

Designer e GenAI: Studio degli aspetti caratterizzanti l'interazione durante la progettazione di concept

Candidata:

Elena Cavallin

Ciclo dottorale:

XXXVII - PON Green

Relatori:

Michele Sinico, Simone Spagnol – Università Iuav di Venezia

Correlatore:

Michele Zannoni, Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

Azienda partner: Makarenalabs s.r.l.



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo



*Ministero dell'Istruzione,
dell'Università e della Ricerca*



REACT EU

I
- - -
U
- - -
A
- - -
V

Università Iuav
di Venezia

La borsa di dottorato è stata cofinanziata
con risorse del Programma Operativo Nazionale Ricerca e Innovazione 2014-2020,
risorse FSE REACT-EU Azione IV.4 "Dottorati e contratti di ricerca su tematiche
dell'innovazione" e Azione IV.5 "Dottorati su tematiche Green"

Università Iuav di Venezia
Scuola di Dottorato in Architettura, città e design
Ambito di ricerca Scienze del design

Testi e immagini
a cura di Elena Cavallin

Progetto grafico e impaginazione
a cura di Arianna Cremona, Art Director

A Maddalena.

Abstract

L'adozione di sistemi di Intelligenza Artificiale Generativa (GenAI) nel design sta modificando in modo significativo i processi cognitivi e operativi dei progettisti, soprattutto nelle fasi iniziali di concept. Questa ricerca, condotta nell'ambito del dottorato in Scienze del Design e focalizzata sui processi di progettazione, ha l'obiettivo di comprendere come l'interazione con GenAI incida sullo sviluppo di idee, sulla rielaborazione concettuale e sulla riflessione critica nella pratica progettuale in design.

La trattazione si apre delineando il contesto teorico: da un lato, l'evoluzione degli strumenti digitali che con le GenAI forniscono non più solo semplici funzioni di automazione, ma anche capacità generative; dall'altro, i fondamenti cognitivi che governano la fase di ideazione, tradizionalmente caratterizzata da sketch, e processi di co-evoluzione tra problema e soluzione. L'ipotesi centrale è che le GenAI non si limitino ad accelerare la produzione degli elaborati, ma agiscano come partner dialogici, innescando nuove strategie di esplicitazione del pensiero progettuale.

Dopo una rassegna sulla letteratura inerente al tema di co-creazione designer-AI e creatività computazionale, la ricerca entra nel vivo con una serie di osservazioni esplorative in contesti didattici, seguite da esperimenti controllati con chatbot specializzati (BIAS, SOSIA). Tali studi mostrano come la fase di concept possa trarre vantaggio dall'interazione iterativa con modelli AI per riflettere su questioni complesse come la sostenibilità dei progetti in via di sviluppo.

Sebbene siano ancora frequenti momenti di stallo (loop comunicativi) e limiti tecnici nella resa dei dettagli, la necessità di formulare prompt mirati induce nei designer una maggiore chiarezza sulle proprie intenzioni. Parallelamente, la GenAI genera soluzioni inattese che, se opportunamente vagliate, ampliano lo spazio progettuale.

La tesi culmina in un esperimento strutturato con professionisti del design, documentato tramite protocolli di analisi dei processi cognitivi e dati fisiologici. I risultati confermano il ruolo delle GenAI come agenti co-creativi, capaci di stimolare nuove direzioni progettuali e di velocizzare la rielaborazione di concept, a fronte però di competenze specifiche richieste al designer per evitare frustrazioni e loop ripetitivi.

Si evidenzia come l'integrazione dell'AI generativa comporti un salto paradigmatico nel modo di ideare, richiedendo approcci riflessivi e una formazione mirata alla comunicazione fondata sugli intenti (Intent-Based Outcome Specification). Le potenzialità emerse – dal miglioramento della varietà progettuale alla condivisione di conoscenze sostenibili – sono significative, ma strettamente legate alla capacità del designer di guidare e supervisionare con intelligenza critica gli output generati. L'interazione con GenAI non sostituisce la creatività umana, bensì la espande, imponendo tuttavia un ripensamento dei processi creativi e una costante evoluzione degli strumenti stessi.

Sommario

Abstract	V
Sommario	7
1. Introduzione	11
1.1. Premesse	11
1.2. Domanda di ricerca	19
1.3. Ipotesi di ricerca	20
1.4. Struttura della tesi	21
2. Intelligenza artificiale per la progettazione in design	23
2.1. GenAI: modalità, interfacce e esperienza utente	28
2.2. Forme di utilizzo delle GenAI	37
3. Processi cognitivi dei designer e interazione con AI	43
3.1. I processi cognitivi nella progettazione	43
Processi inconsci	44
Processi consci	49
3.2. Aspetti caratterizzanti l'interazione designer-GenAI	52
Co-creazione	53
3.3. Protocolli sperimentali per analizzare i processi cognitivi	55
3.4. Analisi e risultati emersi dalle ricerche sull'interazione designer-GenAI	59
Considerazioni	63
4. Analisi sul campo	65
4.1. Osservazioni esplorative	65
4.1.1. Esplorazione 1	66
Contesto e partecipanti	66
Materiali e strumenti	67
Attività	68
Considerazioni	72
4.1.2. Esplorazione 2	74
Contesto e partecipanti	74
Materiali e strumenti	76
Attività	77
Considerazioni	84

4.1.3. Esplorazione 3	80
Contesto e partecipanti	81
Materiali e strumenti	82
Attività	83
Considerazioni	84
4.1.4. Esplorazione 4	87
Contesto e partecipanti	87
Attività	90
Considerazioni	92
4.1.5. Esplorazione 5	94
Contesto e partecipanti	94
Materiali e strumenti	95
Attività	96
Considerazioni	97
4.2. Discussione	98
Processi di apprendimento	98
Barriere linguistiche	99
Traduzione concettuale	103
Loop comunicativi	104
Il ruolo degli sketch	106
Implicazioni didattiche	107
5. Esperimenti – Riflessioni sulla sostenibilità	109
5.1. BIAS	110
Strumenti e validazione	111
Contesto e partecipanti	115
Esperimento	116
Questionari	117
Analisi dei dati	119
5.2. SOSIA	123
5.2.1. Prima fase	124
Strumenti e validazione	124
Contesto e partecipanti	125
Esperimento	125
Analisi dei dati	125
5.2.2. Seconda fase	126
Strumenti e validazione	126
Contesto e partecipanti	127
Esperimento	127
Analisi dei dati	129
5.3. Discussione	134

6. Esperimento – Sviluppo di concept	137
6.1. Obiettivi	137
Focalizzazione sul concept	138
6.2. Metodologia sperimentale	139
6.2.1. Partecipanti	139
6.2.2. Setup sperimentale	150
Scelta del task	150
Strumenti di misurazione	151
WhatPulse	
EmotiBit	
Videoregistrazioni	
Osservazione diretta	
Condizioni operative	156
6.2.3. Protocollo sperimentale	160
Istruzioni e preparazione	160
Questionario pre-task	161
Questionario post-task e intervista	162
6.2.4. Raccolta e organizzazione dei dati	162
6.3. Analisi dei dati	164
6.3.1. Confronto tra partecipanti	171
Questionario pre-task	171
Analisi task	174
Questionario post-task	181
Medie pre-post task	183
Interviste semi-strutturate	184
Valutazioni	185
6.3.2. Analisi dei singoli partecipanti	187
6.4. Discussione	216
Correlazioni	216
Cluster dei soggetti	217
Categorizzazione dei prompt	219
Strategie	220
Modalità operative adottate	222
Analisi integrata	224
Sintesi delle evidenze	
quantitative e qualitative	225

7. Conclusioni	229
Bibliografia	235
Appendici	267
Appendice 5: Esperimenti	269
Appendice 6: Esperimento concept	287
Ringraziamenti	333

1. Introduzione

1.1. Premesse

La progettazione contemporanea richiede ai designer di muoversi tra competenze specifiche e visione d'insieme (Vallero & Brasier, 2008), in un equilibrio che riflette la natura complessa e interconnessa dei progetti attuali. Questa duplice esigenza di specializzazione e visione sistemica presenta delle sfide concrete nella gestione individuale del processo progettuale, sia in termini di elaborazione cognitiva che di competenze tecniche (Bernal et al., 2015; Liao et al., 2020). In risposta a questo scenario, si è assistito a una naturale evoluzione delle modalità di lavoro: i team progettuali si sono ampliati incorporando figure esterne al mondo del design, mentre gli strumenti digitali adottati sono diventati progressivamente più sofisticati (Keijzer et al., 2006; Maier et al., 2006). All'interno di questa trasformazione, l'Intelligenza Artificiale (in particolare le GenAI¹) introduce una prospettiva particolare: diversamente dai software tradizionali, non si limita a eseguire comandi ma si può considerare come un co-creatore² che supporta i designer (Gmeiner et al., 2023), modificando di conseguenza il processo progettuale e in particolare le fasi iniziali di concept. L'integrazione delle GenAI nella progettazione è ancora in una fase esplorativa, introducendo un modello di interazione conversazionale (come verrà esplicitato di seguito e approfondito nel capitolo 2). Il rapido sviluppo di questi strumenti negli ultimi anni sta progressivamente ampliando le possibilità applicative, mentre i designer stanno sperimentando diverse modalità di integrazione nel loro lavoro. Il settore attraversa quindi una fase di transizione, in cui la comprensione delle potenzialità delle GenAI si evolve parallelamente alla definizione del suo ruolo nel processo progettuale.

¹ Le definizioni di intelligenza artificiale e GenAI verranno esplicitate nel capitolo 2.

² Il termine verrà approfondito verso la fine del paragrafo.

In concomitanza, anche la letteratura in merito all'interazione designer-GenAI si è ampliata, registrando una forte crescita dall'inizio del percorso dottorale (Gennaio 2022 – Dicembre 2024). Di seguito verranno descritti in ordine cronologico sia gli avanzamenti tecnologici che l'evoluzione della ricerca in questo ambito.

Nel febbraio 2021, l'avvio dell'assegno di ricerca "AD4A – Design, progettazione e innovazione per il design inclusivo con i Big Data e l'Intelligenza Artificiale" che mi ha vista coinvolta nell'esplorazione delle potenzialità dei big data e dell'intelligenza artificiale nella creazione di progetti inclusivi, ha rappresentato l'inizio del mio percorso in questo ambito. Una prima mappatura evidenziò come le Big Tech fossero le principali fonti d'informazione in questo ambito. La loro attenzione era focalizzata sull'integrazione dell'AI nei prodotti – principalmente per offrire un servizio personalizzato –, con un'enfasi particolare sulla sicurezza e sull'accessibilità, cercando strategie per evitare l'effetto blackbox – una problematica tuttora rilevante.

Questo scenario mi ha stimolato a riflettere in modo più ampio sulle possibili applicazioni dell'AI: non solo la sua integrazione nei prodotti per offrire servizi personalizzati, ma anche il suo utilizzo per aggiornare i servizi stessi, per sviluppare nuove AI e, soprattutto, per supportare il processo progettuale dei designer. Su questo aspetto, la letteratura risultava ancora limitata. Un esempio significativo è rappresentato da una presentazione di Airbnb³, in cui veniva illustrato un sistema progettato internamente. Questo sistema consentiva di creare semplici wireframe, che, grazie a un algoritmo di riconoscimento delle immagini, venivano automaticamente tradotti in codice, generando template predefiniti.

Successivamente ho cominciato a sperimentare con gli strumenti disponibili in rete, ovvero Teachable Machine⁴ e Dall-E, ma mentre teachablemachine era utile per prototipare alcuni progetti che integravano il riconoscimento di immagini, Dall-E era agli esordi e generava immagini di pessima qualità. Il mio obiettivo era comprendere se e come fosse possibile integrare l'AI nel processo progettuale, disponendo però soltanto di intuizioni e rari esempi derivanti principalmente dal mondo UX e UI⁵.

³ <https://www.airbnb.it/sketching-interfaces>

⁴ <https://teachablemachine.withgoogle.com/>

⁵ Verranno poi descritti nel secondo e terzo capitolo

Nel 2022, in contemporanea con l'inizio della ricerca di dottorato, sono state pubblicate le prime piattaforme online, di libero accesso, che permettevano la generazione di contenuti principalmente da testo scritto in linguaggio naturale, ovvero "prompt". Midjourney e Stable Diffusion sono due esempi di piattaforme "text-to-image" che si sono maggiormente diffuse e che avevano le potenzialità⁶ per essere utilizzate all'interno del processo progettuale.

Quali cambiamenti comporta, rispetto al processo operativo e cognitivo, la transizione dall'utilizzo di software tradizionali, basati su comandi⁷, ai sistemi di GenAI dove l'utente specifica solo l'intento⁸ desiderato e il sistema genera soluzioni non predeterminate?

L'evoluzione degli strumenti di progettazione riflette e comporta non solo un cambiamento tecnologico, ma una profonda trasformazione nel modo di pensare e organizzare il processo creativo. Come il passaggio dalla matita al CAD ha segnato il superamento del disegno puramente manuale verso la precisione digitale, oggi l'avvento delle GenAI potrebbe rappresentare un ulteriore cambiamento significativo, con il potenziale di modificare il rapporto tra progettista e strumento e di influenzare i processi cognitivi e operativi della progettazione. Questi strumenti non si sono sostituiti l'uno all'altro, ma hanno progressivamente ampliato le possibilità tecniche a disposizione dei progettisti. Questa trasformazione solleva domande fondamentali: come la tecnologia digitale, e in particolare la GenAI, sta modificando i processi cognitivi e organizzativi della progettazione, nelle fasi di concept dove i designer sono maggiormente coinvolti? Quali sono le implicazioni di questi cambiamenti sulla qualità del progetto finale? Come si ridefinisce il ruolo del designer in un contesto dove lo strumento non è più solo esecutore ma diventa co-creatore?

⁶ Link per prendere visione della documentazione relativa ai rilasci di Midjourney <https://docs.midjourney.com/docs/model-versions>

⁷ "command-based interaction" con logica deterministica "se-allora" (Nielsen, 2023)

⁸ "intent-based outcome specification"

Lo sketching rappresenta infatti il primo strumento di esternalizzazione del pensiero progettuale, permettendo ai designer di esplorare rapidamente diverse soluzioni e ragionare sulle relazioni spaziali (Verstijnen et al., 1998). Questa pratica, che ha accompagnato il design fin dalle sue origini, si è evoluta ma non è stata del tutto sostituita con l'avvento degli strumenti digitali. In *Progettare nell'era digitale. Il nuovo rapporto tra design e modello* di Nicolò Ceccarelli si trovano riflessioni sul rapporto tra software e designer e tra software e progettazione. Ceccarelli scrivendo dei modellatori 3D sottolinea come siano strumenti di verifica disponibili in qualunque fase della progettazione e che offrono al designer un notevole potenziamento della sua conoscenza del progetto, permettendo di effettuare stime che, in passato, erano possibili solo dopo aver prototipato l'oggetto. Nella sua analisi il modello 3D viene definito "modello digitale integrato" e si configura come infrastruttura informativa attiva a disposizione dei designer. Un'entità che è allo stesso tempo un sofisticato sistema di rappresentazione, di gestione e controllo e uno strumento progettuale per prendere le decisioni. Lo sviluppo di questa relazione implica uno scenario del processo progettuale con determinate caratteristiche. In primis, il modello digitale integrato diviene il centro dello sviluppo del progetto. Registra grandi quantità d'informazione e documenta sia gli stadi evolutivi, che le diverse direzioni di sviluppo, in modo da poter fornire verifiche in tempo reale su svariati aspetti e componenti. In questo senso non solo rappresenta il progetto ma permette la condivisione informativa dello stesso, offrendosi come un nuovo modello conoscitivo (Ceccarelli, 2003). In secondo luogo, i software di modellazione 3D offrendosi come strumenti "attivi" – che Ceccarelli definisce come framework conoscitivi – delle intenzioni progettuali, modificano la progettazione. Il processo progettuale cambia, in quanto la comunicazione del team ruota intorno al modello digitale e al dataset correlato, dando la possibilità di organizzare team decentrati e multidisciplinari che utilizzano il digitale come forma "avanzata" di linguaggio e riflessione sul progetto (Buffardi & Kerckhove, 2011).

Se da un lato con l'aumento della complessità progettuale il designer si vede sempre di più confinato alla fase iniziale della progettazione e inevitabilmente la sua capacità di controllo dell'intero processo è ridotta (Ceccarelli, 2003; Zannoni, 2018), dall'altro il designer può divenire un consulente attivo perché può ottenere dal sistema di rappresentazione (modello 3D), uno strumento di verifica disponibile in qualunque fase della progettazione che può potenziare la sua conoscenza del progetto e permettergli di prendere decisioni ponderate e collaborare con vari attori anche che non siano designer (Buffardi & Kerckhove, 2011).

Se il modello 3D ha ampliato le potenzialità progettuali attraverso nuove possibilità di verifica e controllo, l'integrazione dell'AI nel processo di design rappresenta una svolta di natura differente. La distinzione fondamentale risiede nel modo stesso di interagire con lo strumento. Nei modelli attualmente disponibili, i progettisti non manipolano direttamente la geometria 3D, ma formulano obiettivi di progettazione da cui il sistema di intelligenza artificiale deve partire.

A inizio 2024, si sono affinate le interfacce AI che permettono ai designer un controllo più "diretto". I designer infatti possono selezionare dettagli e modificarli con maggiore precisione, ma devono comunque comunicare al modello gli obiettivi della modifica, invece di utilizzare comandi diretti, ovvero la "command-based interaction" (Nielsen, 2023).

Dal 2023, alcuni studi si stanno concentrando sulle modalità di supporto ai progettisti nell'utilizzo degli strumenti di AI (Gmeiner et al., 2023), con l'obiettivo di superare il loro impiego come meri strumenti di automazione verso ruoli più attivi e collaborativi.

Secondo le linee guida IBM⁹, esistono due principali modalità di utilizzo dell'AI: "automazione" e "potenziamento". L'automazione risulta preferibile quando permette di evitare attività ripetitive o quando l'investimento di risorse umane non è giustificato. Si tratta di compiti che possono essere delegati all'AI senza necessità di supervisione costante, o che possono essere eseguiti con pari efficacia da sistemi automatizzati. L'efficacia dell'automazione si misura in termini di efficienza, sicurezza, riduzione di attività ripetitive e possibilità di svolgere operazioni altrimenti irrealizzabili. Il potenziamento attraverso l'AI, pur non sempre chiaramente distinguibile dall'automazione, coinvolge attività più complesse e intrinsecamente umane. Si caratterizza per una maggiore partecipazione dell'utente, un controllo più elevato rispetto all'automazione, una maggiore responsabilità e potenziale creativo.

Nel contesto del design, le GenAI combinano entrambi gli approcci: automatizzano i compiti ripetitivi e potenziano i processi creativi in modo collaborativo. Questo aspetto viene definito "co-creazione" nella letteratura di settore (Davis et al., 2015; El-Zanfaly et al., 2023; Gmeiner et al., 2023; Lawton et al., 2023; Mamykina et al. 2002;) e si riferisce all'uso dell'AI per generare soluzioni non deterministiche, ma di valore riconosciuto dal progettista.

In questo contesto, gli strumenti di AI generativa assumono un ruolo più attivo e autonomo nel processo di progettazione, tanto da essere spesso definiti come "co-creatori" (Davis et al., 2015). Questo perché le GenAI si basano su modelli di linguaggio di grandi dimensioni (LLM), una tipologia di architetture di apprendimento automatico progettate per l'elaborazione e la generazione del linguaggio naturale. Grazie alla loro capacità di analizzare enormi quantità di testo e individuare schemi linguistici complessi, questi modelli si rivelano ottimi partner conversazionali (Esposito, 2022).

⁹ <https://www.ibm.com/design/ai/fundamentals>

Per comprendere meglio questo concetto, è utile analizzare come la creatività computazionale si articoli in tre ampie categorie: gli strumenti di supporto alla creatività, che aumentano e migliorano la creatività umana (come Photoshop o gli strumenti CAD); i sistemi generativi, che producono artefatti creativi in modo (semi-)autonomo (McCorduck, 1991; Colton & Wiggins, 2012); e i “colleghi informatici”, che interagiscono con gli utenti umani su attività creative simulando l'interazione umana (Davis et al., 2015).

Un buon punto di partenza per comprendere come avviene l'interazione designer-GenAI, è partire dal concetto di collaborazione e di co-creatività umana, in cui più parti contribuiscono in modo condiviso al processo creativo (Mamykina et al. 2002). A differenza della cooperazione, che si limita alla somma dei contributi individuali, la co-creatività coinvolge ruoli uguali e consente ai partecipanti di improvvisare, fondere e sviluppare idee collettivamente. Il risultato, quindi, supera la somma delle parti grazie all'interazione e alla negoziazione.

La ricerca recente nel campo dell'Human-Computer Interaction (HCI) ha dimostrato diverse applicazioni pratiche degli strumenti di GenAI nel processo creativo. Gli studi suggeriscono che l'AI ha il potenziale di fornire agli utenti prospettive inaspettate e innovative (Lin et al., 2020). Le applicazioni spaziano attraverso molteplici domini creativi, inclusi la comprensione e scrittura creativa (Chang et al., 2021; Ippolito et al., 2022; Mirowski et al., 2023; Yang et al., 2022), la narrazione interattiva (Sun et al., 2022), la creazione visiva artistica (Cetinic & She, 2022; Davis et al., 2016; Karimi et al., 2019; Oh et al., 2018), la produzione audio (Louie et al., 2020; Qiu et al., 2019; Suh et al., 2021), e la generazione video (Hong et al., 2022).

Un aspetto particolarmente interessante emerge dalla percezione degli utenti che utilizzano le AI. Le ricerche hanno evidenziato come alcuni partecipanti, in particolare quelli che si impegnano regolarmente nella co-creazione con l'AI, tendano a percepire le GenAI non come semplici strumenti, ma come amici o colleghi integrati nei team creativi (El-Zanfaly et al., 2023; Lawton et al., 2023). Questa percezione dell'AI come partner creativo ha dimostrato di migliorare l'esperienza lavorativa complessiva degli utenti (Guzdial et al., 2019). È significativo notare come gli esseri umani spesso non riescano a distinguere tra contenuti generati dall'AI e contenuti prodotti dagli esseri umani, suggerendo che l'AI generativa è capace di replicare efficacemente le sfumature della produzione creativa umana (Ray LC, 2022).

Dai primi studi (Bansal et al., 2019a; Gmeiner et al., 2023) emerge che la co-creazione efficace presenta una curva di apprendimento significativa per i progettisti. Questo avviene perché devono lavorare e pensare in modo collaborativo con l'AI, che opera in modo diverso dai collaboratori umani perché tuttora le persone hanno una capacità molto più elevata di comprendere il contesto e se collaborano in loco hanno a disposizione più elementi per analizzare le richieste, come il linguaggio del corpo. Ma sono diversi anche perché sono molto più rapidi di un collaboratore umano a generare risultati.

La letteratura sullo studio degli aspetti cognitivi influenzati dalle GenAI è in forte crescita, perché come spiegato in precedenza le GenAI si sono diffuse dal 2021. Il paper "A framework of artificial intelligence augmented design support" di Liao et al. (2020) sottolineava che allora solo pochi ricercatori avevano analizzato il supporto computazionale (AI) nelle prime fasi di progettazione, dove il designer gioca un ruolo fondamentale. Inoltre Bernal et al. (2015) facevano emergere che il tradizionale paradigma di progettazione assistita da computer non riusciva – e tuttora non riesce – a considerare nel suo complesso la natura dei problemi di progettazione.

Nei prossimi capitoli si farà un excursus della letteratura per comprendere come sia cambiata la prospettiva di integrazione e di utilizzo. Per l'analisi ci si basa principalmente sull'ondata di letteratura HCI che conoscendo i meccanismi che rendono efficaci le collaborazioni tra designer, come il fondamento nella comunicazione o i modelli mentali condivisi, studia la collaborazione tra designer e AI (Bansal, et al., 2019b; Cai et al., 2019; Gmeiner et al., 2023; Holstein et al., 2020; Wang et al., 2020; Zhang et al., 2021).

1.2. Domanda di ricerca

La presente ricerca si focalizza non sulla possibilità d'integrazione dell'AI nel processo progettuale, aspetto già ampiamente consolidato, né sulle modalità operative di tale integrazione, ormai documentate da numerosi casi applicativi (El-Zanfaly et al., 2023; Gmeiner et al., 2023; Han et al., 2024; Lawton et al., 2023; Li et al., 2024). L'obiettivo è invece analizzare gli impatti cognitivi che l'AI induce nel processo di progettazione. La domanda di ricerca centrale indaga come i processi cognitivi dei progettisti evolvano nel contesto della co-progettazione con le GenAI rispetto all'uso di software tradizionali, e quali siano le peculiarità che contraddistinguono questi nuovi processi.

Nello specifico, in che modo l'interazione dialogica con le GenAI, durante la progettazione, influisce sui processi cognitivi dei designer?

Se da un lato sarebbe teoricamente possibile considerare la questione speculare – ovvero come adattare l'AI ai processi cognitivi del designer – due considerazioni orientano la ricerca nella prima direzione:

- L'integrazione dell'AI nelle pratiche progettuali è già in corso, attraverso l'utilizzo di sistemi non specificamente sviluppati per il design;
- Lo sviluppo di modelli AI specificamente addestrati sui processi cognitivi dei designer richiederebbe risorse e competenze tecniche al di là dello scopo e capacità specifiche di questo percorso di ricerca in design.

Risulta pertanto più pertinente e metodologicamente praticabile analizzare le trasformazioni nelle modalità operative d'interazione, ma soprattutto i processi cognitivi dei designer quando questi co-progettano con le GenAI.

