (2019). In automatic we trust: Investigating the impact of trust, control, personality characteristics, and extrinsic and intrinsic motivations on the acceptance of autonomous vehicles. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 35(19), 1769-1780.
- Henderson, J. (2006). Secessionist automobility: Racism, anti-urbanism, and the politics of automobility in Atlanta, Georgia. *International Journal of Urban and Regional Research*, 30(2), 293-307.
- Hoff, K. A., & Bashir, M. (2015). Trust in automation: Integrating empirical evidence on factors that influence trust. *Human factors*, 57(3), 407-434.
- Hohenberger, C., Spörrle, M., & Welp, I. M. (2016). How and why do men and women differ in their willingness to use automated cars? The influence of emotions across different age groups. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 94, 374-385.
- Holmlid, S., & Evenson, S. (2008). Bringing service design to service sciences, management and engineering. In *Service science, management and engineering education for the 21st century* (pp. 341-345). Springer, Boston, MA.
- ISO (2010) Ergonomics of human-system interaction. Part 210: human-centred design for interactive systems (ISO 9241-210: 2010). International Organization for Standardization, Switzerland
- Jacques, C., Manaugh, K., & El-Geneidy, A. M. (2013). Rescuing the captive [mode] user: an alternative approach to transport market segmentation. *Transportation*, 40(3), 625-645.
- Janasz, T. (2017). *Paradigm shift in urban mobility: towards factor 10 of automobility*. Springer.
- Johnston, R., & Kong, X. (2011). The customer experience: a road-map for improvement. *Managing Service Quality: An International Journal*.
- Jordan, P. (2000). *Designing Pleasurable Products*. Oxon: Taylor & Francis.
- Kajiwara, S., & Jin, Q. (2012, March). Attachment factor in user experience over a time span: experiment design and analysis. In *Proceedings of the 2012 Joint International Conference on Human-Centered Computer Environments* (pp. 45-50).
- Karagulian, F., Belis, C. A., Dora, C. F. C., Prüss-Ustün, A. M., Bonjour, S., Adair-Rohani, H., & Amann, M. (2015). Contributions to cities' ambient particulate matter (PM): A systematic review of local source contributions at global level. *Atmospheric environment*, 120, 475-483.
- Kaye, J. (2008). *The Epistemology and Evaluation of Experience-focused HCI*.
- Keller, D. H. (1935). The living machine. *Wonder stories*, 6(12), 1465-1511
- Keyson, D. V., & Bruns, M. (2009, October). Empirical research through design. In *Proceedings of the 3rd IASDR Conference on Design Research* (pp. 4548-4557).
- 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., Chang, J. J. E., Park, H. H., Song, S. U., Cha, C. B., Kim, J. W., & Kang, N. (2020). Autonomous taxi service design and user experience. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(5), 429-448.
- Klößner, C. A. (2014). The dynamics of purchasing an electric vehicle—A prospective longitudinal study of the decision-making process. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 24, 103-116.
- König, M., & Neumayr, L. (2017). Users' resistance towards radical innovations: The case of the self-driving car. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 44, 42-52.
- Koopman, P., & Wagner, M. (2017). Autonomous vehicle safety: An interdisciplinary challenge. *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, 9(1), 90-96.