1.3. Ipotesi di ricerca

L'attuale paradigma di utilizzo delle AI generative si basa principalmente sul dialogo (interazione conversazionale) tra designer e il sistema GenAI. Il progettista articola i propri obiettivi progettuali – siano essi concettuali o specifici – e il sistema AI elabora output che tentano di soddisfare tali requisiti. Questa interazione dialogica si distingue dalla logica deterministica del comando se-allora, richiedendo invece uno scambio iterativo di domande e risposte. L'ipotesi di questa ricerca è che tale modalità di interazione trasformi significativamente i processi cognitivi dei designer mentre progettano, poiché richiede di esplicitare attraverso il linguaggio pensieri e decisioni progettuali che tradizionalmente potrebbero rimanere a livello implicito. Questa necessità di verbalizzazione porterebbe i designer a sviluppare una maggiore consapevolezza del proprio processo decisionale. Tale ipotesi verrà approfondita nei capitoli successivi, in particolare nel terzo, dove si analizzeranno i processi cognitivi dei designer mentre progettano per identificare le specifiche trasformazioni indotte dall'uso delle GenAI. La verifica della ipotesi è stata svolta attraverso una fase sperimentale strutturata, i cui risultati sono stati analizzati e in base ai quali è stato possibile comprendere come l'interazione con le GenAI modifichi effettivamente il processo progettuale.

1.4. Struttura della tesi

La ricerca si sviluppa attraverso un percorso che integra analisi teorica e indagine sperimentale, articolandosi in sette capitoli principali, che consentono di comprendere in profondità l'interazione tra designer e AI generative (GenAI).

In questa introduzione alla tesi si è analizzato il concetto di co-creazione tra progettista e AI, e si sono descritte la domanda e l'ipotesi di ricerca. Con questo paragrafo si definisce anche l'approccio metodologico adottato, fornendo una cornice interpretativa per i capitoli successivi.

Il secondo capitolo esplora la relazione tra intelligenza artificiale e progettazione, con una panoramica sui modelli di GenAI, le modalità di interazione e le interfacce utente. Attraverso una classificazione delle diverse applicazioni (text-to-text, text-to-image, image-to-image, ecc.), si analizzano le opportunità offerte dalle GenAI, le sfide legate alla loro implementazione e il loro ruolo emergente come strumenti di co-creazione. Particolare attenzione è dedicata all'evoluzione delle interfacce e alle nuove funzionalità, come la "memoria" e la personalizzazione degli assistenti AI, che potenziano il supporto ai designer.

Il terzo capitolo approfondisce i processi cognitivi dei designer e analizza come essi si modifichino nell'interazione con le GenAI. Vengono presentate le principali teorie sulla cognizione progettuale, con un focus su come la verbalizzazione dei pensieri progettuali – richiesta nell'interazione con le GenAI – favorisca una maggiore consapevolezza del processo decisionale. Inoltre, si esplorano gli strumenti di rappresentazione visiva, come schizzi e diagrammi, e il loro ruolo nel supportare la co-creazione con le GenAI.

La parte sperimentale della ricerca è trattata nei capitoli quattro, cinque e sei, che presentano rispettivamente l'analisi sul campo e le sperimentazioni strutturate. Il quarto capitolo descrive una serie di workshop esplorativi condotti con studenti di design, focalizzandosi sui pattern ricorrenti di utilizzo delle GenAI per compiti progettuali diversi, come la generazione di concept – focus della tesi –, ma anche per task più specifici come la scrittura di codice. Questa fase preliminare ha permesso di identificare criticità e potenzialità delle GenAI in contesti progettuali educativi, e di strutturare due sperimentazioni preliminari (Capitolo 5) utilizzando chatbot personalizzati, con il fine di approfondire il loro ruolo nella riflessione progettuale, esplorando come questi strumenti possano supportare i designer nel processo decisionale e nella gestione delle idee.

Il sesto capitolo approfondisce la sperimentazione strutturata, basata su protocolli definiti e supportata dall'uso di strumenti di raccolta dati quantitativi e qualitativi. Vengono analizzate le trasformazioni cognitive e progettuali indotte dalle GenAI, con un focus sui processi iterativi e sulla capacità di adattamento dei designer professionisti. Questa fase della ricerca ha permesso di verificare empiricamente le ipotesi iniziali, evidenziando non solo le potenzialità, ma anche i limiti di queste tecnologie nel contesto progettuale.

Infine, il settimo capitolo raccoglie le conclusioni della ricerca, sintetizzando le principali scoperte teoriche e pratiche, e discutendo i limiti dello studio. Viene inoltre delineato un quadro dell'integrazione delle GenAI nei processi progettuali dei designer.

2. Intelligenza artificiale per la progettazione in design

Questo capitolo esplora la relazione tra AI e design, concentrandosi in particolare sull'impatto dell'AI generativa. Prima di approfondire l'analisi, è essenziale definire alcuni concetti chiave nel campo dell'intelligenza artificiale per comprendere dove si collocano le GenAI. L'intelligenza artificiale è un ramo dell'informatica dedicato alla creazione di sistemi in grado di eseguire compiti che tipicamente richiedono l'intelligenza umana. All'interno di questo campo, il Machine Learning (ML) si focalizza sullo sviluppo di algoritmi capaci di apprendere dai dati e migliorare le proprie prestazioni nel tempo. Il Deep Learning (DL) è un sottoinsieme avanzato del ML che utilizza reti neurali artificiali multi-strato per analizzare dati complessi.

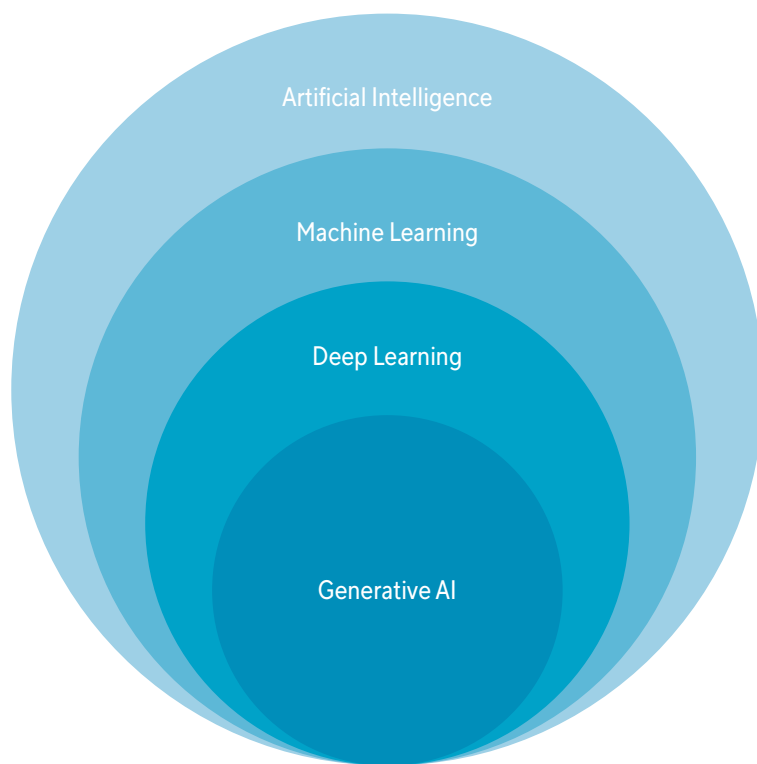


Fig. 1 - Ordine degli insiemi che compongono l'AI

In questo contesto, l'AI Generativa (GenAI) si configura come una categoria di modelli in grado di produrre contenuti originali partendo da dati esistenti. In particolare, i recenti avanzamenti nelle tecniche di Deep Learning – in cui l'architettura transformer ha avuto un ruolo determinante (Vaswani et al., 2023)– hanno aperto nuove prospettive per le applicazioni dell'AI in molteplici settori, incluso il design, come evidenziato da Banh e Strobel (2023), Lehmann e Buschek (2020) e Tomczak (2022).

Facciamo un passo indietro per contestualizzare i passaggi che hanno incluso in modo graduale l'AI – dal ML, fino alle GenAI – nel design. Come spiegato nell'introduzione, ci sono diversi modi per integrare l'AI nella progettazione (Cavallin, 2023), può costituire una parte del prodotto/servizio, può servire in una fase di testing sull'utente e può anche semplificare, automatizzare¹ e aumentare² il processo di progettazione. Si nota come gradualmente si è passati da un utilizzo per automatizzare task ad usare l'AI come agente a supporto, in grado di aumentare. Cronologicamente le prime modalità sono state sperimentate da UX designers proprio perché sfruttavano le enormi capacità di calcolo per analizzare i dati degli utenti in fase di testing e fornire soluzioni più adatte (Abbas et al, 2022). Altra pratica sempre più utilizzata è quella di integrare l'AI nel prodotto/servizio per poter aggiornare le interfacce e creare un'esperienza personalizzata, in tempo reale (senza intervento dei progettisti), come il “discovery wickley” di Spotify. La modalità che si è diffusa principalmente a partire dal 2022 con l'introduzione delle GenAI, è la possibilità di integrare l'AI nelle prime fasi del processo progettuale dei designer.

Le GenAI, a differenza dell'intelligenza artificiale, sono recentemente sbocciate, trovando ampia adozione in una grande varietà di settori (Chan & Colloton, 2024), tra cui il design. Le GenAI sono ora utilizzate da professionisti e ricercatori in tutte le fasi del processo di progettazione (Van der Maden et al., 2024), dall'ideazione, generazione di contenuti, produzione rapida di moodboard e visualizzazioni di prodotti, fino a consentire anche una valutazione del prodotto rapida ed economica senza utenti effettivi (ad esempio, con utenti sintetici (Li et al., 2024)).

¹ Il termine è stato descritto nel paragrafo 1.2 Evoluzione degli strumenti per la progettazione in design per approfondire <https://pair.withgoogle.com/chapter/user-needs/#section2>

² Il termine è stato descritto nel paragrafo 1.2 Evoluzione degli strumenti per la progettazione in design per

Ricerche precedenti hanno sviluppato una varietà di strumenti di intelligenza artificiale volti a supportare le attività legate al processo di progettazione (Takaffoli et al., 2024). Questi strumenti spaziano dall'ideazione di concept assistita dall'AI (Kim & Maher, 2023), schizzi e disegni (Davis et al., 2016; Karimi et al., 2020; Oh et al., 2018), wireframing (Buschek et al., 2020; Gajjar et al., 2021), progettazione grafica (Zheng et al., 2019), ottimizzazione del layout (Dayama et al., 2020; Todi et al., 2016) e prototipazione (Li et al., 2021; Moran et al., 2020). Concentrandosi non su strumenti specifici ma su processi e metodi, altri lavori hanno esplorato l'utilizzo per assistere nella creazione di proposte di progettazione (Chiou et al., 2023), fungere da partner collaborativo per promuovere l'auto-riflessione e la creatività tra i designer (Hwang, 2022; van der Burg et al., 2023).

Questo coinvolgimento sempre più ampio del design con le GenAI è spesso guidato dalla convinzione che sia una potente innovazione da sfruttare in quanto può renderci più creativi (Lim et al., 2023; Figoli et al., 2022). Altri, invece, si confrontano con l'AI in termini più reazionari – come un modo per adattarsi a un futuro tecnologico apparentemente inevitabile (Van der Maden et al., 2024; Bozkurt, 2023) in cui i designer sono visti con un ruolo strategico nella tutela degli interessi e dei valori degli utenti (Armstrong, 2021).

Con “co-progettazione con GenAI” ci riferiamo a pratiche, ricerche e strumenti in cui il processo di progettazione ha una componente GenAI. Già nel 2020, Giaccardi e Redström, si aspettavano che l'AI avrebbe cambiato radicalmente il modo in cui progettiamo le cose.

Un esempio è l'utilizzo da parte di designer di GenAI per generare e/o per modificare delle immagini, utilizzando piattaforme in cui è possibile descrivere le modifiche da effettuare attraverso prompt testuali oppure grafici.

La generazione singola può essere definita automazione³ ma il processo iterativo che permette il raggiungimento del risultato atteso può essere definito come aumento. Questa prima differenziazione generale è utile per distinguere il ruolo principale delle AI che automatizzano dalle AI generative che sono in grado di aumentare le capacità umane e quindi utili come co-creatori⁴ nell'ambito del design.

Le GenAI sono attualmente utilizzate principalmente in alcuni aspetti e fasi del processo progettuale per la creazione di moodboard, concept e render istantanei, diventando sempre più evolute.

I video di presentazioni delle release di queste recenti GenAI⁵ promettono output sorprendenti con l'inserimento di un singolo prompt molto semplice. Questa istantaneità è inverosimile, poiché il processo di progettazione è complesso in quanto le idee si sviluppano e si modificano a partire da vincoli progettuali non sempre definiti in modo chiaro (Cross, 2001). La distanza fra le possibilità pubblicizzate nelle release e la loro effettiva realizzazione è un abisso che si sta cercando di colmare con l'implementazione delle interfacce grafiche (Nielsen, 2023). Per i designer e per come si caratterizza il processo progettuale, sappiamo essere difficile ottenere con un singolo prompt, cioè solamente con una descrizione testuale, il risultato immaginato; prima di tutto perché il processo progettuale è un processo di sua natura iterativo (Cross, 2023), e poi perché è complicato descrivere in forma testuale immagini mentali (Esposito, 2022; Nielsen, 2023).

Altra premessa importante è che come esistono diversi software per la grafica vettoriale, ci sono e si stanno moltiplicando molti modelli AI – anche open source – ottimi e con diversi “modi di ragionare” (Esposito, 2022). Il modo di ragionare è un aspetto fondamentale nell'interazione con l'AI. Un'AI si distingue da un'altra non tanto per la qualità dell'output che è in grado di generare (che può sempre essere implementato) o per l'interfaccia grafica (che può comunque mediare l'interazione) ma in quanto riesce a “comprendere” e dialogare (Esposito, 2022) in modo efficace e efficiente con l'interlocutore (Lloyd et al., 1995; Lloyd et al., 2021; Chandrasegaran et al., 2023). Altrettanto rilevante è il concetto

³ Un altro esempio di automazione è il “remove background” di Photoshop per la rimozione dello sfondo rispetto al soggetto individuato.

⁴ Il termine è stato esposto in 1.2 e approfondito nel capitolo 3

⁵ Ad esempio, ChatGPT e DALL.E condividono lo stesso modello AI, mentre Gemini e GhatGPT pur essendo entrambi tex-to-text hanno differenti modelli.

di "impensato", ovvero l'emergere di soluzioni inattese che non derivano da una concatenazione lineare di ragionamenti già noti (Hayles, 2021; Koestler, 1964). In alcuni casi, l'AI può proporre combinazioni di forme, funzioni o relazioni che si distaccano dagli schemi abituali del progettista, portando alla luce scenari non considerati in precedenza. Questa discontinuità creativa, resa possibile dal "modo di ragionare" peculiare di ciascun modello, rappresenta un'opportunità per ampliare il ventaglio delle soluzioni progettuali, a condizione che il designer sia disposto a valutare criticamente tali proposte e ad integrarle nel contesto più ampio del progetto. L'impensato si configura dunque come un momento di rottura degli schemi cognitivi consolidati, che può avvenire solo se l'AI riesce a sostenere un dialogo "efficace ed efficiente" con l'interlocutore umano, contribuendo a ridisegnare i confini della co-creazione progettuale. Differenti sono gli algoritmi alla base dei modelli e differenti sono le modalità di addestramento delle AI⁶ come differenti sono tra loro i modi di ragionare delle persone e questo fa sì che alcuni individui riescano ad interagire meglio con una rispetto che con un'altra AI. Per questo motivo più tool di AI i designer testano più si avranno possibilità di trovarne una adeguata al proprio modo di pensare e al compito che si deve svolgere, più aumentano le capacità di comprensione e utilizzo di queste tecnologie. Nel paragrafo successivo ci si addentra nell'analisi delle GenAI in modo da classificare e definire ulteriormente il focus dell'analisi. Si descriveranno le possibilità e potenzialità che possono portare alla progettazione.

⁶ Nei siti delle GenAI si possono comprendere le differenze tra un modello (ad es. Claude di Anthropic <https://www.anthropic.com/news/mapping-mind-language-model>) e un altro (ad es. ChatGPT di OpenAI <https://openai.com/index/openai-o1-system-card/>).

2.1. GenAI: modalità, interfacce e esperienza utente

Per comprendere l'utilizzo delle GenAI può essere utile analizzarle in base a tre dimensioni principali interconnesse. La prima esamina le modalità⁷ operative, ovvero le diverse tipologie di input-to-output dei modelli AI, analizzando i processi di trasformazione e generazione che caratterizzano questi sistemi computazionali. Il secondo aspetto riguarda le interfacce utente, che consentono di accedere e comandare le funzionalità AI.

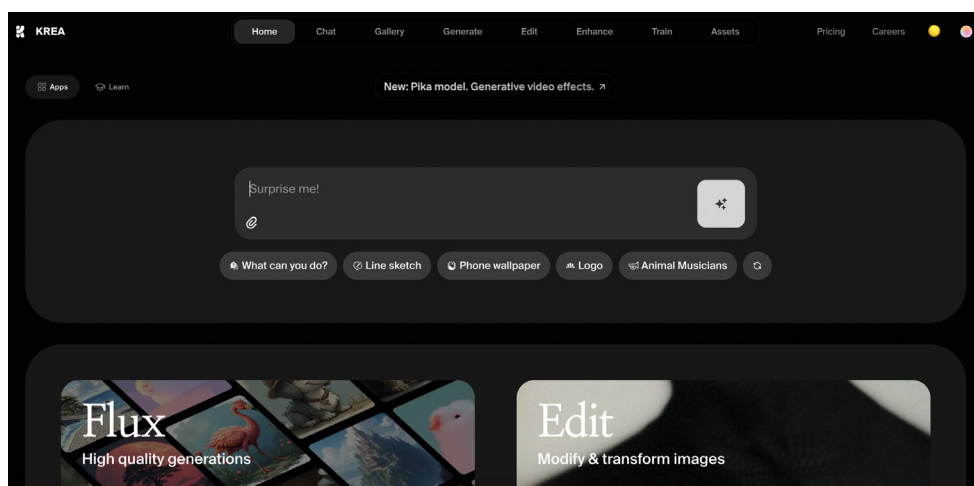


Fig. 2 - Interfaccia di Krea.ai

⁷ Termine scelto perché i modelli che presentano più modalità di input-to-output (es. text-to-text e text-to-image) vengono definiti multimodali.

L'esame e la comparazione della loro progettazione permettono di identificare i fattori determinanti per l'adozione e l'efficacia degli strumenti AI nell'ambito del design. Il terzo elemento approfondisce lo stato dell'arte dell'esperienza utente, focalizzandosi specificamente sul designer quando opera con queste piattaforme AI. Questa analisi serve per comprendere come i modelli AI possano integrarsi efficacemente nei flussi di lavoro esistenti e quali competenze o conoscenze siano necessarie per un loro utilizzo ottimale. Nel capitolo successivo verranno trattati gli aspetti caratterizzanti l'interazione designer-AI, dove con AI, in questo caso, si intende il modello computazionale oltre alla sua interfaccia e alle tipologie di output che può generare. Questa strutturazione mira a fornire una comprensione sistematica delle modalità con cui i designer possano interagire con queste tecnologie emergenti.

Innanzitutto si deve sottolineare che le piattaforme online di AI generative (e applicazioni desktop correlate) si presentano attualmente nella maggior parte dei casi come un'interfaccia di dialogo, un chatbot, con cui il designer può interagire con il modello GenAI. Il prompting, ovvero input da parte dell'utente (da qui designer), consente di interagire, attraverso il linguaggio naturale, con l'applicazione AI per fargli creare l'output desiderato come testo, immagini o altri tipi (Dang et al., 2022; Liu & Chilton, 2022).

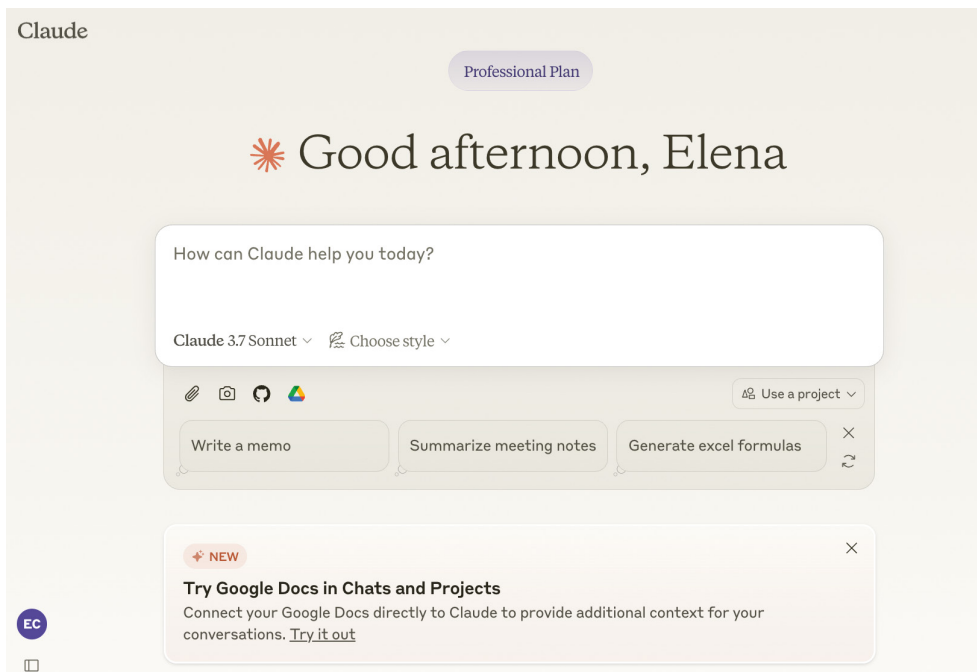


Fig. 3 - Interfaccia di Claude di Anthropic

Le applicazioni AI nel design si differenziano in base agli input e agli output. Gli input possono variare in modalità, includendo prompt testuali, comandi diretti, codici specifici (come nel caso di Midjourney), immagini e video.

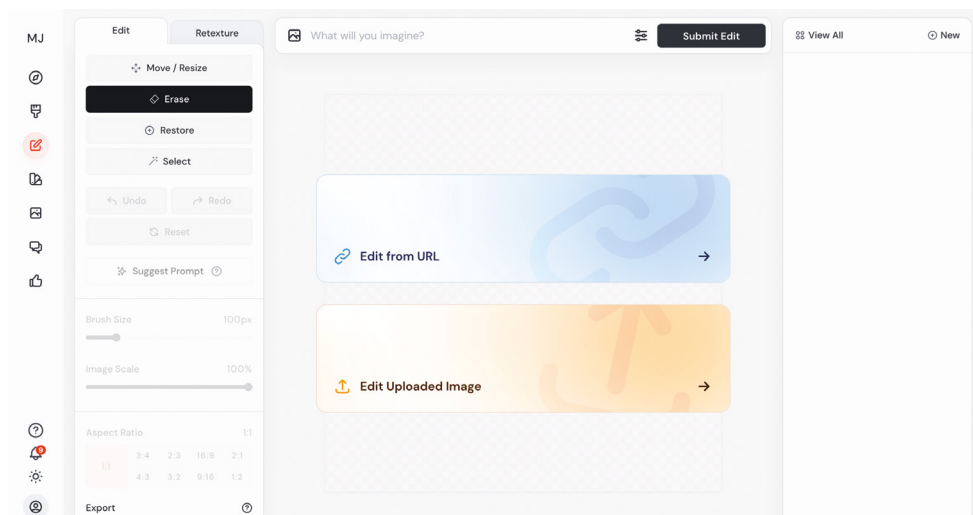


Fig. 4 - Interfaccia di Midjourney

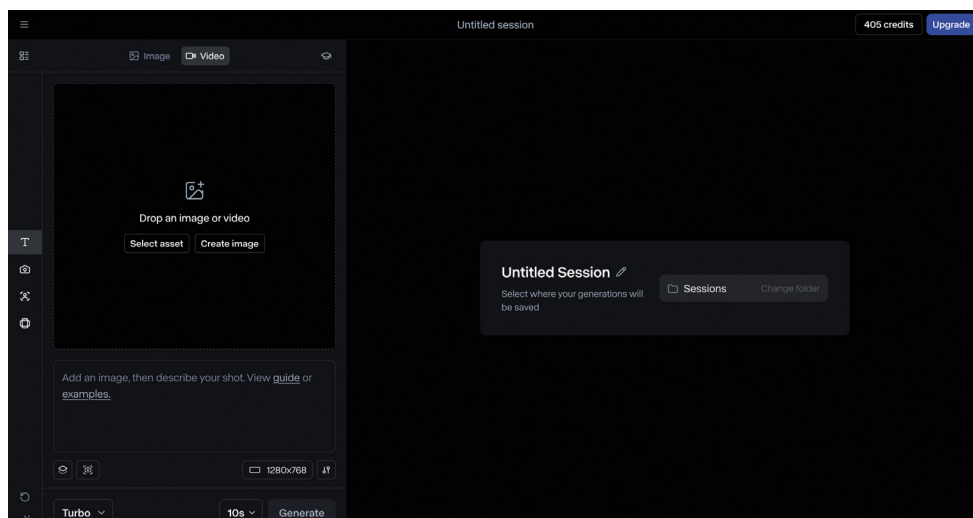


Fig. 5 - Interfaccia di Runway

Ad esempio, le applicazioni da text-to-image si avvalgono di prompt descrittivi per delineare l'immagine desiderata, mentre quelle da image-to-image utilizzano un'immagine di riferimento per guidare il processo di generazione. Le varie combinazioni di input e output, come evidenziato da Banh & Strobel (2023), offrono soluzioni diversificate utili ai progettisti (si veda tabella seguente).

È importante precisare che, nel nostro contesto, il termine "output" indica il tipo di risultato finale ricercato, mentre "input" si riferisce alle modalità con cui i designer interagiscono con l'AI, scegliendo le modalità che ritengono più utili (come approfondito nelle sezioni 3.2 "Aspetti caratterizzanti l'interazione designer-GenAI", 4.2 "Discussione" e negli esperimenti). Ad esempio, mentre strumenti come il *text-to-sound* (o al limite il *speech-to-text*) potrebbero avere applicazioni in altri ambiti o essere specificatamente usato da sound designer, il caso lampante è rappresentato dallo input-to-molecules (riportato nella sezione "Altro" in tabella), il quale evidenzia la sua limitata pertinenza per le esigenze di sviluppo dei processi progettuali.

Tab. 1 Applicazioni delle GenAI per tipologia di output

OUTPUT	DESCRIZIONE	ESEMPI DI GENAI	BIBLIOGRAFIA
Testo	Le applicazioni x-to-text sono incentrate sulla generazione di testo e sull'elaborazione del linguaggio naturale. Ad esempio, i chatbot come ChatGPT di OpenAI imitano le conversazioni testuali con l'utente e possono essere guidati a produrre artefatti di testo come desiderato	ChatGPT, Copilot, Gemini (fino a marzo 2023 Bard), Claude, DeepSeek	Mondal et al., 2023; OpenAI, 2023
Codice	Nel campo dello sviluppo software, le applicazioni GenAI x-to-code offrono un potenziale di trasformazione nel modo in cui gli sviluppatori lavorano e codificano fornendo funzionalità x-to-text specifiche per i linguaggi di programmazione.	ChatGPT, Copilot, Gemini (fino a marzo 2023 Bard), Claude, DeepSeek	OpenAI, 2023; Sun et al., 2022
Immagine	Le applicazioni x-to-image generano immagini in base alla richiesta dell'utente. Basandosi su GAN o modelli di diffusione come DGM, vengono create immagini sintetiche. Ad esempio, Stable Diffusion è un modello x-to-image open source che consente la generazione di immagini in più applicazioni GenAI. Oltre a un processo di creazione di testo in immagine, sono possibili funzionalità di modifica delle immagini, ad esempio tramite sistemi immagine in immagine che manipolano ed estendono le immagini secondo la richiesta dell'utente	Dall-E incluso in ChatGPT, Midjourney, Krea.ai, Vizcom, Adobe Firefly, Stable Diffusion	Haase et al., 2023; Mayahi & Vidrih, 2022; Oppenlaender, 2022; Rombach et al., 2022; Zhang et al., 2023a
Video	Le applicazioni x-to-video si occupano della creazione di video sintetici, ovvero immagini di movimento dinamiche. I nuovi videoclip vengono generati descrivendo il contenuto del filmato desiderato (text-to-video) o applicando lo stile e la composizione tramite testo o immagine a un video sorgente (video-to-video)	Runway, Sora, Pika e Krea.ai	Anantrasirichai & Bull, 2022; Esser et al., 2023; Zhan et al., 2021
3D	Le applicazioni del GenAI si estendono oltre le tipologie e i domini di modalità dichiarati, incidendo su molteplici altre aree specifiche. La modellazione 3D è influenzata anche dalle applicazioni GenAI come DreamFusion, Nvidia GET3D e Point-E, che generano 3D realistici e complessi modelli che facilitano una gamma di applicazioni dalla progettazione e architettura del prodotto alla realtà virtuale e allo sviluppo di giochi	<u>Vizcom.ai</u> , Luma Genie, Meshy, DreamFusion, Nvidia GET3D e Point-E	Gao et al., 2022; Nichol et al., 2022; Poole et al., 2023
Audio	Le applicazioni x-to-audio si concentrano sulla generazione di contenuti audio e comprendono, ad esempio, la generazione di parlato con voci simil-umane generate sinteticamente. Inoltre, i modelli x-to-sound trovano applicazione nella creazione musicale. Specificando generi o melodie tramite prompt, è possibile generare brani musicali unici che rispettano l'intento originale. I modelli GenAI come MusicLM aiutano i musicisti nel loro processo creativo, offrendo ispirazione e aiutando la composizione di brani complessi.	MusicLM, MusicGen, Jukebox, Vall-e e Tacotron 2	Agostinelli et al., 2023; Borsos et al., 2022; Wang et al., 2023;
Altro	Le applicazioni del GenAI si estendono oltre le tipologie e i domini di modalità dichiarati, incidendo su molteplici altre aree specifiche, ma non strettamente inerenti all'ambito del design. Ad esempio, modelli x-to-molecules che generano strutture proteiche e nuove molecole, supportando la scoperta di farmaci e i ricercatori di bioingegneria.	MolGAN, JT-VAE e GraphAF	Jumper et al., 2021; Murphy & Thomas, 2023; Walters & Murcko, 2020

Distinguere le diverse AI in base alle combinazioni *input-to-output* (Gozalo-Brizuela & Garrido-Merchán, 2023b) permette di evidenziare le funzionalità specifiche di ciascun modello per comprendere come possono supportare o amplificare il processo creativo nel design. Le modalità di *input-output* di AI a disposizione dei designer sono svariate, ma quelle utili e efficaci per la progettazione (ad esempio *text-to-molecules* evidentemente non è tra queste) si possono riassumere principalmente in tre: *text-to-text*, *text-to-image*, *image-to-image*⁸.

Prima dell'analisi delle singole interfacce, gli *input-output* forniscono una chiave di lettura delle possibili interazioni designer e AI. La modalità di *input* "text-to" non solo è la più utilizzata, fino ad ora, ma rappresenta l'interfaccia primaria d'interazione, poiché anche nei casi di generazione *image-to-image* è necessario specificare testualmente gli intenti e l'obiettivo.

Diversi tipi di modelli di AI generativa possono supportare specifiche fasi del processo progettuale nel design. Il modello *text-to-text* può favorire l'analisi e la riflessione critica, essenziale nella fase di pianificazione e studio di un progetto. *Text-to-image* (anche espresso con la sigla TTI) può aiutare a visualizzare concetti astratti, facilitando la creazione di moodboard che ispirano e guidano il processo creativo. Infine, *image-to-image* permette di raffinare e modificare graficamente i progetti con una più alta precisione, essenziale per ottenere visivamente i risultati ipotizzati in precedenza.

⁸ Si è voluto tralasciare la modalità *to-video*, perché si ritiene essere una sottocategoria del *to-image*, in quanto corrisponde alle stesse logiche

Di seguito una schematizzazione delle tre modalità citate:

- Text-to-text: questi modelli, come ChatGPT o Claude, possono facilitare la riflessione (ad esempio sui bias di progettazione) e l'analisi (ad esempio dei dati a disposizione, vincoli etc) consentendo ai designer di elaborare e affinare i pensieri o di ottenere mappature di concetti complessi in descrizioni più comprensibili. La capacità di generare, sommare, o tradurre testo in modo coerente e generativo supporta un'ampia gamma di attività di progettazione, dalla documentazione iniziale alla comunicazione del concetto finale (Hwang, 2022; van der Burg et al., 2023; Li et al., 2024).
- Text-to-image: la generazione di immagini, con Midjourney o Dall-E, a partire da descrizioni testuali è particolarmente utile per la creazione di moodboard o per visualizzare concetti in una fase in cui le idee non sono ancora completamente formate (Van der Maden et al., 2024).
- Image-to-image: modelli come Krea.ai o Lexica.art offrono ai designer la possibilità di trasformare sketch e immagini esistenti o di affinarle aggiungendo dettagli, correggendo elementi o modificando completamente l'aspetto visivo. L'uso di reti basate su GAN⁹ (Generative Adversarial Networks) consentono realizzazioni dettagliate e personalizzate tra immagini, ampliando notevolmente le possibilità d'interazione e perfezionamento del design.

L'evoluzione delle piattaforme GenAI ha seguito un percorso di progressiva sofisticazione, partendo da piattaforme mono-modali – dove un singolo tipo di input generava un singolo tipo di output – fino ad arrivare agli attuali sistemi multimodali integrati. Le prime piattaforme disponibili in rete si caratterizzavano per la loro specializzazione: alcuni sistemi si concentravano esclusivamente sulla generazione di testo da testo, altri sulla creazione di immagini da descrizioni testuali, ciascuno operando in modo isolato nel proprio dominio specifico.

⁹ Le Generative Adversarial Networks sono un tipo di rete neurale artificiale usata per generare nuovi dati simili a quelli di un dataset di riferimento. Sono composte da due reti che si sfidano in un processo di apprendimento.

Questa frammentazione iniziale ha rapidamente lasciato il posto a sistemi più sofisticati. Le successive release, di quasi la totalità delle GenAI, hanno progressivamente integrato multiple modalità di input e output, riflettendo le esigenze degli utenti e di come i designer realmente lavorano, raramente confinati a un singolo media espressivo. Questa transizione verso la multimodalità rappresenta però solo uno degli aspetti dell'evoluzione in corso. L'interfaccia utente – il punto di contatto tra il designer e questi modelli GenAI – emerge come uno degli ambiti progettuali più critici e interessanti nel panorama del design contemporaneo. Come evidenziato dalla ricerca, mentre le capacità tecniche dei modelli AI si sono evolute rapidamente, la progettazione di interfacce che permettano un'interazione veramente intuitiva e efficace con questi sistemi rimane una sfida aperta (Nielsen, 2023). Mentre le interfacce attuali si presentano con un'apparente semplicità – una casella di testo per l'input, un'area per visualizzare gli output, e qualche pulsante per modifiche più mirate – la realtà dell'interazione si rivela molto più complessa. Come evidenziato dalla ricerca (Almeda et al., 2024; Esposito, 2022), la navigazione tra input testuali e output visivi rappresenta una sfida significativa per gli utenti, principalmente perché gli spazi di possibili input e output sono enormemente vasti e la relazione tra di essi rimane spesso opaca e difficile da prevedere (Zamfirescu-Pereira et al., 2023a; 2023b). Liu e Chilton (2023) sottolineano come questa complessità abbia portato alla creazione di risorse condivise come raccolte di prompt (Oppenlaender, 2023), blog per documentare strategie efficaci e tutorial dettagliati che mappano i processi di esplorazione. Questo fenomeno evidenzia un gap significativo tra la semplicità delle interfacce e la complessità del processo creativo che debbono supportare. Alcune piattaforme come Midjourney stanno cercando di colmare questo divario introducendo funzionalità aggiuntive per supportare quello che viene definito "prompt engineering": librerie di prompt predefiniti, opzioni per influenzare lo stile e cursori per manipolare i parametri di generazione. Tuttavia, come nota Nielsen (2023), il paradigma dell'Intent-Based Outcome Specification presenta ancora problemi fondamentali di usabilità (Suryadevara, 2020), richiedendo agli utenti di sviluppare competenze specifiche nella formulazione dei prompt (Yu et al., 2023).

La letteratura scientifica ha dimostrato che l'esplorazione efficace dello spazio "problema-soluzione"¹⁰ (Cross, 2001) è facilitata dalla considerazione simultanea di molteplici alternative (Hartmann et al., 2008; Rawn et al., 2023). Questo approccio può essere implementato attraverso diverse strategie: l'utilizzo di interfacce a galleria (Marks et al., 2023), il tracciamento della cronologia esplorativa (Heer et al., 2008; Lee et al., 2010), l'integrazione di suggerimenti per modificare gli input (Marks et al., 2023) e l'implementazione di sistemi di organizzazione efficaci (Lunzer & Hornbæk, 2008; Ritchie et al., 2011; Woodbury & Burrow, 2006). Yu et al. (2023) sottolineano l'importanza di sviluppare interfacce che supportino non solo la generazione di contenuti, ma anche la costruzione di una comprensione intuitiva della relazione tra input e output. Questo approccio si allinea con quanto suggerito da altri ricercatori (Almeda et al., 2024; Pirolli & Card, 2005; Russell et al., 1993), che vedono l'interfaccia non solo come uno strumento di produzione ma come un mezzo per costruire una rappresentazione mentale affidabile del sistema. Come evidenziato da Esposito (2022), la vera sfida non sta tanto nella qualità tecnica dell'output o nella sofisticazione dell'interfaccia, quanto nella capacità di stabilire un dialogo efficace. Le interfacce del futuro dovranno quindi evolversi da semplici strumenti di input-output a veri e propri ambienti di collaborazione creativa, capaci di supportare sia l'esplorazione intuitiva che il controllo preciso del processo generativo.

2.2. Forme di utilizzo delle GenAI

L'integrazione delle GenAI nel processo di progettazione può assumere diverse forme e livelli di coinvolgimento, che riflettono approcci diversi alla pratica progettuale. Questa sezione esplora le principali forme di utilizzo, dal più occasionale al più strutturato. Le considerazioni qui presentate emergono sia dalla letteratura scientifica che dall'utilizzo di diverse GenAI.

¹⁰ Termine specificato nel capitolo 3

Attraverso questa doppia prospettiva – teorica e pratica – è emerso come l'integrazione delle GenAI nella pratica progettuale si possa distinguere in base alla dimensione temporale del loro utilizzo. Si passa infatti da un impiego puntuale e occasionale, dove l'AI viene consultata per specifici task progettuali, a forme di utilizzo più continuative dove l'AI è integrata nei software di progettazione ed è quindi presente in modo costante nel processo creativo. Il livello più avanzato di integrazione si manifesta invece in un rapporto prolungato nel tempo, dove l'AI assume il ruolo di "assistente personalizzato" che evolve e si "adatta" al modo di lavorare del designer. Questa progressione temporale – da spot, integrata, a continuativa – riflette non solo diverse intensità di utilizzo, ma anche differenti approcci alla collaborazione tra designer e GenAI.

L'utilizzo "a spot" dell'AI si riferisce all'impiego di soluzioni di intelligenza artificiale per compiti specifici all'interno di un processo di progettazione. Questo approccio è spesso utilizzato per ottimizzare o automatizzare compiti che richiedono capacità di analisi, valutazione o generazione rapide. L'utilizzo puntuale delle GenAI, come Midjourney, Dall-E o Krea.ai, si rivela particolarmente efficace per task progettuali specifici che non richiedono dataset personalizzati. Ad esempio, nella generazione di moodboard o nell'esplorazione di prime varianti progettuali, questi strumenti traggono vantaggio dai loro vasti dataset generali, che includono milioni di immagini e riferimenti visivi. Questa caratteristica permette ai designer di accedere rapidamente a un'ampia gamma di stimoli creativi e alternative, senza la necessità di costruire o addestrare dataset specifici. La generalità e l'ampiezza dei dataset diventa in questo caso un punto di forza, offrendo una ricchezza di riferimenti e possibilità che possono alimentare il processo creativo nelle sue fasi iniziali o di sviluppo.

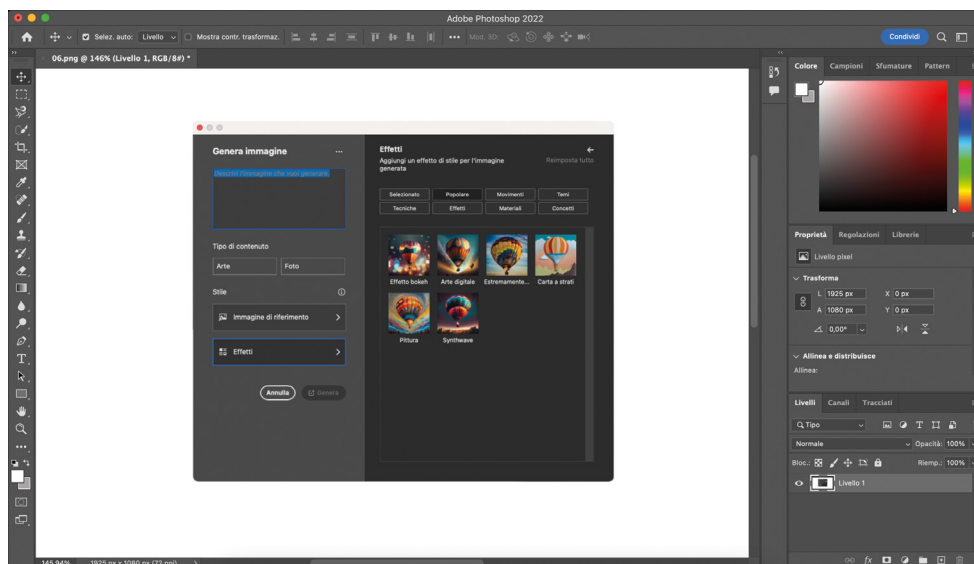


Fig. 6 - Firefly
Photoshop di Adobe

L'uso dell'AI integrata all'interno di software specifici per un progetto consente di sfruttare le capacità di apprendimento automatico e di elaborazione avanzata durante tutto il processo progettuale.

Un esempio significativo è l'integrazione dell'AI generativa in Photoshop attraverso Adobe Firefly, che ha introdotto strumenti come il "riempimento generativo" e l'"espansione generativa".

L'integrazione dell'AI nel software non si limita all'automazione di task ripetitivi, ma può migliorare significativamente l'efficienza, la precisione e la qualità del lavoro progettuale. Consente di offrire nuove prospettive al progettista, mostrando potenziali sviluppi o effetti degli oggetti progettati, come nel caso di Autodesk Fusion, dove l'AI generativa esplora autonomamente molteplici varianti progettuali basate su vincoli e obiettivi specifici. Questo approccio permette di scoprire soluzioni innovative che potrebbero non emergere attraverso i metodi tradizionali, ottimizzando simultaneamente aspetti funzionali ed estetici del progetto.

La co-creazione tra progettista e AI può stimolare la riflessione critica e la creatività, guidando verso soluzioni innovative che tengono conto di variabili complesse, anticipando le implicazioni del design. Le recenti release delle GenAI stanno approfondendo il rapporto tra designer e AI, in particolare grazie all'introduzione di funzionalità come la "memoria" introdotta in ChatGPT a inizio settembre 2024. Questa innovazione permette ai progettisti di costruire una relazione più strutturata e personalizzata con la GenAI, che può ora ricordare le interazioni precedenti anche tra chat diverse¹¹, mantenendo traccia di preferenze stilistiche e specifiche progettuali.

Inoltre, la possibilità di configurare ChatGPTs personalizzati per progetti o clienti specifici amplifica ulteriormente questo potenziale, consentendo di sviluppare assistenti specializzati per diverse aree di lavoro¹². Nel tempo, con la funzione "memoria" questi sistemi accumulano una conoscenza sempre più approfondita del modo di lavorare del singolo designer, trasformandosi da strumenti generici a veri e propri "collaboratori" in grado di rispondere adeguatamente alle esigenze progettuali specifiche. È importante notare come questa personalizzazione avvenga a livello di conoscenze e modalità di interazione, mentre il modello di base dell'AI rimane invariato: non è l'architettura dell'intelligenza artificiale a cambiare, ma il suo modo di "relazionarsi" con il progettista.

Questa evoluzione verso assistenti AI più sofisticati e adattivi sta aprendo nuovi scenari nella pratica professionale del design, permettendo forme di collaborazione più continuative ed efficaci, dove l'AI diventa un partner sempre più integrato nel processo creativo.

¹¹ Prima ChatGPT tendeva a essere coerente e a mantenere il filo del discorso solo all'interno della stessa chat, cosa che avviene ancora negli altri modelli che non hanno integrato la funzione di "memoria" come Claude.

¹² Verranno mostrati alcuni esempi di applicazione nei capitoli 4 e 5.

L'analisi condotta in questo capitolo ha delineato il panorama dell'intelligenza artificiale generativa nel design, partendo dalle definizioni fondamentali fino ad esplorare le diverse modalità di integrazione nella pratica progettuale. Attraverso l'esame delle tre modalità principali (text-to-text, text-to-image, image-to-image) e l'evoluzione delle interfacce, emerge come le GenAI rappresentino non solo nuovi strumenti a disposizione dei designer, ma richiedano anche una riflessione critica sulle modalità di interazione nel processo progettuale. La progressione da utilizzi puntuali verso forme di integrazione sempre più sofisticate (es. ChatGPTs) riflette una trasformazione tecnologica esponenziale che incide sulle modalità di interazione. Proprio questa dimensione interattiva/dialogica apre la strada all'approfondimento del capitolo successivo, dove verranno esaminati gli aspetti caratterizzanti l'interazione designer-AI.

3. Processi cognitivi dei designer e interazione con AI

Questo capitolo analizza i processi cognitivi dei designer, per fornire un quadro teorico di riferimento, al fine di comprendere come l'introduzione delle tecnologie GenAI stia trasformando il processo progettuale e le dinamiche dell'interazione tra designer e strumenti.

3.1. I processi cognitivi nella progettazione

La ricerca sui processi cognitivi nel design ha una lunga e ricca storia (Hay et al., 2017), con radici che risalgono agli studi pionieristici di Charles Eastman alla fine degli anni '60 del Novecento. Come sottolineato da Nigel Cross (2001), questi primi lavori hanno posto le fondamenta per gran parte dell'indagine successiva in quest'area, aprendo la strada a una proliferazione di studi empirici sulla cognizione del design. Nel corso dei decenni successivi, come evidenziato da Dinar e i suoi colleghi (2015), l'attenzione si è concentrata principalmente sulle fasi iniziali e ambigue del processo di progettazione, note come fase di strutturazione del concept ("conceptual design" Visser, 2014). Questo focus non è casuale perché è in queste fasi iniziali che i designer principalmente operano e si trovano ad affrontare problemi mal definiti (ill-defined), dove gli obiettivi sono spesso vaghi e le soluzioni non sono immediatamente evidenti. Diversi ricercatori hanno dedicato notevoli sforzi per comprendere come i designer progettano in questa fase, generando e sviluppando idee iniziali che poi evolvono in soluzioni concrete (Goel, 2014; Neill et al., 1998; Suwa et al., 2000; Sanders & Stappers, 2008).

Per valutare come l'AI, e in particolare le GenAI, possano essere integrate nel processo progettuale è bene comprendere gli aspetti significativi dei processi cognitivi coinvolti nelle attività di progettazione svolte dai designer. Ci sono molte teorie e vari aspetti specifici riguardo alla cognizione dei designer, di seguito verranno presentati quelli che si ritengono di maggior rilevanza per la ricerca in questione.

PROCESSI INCONSCI

Uno degli aspetti cruciali della cognizione nel processo di progettazione è il ruolo della “conoscenza pregressa”. Ward, Smith e Vaid (1997) illustrano come la conoscenza possa essere estesa a nuovi domini, influenzando profondamente il processo creativo. Questo concetto è fondamentale per comprendere come i designer siano in grado di affrontare problemi nuovi attingendo a esperienze e conoscenze passate (Lawson, 2004). Queste conoscenze, organizzate in strutture di memoria a lungo termine che comprendono sia conoscenze generali che specifiche del dominio (Christiaans & Dorst, 1992), vengono recuperate e applicate al problema in questione, attraverso una combinazione di ragionamento associativo e analogico (Ball & Christensen, 2019). Si comprende quindi che la memoria non è un semplice archivio passivo di informazioni, ma un processo attivo e dinamico in cui le conoscenze preesistenti vengono trasformate e adattate al contesto attuale (Oxman, 1990). Questo processo di trasformazione coinvolge l’uso di “operatori” cognitivi, ovvero azioni mentali come l’astrazione, la decomposizione, la combinazione e la trasformazione, che permettono ai designer di manipolare e rielaborare le loro idee (Kavakli & Gero, 2002). Altri ricercatori (Baughman & Mumford, 1995; Mobley et al., 1992; Scott et al., 2005) sottolineano il contributo fondamentale delle esperienze passate, evidenziando come la capacità di combinare e riorganizzare concetti esistenti sia al centro del processo progettuale. I designer dunque non operano in un vuoto cognitivo, e l’applicazione di questi “operatori” è strettamente legata al processo di ricerca delle soluzioni, nel quale i progettisti esplorano lo spazio del problema e della soluzione in modo iterativo, generando e valutando alternative (Cross, 2001). Questa ricerca non è casuale, ma guidata da strategie e euristiche sviluppate attraverso l’esperienza (Lawson, 2004), come la decomposizione di problemi complessi in sotto-problemi più gestibili o la rapida esplorazione di molte alternative attraverso strategie di generazione e test. I progettisti impiegano varie forme di ragionamento, tra cui quello abduttivo, induttivo e deduttivo (Dorst, 2011). In particolare, il ragionamento abduttivo che permette di generare ipotesi esplorative e di “fare un salto” creativo quando le informazioni sono incomplete o ambigue (Roozenburg, 1993), è considerato centrale per il design ed è strettamente legato all’uso dell’intuizione e dell’esplorazione nel processo decisionale.

Il rapporto tra conoscenza pregressa e creatività però non è privo di complessità. Alcuni studi hanno evidenziato come le esperienze precedenti possano, in alcuni casi, inibire il processo creativo. Ad esempio, un esperimento condotto da Ward (1994) ha dimostrato che, anche quando si chiede di progettare creature aliene, le persone tendono a creare entità che richiamano fortemente animali esistenti. Questo fenomeno, noto come “design fixation”, suggerisce che la conoscenza pregressa può talvolta limitare l'immaginazione, portando a soluzioni che sono variazioni di concetti familiari piuttosto che vere innovazioni. Jansson e Smith (1991), dimostrano che anche i professionisti esperti possano rimanere ancorati a soluzioni esistenti, limitando la loro capacità di esplorare alternative innovative. Studi successivi condotti principalmente da A.T. Purcell (Purcell et al., 1993; Purcell & Gero, 1991, 1996) hanno confermato la presenza di fissazione sia nei progettisti meccanici che in quelli industriali, sebbene con gradi diversi. Similmente, Smith, Ward e Schumacher (1993) hanno suggerito che fornire esempi potrebbe limitare la novità delle idee generate, pur non influenzandone la quantità. Questi risultati mettono in luce che i designer devono avere la capacità di superare questa “inerzia cognitiva” e di utilizzare la conoscenza pregressa come slancio, piuttosto che come limite, soprattutto oggi, dove la corsa all'innovazione è sempre più frenetica.