- Kopp, S. (2010). Social resonance and embodied coordination in face-to-face conversation with artificial interlocutors. *Speech Communication*, 52(6), 587-597.
- Körber, M., & Bengler, K. (2013, October). Measurement of momentary user experience in an automotive context. In *Proceedings of the 5th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications* (pp. 194-201).
- KPMG (2015) Connected and Autonomous Vehicles – The UK Economics Opportunity. KPMG, London, UK. Available online at <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pdf/2015/04/connected-and-autonomous-vehicles.pdf> , Accessed on 12-2020
- Kröger, L., Kuhnimhof, T., & Trommer, S. (2016). Modelling the Impact of Automated Driving. In *Private AV Scenarios for Germany and the US. Presented to the European Transport Conference. German Aerospace Center, Berlin.*
- Krueger, R., Rashidi, T. H., & Rose, J. M. (2016). Preferences for shared autonomous vehicles. *Transportation research part C: emerging technologies*, 69, 343-355.
- Kun, A. L. (2018). Human-machine interaction for vehicles: Review and outlook. *Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction*, 11(4), 201-293.
- Kun, A. L., Boll, S., & Schmidt, A. (2016). Shifting gears: User interfaces in the age of autonomous driving. *IEEE Pervasive Computing*, 15(1), 32-38.
- Kyriakidis, M., Happee, R., & de Winter, J. C. (2015). Public opinion on automated driving: Results of an international questionnaire among 5000 respondents. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 32, 127-140.
- Lam D., Head P. (2012) Sustainable Urban Mobility. In: Inderwildi O., King S. (eds) *Energy, Transport, & the Environment*. Springer, London
- Larsson, P. (2018). User Experience of On-demand Autonomous Vehicles - Part 1: Background and User Experience framework. DOI: 10.13140/RG.2.2.11665.07523.
- Law, E. L. C., Van Schaik, P., & Roto, V. (2014). Attitudes towards user experience (UX) measurement. *International Journal of Human-Computer Studies*, 72(6), 526-541.
- Lee, J. D., & See, K. A. (2004). Trust in automation: Designing for appropriate reliance. *Human factors*, 46(1), 50-80.
- Lee, J. G., Kim, K. J., Lee, S., & Shin, D. H. (2015). Can autonomous vehicles be safe and trustworthy? Effects of appearance and autonomy of unmanned driving systems. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 31(10), 682-691.
- Leicht, T., Chtourou, A., & Youssef, K. B. (2018). Consumer innovativeness and intentioned autonomous car adoption. *The Journal of High Technology Management Research*, 29(1), 1-11.
- Levy, J. I., Buonocore, J. J., & Von Stackelberg, K. (2010). Evaluation of the public health impacts of traffic congestion: a health risk assessment. *Environmental health*, 9(1), 65.
- Li, G., Yang, Y., & Qu, X. (2019). Deep learning approaches on pedestrian detection in hazy weather. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*.
- Lin, P. (2016). Why ethics matters for autonomous cars. In *Autonomous driving* (pp. 69-85). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Litman, T. (2017). *Autonomous vehicle implementation predictions*. Victoria, Canada: Victoria Transport Policy Institute.
- Liu, A., Wuest, T., Wei, W., & Lu, S. (2014). Application of prospect theory on car sharing product service system. *Procedia CIRP*, 16, 350-355.
- Lu, N., Cheng, N., Zhang, N., Shen, X., & Mark, J. W. (2014). Connected vehicles: Solutions and challenges. *IEEE internet of things journal*, 1(4), 289-299.
- Lyons, G. (2018). Getting smart about urban mobility–

References

- aligning the paradigms of smart and sustainable. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 115, 4-14.
- Madigan, R., Louw, T., Wilbrink, M., Schieben, A., & Merat, N. (2017). What influences the decision to use automated public transport? Using UTAUT to understand public acceptance of automated road transport systems. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 50, 55-64.
- Mahlke, S., & Thüring, M. (2007, April). Studying antecedents of emotional experiences in interactive contexts. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 915-918).
- Mangiaracina, R., Brugnoli, G., & Perego, A. (2009). The ecommerce customer journey: A model to assess and compare the user experience of the ecommerce websites. *Journal of Internet Banking and Commerce*, 14(3), 1-11.
- Marletto, G. (2010). Structure, agency and change in the car regime: A review of the literature.
- Martin, E., Shaheen, S. A., & Lidicker, J. (2010). Impact of carsharing on household vehicle holdings: Results from North American shared-use vehicle survey. *Transportation Research Record*, 2143(1), 150-158.
- May, K. R., Noah, B. E., & Walker, B. N. (2017, September). Driving acceptance: Applying structural equation modeling to in-vehicle automation acceptance. In *Proceedings of the 9th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications Adjunct* (pp. 190-194).
- McCrae, R. R., & John, O. P. (1992). An introduction to the five-factor model and its applications. *Journal of personality*, 60(2), 175-215.
- Medina-Tapia, M., & Robusté, F. (2018). Exploring paradigm shift impacts in urban mobility: Autonomous Vehicles and Smart Cities. *Transportation research procedia*, 33, 203-210
- Menon, N., Pinjari, A., Zhang, Y., & Zou, L. (2016). Consumer perception and intended adoption of autonomous-vehicle technology: Findings from a university population survey (No. 16-5998).
- Mertens, P. (2018). *Automotive Autonomy*. *ATZ worldwide*, 120(1), 86-86.
- Meschtscherjakov, A., Wilfinger, D., Osswald, S., Perterer, N., & Tscheligi, M. (2012, October). Trip experience sampling: assessing driver experience in the field. In *Proceedings of the 4th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications* (pp. 225-232).
- Millard-Ball, A. (2018). Pedestrians, autonomous vehicles, and cities. *Journal of planning education and research*, 38(1), 6-12.
- Miller, D., Sun, A., & Ju, W. (2014, October). Situation awareness with different levels of automation. In *2014 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)* (pp. 688-693). IEEE.
- Miorandi, D., Sicari, S., De Pellegrini, F., & Chlamtac, I. (2012). Internet of things: Vision, applications and research challenges. *Ad hoc networks*, 10(7), 1497-1516.
- Mokhtarian, P. L., & Salomon, I. (2001). How derived is the demand for travel? Some conceptual and measurement considerations. *Transportation research part A: Policy and practice*, 35(8), 695-719.
- Moore, K., & McElroy, J. C. (2012). The influence of personality on Facebook usage, wall postings, and regret. *Computers in human behavior*, 28(1), 267-274.
- Mordue, G., Yeung, A., & Wu, F. (2020). The looming challenges of regulating high level autonomous vehicles. *Transportation research part A: policy and practice*, 132, 174-187.
- Mugge, R., Govers, P. C., & Schoormans, J. P. (2009). The development and testing of a product personality scale. *Design Studies*, 30(3), 287-302.
- Nass, C., & Steuer, J. (1993). Voices, boxes, and sources of messages: Computers and social actors. *Human Communication Research*, 19(4), 504-527.

- Nass, C., Fogg, B. J., & Moon, Y. (1996). Can computers be teammates?. *International Journal of Human-Computer Studies*, 45(6), 669-678.
- National Highway Traffic Safety Administration. (2013). Preliminary statement of policy concerning automated vehicles. Washington, DC, 1-14. Available online at https://www.nhtsa.gov/staticfiles/rulemaking/pdf/Automated_Vehicles_Policy.pdf , Accessed on 12-2020.
- Neely, A. (2008). Exploring the financial consequences of the servitization of manufacturing. *Operations management research*, 1(2), 103-118.
- Newman, P. (2007). Beyond peak oil: will our cities collapse?. *Journal of urban technology*, 14(2), 15-30.
- NHTSA. (2016). Federal Automated Vehicles Policy. Online Available at <https://www.transportation.gov/AV/federal-automated-vehicles-policy-september-2016>, Accessed on 12-2020.
- NHTSA. (2019). Automated Vehicles for Safety. Online Available at <https://www.nhtsa.gov/technology-innovation/automated-vehicles-safety>, Accessed on 12-2020.
- Niforatos, E., & Karapanos, E. (2015). EmoSnaps: a mobile application for emotion recall from facial expressions. *Personal and Ubiquitous Computing*, 19(2), 425-444.
- Nobis, C. (2006). Carsharing as key contribution to multimodal and sustainable mobility behavior: Carsharing in Germany. *Transportation Research Record*, 1986(1), 89-97.
- Norman, D. A. (2004). *Emotional design: Why we love (or hate) everyday things*. Basic Civitas Books.
- O'Flaherty, D. (2018). AI in action: Autonomous vehicles. Online Available at <https://www.ibm.com/blogs/systems/ai-in-action-autonomous-vehicles/>, Accessed on 12-2020.
- OECD (2014), *The Cost of Air Pollution: Health Impacts of Road Transport*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264210448-en>.
- Owens, J. M., Antin, J. F., Doerzaph, Z., & Willis, S. (2015). Cross-generational acceptance of and interest in advanced vehicle technologies: A nationwide survey. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 35, 139-151.
- Ozguner, U., Stiller, C., & Redmill, K. (2007). Systems for safety and autonomous behavior in cars: The DARPA Grand Challenge experience. *Proceedings of the IEEE*, 95(2), 397-412.
- Panagiotopoulos, I., & Dimitrakopoulos, G. (2018). An empirical investigation on consumers' intentions towards autonomous driving. *Transportation research part C: emerging technologies*, 95, 773-784.
- Papadoulis, A., Quddus, M., & Imprialou, M. (2019). Evaluating the safety impact of connected and autonomous vehicles on motorways. *Accident Analysis & Prevention*, 124, 12-22.
- Parasuraman, R., Sheridan, T. B., & Wickens, C. D. (2008). Situation awareness, mental workload, and trust in automation: Viable, empirically supported cognitive engineering constructs. *Journal of cognitive engineering and decision making*, 2(2), 140-160.
- Pavone, M. (2015). Autonomous mobility-on-demand systems for future urban mobility. In *Autonomes Fahren* (pp. 399-416). Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg.
- Payre, W., Cestac, J., & Delhomme, P. (2014). Intention to use a fully automated car: Attitudes and a priori acceptability. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 27, 252-263.
- Preece, J., Sharp, H., & Rogers, Y. (2015). *Interaction design: beyond human-computer interaction*. John Wiley & Sons.
- Pulver, A. (2016). In-car entertainment: will driverless cars have movie screens not windscreens?. Available online at <https://www.theguardian.com/film/2016/mar/16/ford-patent-will-driverless-cars-have-movie-screens> , Accessed on 12-2020
- Ramsey M. (2019) *Hype Cycle for Connected Vehicles and Smart Mobility*, 2019. Gartner; 2019 Jul.