Nel campo del design, la conoscenza e l'esperienza pregresse sono spesso nominate come “precedenti” intendendo principalmente progetti passati o parti di progetti noti ai designer (Lawson, 2004; Pasman, 2003). Questi “precedenti” fungono da repertorio di soluzioni e approcci progettuali a cui i designer possono attingere, formando una base di conoscenza pratica il cui utilizzo è un processo complesso che come è stato scritto va oltre la semplice replica di soluzioni passate.

Rivka Oxman (1990, 1994, 1999, 2004), professoressa e ricercatrice presso il Technion – Israel Institute of Technology di Haifa¹, ha approfondito questo concetto e la sua nozione di “tipizzazione dei precedenti” spiega come i designer incarnino la conoscenza acquisita in diversi ambiti, generalizzando e intrecciando i “precedenti” a un livello superiore di astrazione. Questo processo non solo potenzia la creatività, ma permette anche ai designer di applicare conoscenze acquisite in un contesto a situazioni completamente diverse, facilitando l’innovazione interdisciplinare. Questo processo di generazione è spesso supportato da tecniche di pensiero divergente, come il brainstorming, che incoraggiano a pensare in modo non convenzionale e a considerare prospettive diverse (Bono, 1995; Daly et al. 2012).

Per comprendere meglio l’organizzazione di questa conoscenza, Oxman ha proposto uno schema tripartito Problema-Concetto-Forma, successivamente ampliato per includere Analogia e Metafora come supporti ai processi di progettazione (Oxman, 1994, 1999). L’inclusione di Analogia e Metafora nel modello evidenzia l’importanza del pensiero laterale e dell’associazione creativa nel processo di design. Il ragionamento analogico è una delle “micro-strategie” (Cross et al., 1996) che implica l’uso di conoscenze da un dominio familiare (quello che prima è stato definito con il nome di “precedenti”) per risolvere problemi in un dominio meno familiare. I designer spesso attingono ad analogie per generare nuove idee, risolvere problemi e prendere decisioni (Ball & Christensen, 2009; Lockton, 2021; Alves-Oliveira et al., 2021), le quali possono essere basate su somiglianze superficiali o strutturali: le analogie superficiali si basano su somiglianze visive o attributi condivisi, mentre le analogie strutturali coinvolgono relazioni o principi condivisi (Gentner & Markman, 1997). Mentre le analogie superficiali possono essere utili per la generazione di idee, le analogie strutturali tendono ad essere più potenti per il problem-solving e l’innovazione (Christensen & Schunn, 2007).

¹ Rivka Oxman è riconosciuta a livello internazionale per il suo contributo nel campo dell’architettura computazionale, la sua ricerca si focalizza sull’integrazione delle tecnologie digitali e computazionali nei processi di progettazione.

Il ragionamento analogico nel design può coinvolgere sia analogie “vicine”, provenienti da domini strettamente correlati, che “lontane”, che attingono a domini molto diversi (Dahl & Moreau, 2002). Le analogie lontane possono portare a intuizioni più innovative, ma sono anche più difficili da identificare e applicare (Chan & Schunn, 2015).

In questa sezione sono stati descritti i processi riferibili alla generazione di idee, di seguito si descriverà come i designer ne affrontano la valutazione. I designer devono saper scegliere in un ampio spazio di alternative (quando non ce ne siano poche a causa della fissazione), esplorando varie direzioni di soluzione (Liu et al., 2003). La generazione di idee, dunque, non è fine a se stessa, ma è accoppiata con la valutazione, da parte dei designer, delle loro idee in base a criteri funzionali, estetici, produttivi ed ergonomici (Christiaans & Almendra, 2010) in un processo integrato che alterna cicli di generazione e valutazione (Jin & Benami, 2010). Interessante notare che i criteri di valutazione non sono fissi, ma evolvono nel corso del processo di progettazione man mano che i designer acquisiscono nuove informazioni e comprensioni che li portano a riformulare i loro criteri (Dorst & Cross, 2001), sottolineando la natura dinamica e iterativa del design concettuale. Sulla base di questa duplice generazione/valutazione Poon e Maher (1996) hanno proposto il concetto di co-evoluzione del problema e della soluzione, una scoperta fondamentale nella ricerca sulla cognizione del design. Secondo questa metafora², il design è caratterizzato da uno “spazio del problema” e uno “spazio della soluzione” che co-evolvono nel corso del processo di progettazione, e in questi spazi concettuali i designer raffinano la loro comprensione del problema attraverso tentativi per risolverlo (Dorst & Cross, 2001). Quando i designer esplorano diverse soluzioni possibili (lo “spazio della soluzione”), ogni tentativo li aiuta a capire meglio il problema che stanno cercando di risolvere. Allo stesso tempo, questa migliore comprensione del problema permette loro di vedere nuove strade e possibilità per risolverlo. Questa visione contrasta con i modelli lineari del processo di progettazione, sottolineando

² La progettazione co-evolutiva considera l'evoluzione simultanea del problema e della soluzione, superando il tradizionale approccio evolutivo che presuppone un problema immutabile. In realtà, proprio come in natura esiste la coevoluzione tra specie interdipendenti, anche nel design il problema evolve insieme alla soluzione, richiedendo una prospettiva che abbracci questa dinamica reciproca. La co-evoluzione offre quindi un modello più realistico e adattivo per descrivere i processi progettuali, ispirandosi all'evoluzione naturale e riconoscendo la complessità dei problemi di design (Poon e Maher, 1996)

invece la natura esplorativa e iterativa del design, in cui problema e soluzione si informano a vicenda (Cross, 2004). La co-evoluzione implica anche che non ci sia una singola definizione “corretta” del problema o una soluzione ottimale, ma piuttosto molte formulazioni possibili del problema, ciascuna con il suo insieme di soluzioni (Dorst & Cross, 2001), dove il compito dei designer che è quello di navigare in questo spazio di possibilità per trovare una “problema-soluzione” che soddisfi i vincoli e i requisiti del progetto. Il “problem-framing”, ovvero il processo di formulazione e riformulazione dei problemi di progettazione, è un’altra “micro-strategia” poiché il modo in cui un problema è inquadrato può avere un profondo effetto sulle soluzioni generate (Dorst, 2011). I designer impiegano diverse strategie di problem-framing, come esplorare molteplici formulazioni del problema per ottenere nuove prospettive (Schön, 1984), o il “frame blending”, in cui combinano elementi da diversi “frames” per creare nuove formulazioni del problema (Dorst, 2015). Il problem-framing è strettamente legato al concetto di “spazio del problema”, ovvero rappresentazioni mentali dei problemi di progettazione che includono obiettivi, vincoli e criteri di valutazione (Newell & Simon, 1972), dove i designer lo elaborano (o lo trasformano) attraverso le azioni di framing (Hay et al., 2020).

Nel processo progettuale che è intrinsecamente incerto e richiede ai designer di prendere decisioni in presenza di informazioni incomplete o ambigue (Ball & Christensen, 2019; Sanders & Stappers, 2008) l’incertezza deve essere gestita. I designer spesso cercano soluzioni che sono “abbastanza buone” piuttosto che ottimali – Herbert Simon usa il termine *satisficing* “soddisfacimento” per descrivere questa strategia (1956) –, permettendo loro di progredire in presenza di informazioni limitate ed evitando l’analisi paralizzante (Ball & Christensen, 2019). I designer spesso fanno affidamento sulle intuizioni per prendere decisioni quando le informazioni sono scarse o il tempo è limitato (Badke-Schaub & Eris, 2014) basandosi sulla loro esplorazione e conoscenza tacita per identificare percorsi promettenti e potenziali problemi. I designer gestiscono l’incertezza anche costruendo flessibilità nelle loro soluzioni attraverso l’uso di modularità, standardizzazione e design adattabile, creando soluzioni che possono essere modificate o adattate man mano che emergono nuove informazioni (de Neufville & Scholtes, 2011), permettendo loro di prendere decisioni nonostante l’incertezza, sapendo che le soluzioni possono evolvere.

Dopo aver messo in luce queste azioni cognitive che i designer utilizzano spesso in modo inconsapevole per gestire l'incertezza, prendere decisioni e generare idee (Cross et al., 1996), nel prossimo paragrafo verranno approfondite le strategie che possono essere apprese e applicate in modo consapevole.

PROCESSI CONSCI

Una strategia che viene insegnata ai designer nei primi corsi universitari – oltre a quella del brainstorming ((Bono, 1995; Paulus & Nijstad, 2019) – è quella di esplicitare le idee mentali attraverso gli sketch (Sutherland, 1964; Pei & Self, 2022). Entrambe queste pratiche, sebbene distinte, sono strumenti consapevoli e metodici che possono essere appresi e applicati nei processi creativi. Il processo progettuale non può ridursi alla semplice traduzione diretta di un brief in un prodotto finale, come osserva Cross (2023), se questo fosse possibile, il progettista dovrebbe solo leggere le specifiche iniziali e procedere direttamente alla realizzazione dei disegni esecutivi. Come già ricordato sopra, la realtà della progettazione è invece caratterizzata da un percorso graduale ed iterativo, dove i designer affinano progressivamente le loro soluzioni attraverso diverse fasi di elaborazione. Charles M. Eastman (2001, p. 6), noto per il suo lavoro pionieristico sul sistema di descrizione degli edifici che gli ha poi conferito il titolo di “padre del BIM”, e già autore negli anni Sessanta di ricerche sul processo progettuale, spiega che, sebbene il fulcro di tale processo risieda nelle rappresentazioni mentali del designer, gli strumenti di rappresentazione esterna svolgono un ruolo di supporto fondamentale. Gero (2006) evidenzia come l'utilizzo di schizzi e modelli sia essenziale per i progettisti nell'esplorare simultaneamente problemi e soluzioni, permettendo loro di procedere attraverso la complessità intrinseca del processo creativo. Cross (2023) avvalorava questa teoria, sottolineando come sia praticamente impossibile gestire il processo progettuale attraverso una pura elaborazione mentale: l'interazione con le “rappresentazioni esterne” diventa un elemento imprescindibile del processo creativo. Gli schizzi quindi possono essere definiti come rappresentazioni grafiche non dettagliate che i designer utilizzano per esplorare e comunicare le idee (Goldschmidt, 1991), non solo come un modo per registrarle, ma come strumenti di pensiero che supportano la loro generazione e la loro esplorazione (Suwa & Tversky, 1997). I designer usano gli schizzi per identificare caratteristiche

emergenti, fare inferenze e scoprire nuove relazioni (Goel, 1995), con gli schizzi che servono per avere una “conversazione con la situazione”, consentendo loro di riflettere sulle azioni da intraprendere e di generare nuove possibilità (Schön, 1984). I diagrammi sono un altro tipo di rappresentazione visiva usata dai designer, tendenzialmente più astratti e simbolici rispetto agli schizzi (Goldschmidt, 1991) che i designer utilizzano per far emergere relazioni, flussi e gerarchie, aiutandoli a ragionare sui sistemi e sulle strutture sottostanti (Do & Gross, 2001). L’atto di disegnare svolge molteplici funzioni nel processo di progettazione, soprattutto nella fase di concept. In primo luogo, permette ai designer di rappresentare rapidamente i loro pensieri sulla carta e la natura non impegnativa dello schizzo incoraggia la sperimentazione e l’esplorazione di un ampio spazio di soluzioni (Goel, 1995). In secondo luogo, il disegno supporta la cognizione visuo-spaziale, consentendo ai designer di ragionare su forme, spazi e relazioni (Verstijnen, van Leeuwen, Goldschmidt, Hamel & Hennessey, 1998). Il processo di schizzi a mano richiede di esternalizzare le immagini mentali, rendendo visibili le idee e rivelando connessioni e implicazioni che potrebbero non essere evidenti quando i concetti sono solo nella mente del designer. Infine, gli schizzi facilitano la comunicazione e la collaborazione, permettendo ai designer di condividere e discutere le loro proposte con altri, promuovendo la comprensione comune e il feedback (van der Lugt, 2005). In questo contesto, gli schizzi fungono da “oggetti di confine”, consentendo a persone provenienti da diverse discipline di interagire e contribuire al processo di progettazione.

Per comprendere appieno come l’introduzione delle GenAI stia trasformando il processo progettuale e la dinamica d’interazione tra designer e strumenti, è utile esplorare la letteratura di settore. Questo consentirà di identificare i principali cambiamenti e offrire un quadro di riferimento per analizzare più avanti le modalità specifiche di interazione. Con l’avvento delle tecnologie digitali, è fondamentale comprendere come queste abbiano influenzato e continuino a plasmare il modo in cui si pensa e si organizza la progettazione (Ceccarelli, 2003). Nel suo libro *Progettare nell’era digitale*.

Il nuovo rapporto tra design e modello, Nicolò Ceccarelli offre interessanti riflessioni sul rapporto tra software, designer e progettazione. Nell'analizzare i modellatori 3D, Ceccarelli sottolinea come questi strumenti siano disponibili in ogni fase del processo progettuale e offrano al designer un notevole potenziamento della conoscenza del progetto. Egli definisce il modello 3D come "modello digitale integrato", configurandolo come un'infrastruttura informativa attiva a disposizione dei designer. Questo modello rappresenta un'entità che funge simultaneamente da sofisticato sistema di rappresentazione, gestione e controllo, nonché da strumento progettuale per prendere decisioni. Dagli schizzi si passa quindi al 3D sia storicamente che nella successione di fasi all'interno del processo progettuale. Il modello digitale e il dataset associato modificano il processo progettuale, influenzando la comunicazione all'interno del team. Questo cambiamento consente di organizzare gruppi di lavoro decentrati e multidisciplinari, che utilizzano gli strumenti digitali come forma evoluta di linguaggio e di riflessione sul progetto. Questo è stato un passaggio notevole, che ora potrebbe essere collocato come step intermedio tra lo schizzo e l'uso di GenAI. Ai fini della ricerca è importante capire se le strategie usuali dei designer all'interno del processo progettuale, definite in precedenza, stiano evolvendo con l'introduzione delle GenAI e se il processo stesso stia subendo delle trasformazioni.

Nella sezione successiva verranno esaminati i principali aspetti dell'interazione designer-GenAI con l'obiettivo di chiarire le dinamiche fondamentali che questi strumenti introducono nel processo progettuale.

3.2. Aspetti caratterizzanti l'interazione designer-GenAI

Diversi ricercatori (Ayele & Juell-Skielse, 2021; Gero & Kannengiesser, 2014; Karimi et al., 2019), hanno esplorato i potenziali ruoli dell'AI nel processo creativo, mentre studi specifici come quello di Tholander e Jonsson (2023) hanno dimostrato come la GenAI possa amplificare significativamente la capacità dei designer di esplorare rapidamente diverse soluzioni progettuali.

La creatività computazionale, definita come la capacità dei sistemi di supportare il pensiero creativo (Sosa & Gero, 2016), ha portato a concepire l'AI non più come strumento passivo, ma come un assistente co-creativo (Gmeiner et al., 2023). Tuttavia, questa evoluzione ha anche alimentato un dibattito di lunga data, risalente ai primi lavori di Cornock e Edmonds (1973), riguardo alla misura in cui l'AI possa essere considerata di per sé un "creatore"³, piuttosto che semplicemente un supporto al processo creativo umano. Negli ultimi anni, per comprendere meglio le diverse interazioni tra designer e GenAI, si è assistito a un notevole aumento di ricerche focalizzate sulla collaborazione tra colleghi designer durante il processo progettuale, esplorando in particolare la cognizione di gruppo (Bansal et al., 2019b; Cai et al., 2019; Holstein et al., 2020; Koch & Oulasvirta, 2018; D. Wang et al., 2020; Q. Wang et al., 2021; Zhang et al., 2021).

Koch e Oulasvirta (2018) evidenziano l'importanza di studiare le relazioni tra colleghi in termini di decisioni, capacità e obiettivi comuni per ottimizzare la collaborazione uomo-AI. Gli studi (Decuyper et al., 2010; Mathieu et al., 2000; Van den Bossche et al., 2006) sottolineano come l'apprendimento di squadra⁴ e i processi di negoziazione siano fondamentali per far sviluppare ai designer modelli mentali condivisi che risultano efficaci anche tra membri umani e sistemi AI.

³ La questione è stata descritta nel paragrafo 1.1 Premesse

⁴ L'apprendimento di squadra si riferisce al processo collaborativo in cui i membri di un gruppo condividono conoscenze, esperienze e competenze per raggiungere obiettivi comuni. Nel contesto del design, questo significa sviluppare una comprensione collettiva dei problemi progettuali, delle decisioni da prendere e delle strategie per affrontarli.

Sta emergendo anche una linea di ricerca che esplora come supportare i designer nello sviluppo di modelli mentali più accurati rispetto alle capacità e alle limitazioni dei sistemi AI collaborativi (Bansal et al., 2019b; Kocielnik et al., 2019), perché gli schemi mentali, come descritti da Oxman (1990), stanno subendo modifiche significative per incorporare nuove categorie che riflettono le capacità e i limiti dei sistemi AI.

CO-CREAZIONE

La sfida attuale per i designer non è solo quella di integrare efficacemente questi strumenti nei loro flussi di lavoro, ma anche di mantenere un equilibrio tra l'efficienza offerta dall'AI e la necessità di preservare il controllo creativo e l'autenticità del design (Caramiaux et al., 2025).

Il "prompt engineering" o "prompt crafting" si sta affermando come una nuova forma di pratica, che richiede una combinazione di abilità linguistiche, comprensione tecnica e visione creativa. Ma come rivelato da un'analisi approfondita (Li et al., 2024), i progettisti senior esplicitano una preoccupazione rispetto al rischio di erosione delle competenze fondamentali e per la potenziale atrofia delle capacità di problem-solving creativo nei giovani professionisti, inoltre si è osservata una tendenza a fare eccessivo affidamento sulle soluzioni generate dall'AI senza una valutazione critica. Uno dei cambiamenti fondamentali che stiamo vedendo nelle interfacce GenAI è un passaggio dalle tradizionali "command-based interaction" ovvero interazioni basate su comandi, a cui corrisponde la logica se-allora, alle interazioni "intent-based outcome specification", da cui le soluzioni si basano su l'esplicitazione degli intenti, ma a cui non corrispondono perché i modelli GenAI non sono deterministici, ovvero le soluzioni generate non possono essere stabilite in precedenza dal designer. Con i nuovi sistemi di intelligenza artificiale l'utente non dice più al computer cosa fare, piuttosto, il designer scrive al computer quale risultato desidera, invertendo il "locus of control" (Nielsen, 2023).

Questo nuovo paradigma consente alle persone di esprimere ciò che vogliono utilizzando il linguaggio naturale, ma anche se ci sono manuali e community che esplicitano delle strategie su come farlo, è una capacità che si acquisisce con molta pratica. Per ottenere un risultato vicino alle loro intenzioni, i designer devono essere in grado di esprimersi con precisione (Jagadeesh, 2024), tuttavia, la maggior parte di essi, soprattutto nelle fasi iniziali, fatica a verbalizzare le rappresentazioni interne di ciò che immagina.

I progettisti però possono perfezionare il loro pensiero e la formulazione delle idee proprio attraverso il dialogo con le GenAI, perché come accennato nei capitoli precedenti sono ottimi partner comunicativi (Esposito, 2022), tuttavia necessitano comunque di un'implementazione continua⁵ per offrire agli utenti un'interazione più fluida e consapevole. Questo potrebbe rappresentare un cambiamento nel modo di concepire e valutare il lavoro creativo, spostando il focus dalla creazione del prodotto al processo di interazione con l'AI. Questo processo porterebbe però allo sviluppo di nuovi framework concettuali capaci di catturare la complessità delle interazioni ibride uomo-macchina, ridefinendo il ruolo del designer da creatore primario a facilitatore e curatore di un processo di co-creazione designer-AI. L'analisi fin qui proposta sull'interazione tra designer e GenAI può trarre ulteriore beneficio dall'adozione di una prospettiva di "cognizione distribuita" (Maturana & Varela, 1980), in cui l'elaborazione algoritmica si intreccia con le capacità semantiche e valoriali del progettista. In questa logica, la nozione di co-creazione descrive il superamento di un impiego puramente strumentale dell'AI a favore di un rapporto dialogico, dove l'AI diventa un partner propositivo in grado di generare soluzioni inattese (Gmeiner et al., 2023; Hayles, 2021). All'interno di tale processo, il fenomeno della verbalizzazione (Cross, 2023; Goldschmidt, 1991) si rivela essenziale: il progettista è chiamato a esplicitare intenzioni e vincoli, non solo per istruire la GenAI, ma anche per riflettere criticamente sui propri assunti impliciti, evitando di cadere in loop comunicativi. Questo passaggio, che sposta la relazione dai comandi esecutivi al dialogo cognitivo, rafforza il ruolo del designer come interprete, mediatore e supervisore di un processo creativo condiviso.

⁵ Link per prendere visione della documentazione relativa ai rilasci di Midjourney <https://docs.midjourney.com/docs/model-versions>

3.3. Protocolli sperimentali per analizzare i processi cognitivi

La comprensione del processo cognitivo dei designer è un tema di ricerca avviato con i lavori pionieristici di Allen Newell, Herbert Simon e altri ricercatori alla Carnegie Mellon University (Newell & Simon, 1972; Akin, 1986). Vista la complessità della progettazione, come sottolineato da Christopher W. Alexander (1964), per studiare i processi cognitivi dei designer sono stati sviluppati diversi metodi di analisi, come ad esempio la Retrospective Protocol Analysis, il Think Aloud, l'osservazione, l'analisi delle Gesture e le interviste (Goldschmidt, 2014). Successivamente, verrà presentata una selezione di questi metodi utilizzati per analizzare i processi cognitivi dei designer, con l'obiettivo di individuare quali siano particolarmente adatti alla fase sperimentale e quali abbiano già prodotto risultati significativi nel campo del design.

Tra tutti i metodi di ricerca empirica per l'analisi dell'attività di design, a inizio degli anni duemila, "l'analisi dei protocolli" era quello che aveva ricevuto maggior attenzione ed è stato più utilizzato (Ericsson & Simon, 93; Cross, 2001). A partire dagli studi pionieristici di Eastman, l'analisi dei protocolli ha ricevuto un impulso significativo dal Workshop sui Protocolli di Design di Delft del 1994 (Cross et al., 96) ed è arrivato ad essere considerato il metodo più utile per portare alla luce le capacità cognitive dei designer, nonostante ciò Cross ne evidenzia alcune severe limitazioni. Una gamma sostanziale e variegata di metodi di ricerca è stata adottata e adattata per l'investigazione dell'attività di design (Cross, 2001). Tre sono le categorie riportate da Cross in "Design cognition: results from protocol and other empirical studies of design activity".

I casi studio (case studies – metodologia usata nelle osservazioni esplorative del capitolo 4) che solitamente si concentrano su un particolare progetto di design alla volta, con osservatori che registrano il progresso e lo sviluppo del progetto sia in contemporanea che a posteriori. Si possono includere nei metodi di osservazione sia partecipante che non partecipante, e possono riguardare sia progetti reali che artificialmente costruiti.

Il metodo più formale degli studi sui protocolli (protocol studies) è stato solitamente applicato a progetti artificiali, a causa dei rigorosi requisiti di registrazione dei protocolli che implicano la richiesta ai designer di “pensare ad alta voce” (think aloud) mentre eseguono un determinato compito di design. In questo modo sono stati studiati sia designer inesperti (solitamente studenti) che designer esperti nel loro ambiente di progettazione.

Ci sono anche alcuni esempi di test di performance (performance tests) condotti in condizioni controllate di laboratorio, in cui ai soggetti viene richiesto di eseguire un compito specializzato, e i dati sulla loro performance vengono registrati e analizzati. I modelli per questo tipo di test sono gli studi di laboratorio controllati della ricerca psicologica.

A questi metodi per raccogliere dati si aggiungono le procedure per analizzarli. Un primo approccio comune (Eastman, 1968; Goldschmidt, 1991; Schon & Wiggins, 1992; Suwa et al., 1998; Valkenburg & Dorst, 1998; Visser, 1995) era quello di fornire estratti di trascrizioni, i dati grezzi e il framework di codifica per permettere ai ricercatori di impegnarsi nell’analisi in modo indipendente e avere una visione trasparente dei processi cognitivi. Si è integrato poi un altro metodo basilare, ovvero la visualizzazione delle frequenze degli elementi codificati tramite tabelle e grafici. Questo approccio è comune sia negli studi qualitativi che in quelli quantitativi, e spesso serve come punto di partenza per l’analisi, soprattutto nella ricerca quantitativa che utilizza l’analisi statistica (Kruger & Cross, 2006; Stempfle & Badke-Schaub, 2002; Tang et al., 2011). I grafici che mostrano le frequenze sono particolarmente utili per riassumere i risultati codificati e fornire una panoramica concisa dell’intero processo. È bene notare come questi metodi tradizionali presentino alcune limitazioni, per esempio, i grafici delle frequenze, sebbene utili per rilevare tendenze ripetitive nelle attività di progettazione e visualizzare le relazioni tra diverse azioni (Akin & Lin, 1995; Suwa et al., 1998), possono talvolta ridursi a una mera registrazione delle attività di progettazione, fornendo pochi approfondimenti e interpretazioni ulteriori del processo (Dorst & Dijkhuis, 1995). Per superare queste limitazioni, alcuni ricercatori hanno sviluppato approcci più sofisticati. Ad esempio, lo studio di Akin e Lin (1995) si è concentrato sulla simultaneità di diverse azioni di progettazione, rappresentando la frequenza di multiple azioni di progettazione utilizzando un grafico.