References

- Report No.:G00369518. <https://www.gartner.com/en/documents/3955767/hype-cycle-for-connected-vehiclessand-smart-mobility-201>.
- Randelhoff, Martin (2014): Vergleich unterschiedlicher Flächeninanspruchnahmen nach Verkehrsarten (pro Person). Available online at <http://www.zukunft-mobilitaet.net/78246/analyse/flaechenbedarf-pkw-fahrradbus-strassenbahn-stadtbahn-fussgaenger-metro-bremsverzoegerung-vergleich/>, Accessed on 12-2020.
- Redshaw, S. (2017). *In the company of cars: Driving as a social and cultural practice*. CRC Press.
- Reeves, B., & Nass, C. I. (1996). *The media equation: How people treat computers, television, and new media like real people and places*. Cambridge university press.
- Richardson, A. (2010). Using customer journey maps to improve customer experience. *Harvard business review*, 15(1), 2-5.
- Robson, C. (2002). *Real world research: A resource for social scientists and practitioner-researchers (Vol. 2)*. Oxford: Blackwell.
- Rödel, C., Stadler, S., Meschtscherjakov, A., & Tscheligi, M. (2014, September). Towards autonomous cars: The effect of autonomy levels on acceptance and user experience. In *Proceedings of the 6th international conference on automotive user interfaces and interactive vehicular applications (pp. 1-8)*.
- Roto, V. (2007). User experience from product creation perspective. *Towards a UX Manifesto*, 31.
- Rupp, J. D., & King, A. G. (2010). *Autonomous driving-A practical roadmap (No. 2010-01-2335)*. SAE Technical Paper.
- SAE On-Road Automated Vehicle Standards Committee. (2018). *Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles*. SAE International: Warrendale, PA, USA.
- Sanders, E. B. N. (1992). *Converging perspectives: product development research for the 1990s*. *Design management journal*, 3(4), 49-54.
- Sandry, E. (2018). *Automation and human relations with the private vehicle: from automobiles to autonomous cars*. Media International Australia, 166(1), 11-19.
- Schoettle, B., & Sivak, M. (2014). *A survey of public opinion about autonomous and self-driving vehicles in the US, the UK, and Australia*. University of Michigan, Ann Arbor, Transportation Research Institute.
- Sheller, M. (2004). *Automotive emotions: Feeling the car*. *Theory, culture & society*, 21(4-5), 221-242.
- Shostack, G.L. (1984) *Designing services that deliver*, *Harvard Business Review*, 62(1), p.134.
- Shoup, D. C. (2006). *Cruising for parking*. *Transport Policy*, 13(6), 479-486.
- Snellen, D., & de Hollander, G. (2017). *ICT'S change transport and mobility: mind the policy gap!*. *Transportation research procedia*, 26, 3-12. 139
- Sønderstrup-Andersen, E. (2007). *Personas: En domæneanalytisktilgang*. *Dansk Biblioteksforskning*, 3(2), 61-75.
- Spieser, K., Treleaven, K., Zhang, R., Frazzoli, E., Morton, D., & Pavone, M. (2014). *Toward a systematic approach to the design and evaluation of automated mobility-on-demand systems: A case study in Singapore*. In *Road vehicle automation (pp. 229-245)*. Springer, Cham.
- Stappers, P., & Giaccardi, E. (2017). *Research through design*. *The encyclopedia of human-computer interaction*, 2.
- Steg, L. (2005). *Car use: lust and must*. *Instrumental, symbolic and affective motives for car use*. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(2-3), 147-162.
- Sundar, S. S. (2008). *The MAIN model: A heuristic approach to understanding technology effects on credibility (pp. 73-100)*. MacArthur Foundation

Digital Media and Learning Initiative.

Tennant, C., Howard, S., Franks, B., Bauer, M. W., & Stares, S. (2016). Autonomous Vehicles-Negotiating a Place on the Road: A study on how drivers feel about Interacting with Autonomous Vehicles on the road (executive summary). Retrieved July, 16, 2017.

Thill, S., Hemeren, P. E., & Nilsson, M. (2014, March). The apparent intelligence of a system as a factor in situation awareness. In 2014 IEEE International Inter-Disciplinary Conference on Cognitive Methods in Situation Awareness and Decision Support (CogSIMA) (pp. 52-58). IEEE.

Thill, S., Riveiro, M., & Nilsson, M. (2015). Perceived intelligence as a factor in (semi-) autonomous vehicle UX. In "Experiencing Autonomous Vehicles: Crossing the Boundaries between a Drive and a Ride" workshop in conjunction with CHI2015.

Tils, G., Rehaag, R., & Glatz, A. (2015). Carsharing-ein Beitrag zu nachhaltiger Mobilität.

140 Trommer, S., Kolarova, V., Fraedrich, E., Kröger, L., Kickhöfer, B., Kuhnimhof, T., ... & Phleps, P. (2016). Autonomous driving-the impact of vehicle automation on mobility behaviour.

Urry, J. (2008). Governance, flows, and the end of the car system?. *Global Environmental Change*, 18(3), 343-349.

Vermeeren, A. P., Law, E. L. C., Roto, V., Obrist, M., Hoonhout, J., & Väänänen-Vainio-Mattila, K. (2010, October). User experience evaluation methods: current state and development needs. In Proceedings of the 6th Nordic conference on human-computer interaction: Extending boundaries (pp. 521-530).

Vollmer, A. L., Wrede, B., Rohlfing, K. J., & Cangelosi, A. (2013, August). Do beliefs about a robot's capabilities influence alignment to its actions?. In 2013 IEEE Third Joint International Conference on Development and Learning and Epigenetic Robotics (ICDL) (pp. 1-6). IEEE.

Wadud, Z., MacKenzie, D., & Leiby, P. (2016). Help or hindrance? The travel, energy and carbon impacts of highly automated vehicles. *Transportation Research*

Part A: Policy and Practice, 86, 1-18.

Wagner, P. (2015). Steuerung und Management in einem Verkehrssystem mit autonomen Fahrzeugen. In *Autonomes Fahren* (pp. 313-330). Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg.

Waldrop, M. M. (2015). No drivers required. *Nature*, 518(7537), 20.

Wardman, M., & Lyons, G. (2016). The digital revolution and worthwhile use of travel time: implications for appraisal and forecasting. *Transportation*, 43(3), 507-530.

Waytz, A., Heafner, J., & Epley, N. (2014). The mind in the machine: Anthropomorphism increases trust in an autonomous vehicle. *Journal of Experimental Social Psychology*, 52, 113-117.

Xu, Z., Zhang, K., Min, H., Wang, Z., Zhao, X., & Liu, P. (2018). What drives people to accept automated vehicles? Findings from a field experiment. *Transportation research part C: emerging technologies*, 95, 320-334.

Yang, Q., Banovic, N., & Zimmerman, J. (2018, April). Mapping machine learning advances from HCI research to reveal starting places for design innovation. In Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 1-11).

Zhang, Q., Esterwood, C., Yang, J., & Robert, L. (2019). An Automated Vehicle (AV) like Me? The Impact of Personality Similarities and Differences between Humans and AVs. The Impact of Personality Similarities and Differences between Humans and AVs (August 31, 2019).

Zhang, T., Tao, D., Qu, X., Zhang, X., Lin, R., & Zhang, W. (2019). The roles of initial trust and perceived risk in public's acceptance of automated vehicles. *Transportation research part C: emerging technologies*, 98, 207-220.

Zhang, T., Tao, D., Qu, X., Zhang, X., Zeng, J., Zhu, H., & Zhu, H. (2020). Automated vehicle acceptance in China: Social influence and initial trust are key determinants. *Transportation re-search part C: emerging technologies*, 112, 220-233.

References

- Zimmerman, J., & Forlizzi, J. (2014). Research through design in HCI. In *Ways of Knowing in HCI* (pp. 167-189). Springer, New York, NY.
- Zimmerman, J., Forlizzi, J., & Evenson, S. (2007, April). Research through design as a method for interaction design research in HCI. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 493-502).

Annex I

Lista delle pubblicazioni

Proceedings

Arcoraci A., Di Salvo A., Tamborrini P.M. (2019). Sustainable interaction for mobility system. LeNS world distributed conference, Milano 3-5 April 2019.

Di Salvo A., Arcoraci A., Exploring new concepts to create natural and trustful dialogue between humans and intelligent autonomous vehicles. 3rd International Conference on Intelligent Human Systems Integration (IHSI 2020) Modena and Reggio Emilia, Modena 19-21 February 2020.

Journal Articles

Di Salvo, A., & Arcoraci, A. (2020). Human connections. Design interactive artefacts through narration and speculation. *AGATHÓN| International Journal of Architecture, Art and Design*, 8, 254-261.