Questo approccio ha permesso di esplorare come la combinazione di attività influenzi le nuove decisioni di progettazione. Un altro esempio significativo è la ricerca di Valkenburg e Dorst (1998), che ha introdotto un metodo di utilizzazione di forme e figure per rappresentare le attività di progettazione e descrive le relazioni tra le attività con frecce e riquadri, ciò ha supportato spiegazioni complete dei processi e facilitato le discussioni sull'interpretazione delle attività di progettazione. Nonostante questi progressi, rimaneva la necessità di un metodo di descrizione efficace sia nel riassumere che nel rivelare i modelli significativi dei processi cognitivi, mantenendo al contempo la ricchezza delle trascrizioni verbali e supportando i confronti tra diversi processi cognitivi. Questa esigenza ha portato allo sviluppo di nuovi approcci per visualizzare il processo cognitivo in modo da supportare l'analisi e l'interpretazione dei protocolli. Uno di questi approcci è l'utilizzo della linkografia, un metodo che permette di rappresentare graficamente una sessione di progettazione tracciando le associazioni di ogni mossa di progettazione. Questo metodo, originariamente proposto da Goldschmidt (1990, 1992, 1995), è stato sviluppato e perfezionato nel tempo da vari ricercatori. Per esempio, Vidal e i suoi colleghi (2004) hanno creato un linkografo più condensato raggruppando idee discrete in "idee globali", ovvero raggruppamenti di una o più idee che fanno riferimento alla stessa soluzione. Questo approccio ha permesso di semplificare l'analisi mantenendo l'essenza delle connessioni tra le idee. Kan e Gero (2005, 2008) hanno ulteriormente sviluppato questo metodo applicando la teoria dell'informazione di Shannon per calcolare l'entropia o "imprevedibilità" in un linkografo. Questo approccio innovativo ha permesso di identificare processi di ideazione più ricchi, con un maggiore potenziale di novità, superando il limite dei semplici calcoli della densità di link che potevano favorire linkografi eccessivamente saturi.

L'evoluzione di questi metodi di analisi riflette la crescente complessità e sofisticazione della ricerca nel campo della cognizione del design. Analizzare e interpretare significativamente i processi cognitivi dei designer durante il processo di progettazione rimane una sfida significativa, inoltre l'integrazione dell'AI come "co-creatore"⁶ ha spinto i ricercatori a esplorare nuovi quadri concettuali per comprendere l'interazione uomo-macchina emergente (Lloyd et al., 2021; Tholander & Jonsson, 2023). Un approccio promettente in questo senso è l'applicazione dei concetti derivati dall'apprendimento di squadra⁷, come un metodo per far comprendere ai designer come interagire con l'AI. Lo studio dei processi attivi di comunicazione, l'elaborazione congiunta delle informazioni e il coordinamento delle azioni offre un quadro prezioso per analizzare come i progettisti imparano a co-creare con strumenti di progettazione basati sull'AI (Kaur et al., 2022). Ad esempio, potrebbe aiutare a identificare le pratiche migliori per la comunicazione tra designer e AI, o le strategie più efficaci per coordinare le attività in un ambiente di progettazione ibrido uomo-macchina (Koch & Oulasvirta, 2022). Per esplorare empiricamente queste questioni, i ricercatori hanno iniziato a condurre workshop e esperimenti che mettono a confronto i processi di progettazione tradizionali con quelli assistiti dall'AI. Questi esperimenti non solo forniscono dati preziosi sulle differenze nei processi e nei risultati tra i due approcci, ma offrono anche l'opportunità di osservare direttamente come i designer interagiscono con i nuovi strumenti di AI (Chandrasekera et al., 2013).

⁶ Termine descritto in 1.1 Premesse

⁷ Si veda il paragrafo 3.2 Aspetti caratterizzanti l'interazione designer-GenAI

3.4. Analisi e risultati emersi dalle ricerche sull'interazione designer-GenAI

Fra 2020 e 2022 varie ricerche condotte da studiosi nelle aree del disegno industriale, dell'arte e dell'architettura hanno proposto e verificato l'efficacia di questi strumenti GenAI principalmente sulle fasi iniziali della progettazione, come il brainstorming e la creazione di visualizzazioni iniziali per comunicare idee (Camburn et al., 2020; Yang et al., 2021). Le analisi sperimentali hanno rivelato che i partecipanti hanno riscontrato significative limitazioni negli strumenti di GenAI. Questo risultato appare particolarmente rilevante considerando che gli studi degli stessi anni hanno valutato positivamente l'efficacia degli strumenti potenziati dall'AI nel contesto della progettazione grafica, rispetto al wireframing, all'ottimizzazione del layout e alla prototipazione (Yang et al., 2021). Questa discrepanza tra la ricerca esistente e la percezione dei professionisti potrebbe suggerire che tali strumenti non erano ancora ampiamente disponibili per i professionisti o che i professionisti non ne conoscevano le potenzialità o non sapevano come usarli. Ad oggi (fine 2024) sono ancora pochi i progettisti che utilizzano usualmente e in modo efficiente l'AI. Una preoccupazione tuttora comune riguarda il fatto che l'AI generativa possa produrre contenuti non accurati, o addirittura le cosiddette "allucinazioni", con conseguente necessità di verifica e/o modifica dei contenuti. Per questo, molti partecipanti hanno espresso la necessità di apprendere come scrivere prompt migliori, per meglio dialogare con l'AI, un processo che comunque richiede iterazioni e tentativi prima di ottenere il risultato desiderato (Oppenlaender, 2022). Ricerche precedenti hanno infatti dimostrato che l'articolazione delle istruzioni al sistema (in questo caso GenAI) è una parte significativa dell'interazione, e in particolare gli utenti senza esperienza possono avere difficoltà a generare prompt efficaci. Anche per questo è diffuso il desiderio di comprendere meglio come l'AI produce l'output, credendo che ciò aiuterebbe a utilizzare i modelli AI in modo più efficiente e completo.

Questa richiesta è in linea con ricerche che hanno scoperto che l'incertezza rispetto alle capacità dell'AI può incidere sulla fiducia e sulle aspettative dei progettisti (Yang et al., 2021) e che fornire spiegazioni degli output può migliorare la comprensione percepita dell'AI da parte dell'utente (Fan et al., 2022). I vantaggi attesi da una maggiore formazione includono una maggiore efficienza (dovuta alla riduzione del tempo dedicato alla scrittura e all'iterazione dei prompt), una maggiore capacità di valutare la qualità dell'output, una riduzione delle possibilità di un uso improprio dei dati dei clienti e di altri dati sensibili, e una maggiore resilienza al fatto che l'AI prenda il sopravvento sul lavoro (Kaur et al., 2022; Vereschak et al., 2021). Un altro aspetto rilevante da considerare nell'analisi dell'impatto dell'AI generativa sul processo di progettazione è il concetto di "ragionamento visivo". Goldschmidt (1991) ha descritto il "ragionamento visivo" come un modello "dialettico" che si sposta continuamente tra due modalità: "vedere come" (seeing as) e "vedere che" (seeing that)⁸. Nel contesto dell'AI generativa, queste modalità potrebbero essere ridefinite per includere l'interazione con l'AI. Ad esempio, il "vedere come" potrebbe coinvolgere l'interpretazione degli output generati dall'AI, mentre il "vedere che" potrebbe implicare la formulazione di prompt e la valutazione dei risultati dell'AI. L'introduzione dell'AI generativa nel processo di progettazione solleva anche questioni importanti riguardo al concetto di "scoperta inaspettata" proposto da Suwa et al. (2000). I ricercatori (Cross, 1999; 2023; Gero, 2006; Gero & Kannengiesser, 2004) hanno suggerito che i designer spesso scoprono relazioni e caratteristiche inaspettate nei loro schizzi, che possono portare a nuove idee. Con l'AI generativa, queste scoperte inaspettate si verificano non solo negli schizzi del designer, ma anche negli output generati dall'AI (Caramiaux et al., 2025).

⁸ Il designer sta "vedendo come" quando usa argomentazioni figurali o "gestaltiche" mentre "pensa attraverso lo schizzo". Quando "vede che", il designer avanza argomentazioni non figurali relative all'entità che sta progettando. Il processo di schizzo è una dialettica sistematica tra le modalità di ragionamento del "vedere come" e del "vedere che" (Goldschmidt, 1991).

Ciò potrebbe potenzialmente amplificare il fenomeno dell'“insight” o meglio definito SMI⁹ (Sudden Moment of Insight – simile al concetto di Impensato accennato nel capitolo 2), dove intuizioni emergono durante il processo di progettazione grazie proprio al dialogo e alla collaborazione con l'AI che genera output inaspettati e che portano i designer a formulare idee inaspettate (Chandrasekera et al., 2013) o “salti creativi”, come descritti da Cross (1997). Questo potrebbe portare a una forma di “creatività aumentata”, dove le capacità creative del designer sono amplificate dall'AI (Maher & Fisher, 2012). La questione della creatività nell'era dell'AI generativa è particolarmente complessa, come si potrà vedere dai risultati dei questionari realizzati per la sperimentazione strutturata. Per come sono stati forniti i questionari, ovvero senza fase di training, le risposte (MD 3,3) hanno mostrato come per i designer il concetto di creatività sia incerto e hanno rivelato come sia necessario riflettere e approfondire in future ricerche l'aspetto “creativo” dell'interazione designer-AI. Mentre l'AI può produrre risultati che sembrano creativi, c'è un dibattito in corso (vedi 3.2) sulla natura di questa creatività e su come si relazioni con la creatività umana (Boden, 2004; Colton & Wiggins, 2012). Alcuni ricercatori sostengono che la vera creatività richieda intenzionalità e comprensione, qualità che gli attuali sistemi di AI non possiedono (Gero & Maher, 2013). Altri argomentano che la creatività emerge dall'interazione tra l'uomo e l'AI, (come abbiamo visto nel precedente punto), creando una forma di “creatività aumentata” o “co-creatività” (Davis et al., 2016). Inoltre è bene ricordare che le GenAI potrebbero potenzialmente supportare questo processo generando rapidamente numerose ipotesi di design, ma allo stesso tempo la produzione rapida di numerose varianti, fa sì che ci sia il rischio che questi output possano diventare omogenei (Tholander & Jonsson, 2023) il che potrebbe creare una sorta di “fissazione”, – come descritto all'inizio del capitolo – che si riferisce alla tendenza dei designer a ripetere o fissarsi su certe idee o soluzioni, limitando la loro esplorazione creativa (Jansson & Smith, 1991).

⁹ SMI (Sudden Moment of Insight) si riferisce al “momento in cui il progettista ottiene un'intuizione sulla soluzione di progettazione e/o sul frame del problema”. Il SMI avviene rapidamente, inaspettatamente e senza regole generali chiare. Questo rende difficile coglierli attraverso il protocollo verbale (Lloyd et al., 1995). Tuttavia, si può notare il verificarsi di un cambiamento di voce, tono o stile di conversazione in alcuni partecipanti dopo il periodo di incubazione dell'SMI. Per identificare l'SMI, Jonson (2005) ha impiegato la combinazione di identificazione verbale, schizzi e elaborazione computazionale. In particolare nello studio di Jonson, metà degli SMI sono stati catturati attraverso la verbalizzazione. Gli schizzi e l'elaborazione computazionale hanno identificato l'altra metà.

Per questi motivi le GenAI potrebbero avere un duplice potenziale, da un lato potrebbero aiutare a superare questa “fissazione” generando una vasta gamma di alternative, dall’altro c’è anche il rischio che possano introdurre nuove forme di “fissazione”, generando proposte molto simili tra loro (Crilly & Cardoso, 2017). Un altro aspetto importante da considerare è come l’AI generativa possa influenzare la “riflessione in azione”, che avviene durante il processo di progettazione, e la “riflessione sull’azione”, che si verifica dopo l’evento, analizzando retrospettivamente il processo e i risultati (Schön, 1984). Con l’introduzione delle GenAI, potrebbero estendersi per includere la considerazione di come l’AI ha influenzato il processo di progettazione e i risultati (Shneiderman, 2020). Inoltre, l’“apprendimento situato”, proposto da Lave e Wenger (1991), potrebbe essere esteso per includere l’interazione con l’AI come parte del contesto di apprendimento. I designer potrebbero sviluppare nuove forme di conoscenza pratica attraverso l’interazione ripetuta con gli strumenti di GenAI, portando potenzialmente a nuove forme di expertise nel design (Dorst, 2015). Studi recenti suggeriscono che l’interazione continua con l’AI generativa potrebbe influenzare i modelli mentali dei designer e i loro processi cognitivi (Kocaballi et al., 2022). Ad esempio, l’esposizione ripetuta agli output dell’AI potrebbe influenzare le aspettative dei designer su ciò che è possibile o desiderabile in un design, potenzialmente ampliando o limitando la loro creatività (Yang et al., 2023). Inoltre, l’uso dell’AI generativa potrebbe influenzare il processo di “framing” ovvero la definizione dei limiti di una situazione di progettazione e la definizione delle caratteristiche a cui prestare attenzione (Schön, 1984). Le GenAI potrebbero influenzare il processo di strutturazione del problema (Akin, 1979; Goel, 1995) e i designer potrebbero dover sviluppare nuove strategie per il “framing”, considerando non solo il problema di design in sé, ma anche come formulare il problema in modo che l’AI possa contribuire efficacemente (Dove et al., 2022). Potrebbero dover sviluppare nuove competenze per valutare non solo il design finale, ma anche la qualità e l’appropriatezza degli output intermedi generati dall’AI, la quale potrebbe essere usata nella decomposizione e nella riformulazione del problema e poi nella generazione di soluzioni alternative (Liikkanen & Perttula, 2009; Hoggenmueller et al., 2023).

CONSIDERAZIONI

In questo paragrafo si è mostrato come numerosi aspetti del processo progettuale possano essere alterati dall'introduzione delle GenAI. Dall'analisi emerge come questi strumenti stiano modificando il modo in cui i designer generano e valutano le idee (Yang et al., 2023), il loro approccio al problem-framing (Dove et al., 2022), e persino le modalità di ragionamento visivo (Sun et al., 2022). Gli studi hanno evidenziato sia opportunità che sfide: se da un lato le GenAI possono amplificare la capacità esplorativa e facilitare l'emergere di intuizioni inaspettate (Chandrasekera et al., 2013), dall'altro richiedono lo sviluppo di nuove competenze specifiche, come la capacità di scrivere prompt efficaci (Oppenlaender, 2022) e di valutare criticamente gli output generati. La ricerca suggerisce inoltre che l'efficacia di questi strumenti dipende fortemente dalla capacità dei designer di integrarli consapevolmente nel proprio processo creativo, evitando sia un eccessivo affidamento che un loro sottoutilizzo.

Alla luce delle considerazioni emerse dall'analisi della letteratura, i prossimi capitoli presenteranno una serie di indagini empiriche volte a osservare concretamente come le GenAI influenzino il processo progettuale. Nel capitolo 4 verranno presentati i risultati di workshop condotti con studenti di design, offrendo una prima esplorazione pratica delle dinamiche evidenziate dalla letteratura. Il capitolo 5 e 6 approfondiranno questi temi attraverso esperimenti strutturati, progettati seguendo un protocollo di ricerca, per esaminare sistematicamente gli aspetti chiave emersi in questa rassegna.

4. Analisi sul campo

La presente sezione esplora le analisi sul campo, condotte durante il secondo anno di dottorato. Il capitolo comprende cinque osservazioni esplorative condotte in contesti universitari, dove sono stati analizzati workshop e attività didattiche incentrate sull'interazione tra studenti di design e sistemi di GenAI, con particolare attenzione all'utilizzo di questi strumenti per la produzione di output progettuali. Questa fase si è rivelata fondamentale per comprendere le modalità di utilizzo delle AI generative da parte dei designer e hanno fornito insights essenziali per la strutturazione dell'esperimento finale.

4.1. Osservazioni esplorative

L'obiettivo primario delle osservazioni esplorative è stato quello di analizzare le dinamiche cognitive e operative che emergono quando strumenti di GenAI vengono integrati nel processo progettuale.

Si è scelto di organizzare e osservare¹ una serie di workshop strutturati e attività all'interno di corsi universitari, per documentare l'intero processo creativo, dalla fase di concettualizzazione assistita dall'AI fino alla realizzazione tecnica. L'adozione di questo metodo ha permesso di seguire da vicino il percorso degli studenti nell'apprendimento degli strumenti AI, documentando come acquisiscono dimestichezza con queste tecnologie e come le loro competenze si evolvono nel tempo. Il contesto dei workshop ha inoltre permesso di esplorare diverse strategie didattiche, evidenziando quali approcci risultano più efficaci nell'insegnamento dell'AI applicata al design. Particolarmente interessante è stata l'osservazione di come gli studenti, una volta acquisite le competenze di base, sviluppano metodologie personali per integrare l'AI nel proprio processo creativo. Queste strategie individuali si sono rivelate spesso inaspettate. Infine, l'analisi dei progetti finali ha permesso di valutare concretamente l'impatto di questi strumenti sia sul processo creativo che sulla qualità degli elaborati, offrendo spunti di riflessione sul ruolo delle GenAI nella formazione dei futuri designer.

¹ A volte ho contribuito a strutturare l'attività (1, 2, 3), altre volte ho partecipato solo come osservatrice (4, 5).

Di seguito vengono presentati cinque workshop sperimentali, trattati come casi studio. L'analisi di ogni workshop si articola attraverso l'esame delle osservazioni sul campo, la valutazione dei risultati progettuali, l'interpretazione dei feedback degli studenti e l'elaborazione dei dati raccolti. Questa documentazione sistematica permette di delineare un quadro empirico dell'integrazione delle GenAI nei processi progettuali all'interno dei percorsi formativi del design.

4.1.1. Esplorazione 1

CONTESTO E PARTECIPANTI

Lo studio ha coinvolto un campione di 58 studenti iscritti al primo anno del corso di laurea triennale in Design degli Interni² presso l'Università Iuav di Venezia. La sperimentazione si è svolta durante l'anno accademico 2022-2023, specificamente nel periodo compreso tra febbraio e giugno, ed è stata integrata come componente obbligatoria dell'esercitazione prevista per l'esame finale del Laboratorio di Geometria per gli Interni. La selezione di studenti del primo anno ha consentito di esaminare l'interazione con le GenAI in un contesto caratterizzato dall'assenza di esperienze pregresse significative nell'utilizzo di tali strumenti. Questa condizione assume particolare rilevanza considerando la recente diffusione delle tecnologie di Generative AI al momento dell'avvio dello studio, configurando un contesto ottimale per l'osservazione delle dinamiche iniziali di apprendimento e integrazione dell'AI nel processo progettuale. Il gruppo di partecipanti presentava un'età media di 20 anni, con una composizione di 46 studentesse e 12 studenti.

² Laurea triennale in Design del prodotto, della comunicazione visiva e degli interni, presso l'Università Iuav di Venezia, curriculum Interior design, primo anno. Anno accademico 2022/2023, secondo semestre.

Corso di Geometria per l'interior design, con il docente Alberto de Simone. <https://sites.google.com/iuav.it/design/design-open-lab/202223-secondo-semestre/223-ii-It-id1-geometria-interior>

MATERIALI E STRUMENTI

La scelta degli strumenti per questa ricerca è stata guidata dalla necessità di coprire l'intero spettro del processo progettuale, dalla generazione di idee alla realizzazione tecnica. Lexica.art è stata selezionata come piattaforma principale di intelligenza artificiale per la generazione delle immagini.

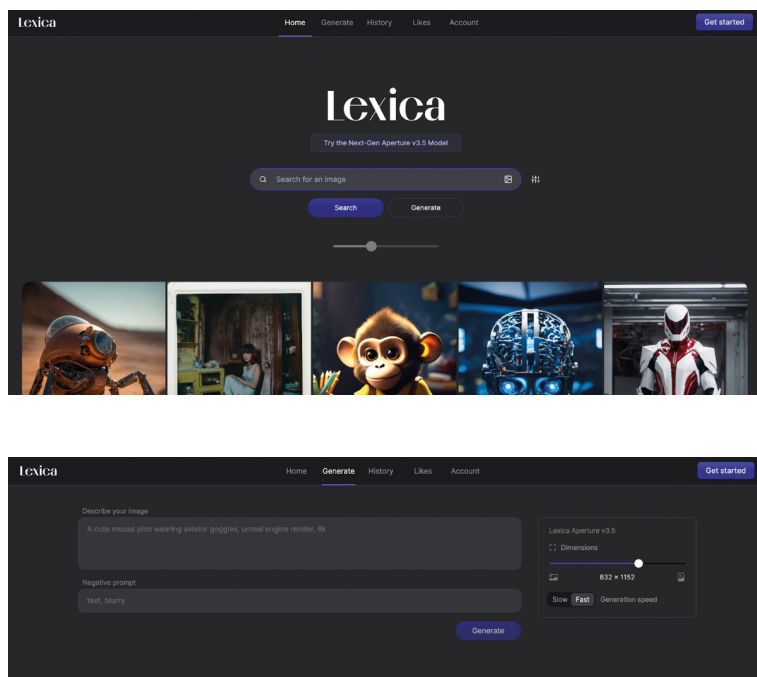


Fig. 7 - Interfaccia di Lexica.art

Questa scelta è stata motivata dal fatto che l'iscrizione alla piattaforma era semplice e la stessa, metteva a disposizione una serie di crediti gratuiti mensili sufficienti per il lavoro che dovevano svolgere gli studenti. Inoltre la qualità visiva, che sfrutta modelli di diffusione come Stable Diffusion, era stata considerata migliore rispetto a quella di Dall-E. Al momento dell'esplorazione osservativa, Lexica.art offriva anche l'uso di prompt negativi, che permettevano di escludere elementi indesiderati dalle immagini generate. Questa funzione ha conferito agli studenti un maggiore controllo sul risultato finale, permettendo loro di affinare le loro visioni progettuali con maggiore precisione. Per completare la sperimentazione e far riflettere gli studenti sulle reali capacità dell'AI e su come possa effettivamente venire integrata nel processo progettuale è stata strutturata anche una fase di modellazione tridimensionale a partire dalle immagini generate. Inoltre questo passaggio ha permesso agli studenti di confrontarsi con le sfide pratiche della traduzione di idee bidimensionali in spazi tridimensionali coerenti. Infine, per lo sviluppo dei disegni tecnici, inclusi piante, sezioni e altri elaborati necessari per la rappresentazione completa del progetto, è stato impiegato AutoCAD, completando così il ciclo dalla concezione creativa alla documentazione tecnica dettagliata. Gli studenti hanno utilizzato i propri dispositivi personali per adoperare i software indicati e accedere a Lexica.art tramite browser web. Questa scelta ha permesso una maggiore flessibilità nell'esecuzione dei compiti e ha rispecchiato più fedelmente le condizioni di lavoro reali che gli studenti potrebbero incontrare nella loro futura pratica professionale.

ATTIVITÀ

L'attività è stata articolata in diverse fasi operative, pianificate per favorire l'apprendimento e l'osservazione dettagliata delle dinamiche di interazione con l'AI. Questo metodo ha consentito di raccogliere informazioni utili durante l'intero arco dell'esplorazione osservativa.

Nella prima fase, è stata condotta una sessione introduttiva, a cura dell'autrice, durante la quale si è presentato agli studenti gli obiettivi dell'attività, le tempistiche e i vincoli progettuali.

Si è fornito una breve spiegazione del funzionamento dei modelli AI e dell'importanza dei prompt nella generazione delle immagini. Si sono mostrati esempi pratici su come creare e modificare prompt dettagliati, enfatizzando l'impatto che diverse formulazioni possono avere sul risultato finale. Si è anche dedicato tempo all'illustrazione dell'utilizzo dei prompt negativi, dimostrando come questi potessero essere impiegati strategicamente per escludere elementi indesiderati e affinare ulteriormente i risultati. Questa fase è stata cruciale per stabilire una base comune di comprensione e per preparare gli studenti all'utilizzo degli strumenti AI. È importante evidenziare che al momento del corso, la piattaforma presentava significative limitazioni: non consentiva la regolazione diretta dei parametri che influenzavano l'estetica e la coerenza delle immagini prodotte. Gli studenti potevano modificare le immagini (generandole nuovamente – in quanto non si potevano modificare porzioni delle stesse) solo attraverso descrizioni testuali, non essendo ancora disponibili comandi specifici per funzioni specifiche. Questa restrizione ha circoscritto la sperimentazione alla sola modifica dei prompt, richiedendo diverse formulazioni testuali per avvicinarsi progressivamente all'idea progettuale desiderata. Nella fase formativa, particolare attenzione è stata dedicata alle strategie per generare immagini coerenti di un unico complesso abitativo. Gli studenti sono stati guidati nell'esplorazione di tecniche specifiche per mantenere continuità stilistica tra le diverse stanze, aspetto essenziale per sviluppare un progetto d'interni realistico e unitario.

Nella seconda fase, gli studenti hanno messo in pratica le conoscenze acquisite. Il compito assegnato prevedeva la generazione di immagini per cinque ambienti interni specifici: stanza da letto, soggiorno, cucina, bagno e corridoio. Per ogni ambiente, gli studenti hanno elaborato prompt dettagliati che dovevano descrivere tre aspetti fondamentali: gli elementi strutturali dell'ambiente, includendo una descrizione accurata delle caratteristiche architettoniche, dei materiali impiegati e delle finiture; gli infissi, con particolare attenzione alla loro tipologia, ai materiali utilizzati e alle scelte cromatiche; infine, gli arredi, specificando lo stile scelto e la loro disposizione nello spazio.

Per favorire un processo di apprendimento e sperimentazione graduale, ho strutturato questa fase in due periodi distinti: una settimana iniziale dedicata alla sperimentazione libera con Lexica.art, seguita da un periodo esteso fino alla fine del corso per il perfezionamento e l'affinamento delle immagini generate. Durante questo processo iterativo, l'utilizzo dei prompt negativi si è rivelato particolarmente utile per escludere elementi non desiderati, come specifici stili o oggetti non pertinenti, migliorando così la pertinenza delle immagini rispetto ai requisiti progettuali.

La terza fase, incentrata sulla modellazione 3D e sullo sviluppo dei disegni tecnici, ha costituito un elemento di raccordo tra la fase generativa assistita dall'AI e l'implementazione tecnica del progetto. In questo stadio, gli studenti hanno affrontato la traduzione delle immagini generate dall'intelligenza artificiale in modelli tridimensionali mediante Rhinoceros. Tale processo ha richiesto un'analisi sistematica delle caratteristiche morfologiche e spaziali presenti nelle immagini, finalizzata a una riproduzione fedele nell'ambiente tridimensionale. La modellazione ha comportato l'interpretazione critica degli output dell'AI, con particolare attenzione alle relazioni spaziali, alle proporzioni e agli elementi architettonici caratterizzanti.

È stata osservata una correlazione diretta tra la qualità delle immagini generate e l'efficacia del processo di modellazione: le rappresentazioni caratterizzate da maggiore coerenza e realismo hanno facilitato significativamente la traduzione tridimensionale. Una porzione considerevole delle immagini presentava anomalie significative, quali incoerenze strutturali ed elementi incongrui derivanti dalle "allucinazioni" dell'AI. Queste criticità hanno richiesto agli studenti di risolvere le discrepanze tra la rappresentazione bidimensionale e la sua traduzione tridimensionale, esercitando un giudizio critico nella reinterpretazione degli elementi problematici per garantire la coerenza e il realismo del modello finale. La fase finale del processo ha visto gli studenti impegnati nella produzione di disegni tecnici utilizzando AutoCAD. Questa tappa ha compreso l'elaborazione di piante, sezioni e prospetti, elementi necessari per una rappresentazione completa e professionale del progetto da parte degli studenti ed ha permesso di valutarne la capacità di tradurre, le immagini generate dall'AI, in documentazione tecnica precisa e funzionale.



Fig. 8 - esempi di output generato da Lexica.art e output realizzato da uno studente del corso

CONSIDERAZIONI

Il monitoraggio attento del lavoro degli studenti ha consentito di esaminare le dinamiche delle loro interazioni con l'intelligenza artificiale, concentrandomi su tre aspetti fondamentali: l'apprendimento, le difficoltà incontrate e le strategie usate per risolverle, da cui sono emerse alcune prime considerazioni. Innanzitutto c'è da evidenziare che, pur essendo i primi tentativi di prompt frasi semplici, Lexica.art riusciva a generare dei risultati sorprendenti per gli studenti. Le immagini erano esteticamente molto accattivanti e generate in pochissimo tempo, questo provocava stupore ed entusiasmo. Ciò era rafforzato anche dal fatto che gli studenti non avessero ancora idee precise di cosa volessero ottenere. Elaborando le idee hanno iniziato anche ad articolare meglio i prompt, per cercare di realizzare immagini più simili alla propria volontà e non accontentarsi dei risultati generati. In questa fase la frustrazione si è presentata con la difficoltà riscontrata – a scale differenti – da tutti di esprimere a parole le rappresentazioni interne che stavano pensando. Inoltre molti hanno avuto difficoltà con il tradurre in inglese quello che già era complicato descrivere nella loro lingua madre ovvero l'italiano. Si è notata una cosa interessante, nei casi in cui i prompt erano altamente dettagliati le immagini risultanti erano più ricche di dettagli incongruenti. Si presuppone che queste anomalie siano state causate da allucinazioni dell'AI dovute al tentativo di inserire tutto quello che le veniva richiesto non riuscendo però a integrarlo correttamente; ciò ha portato alcuni studenti ad essere molto critici sui risultati. Altri hanno raggiunto un livello di consapevolezza solo durante la modellazione, rendendosi conto che le geometrie non combaciavano e che alcuni elementi, illogici, non potevano essere riprodotti senza compromettere un realismo effettivo.

Il dialogo con gli studenti durante lo svolgimento dell'esercitazione e in occasione delle presentazioni finali dei progetti si è rivelato utile per comprendere le loro opinioni sull'integrazione dell'AI nel processo di design, raccogliendo riflessioni sui vantaggi percepiti, come la rapidità nella generazione, la qualità estetica, e sulle limitazioni riscontrate, come la mancanza di controllo totale sui risultati.

Pochi hanno fatto emergere che l'uso dell'AI abbia influenzato le loro scelte progettuali, dalla selezione dei materiali alla definizione degli spazi, ma di fatto è stato così, questo perché al primo anno si ha ancora molta formazione davanti per affinare il senso critico. Questo lavoro ha consentito di iniziare a ragionare su esperienze concrete, non solo sull'integrazione pratica dell'AI nel processo di design degli interni, ma anche sulle implicazioni più ampie per l'educazione e la pratica professionale nel campo del design.

Quando:	Secondo semestre dell'anno accademico 2022/2023, precisamente tra febbraio e giugno.
Dove:	Università Iuav di Venezia. Laurea triennale in Design del prodotto, della comunicazione visiva e degli interni, curriculum Interior Design (primo anno). Geometria per l'interior design con il docente Alberto de Simone.
Studenti:	58 studenti (46 studentesse e 12 studenti). Età media di circa 20 anni. Prevalentemente privi di esperienza pregressa con le GenAI
Ruolo:	Ho contribuito attivamente alla strutturazione delle attività, organizzando e conducendo la sessione introduttiva
Attività:	Workshop integrato nell'esercitazione finale del corso, articolato in: → Sessione introduttiva. → Sperimentazione libera con generazione di immagini tramite prompt (inclusi prompt negativi). → Fase di modellazione 3D e realizzazione dei disegni tecnici con AutoCAD.
AI:	Uso di Lexica.art per esplorare l'integrazione degli strumenti di Generative AI nel processo progettuale. Stimolo all'apprendimento e allo sviluppo di competenze nel formulare prompt efficaci, favorendo una riflessione critica sui limiti degli strumenti AI.
Strumenti tradizionali:	Rhinoceros e AutoCAD per la modellazione 3D e la produzione dei disegni tecnici.
Documentazione raccolta:	Osservazioni sul campo, feedback degli studenti e analisi degli output (immagini generate, modelli 3D, disegni tecnici).

4.1.2. Esplorazione 2

CONTESTO E PARTECIPANTI

La seconda attività si è focalizzata sull'esplorazione dell'interazione tra studenti e Lexica.art nelle fasi iniziali di concettualizzazione di un prodotto-servizio speculativo.

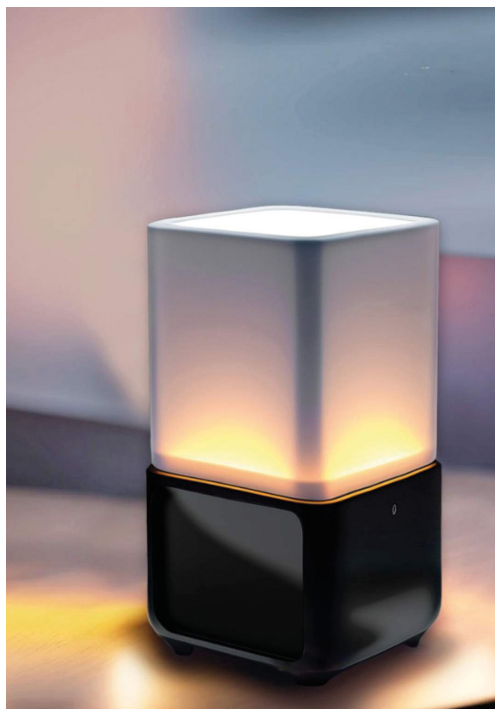
Lo studio ha coinvolto 44 studenti iscritti al terzo anno del corso di laurea triennale in Design del Prodotto³ presso l'Università Iuav di Venezia. L'attività si è svolta durante il secondo semestre dell'anno accademico 2022-2023. Il gruppo di partecipanti presentava una distribuzione di genere pressoché equilibrata, con 21 maschi e 23 femmine, e un'età media di 22 anni.

L'obiettivo primario era analizzare come questa interazione influenzasse lo sviluppo del progetto. Gli studenti dovevano utilizzare Lexica.art per la generazione di immagini che potessero riflettere e amplificare le idee emerse, da un processo di brainstorming di gruppo, avendo come obiettivo quello di progettare un dispositivo (che avesse una parte di AI).

³ Laurea triennale in Design del prodotto, della comunicazione visiva e degli interni, presso l'Università Iuav di Venezia, curriculum Product e Visual design, terzo anno. Laboratorio di Video e motion graphic / A. con il docente Pietro Costa, e il collaboratore Mario Ciaramitaro. <https://sites.google.com/iuav.it/design/design-open-lab/202223-primo-semestre/223-i-it-pdv-3-videomot-a>



Fig. 9 - Esempi di output realizzato da uno studente del corso



L'attività si è articolata in quattro fasi. Nella prima, gli studenti hanno creato il concept di un dispositivo digitale utilizzando Lexica.art. Successivamente, il concept è stato integrato in un contesto di realtà aumentata per illustrarne il funzionamento, con particolare attenzione alla user experience e all'integrazione dell'AI nel prodotto-servizio. Nella terza fase, gli studenti hanno riflettuto su aspetti critici del progetto e sviluppato un video illustrativo dell'interazione utente-dispositivo. L'esercitazione si è conclusa con la creazione di 12 card in realtà aumentata, ciascuna rappresentativa del lavoro dei gruppi.

Questo approccio ha permesso di osservare non solo le dinamiche individuali di interazione con l'AI, ma anche come queste si manifestassero in un contesto di collaborazione di gruppo.

È importante notare che, sebbene l'attività abbia coinvolto tutti i 44 studenti del corso, al questionario somministrato al termine dell'attività hanno risposto 21 studenti, appartenenti ai vari gruppi. Questo sottoinsieme di partecipanti ha fornito dati qualitativi preziosi sulle percezioni e le esperienze degli studenti durante l'attività.

MATERIALI E STRUMENTI

Oltre a Lexica.art, gli studenti hanno utilizzato Artivive⁴, un'applicazione specializzata per la creazione di artefatti in realtà aumentata. Questo strumento ha permesso di sovrapporre contenuti digitali (3D, 2D e animazioni) a supporti fisici (card), consentendo agli studenti di spiegare il funzionamento dei loro prodotti.

⁴ Artivive (artivive.com) è una piattaforma di realtà aumentata (AR) progettata specificamente per artisti, creatori e designer che vogliono aggiungere un livello digitale interattivo alle loro opere fisiche. Permette di combinare arte tradizionale, come dipinti, disegni o fotografie, con contenuti digitali, come animazioni, video o esperienze interattive.

ATTIVITÀ

L'attività si è articolata in quattro fasi principali. Nella prima fase, ogni gruppo ha selezionato un dispositivo da una lista fornita, che comprendeva applicazioni in ambienti domestici, lavorativi e pubblici/commerciali. Gli studenti hanno condotto un brainstorming di gruppo (4 studenti per team) per sviluppare un concept speculativo, utilizzando successivamente Lexica.art per generare l'immagine del dispositivo attraverso prompt dettagliati. La seconda fase ha visto gli studenti approfondire le specifiche del loro dispositivo, rispondendo a domande guida sulla raccolta dati, i limiti funzionali, le modalità di interazione utente e le possibilità di personalizzazione. Questo processo ha stimolato una riflessione critica sulle funzionalità del dispositivo e sulle modalità di interazione uomo-macchina, ma soprattutto sulla definizione formale e strutturale dell'oggetto co-creato con l'AI. Nella terza fase, i gruppi hanno sviluppato uno storyboard per pianificare il video illustrativo, includendo sequenze visive, interazioni chiave e messaggi principali relativi ai vantaggi, svantaggi e processi invisibili associati all'uso del dispositivo. Ciò è servito per realizzare con Artivive una card che attraverso la realtà aumentata, trasforma un'immagine statica in un'esperienza interattiva e immersiva. In generale questa attività ha permesso agli studenti di sviluppare non solo competenze tecniche nell'uso della GenAI nel processo, ma anche di riflettere criticamente sulle implicazioni dell'uso dell'AI nel design del prodotto.

CONSIDERAZIONI

La raccolta dei dati è stata effettuata attraverso due metodi principali: un questionario post-attività e osservazioni dirette durante lo svolgimento dell'attività. Il questionario, somministrato al termine dell'esercitazione, ha ricevuto risposte da 21 studenti appartenenti ai vari gruppi di lavoro. Questo strumento è stato progettato per esplorare diversi aspetti dell'esperienza degli studenti, tra cui il processo di ideazione e progettazione del dispositivo, le strategie di scrittura dei prompt per Lexica.art, le difficoltà incontrate nell'uso dell'AI e nella traduzione delle idee in inglese, il numero di iterazioni necessarie per ottenere risultati soddisfacenti dall'AI, e la percezione dell'efficacia dell'AI nel supportare il processo creativo.

Inoltre il questionario somministrato al termine del task ha rivelato che, nonostante più della metà (57,1%) degli studenti (che hanno risposto al questionario) pensasse di scrivere i prompt come se si rivolgesse a una persona, in realtà li redigevano più come elenchi di istruzioni (quindi in modo più schematico). Se si analizzano i prompt consegnati, emerge che essi consistono prevalentemente in sequenze di sostantivi e aggettivi, piuttosto che in frasi strutturate simili a quelle di un dialogo tra colleghi. Di seguito sono riportate le trascrizioni dei prompt utilizzati:

- hyper realistic, front view, white background, futuristic drone, the structure and shape are soft geometric, with perforated surface, with 360-degree camera, with a rectangular mini front display, in the drone there is an LED that lights up and a built-in microphone.
- clean design minimalistic ceiling light device with display, photorealistic natural material award winning designed Dieter Rams
- medium size brushed aluminum accented with chrome futuristic boxy appliance, natural lighting studio setting, soft shadows, appliance is generating a mist in the air above the device, fan, air cleaner and purifier
- Front view of a 3d render about a futuristic product designed by Apple egg shaped with a camera and a screen
- circle display, minimal style in white background, designed by braun and dieter rams
- An elegant square shaped glass that is on the top of a futuristic coaster, inside of a restaurant, everything on top of a table, warm colors, highly realistic render, amazing design, high quality, a very good light, extremely detailed, smooth, sharp focus.

Ciò potrebbe essere dovuto alla difficoltà di tradurre i pensieri articolati in italiano, in inglese. La maggior parte degli studenti ha eseguito almeno quattro cicli di interazione prima di dichiararsi mediamente soddisfatti del risultato. Da notare che questa era una prima fase di concettualizzazione per cui le idee non erano ancora rigidamente confermate, forse per questo motivo si sono dichiarati mediamente soddisfatti.

Parallelamente, sono state condotte osservazioni dirette durante tutte le fasi dell'attività. Queste osservazioni si sono concentrate sulle dinamiche collaborative, sulle modalità di utilizzo degli strumenti (nello specifico Lexica.art), e le strategie adottate dagli studenti per superare le difficoltà incontrate durante il processo. L'analisi dei dati raccolti ha seguito un approccio qualitativo, mirando a identificare pattern ricorrenti nelle risposte degli studenti e nelle osservazioni dirette. Particolare attenzione è stata posta all'interpretazione delle percezioni degli studenti riguardo l'integrazione dell'AI nel loro processo creativo e alle strategie sviluppate per superare le sfide incontrate.

Quando:	Svolta tra gennaio e febbraio dell'anno accademico 2022/2023.
Dove:	Università Iuav di Venezia. Laurea triennale in Design del prodotto, della comunicazione visiva e degli interni, curriculum Product e Visual Design (terzo anno). Laboratorio di Video e Motion Graphic/A con il docente Pietro Costa.
Studenti:	44 studenti (21 maschi e 23 femmine). Età media di circa 22 anni. Prevalentemente privi di esperienza pregressa con le GenAI
Ruolo:	Ho partecipato in qualità di collaboratrice all'organizzazione dell'attività, introducendo le GenAI agli studenti. Ho raccolto dati e feedback sul processo, attraverso un questionario post attività.
Attività:	Attività di gruppo per la definizione di un concept speculativo, che comprende: → Brainstorming e sviluppo del concept con il supporto dell'AI. → Traduzione in immagini e integrazione in un contesto di realtà aumentata (utilizzando Artivive). → Realizzazione di storyboard e card rappresentative.
AI:	Impiego di Lexica.art per amplificare le idee emerse nel brainstorming e tradurle in output visivi, facilitando il processo creativo.
Strumenti tradizionali:	Strumenti per la prototipazione tradizionale per la realizzazione di storyboard e bozzetti. Artivive per sviluppare la realtà aumentata
Documentazione raccolta:	Questionari post-attività, raccolta e analisi dei prompt, documentazione visiva delle card in realtà aumentata e feedback dei gruppi.

4.1.3. Esplorazione 3

La terza esplorazione si è configurata come uno studio longitudinale volto ad esplorare l'integrazione di strumenti di intelligenza artificiale, principalmente ChatGPT e in alcuni casi Gemini – che all'epoca si chiamava Bard – nel processo della programmazione web. Condotta presso l'Università di San Marino⁵, questo studio ha coinvolto 49 studenti del secondo anno del corso di Design durante un intero semestre accademico, offrendo l'opportunità di osservare l'evoluzione delle competenze di programmazione in un contesto assistito dall'AI. L'obiettivo principale era osservare l'efficacia dell'utilizzo di ChatGPT come strumento di supporto nell'apprendimento e nello sviluppo di programmazione web. In particolare, lo studio mirava a esaminare come studenti senza precedente esplorazione di programmazione potessero acquisire competenze nella scrittura di codice HTML, CSS e JavaScript, utilizzando l'AI come assistente continuo nel processo di sviluppo di una landing page individuale e nel sito di gruppo. Si è voluto comprendere come avviene il miglioramento delle competenze tecniche degli studenti, osservando la loro progressione da un livello base fino alla realizzazione di un progetto web complesso.

⁵ Laurea triennale in Design, presso l'Università UNIRSM della Repubblica di San Marino. Laboratorio web design e multimedia B, secondo anno con il docente Corrado Loschi. <https://design.unirsm.sm/courses/laboratorio-web-design-e-multimedia/laboratorio-web-design-e-multimedia-b/>

Parallelamente, si mirava ad analizzare l'efficacia di ChatGPT nel fornire assistenza durante le fasi di sviluppo e debugging, con particolare attenzione se questa riducesse le tempistiche e/o incrementasse i problemi. Si è voluto osservare anche come l'accesso a un assistente AI potesse influenzare l'approccio degli studenti alla progettazione e all'implementazione di soluzioni web. Questo ha incluso l'osservazione di come gli studenti interpretassero e applicassero i suggerimenti forniti da ChatGPT, e come questa interazione evolvesse nel corso del semestre.

CONTESTO E PARTECIPANTI

Il campione di studio era composto da 49 studenti iscritti al secondo anno del corso di Design presso l'Università di San Marino. Ad eccezione di due studenti, nessuno dei partecipanti aveva conoscenze precedenti di programmazione. Questa caratteristica del campione ha permesso di osservare il processo di apprendimento partendo da un livello base comune, offrendo così una prospettiva chiara sull'impatto dell'integrazione di ChatGPT nel percorso di acquisizione di nuove competenze tecniche. Osservare come gli studenti di design affrontano l'apprendimento della programmazione con il supporto dell'AI offre insights preziosi su come preparare al meglio i futuri professionisti per un mercato del lavoro in rapida evoluzione tecnologica. La durata dell'attività, estesa per un intero semestre accademico, ha offerto l'opportunità di osservare l'evoluzione a lungo termine delle competenze e delle strategie di apprendimento degli studenti. Questo arco temporale ha permesso di documentare non solo i progressi tecnici, ma anche i cambiamenti nell'approccio degli studenti all'uso dell'AI, le loro percezioni in evoluzione sulla programmazione e il design.

MATERIALI E STRUMENTI

ChatGPT è stato utilizzato come principale strumento di supporto all'apprendimento. La scelta è stata motivata dalla sua capacità di generare risposte contestuali e di fornire spiegazioni dettagliate, caratteristiche cruciali per assistere gli studenti nella scrittura di codice HTML, CSS e JavaScript. L'interfaccia conversazionale di ChatGPT ha permesso agli studenti di porre domande in linguaggio naturale, ricevere suggerimenti, e ottenere spiegazioni su concetti complessi di programmazione, ma soprattutto codice da poter testare. Questa interazione naturale ha ridotto la barriera d'ingresso per gli studenti senza esperienze pregresse di programmazione, permettendo loro di esprimere le loro idee e problemi in modo intuitivo, tuttavia i termini (il lessico utilizzato) si sono rivelati importantissimi per chiedere e ottenere precisione dal modello. In alcuni casi specifici, è stato introdotto anche Gemini come strumento complementare. Questa integrazione ha offerto agli studenti l'opportunità di esplorare approcci diversi alla risoluzione dei problemi e ha arricchito la loro esperienza con una AI aggiuntiva. Per quanto riguarda l'ambiente di sviluppo effettivo, gli studenti hanno utilizzato l'editor di testo Visual Studio Code. Un componente essenziale del toolkit degli studenti erano i browser web e i loro strumenti di sviluppo integrati, come Chrome DevTools. Questi strumenti sono stati fondamentali per il debugging e il testing delle pagine web in tempo reale. Gli studenti hanno imparato a utilizzare le console dei browser per identificare errori, ispezionare e testare la responsività dei loro design su diverse dimensioni di schermo. L'uso di questi strumenti ha permesso agli studenti di sviluppare competenze pratiche di debugging e ottimizzazione, essenziali per qualsiasi sviluppatore web. Inoltre, questa configurazione di strumenti ha evidenziato una tendenza crescente nel settore professionale verso l'integrazione di assistenti AI nel flusso di lavoro di sviluppo, esponendo gli studenti all'uso efficace e critico delle GenAI nel contesto del design e dello sviluppo web.

ATTIVITÀ

Il corso è stato strutturato in unità didattiche progressive, distribuite su un semestre accademico, con l'obiettivo di guidare gli studenti attraverso gli elementi fondamentali del web design, dall'analisi alla realizzazione pratica di un sito web. La fase iniziale del corso si è concentrata sull'analisi e la comprensione del web design contemporaneo. Le prime settimane sono state dedicate allo studio analitico di siti web esistenti, accompagnato da esercitazioni pratiche con Figma, uno strumento essenziale per la prototipazione. La progressione tecnica del corso ha seguito una struttura modulare, iniziando con i fondamenti dell'HTML per la strutturazione dei contenuti. Successivamente, il corso ha introdotto il CSS attraverso una serie di moduli progressivamente più complessi: dalla formattazione base dei testi si è passati alla gestione delle immagini e del box model, per poi approfondire concetti più avanzati come il sistema di griglia di Bootstrap, flexbox, e il posizionamento degli elementi. Parallelamente all'apprendimento tecnico, il corso ha dedicato particolare attenzione agli aspetti metodologici del design web. Sono state affrontate tematiche cruciali come l'architettura dell'informazione, i sistemi di navigazione e l'approccio progettuale atomic design. Nella seconda metà del corso, l'attenzione si è spostata verso aspetti più avanzati del design web, includendo un workshop specifico sull'utilizzo di Midjourney⁶ per la generazione di contenuti visivi, approfondimenti sulla tipografia web e l'implementazione di elementi interattivi attraverso Javascript. Il percorso si è concluso con un focus sulla progettazione di "layout responsive". La struttura del corso ha previsto consegne progressive che hanno permesso agli studenti di costruire il proprio progetto: dall'analisi iniziale alla definizione dell'architettura informativa, dalla creazione di wireframe allo sviluppo di bozze grafiche complete, fino all'implementazione tecnica finale.

⁶ Si veda successiva osservazione esplorativa, 4.1.4 Esplorazione 4

Questo approccio incrementale ha facilitato l'apprendimento e permesso un'osservazione e una valutazione continua del progresso degli studenti. Le lezioni sono state organizzate con una cadenza bisettimanale, alternando sessioni teoriche a esercitazioni pratiche e revisioni dei progetti. Questa alternanza ha permesso agli studenti di applicare immediatamente i concetti appresi e ricevere feedback costante sul loro lavoro, promuovendo un apprendimento attivo e partecipativo.

CONSIDERAZIONI

L'osservazione dell'interazione tra studenti e ChatGPT ha rivelato un'evoluzione significativa nel corso del semestre. Nelle prime settimane di corso, dedicate all'introduzione dell'HTML e dei principi fondamentali del web design, è emerso che gli studenti non consideravano spontaneamente l'utilizzo di ChatGPT come supporto alla programmazione. L'introduzione formale di questa possibilità è avvenuta circa un mese dopo l'inizio del corso, attraverso dimostrazioni pratiche basate sugli esercizi richiesti, che hanno evidenziato il potenziale dell'AI come strumento di supporto alla progettazione. Le prime interazioni degli studenti con ChatGPT hanno evidenziato difficoltà sostanziali nella formulazione delle richieste. La mancanza di familiarità con la terminologia tecnica e la tendenza a formulare domande generiche portavano spesso a risposte eccessivamente elaborate o non pertinenti da parte di ChatGPT, che generava intere strutture di codice quando gli studenti necessitavano solo di componenti specifiche. Questa fase ha evidenziato l'importanza di sviluppare competenze nella formulazione precisa delle richieste all'AI, e l'uso di una terminologia corretta. Con il progredire del corso, in particolare durante le fasi di apprendimento del CSS e delle funzionalità più avanzate, è stata osservata una correlazione diretta tra la frequenza di utilizzo di ChatGPT e il miglioramento sia nella capacità di articolare richieste tecniche sia nella comprensione della materia. Gli studenti che interagivano regolarmente con l'AI hanno sviluppato un vocabolario tecnico più ricco e una comprensione più approfondita dei concetti di programmazione web, dimostrando una maggiore autonomia nella risoluzione dei problemi e nella scrittura del codice.

Questa evoluzione nell'utilizzo dell'AI ha rispecchiato il percorso di apprendimento degli studenti, evidenziando come l'interazione con ChatGPT non solo supportasse la programmazione e l'acquisizione di competenze tecniche, ma contribuisse anche allo sviluppo di un approccio più strutturato e consapevole alla programmazione web. Un fattore che differenzia questo task rispetto agli altri è che il codice prodotto da ChatGPT non può (ad un occhio non esperto) essere verificato immediatamente come attendibile, contrariamente alle immagini, la cui verifica è praticamente istantanea, la correttezza del codice si doveva verificare inserendolo in Visual studio Code. Inoltre la versione che hanno usato, ovvero la 3.5, ha limiti significativi rispetto alla versione 4. Un aspetto particolarmente interessante emerso dallo studio è stato l'evoluzione nell'interazione degli studenti con ChatGPT. All'inizio del semestre, molti studenti tendevano a utilizzare l'AI in modo più passivo, spesso copiando direttamente le soluzioni proposte. Tuttavia, con il progredire del corso, si è osservato un cambiamento significativo verso un uso più critico e strategico dell'AI. Gli studenti hanno imparato a formulare domande più precise e contestualizzate, e a valutare criticamente le risposte ricevute. Questa evoluzione ha portato a un'interazione più sofisticata con ChatGPT, dove l'AI veniva utilizzata come punto di partenza per l'esplorazione e la sperimentazione, piuttosto che come fonte di soluzioni definitive.

Quando:	Svolta durante l'intero semestre accademico 2023-2024
Dove:	Università UNIRSM della Repubblica di San Marino. Laurea triennale in Design Laboratorio Web Design e Multimedia B, secondo anno, con il docente Corrado Loschi.
Studenti:	49 studenti del secondo anno Età media di circa 21 anni. Prevalentemente privi di esperienza pregressa in programmazione e con le GenAI
Ruolo:	Ho condotto la sessione introduttiva alle GenAI Durante il semestre ho ricoperto il ruolo di osservatrice attiva e di supporto, facilitando l'apprendimento della programmazione e monitorando l'interazione degli studenti con l'AI.
Attività:	Sviluppo di siti web, con esercitazioni pratiche su HTML, CSS e JavaScript, finalizzate alla realizzazione di una landing page individuale e di un sito di gruppo.
AI:	Utilizzo di ChatGPT (con eventuale integrazione di Gemini (allora Bard)) per fornire assistenza nella scrittura, nel debugging e nella correzione del codice, agevolando l'apprendimento delle tecniche di programmazione.
Strumenti tradizionali:	Visual Studio Code, Chrome DevTools e Figma per la prototipazione e il testing delle pagine web.
Documentazione raccolta:	Osservazione diretta, feedback sui progetti web e analisi degli output del codice.

4.1.4. Esplorazione 4

La quarta attività si è configurata come un workshop intensivo⁷ all'interno del corso di web design descritto in precedenza, focalizzato sull'integrazione dell'intelligenza artificiale generativa (GenAI) per la realizzazione di immagini.

CONTESTO E PARTECIPANTI

Il workshop ha visto la partecipazione di 49 studenti iscritti al secondo anno del corso Web Design presso l'Università di San Marino, gli stessi che hanno partecipato all'attività descritta nel paragrafo 4.1.3.

MATERIALI E STRUMENTI

Il workshop ha fatto uso di due strumenti GenAI: ChatGPT e Midjourney; e di Figma come dashboard organizzativa e spazio di riflessione. La scelta di questi strumenti è stata motivata dalla loro complementarità e dalla loro rilevanza nel panorama attuale del design assistito dall'AI. ChatGPT (che non aveva ancora integrato le funzioni di Dall-E) è stato utilizzato come supporto per la formulazione di prompt dettagliati e complessi. La sua capacità di comprendere e generare linguaggio naturale lo ha reso uno strumento prezioso per assistere gli studenti nella traduzione delle loro idee creative in descrizioni testuali efficaci. Gli studenti hanno potuto interagire con ChatGPT per raffinare i loro prompt, esplorare diverse formulazioni e comprendere meglio come strutturare le richieste per ottenere i risultati desiderati da Midjourney. Midjourney, d'altra parte, è stato impiegato come strumento text-to-image principale per la generazione di immagini. La scelta di Midjourney è stata motivata dalla sua capacità di produrre immagini e perché all'epoca era una delle piattaforme più utilizzate dai designer professionisti per la generazione, visto che permetteva di settare molti parametri specifici.

⁷ Workshop svolto durante la VISITING WEEK 2023, organizzato e tenuto da Maria Luce Lupetti, Visiting Professor da Tu-Delft ora RTD-B presso il Politecnico di Torino all'interno del Laboratorio web design e multimedia B, secondo anno con il docente Corrado Loschi, presso l'Università UNIRSM della Repubblica di San Marino.

Alcune funzionalità, in particolare la funzione “blend”, sono state esplorate per comprendere come ottenere delle immagini non solo con la formulazioni di prompt ma anche a partire da immagini, quindi attraverso il image-to-image. Questa funzione ha permesso agli studenti di sperimentare con la fusione di diversi elementi visivi. L’integrazione di questi due strumenti ha creato un ecosistema di design unico, dove le idee potevano essere elaborate verbalmente con ChatGPT e poi tradotte visivamente attraverso Midjourney. Questo approccio ha permesso di esplorare nuove modalità di concettualizzazione e realizzazione nel design.

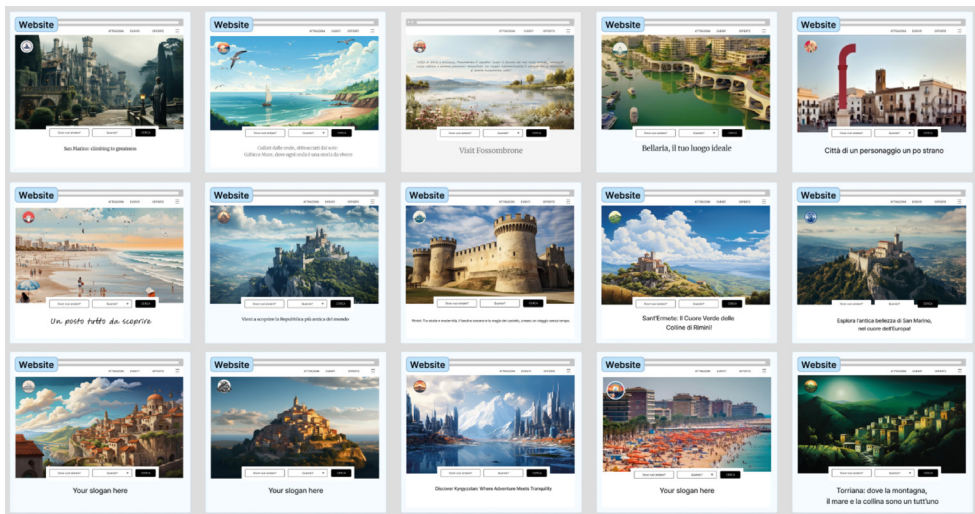
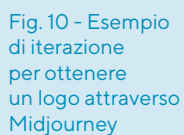


Fig. 11 - Esempi di output di hero image e loghi su un template predefinito



ATTIVITÀ

Il workshop si è articolato in due giornate intensive, strutturate per fornire sia una base teorica che un'applicazione pratica, per permettere agli studenti di assimilare i concetti teorici e poi applicarli immediatamente in un contesto pratico. La prima giornata, della durata di otto ore, è iniziata con una presentazione approfondita delle tecnologie GenAI, offrendo una panoramica delle piattaforme text-to-image più rilevanti nel campo del design, tra cui Midjourney, Dall-E e Stable Diffusion. Questa introduzione ha permesso agli studenti di comprendere il contesto più ampio in cui si inseriva Midjourney, evidenziando le sue peculiarità e i suoi punti di forza rispetto ad altre piattaforme. Dopo la parte teorica introduttiva, gli studenti hanno iniziato a sperimentare con gli strumenti attraverso una serie di esercitazioni progressive. La prima attività, pensata come ice-breaker, ha coinvolto gli studenti nella creazione di autoritratti utilizzando Midjourney. Questo esercizio iniziale ha permesso loro di familiarizzare con l'interfaccia e il processo di base della generazione di immagini attraverso prompt testuali. Successivamente, gli studenti si sono cimentati in un'esercitazione più complessa focalizzata sulla visualizzazione di scenari futuri, che ha richiesto la formulazione di prompt più articolati e l'utilizzo di parametri avanzati. La giornata si è conclusa con un'esercitazione pratica sulla creazione di asset web, concentrandosi in particolare sulla generazione di immagini hero e loghi



Fig. 12 - Esempio di output dell'attività sul brand identity

La seconda giornata, della durata di quattro ore, si è concentrata su applicazioni più specifiche e professionalizzanti. Gli studenti hanno lavorato alla creazione di ritratti professionali per annunci di lavoro, prestando particolare attenzione alla diversità e all'inclusività nelle immagini generate. L'ultima parte del workshop è stata dedicata alla visualizzazione di prodotti in contesti specifici, permettendo agli studenti di sperimentare con composizioni più complesse e con l'integrazione di elementi di brand identity nelle immagini generate.

Per facilitare lo svolgimento delle attività e mantenere traccia del lavoro svolto, è stato utilizzato Figma come whiteboard collaborativo digitale. Questo strumento ha permesso di preparare template specifici per ogni esercitazione e di organizzare il lavoro degli studenti in modo strutturato, facilitando anche il processo di feedback e discussione collettiva. Durante entrambe le giornate, sono state organizzate regolari sessioni di feedback.

Questi momenti di discussione collettiva sono stati cruciali per analizzare i risultati ottenuti, condividere le difficoltà incontrate e sviluppare strategie comuni per migliorare la qualità degli output. Gli studenti sono stati incoraggiati a iterare continuamente i loro prompt, raffinando progressivamente i risultati basandosi sui feedback ricevuti. La progressione delle attività ha permesso agli studenti di sviluppare una comprensione pratica del design assistito dall'AI, evidenziando l'importanza della precisione nella formulazione dei prompt e l'impatto che piccole modifiche potevano avere sul risultato finale, stimolando al contempo una riflessione critica sul ruolo dell'AI nel processo creativo.

CONSIDERAZIONI

La raccolta e l'analisi dei dati durante il workshop sono state facilitate dall'utilizzo della piattaforma Discord, che, nonostante la sua struttura non ottimizzata per scopi didattici, ha permesso di documentare in modo sistematico l'intero processo creativo degli studenti. La cronologia completa delle interazioni ha fornito preziose informazioni sull'evoluzione dei processi decisionali, le iterazioni dei prompt e i momenti di ripensamento creativo. L'analisi della documentazione ha rivelato pattern significativi nel comportamento degli studenti. Sono stati identificati momenti di stallo creativo, caratterizzati da tentativi ripetuti di ottenere risultati specifici, seguiti da cambi di direzione o riformulazioni sostanziali dei prompt quando gli output non soddisfacevano le aspettative. Questi momenti di "frizione creativa" hanno offerto insights interessanti sulle strategie di problem-solving adottate dagli studenti nell'interazione con gli strumenti AI. La curva di apprendimento osservata ha mostrato una progressione iniziale rapida nell'utilizzo base degli strumenti, seguita da un rallentamento significativo nella fase di implementazione di parametri più avanzati. In particolare, l'integrazione di codici specifici per il controllo di caratteristiche stilistiche e formali ha rappresentato un punto di incremento della complessità, richiedendo un periodo di apprendimento più esteso e strutturato. L'osservazione diretta ha permesso di documentare le diverse strategie adoperate dagli studenti nella formulazione dei prompt.

È emerso un approccio diversificato all'uso di strumenti di supporto: alcuni studenti hanno fatto affidamento su ChatGPT per la strutturazione dei prompt, altri hanno utilizzato servizi di traduzione come Google Translate o DeepL per superare la barriera linguistica dell'inglese, mentre un terzo gruppo ha fatto ricorso a piattaforme specializzate per l'ottimizzazione dei prompt specifici per Midjourney. Le sessioni di feedback collettivo hanno svolto una duplice funzione metodologica: da un lato hanno permesso di validare le osservazioni raccolte attraverso l'analisi della documentazione digitale, dall'altro hanno fornito un contesto per l'esplicitazione delle strategie e delle difficoltà incontrate dagli studenti, arricchendo la comprensione dei processi di apprendimento e adattamento alle tecnologie GenAI.

Quando:	Svolto durante la VISITING WEEK 2023 (30 novembre - 1 Dicembre)
Dove:	Università UNIRSM della Repubblica di San Marino. Workshop intensivo all'interno del Laboratorio Web Design e Multimedia B, organizzato e tenuto da Maria Luce Lupetti
Studenti:	49 studenti del secondo anno del corso di Web Design
Ruolo:	Ho partecipato come osservatrice e ho fornito supporto operativo durante il workshop
Attività:	Workshop intensivo che ha integrato teoria e pratica, comprendente: → Presentazioni sulle tecnologie GenAI → Esercitazioni pratiche (creazione di autoritratti, visualizzazione di scenari futuri, sviluppo di asset web, ritratti professionali). → Sessioni di feedback e iterazioni per ottimizzare i prompt.
AI:	Utilizzo di ChatGPT per la formulazione e il perfezionamento dei prompt e di Midjourney per la generazione di immagini, con particolare attenzione al controllo dei bias. Gli studenti hanno progressivamente sviluppato un vocabolario specifico per Midjourney, migliorando la precisione dei prompt e l'efficacia delle interazioni.
Strumenti tradizionali:	Figma, utilizzato come dashboard collaborativa e insieme a strumenti di progettazione grafica tradizionali.
Documentazione raccolta:	Registrazioni delle giornate, documentazione degli output generati (immagini, prompt) e analisi delle iterazioni effettuate durante il workshop.

4.1.5. Esplorazione 5

CONTESTO E PARTECIPANTI

La quinta attività a cui si è partecipato come ospite, è stato un workshop⁸ intensivo di tre giorni, coinvolgendo 22 persone – 13 donne (59.1%) e 9 uomini (40.9%) – la maggior parte delle quali erano studenti del secondo anno del corso magistrale in Interaction Design presso l'Università di San Marino.

L'obiettivo della mia partecipazione al workshop era duplice: da un lato, si voleva osservare come i responsabili del workshop presentavano le GenAI e comprendere come le utilizzavano nel loro processo progettuale e dall'altro come i designer in formazione si avvicinano e interagiscono con diverse piattaforme AI, tra cui ChatGPT per la generazione di testi e prompt, Midjourney per la creazione di immagini, Runway per la produzione e il montaggio video, oltre a vari altri strumenti AI per la generazione di suoni e voci.

La scelta dei responsabili di concentrarsi sulla creazione di brevi video ha permesso a me di esplorare un processo creativo completo, dall'ideazione alla produzione finale, offrendo così una visione olistica dell'integrazione dell'AI nel flusso di lavoro. Questo approccio ha consentito di osservare come gli studenti navigano tra diverse fasi del processo creativo, ciascuna supportata da strumenti AI specifici, e come integrano questi output in un progetto coerente e significativo. Questo ha permesso di osservare non solo l'utilizzo individuale di ciascuno strumento, ma anche le sinergie e le sfide che emergono quando si cerca di integrare output provenienti da diverse fonti AI in un unico risultato coeso.

Il fatto che gli studenti fossero al secondo anno del loro corso magistrale è stato interessante poiché a questo punto del loro percorso accademico, gli studenti avevano già acquisito una solida base teorica e pratica nel campo dell'Interaction Design.

⁸ Workshop di Experience Design, tenuto da Roberto Alesi e Carolina Ronchi dello studio Monogrid, volto alla scoperta delle potenzialità dell'utilizzo dell'intelligenza artificiale a scopi progettuali. Workshop rivolto agli studenti del II anno del Corso di Laurea Magistrale in Interaction & Experience Design, presso l'Università UNIRSM della Repubblica di San Marino.

Possedevano competenze avanzate per la progettazione e per l'utilizzo di software. Questa base di conoscenze permetteva loro di approcciarsi agli strumenti AI con un occhio critico e informato, potendo valutare non solo l'aspetto tecnico, ma anche le implicazioni concettuali e progettuali dell'uso di queste tecnologie. Mentre tutti gli studenti avevano una certa familiarità con i concetti di base dell'intelligenza artificiale, il loro livello di esperienza pratica con strumenti come ChatGPT e Midjourney variava considerevolmente. Alcuni studenti avevano già sperimentato queste piattaforme in progetti personali o in altri corsi, mentre altri le stavano approcciando per la prima volta in un contesto di progettazione.

MATERIALI E STRUMENTI

La selezione degli strumenti per questa attività è stata guidata dalla necessità di supportare l'intero processo, dall'ideazione alla produzione finale. Sono stati integrati diversi strumenti AI, ciascuno selezionato per specifiche funzionalità complementari. ChatGPT è stato utilizzato nella fase iniziale per supportare la formulazione di prompt descrittivi.

Le sue capacità di elaborazione del linguaggio naturale hanno assistito gli studenti nella traduzione delle loro idee in descrizioni strutturate, permettendo di osservare la sua influenza sul processo di ideazione. Midjourney è stato impiegato come strumento principale per la generazione di immagini, scelto per la sua capacità di produrre output di alta qualità basati su descrizioni testuali e per la possibilità di controllo sui parametri di generazione. Per la fase di post-produzione, Runway ha permesso la trasformazione delle immagini statiche in sequenze video, offrendo funzionalità avanzate per l'editing e la generazione di contenuti multimediali. L'ecosistema è stato completato dall'integrazione di AI specializzate nella generazione di elementi sonori e ha permesso di esplorare le potenzialità dell'integrazione tra output visivi e sonori nel processo di design. Questa configurazione ha consentito di osservare come gli studenti gestiscono l'interazione non solo con i singoli strumenti, ma anche con un sistema integrato di tecnologie AI, documentando le strategie sviluppate per mantenere la coerenza progettuale attraverso diverse piattaforme.

ATTIVITÀ

Il workshop è stato strutturato in tre giornate intensive, integrando strumenti AI in ogni fase del processo progettuale. Il format è stato progettato per combinare obiettivi didattici con un'esperienza pratica del workflow professionale. La sessione iniziale è stata dedicata all'introduzione teorica e all'esplorazione pratica degli strumenti AI. Gli studenti hanno ricevuto formazione su ChatGPT e Midjourney attraverso dimostrazioni pratiche, seguite da esercitazioni guidate. L'enfasi è stata posta sulle tecniche di prompt engineering, identificate come competenza fondamentale per l'utilizzo efficace delle AI generative. La seconda giornata ha affrontato gli aspetti etici dell'AI e lo sviluppo dei concept progettuali. Gli studenti hanno utilizzato ChatGPT per il brainstorming iniziale e la definizione narrativa, traducendo successivamente i concept in prompt strutturati per Midjourney. Questo processo ha richiesto multiple interazioni per ottimizzare la comunicazione con i sistemi AI. Questi aspetti verranno dettagliati approfonditamente nella discussione complessiva (4.2) con un esempio emblematico ricavato dall'analisi di quest'esplorazione.

L'ultima giornata è stata dedicata alla produzione mediante Midjourney e Runway. Gli studenti hanno generato le immagini definitive e le hanno integrate in sequenze video, incorporando elementi sonori generati da AI. La giornata si è conclusa con una revisione collettiva dei risultati. Durante tutte le fasi sono state condotte sessioni di discussione e feedback, documentando le sfide incontrate e le strategie adottate dagli studenti. Queste sessioni hanno fornito dati qualitativi sull'evoluzione dell'approccio degli studenti agli strumenti AI nel contesto del design.

CONSIDERAZIONI

La raccolta dati è stata effettuata attraverso l'osservazione diretta delle interazioni degli studenti con gli strumenti AI durante il workshop. L'utilizzo della piattaforma Discord ha permesso di analizzare i workflow individuali, registrando la sequenza di prompt utilizzati e le relative iterazioni. L'osservazione si è concentrata su tre aspetti principali: le modalità di formulazione dei prompt, le risposte agli output generati e le strategie di integrazione tra diverse piattaforme AI. La cronologia delle interazioni su Discord ha permesso di tracciare l'evoluzione dei processi iterativi e identificare i punti critici nel dialogo tra studenti e sistemi AI.

Quando:	Workshop intensivo di tre giorni, svolto a dicembre 2023.
Dove:	Università UNIRSM della Repubblica di San Marino. Corso di Laurea Magistrale in Interaction & Experience Design, II anno. Workshop di Experience Design, tenuto da Roberto Alesi e Carolina Ronchi dello studio Monogrid
Studenti:	22 partecipanti (13 donne e 9 uomini) del secondo anno del corso magistrale.
Ruolo:	Ho partecipato in qualità di ospite, osservando l'approccio dei responsabili del workshop e analizzando l'interazione dei designer con le diverse piattaforme AI.
Attività:	Workshop intensivo che ha coperto l'intero processo creativo, suddiviso in: → PRIMA GIORNATA: introduzione teorica e pratica degli strumenti AI (es. esercizi di autoritratto e brainstorming). → SECONDA GIORNATA: approfondimento degli aspetti etici e sviluppo del concept attraverso brainstorming e traduzione in prompt per Midjourney. → TERZA GIORNATA: produzione finale con integrazione di immagini (Midjourney), video (Runway) ed elementi sonori.
AI:	Impiego per valutare come le diverse piattaforme AI possano essere integrate nel processo progettuale e per analizzare le dinamiche comunicative tra designer e AI.
Strumenti tradizionali:	Strumenti tradizionali di montaggio video e produzione grafica
Documentazione raccolta:	Documentazione dei workflow (raccolta di prompt e immagini tramite Discord) Raccolta dei feedback e delle revisioni durante l'intero workshop.

4.2. Discussione

Le osservazioni tratte dalle cinque esperienze rivelano pattern significativi nell'interazione tra designer e strumenti di AI generativa durante il processo progettuale. La discussione si articola attraverso quattro aspetti chiave che emergono dall'analisi empirica e dal confronto con la letteratura.

PROCESSI DI APPRENDIMENTO

Le osservazioni dimostrano una chiara evoluzione nell'acquisizione di competenze di interazione con gli strumenti AI, dove inizialmente gli studenti si avvicinano con modelli mentali semplificati, aspettandosi una traduzione diretta delle loro intenzioni creative in output (Bansal et al., 2019b).

Questo è particolarmente evidente nell'Esplorazione 1, dove gli studenti hanno trattato l'AI come un semplice strumento anziché come un partner progettuale collaborativo. La formulazione di prompt efficaci rappresenta una sfida significativa anche per gli esperti (Liu & Chilton, 2022; Zamfirescu-Pereira et al., 2023a, 2023b), e la relazione tra input testuale e output del modello rimane un'area di ricerca attiva (Liu et al., 2021; Sanh et al., 2021). I partecipanti hanno mostrato significative difficoltà nell'anticipare le risposte delle GenAI ai parametri specificati e nel correggere output indesiderati (come anche riscontrato nel lavoro di Gmeiner et al., del 2023). Da una prospettiva di apprendimento di gruppo, i risultati indicano che i designer che hanno esplorato sistematicamente i limiti e le potenzialità dell'AI nelle fasi iniziali hanno sviluppato una maggiore capacità predittiva delle risposte del sistema, ottenendo risultati più soddisfacenti (Cai et al., 2019; Koch e Oulasvirta, 2018). Mentre la ricerca delle Big Tech si concentra su come rendere l'AI spiegabile attraverso la comunicazione diretta delle informazioni sul sistema all'utente, studi recenti (Kawakami et al., 2022) suggeriscono che approcci di apprendimento più immersivi e prolungati potrebbero migliorare significativamente la collaborazione designer-AI. Dai primi workshop si nota come gli studenti abbiano percepito gli strumenti come non sufficientemente collaborativi, con un controllo eccessivo sul processo progettuale, adottando comportamenti compensativi come l'accettazione di risultati sub-ottimali o l'abbandono dell'assistenza AI. Questo fenomeno trova riscontro nella

letteratura sulla cognizione di gruppo (Mohammed & Ringseis, 2001), che evidenzia come i membri del team sviluppino un maggiore senso di appartenenza quando imparano a coordinare le loro capacità cognitive attraverso l'interpretazione degli stati mentali reciproci, richiedendo un processo attivo di comunicazione e coordinamento delle azioni (Meier et al., 2007). Come evidenziato da Biermann et al. (2022), il successo nell'utilizzo degli strumenti AI richiede un processo di apprendimento che va oltre la semplice familiarizzazione con l'interfaccia, coinvolgendo lo sviluppo di una comprensione profonda delle capacità e dei limiti del sistema. Questa osservazione suggerisce la necessità di un approccio più strutturato alla formazione dei designer nell'uso degli strumenti AI, che consideri non solo gli aspetti tecnici ma anche le dimensioni cognitive e comunicative dell'interazione.

BARRIERE LINGUISTICHE

Le barriere linguistiche sono emerse come uno degli ostacoli più significativi nelle prime fasi di adozione dei sistemi AI da parte dei designer. L'analisi delle esperienze condotte tra fine 2022 e inizio 2023, in particolare della prima e seconda, ha rivelato una consistente difficoltà degli studenti nella formulazione di prompt efficaci in inglese, quando non era la loro lingua madre. Zamfirescu-Pereira et al. (2023) hanno documentato ampiamente questo fenomeno iniziale, evidenziando come le sfumature e le strutture linguistiche specifiche di una lingua potessero non essere completamente catturate da sistemi AI addestrati principalmente in inglese. Tuttavia, è importante notare come questa problematica sia stata sostanzialmente mitigata con l'evoluzione dei modelli AI multilingue. A partire da metà 2023, con il rilascio di versioni più avanzate di ChatGPT e altri sistemi GenAI, gli utenti hanno acquisito la possibilità di interagire nella propria lingua madre, incluso l'italiano, ottenendo risultati comparabili a quelli dell'interazione in inglese.

Un esempio significativo si è verificato durante l'Esplorazione 5, quando in Midjourney era preferibile usare l'inglese. In quell'occasione, un tentativo di ottenere un'immagine specifica non è andato a buon fine a causa di ambiguità linguistiche. Uno studente voleva ottenere una tenda di colore arancione. Come noto arancione in italiano si distingue dal frutto: arancia, mentre in inglese no.

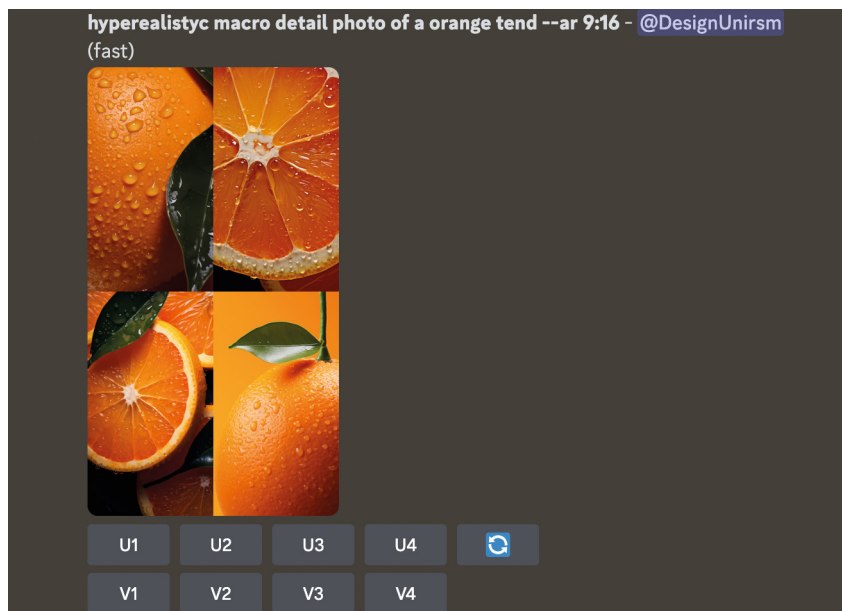


Fig. 13 - Primo prompt
e generazione
di immagini
come esempio
di barriere linguistiche

Quando l'AI gli ha presentato arance al posto della tenda arancione, non sapeva bene come comportarsi. Ha provato a ripetere lo stesso prompt, aggiungendo solo la parola camping, e l'AI gli ha proposto una tenda arancione circondata da arance.

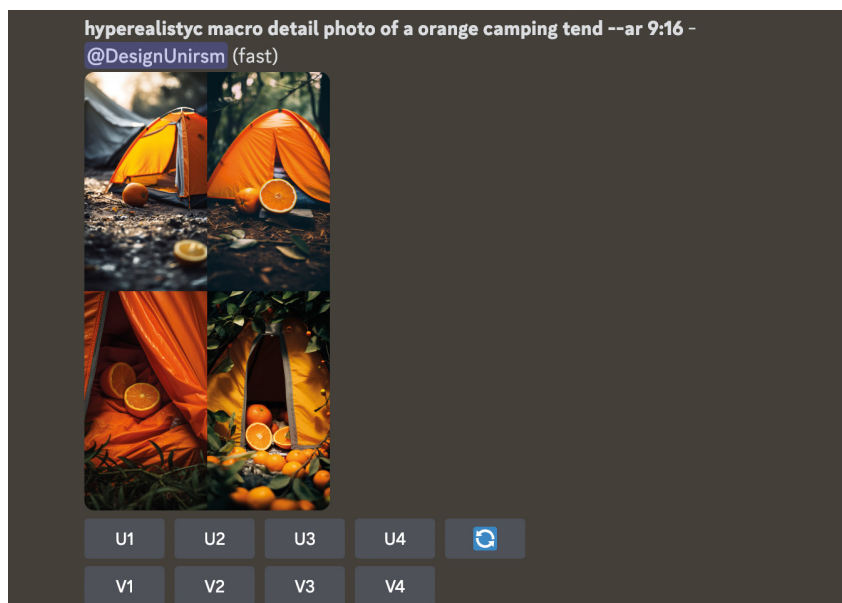


Fig. 13 - Secondo prompt e generazione di immagini come esempio di barriere linguistiche

Ha quindi chiesto aiuto ai colleghi, che gli hanno suggerito di specificare che l'AI non doveva generare immagini con frutti. Comunque, emerge, come sottolineato da Biermann et al. (2022), che seppur permangano sfide nella comunicazione designer-AI, diventa sempre più evidente come queste siano più legate alla traduzione concettuale delle idee progettuali che alle barriere linguistiche pure.

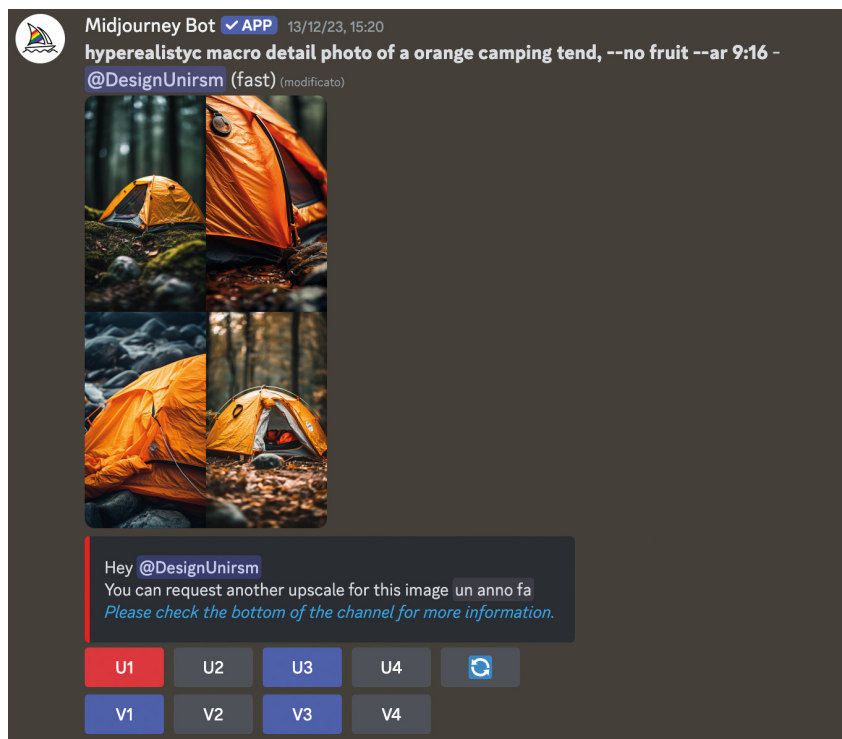


Fig. 13 - Prompt
e generazione
di immagini come
esempio di risoluzione
di barriere linguistiche

TRADUZIONE CONCETTUALE

La traduzione concettuale, in questo caso il processo di trasformazione di idee progettuali in prompt efficaci, emerge come una sfida persistente nell'interazione designer-AI, indipendentemente dalla lingua utilizzata. L'Esplorazione 2 ha rivelato un significativo divario tra la percezione degli studenti del proprio stile comunicativo e la realtà delle loro interazioni: mentre ritenevano di formulare prompt in modo conversazionale, l'analisi ha mostrato un prevalente uso di elenchi schematici di sostantivi e aggettivi. Questo fenomeno riflette una più ampia problematica nella comunicazione delle intenzioni progettuali ai sistemi AI.

Chang et al. (2023) hanno evidenziato come i designer trovino particolarmente difficile tradurre le proprie idee originali in prompt precisi, specialmente quando le rappresentazioni visive giocano un ruolo centrale nel processo creativo. La sfida non risiede nella capacità di articolare verbalmente concetti che i designer tendono a visualizzare mentalmente o a esprimere attraverso schizzi. Zhang et al. (2023) hanno osservato che questa difficoltà è particolarmente acuta quando si utilizzano sistemi text-to-image, dove la precisione nella descrizione verbale è cruciale per ottenere i risultati desiderati. Per affrontare queste sfide, la comunità di ricerca e sviluppo ha proposto diverse soluzioni. Brade et al. (2023) hanno introdotto strumenti come "Promptify", che utilizzano modelli linguistici avanzati per aiutare gli utenti a esplorare e creare prompt più efficaci. Singh et al. (2023) hanno invece sviluppato sistemi per la modifica automatica dei prompt, cercando di colmare il divario tra il linguaggio naturale dei designer e le specifiche richieste dei sistemi AI. La ricerca ha anche identificato strategie pratiche che i designer possono adottare. Liu e Chilton (2022) suggeriscono un approccio iterativo alla formulazione dei prompt, con particolare attenzione alle parole chiave e ai modificatori (slider o comandi di specifiche funzioni) che influenzano maggiormente l'output. Questa strategia è stata particolarmente efficace nell'Esplorazione 4, dove gli studenti hanno gradualmente sviluppato un vocabolario specifico per comunicare le loro intenzioni progettuali a Midjourney.

Tuttavia, come evidenziato da Lawton et al. (2023), persiste una tensione fondamentale tra la natura intuitiva e visiva del pensiero progettuale e la necessità di una formulazione verbale precisa richiesta dai sistemi AI. Questa tensione si è manifestata chiaramente nell'Esplorazione 5, dove anche gli studenti più esperti hanno dovuto utilizzare ChatGPT per tradurre concetti visivi complessi in descrizioni testuali efficaci per poi usarli in Midjourney. Come osservato da Verheijden e Funk (2023), l'emergere di sistemi che combinano input testuali e visivi sta iniziando a offrire ai designer modalità di comunicazione più naturali e allineate con i loro processi di pensiero. Questa direzione promette di ridurre il carico cognitivo associato alla traduzione concettuale, permettendo ai designer di concentrarsi maggiormente sugli aspetti creativi del loro lavoro.

LOOP COMUNICATIVI

I loop comunicativi rappresentano situazioni di stallo tra le più complesse da risolvere nell'interazione designer-AI. Si manifestano quando il sistema fornisce ripetutamente risposte non allineate con le intenzioni del designer, nonostante le variazioni nelle richieste. L'analisi delle esperienze, in particolare la terza e la quinta, ha evidenziato come questi cicli di feedback bloccati possano significativamente ostacolare il processo creativo. Si possono identificare due tipologie principali di loop comunicativi: la prima si verifica quando l'AI persiste nel generare output simili nonostante le modifiche incrementali ai prompt, fenomeno particolarmente evidente nel workflow di ChatGPT o Midjourney dove gli studenti, tentando di ottenere variazioni specifiche, si sono trovati bloccati in cicli di risposte ripetitive. La seconda tipologia emerge quando l'AI fraintende sistematicamente le intenzioni del designer, generando output tecnicamente corretti ma concettualmente disallineati con gli obiettivi progettuali (a causa della mancanza di comprensione del contesto).

Per affrontare questi loop, i designer hanno sviluppato diverse strategie adattive. Come documentato da Oh et al. (2018), alcune di queste includono:

- La ricerca di lavori pre-esistenti come riferimento per la formulazione dei prompt
- Il passaggio strategico tra diversi strumenti AI per sfruttare le rispettive specializzazioni
- L'adozione di approcci ibridi che combinano input testuali e visivi
- Abbandono della chat e inizio di una nuova interazione

L'efficacia di queste strategie varia significativamente in base al contesto e all'esperienza dell'utente. Biermann et al. (2022) hanno osservato come i designer più esperti tendano a sviluppare "repertori di prompt" personalizzati per evitare i loop comunicativi più comuni. Questa pratica è stata particolarmente evidente nell'Esplorazione 5, dove gli studenti della magistrale hanno dimostrato maggiore abilità nel prevenire e superare i cicli di feedback problematici.

Queste soluzioni, come evidenziato da Suh et al. (2021), rappresentano spesso adattamenti temporanei piuttosto che risoluzioni definitive del problema. La ricerca sta quindi esplorando approcci più sistematici. Almeda et al (2024) hanno sviluppato DreamSheets⁹, che supporta strategie di esplorazione composte dall'utente, con costruzione di prompt assistita da LLM e visualizzazione simultanea su larga scala dei risultati generati, ospitati in un'interfaccia di foglio di calcolo. Mirowski et al. (2023) propongono sistemi di feedback più granulari che permettano ai designer di indirizzare specifici aspetti della risposta dell'AI, mentre Lin et al. (2020) suggeriscono l'implementazione di meccanismi di "memoria contestuale" che mantengano una comprensione più coerente delle intenzioni del designer attraverso iterazioni multiple. L'evoluzione dei sistemi AI sta

⁹ DreamSheets è uno strumento che permette agli utenti di modelli text-to-image di creare sistemi di esplorazione mirati tramite un'interfaccia a foglio di calcolo. Le celle possono contenere prompt o immagini generate da tali prompt. Funzioni - implementate tramite un modello linguistico di grandi dimensioni (LLM) - per la manipolazione dei prompt consentono di esplorare in modo computazionale una vasta gamma di variazioni e combinazioni testuali.

progressivamente incorporando queste intuizioni. Come osservato da Verheijden e Funk (2023), le più recenti implementazioni mostrano una maggiore capacità di mantenere la coerenza conversazionale e di adattare le risposte in base al contesto più ampio dell'interazione. Questo progresso suggerisce la possibilità di sistemi futuri che possano meglio evitare o risolvere autonomamente i loop comunicativi, eppure l'esperienza accumulata attraverso i casi studio suggerisce che la soluzione ottimale non risiede solo nel miglioramento tecnologico, ma in un approccio integrato che consideri sia l'evoluzione degli strumenti che lo sviluppo di competenze specifiche nei designer. Come sottolineato da Chang et al. (2023), la formazione dei designer nell'uso degli strumenti AI dovrebbe includere non solo aspetti tecnici, ma anche strategie metacognitive per riconoscere e gestire i loop comunicativi quando si presentano.

IL RUOLO DEGLI SKETCH

Nel capitolo 3 è stato evidenziato come i designer prediligano il disegno rispetto alla comunicazione verbale per esprimere i loro pensieri progettuali, come dimostrato da numerosi studi (Cross, 2023; Eastman & Computing, 2001; Gero, 2006). Gli input visivi risultano particolarmente efficaci per esprimere la creatività e l'inventiva dei designer, superando le limitazioni delle descrizioni puramente testuali. Questa preferenza è intrinsecamente legata alla natura del design, una disciplina in cui le idee e i concetti trovano la loro migliore espressione attraverso rappresentazioni visive. Il disegno, fungendo da linguaggio universale, trascende le barriere linguistiche e facilita la comunicazione di idee complesse in modo immediato. Tale approccio visivo risulta particolarmente vantaggioso nelle fasi iniziali del processo creativo, dove sono fondamentali rapidità e fluidità nell'esplorazione delle idee. In questo contesto, l'utilizzo dello schizzo come strumento di comunicazione tra AI e designer può ridurre significativamente i loop comunicativi. Durante la fase iniziale dei workshop, le AI generative presentavano limitazioni significative nella manipolazione delle immagini, permettendo principalmente generazioni basate su prompt testuali. Un primo progresso è stato osservato nell'Esplorazione 4 con l'introduzione della funzionalità "blend" di Midjourney, che ha introdotto la possibilità di fondere due immagini esistenti. Verso la fine del 2023, si è assistito a un'evoluzione sostanziale con l'emergere di AI generative capaci di utilizzare sketch come input primario

e di modificare porzioni specifiche delle immagini, come dimostrato da Runway e Adobe Firefly. In questo contesto, Krea.ai ha rappresentato un caso studio emblematico. Durante l'ultimo workshop, i partecipanti hanno potuto sperimentare le funzionalità della piattaforma, che fino a pochi giorni prima era accessibile solo in versione beta su invito, con cui si potevano congiuntamente ai prompt disegnare forme libere o geometriche per generare immagini più fedeli agli intenti. Nell'arco di un anno, la piattaforma ha registrato miglioramenti sostanziali sia nella qualità degli output che nelle funzionalità disponibili.

IMPLICAZIONI DIDATTICHE

Dalle osservazioni e dal confronto con gli studenti si nota che hanno avuto maggior successo nella co-creazione quelli che con le GenAI hanno adottato un approccio basato sull'astrazione e sulla spiegazione dei problemi. Come dimostrato da VanLehn et al. (1992), l'auto-spiegazione ha un impatto positivo sulla comprensione e sulla risoluzione dei problemi. I partecipanti hanno particolarmente apprezzato i suggerimenti degli esperti e dei compagni. Al contrario, i progettisti che non hanno adottato un approccio riflessivo non sono riusciti a sviluppare una comprensione adeguata del comportamento, delle capacità e dei limiti del sistema, ottenendo risultati insoddisfacenti. Una possibile spiegazione di questi risultati subottimali, come suggerito da Zhang et al. (2021), è che i sistemi AI possono indurre i progettisti a fare eccessivo affidamento sul supporto tecnologico, creando un'"illusione di successo" che riduce il loro impegno nella risoluzione dei problemi progettuali. Questo si è manifestato quando gli studenti hanno accettato risultati apparentemente irrealizzabili. Per contrastare questa tendenza, un sistema co-creativo potrebbe supportare i progettisti nella riformulazione del problema o nell'esplorazione dello spazio delle soluzioni, suggerendo obiettivi alternativi o ponendo domande generative di progettazione (Eris, 2003), quali "Come potrebbero essere altre alternative?" (verrà approfondito nel capitolo successivo). Come evidenziato da Chase et al. (2019), un sistema co-creativo potrebbe stimolare feedback e riflessione attiva sui comportamenti dell'AI osservati o sui progetti generati, ponendo domande di ragionamento approfondito sui risultati. Sulla base del feedback, il sistema può quindi offrire supporto e coordinare ulteriori azioni. L'analisi dell'Esplorazione 5 ha rivelato un pattern significativo tra gli studenti con

maggiore esperienza, in particolare l'emergere di un approccio "co-creativo" caratterizzato da tre elementi distintivi: una crescente raffinatezza nell'elaborazione delle strategie di prompt, la capacità di sviluppare workflow che integrano diversi strumenti AI in modo complementare, e una più matura comprensione dei limiti e delle potenzialità degli strumenti AI. Questi risultati suggeriscono possibili direzioni per l'evoluzione della didattica del design contemporaneo.

Si evidenzia in modo particolare la necessità di strutturare percorsi formativi che introducano gli strumenti AI nel processo progettuale, che sviluppino competenze che includano, e non si limitino al prompt engineering avanzato, ma all'elaborazione di strategie per integrare l'AI in modo consapevole, preservando sempre l'integrità del processo creativo. Questa prospettiva pedagogica risponde anche alle preoccupazioni sollevate da Li et al. (2024) riguardo al rischio che un utilizzo non mediato degli strumenti AI possa portare a un'erosione delle competenze fondamentali del design. L'obiettivo è quindi quello di formare designer capaci di sfruttare il potenziale dell'AI mantenendo il controllo critico e creativo sul processo progettuale.

5. Esperimenti – Riflessioni sulla sostenibilità

Le osservazioni esplorative presentate nel capitolo precedente hanno evidenziato come le GenAI siano state principalmente (e tuttora vengano) utilizzate per la generazione di output – siano essi immagini, testi o codice. Fin dall'inizio di questa ricerca, immaginavo la possibilità di utilizzare questi strumenti in modo diverso, più simile a un assistente di progettazione, immaginandomi una sorta di Clippy¹ "intelligente". Nonostante le sue limitazioni tecnologiche, Clippy rappresentava già un tentativo di offrire un supporto contestuale attraverso un'interfaccia conversazionale, anticipando alcune delle possibilità che le attuali GenAI possono realizzare in modo molto più sofisticato. Questa intuizione di un'AI come assistente alla riflessione progettuale, inizialmente solo teorica, ha trovato concrete possibilità di realizzazione con l'introduzione, nel novembre 2023, della funzionalità di ChatGPTs personalizzati da parte di OpenAI. Questa introduzione ha semplificato notevolmente la creazione di assistenti specializzati, eliminando la necessità di complesse integrazioni API e permettendo di esplorare utilizzi delle GenAI che vanno oltre la semplice generazione di contenuti. Gli esperimenti preliminari qui descritti esplorano due applicazioni specifiche:

- **BIAS:** un assistente progettato per supportare la riflessione sui pregiudizi cognitivi nel design sostenibile;
- **SOSIA:** un assistente focalizzato sul supporto alla selezione di materiali sostenibili.

¹ Assistente di Office, incluso in Microsoft Office 97 e nelle sue versioni seguenti, fino a Office 2007.

Questi esperimenti rappresentano un primo passo verso la comprensione di come gli assistenti AI possano essere integrati nel processo progettuale non solo come strumenti generativi, ma come supporti alla riflessione critica e al processo decisionale. La metodologia e i risultati di questi studi preliminari hanno fornito insights fondamentali per la successiva fase di sperimentazione strutturata.

5.1. BIAS

Il primo esperimento è stato strutturato per esaminare l'impatto degli strumenti di intelligenza artificiale nel processo di identificazione e riflessione sui bias cognitivi nel contesto del design sostenibile. La consapevolezza della presenza di bias cognitivi e del loro impatto sui processi decisionali è cresciuta significativamente, a partire dal lavoro di Herbert Simon, economista e scienziato cognitivo, che introdusse il concetto di "razionalità limitata". Questo modello rivoluzionò la comprensione dei processi decisionali, evidenziando come gli individui, a causa delle limitazioni cognitive e ambientali, non possano prendere decisioni pienamente razionali (Simon, 1956). Successivamente, Daniel Kahneman, psicologo e premio Nobel per l'economia, approfondì questi temi con la teoria delle prospettive (Prospect Theory), sviluppata insieme a Amos Tversky. Questa teoria descrive come le persone valutano le opzioni e prendono decisioni sotto incertezza, rivelando il ruolo dei bias cognitivi nel giudizio umano (Kahneman & Tversky, 1979). Questi studi hanno avuto un impatto notevole, soprattutto nei contesti in cui creatività e innovazione giocano un ruolo cruciale, come il design (Das & Teng, 1999; Gifford, 2011). I designer tuttora affrontano difficoltà significative nel riconoscere e mitigare i bias cognitivi che limitano la loro capacità di sviluppare soluzioni innovative e sostenibili (Palmucci & Ferraris, 2023). In questo contesto, l'introduzione di strumenti di AI rappresenta un'opportunità per supportare i professionisti, aiutandoli a riflettere criticamente sulle proprie decisioni e migliorando il processo decisionale complessivo (Jonker et al., 2023; Kahneman et al., 2021; Rastogi et al., 2022).

Partendo da questa premessa teorica, l'esperimento è stato sviluppato inizialmente attraverso una collaborazione con la Delft University of Technology, focalizzandosi sulla comprensione di come le AI potessero essere utilizzate per stimolare la riflessione degli studenti sui propri processi di progettazione sostenibile. La scelta di concentrarsi sui bias nel contesto della sostenibilità deriva dalla crescente evidenza che "sebbene sia ormai universalmente riconosciuto che il cambiamento climatico avrà conseguenze ampie e serie non solo per il pianeta ma anche per le operazioni di business, l'adozione delle scelte strategiche sostenibili continua a fallire" (Palmucci & Ferraris, 2023).

STRUMENTI E VALIDAZIONE

Per supportare questo processo di riflessione, è stato sviluppato dall'autrice, un assistente AI personalizzato denominato "BIAS" utilizzando la piattaforma OpenAI ChatGPTs. Il chatbot sviluppato per questo progetto è un ChatGPT, basato sull'architettura Generative Pre-trained Transformer introdotta per la prima volta da Vaswani et al. (2017) e sviluppata da OpenAI. Il modello GPT è stato pre-addestrato su una vasta gamma di dataset testuali per apprendere schemi linguistici, relazioni semantiche e strutture sintattiche, fornendo una base solida per la comprensione e la generazione del linguaggio naturale. Questo pre-addestramento è stato effettuato su hardware ad alte prestazioni utilizzando tecniche di apprendimento supervisionato e non supervisionato (*OpenAI Platform*, n.d.). La personalizzazione del modello GPT – che è avvenuta esclusivamente tramite il fine-tuning contestuale² – per questo progetto si è concentrata sull'adattamento alle specifiche esigenze dell'analisi dei bias cognitivi nel contesto del design sostenibile.

² Il fine-tuning è utilizzato per creare un modello che sia strettamente focalizzato e mostri specifici comportamenti. È un processo di personalizzazione di un modello pre-addestrato, in cui il modello viene ulteriormente addestrato su un set di dati specifici per adattarlo a compiti particolari. (*OpenAI Platform*, n.d.)

Per questo motivo, non è stato necessario riaddestrare il modello in senso tradizionale, ovvero modificando i suoi parametri attraverso tecniche di apprendimento supervisionato come il backpropagation³. Al contrario, la personalizzazione è stata realizzata attraverso la configurazione iniziale e l'integrazione di dati rilevanti che permettessero al modello di generare contenuti mirati durante le interazioni. Questo approccio ha sfruttato la memoria contestuale del modello, consentendogli di adattarsi dinamicamente al contesto fornito senza alterarne la struttura o i parametri pre-addestrati. Un elemento chiave di questa personalizzazione è stato l'utilizzo del Prompt engineering, con l'elaborazione di una serie di domande rappresentative progettate per stimolare l'utente a riflettere in modo critico sui bias cognitivi.

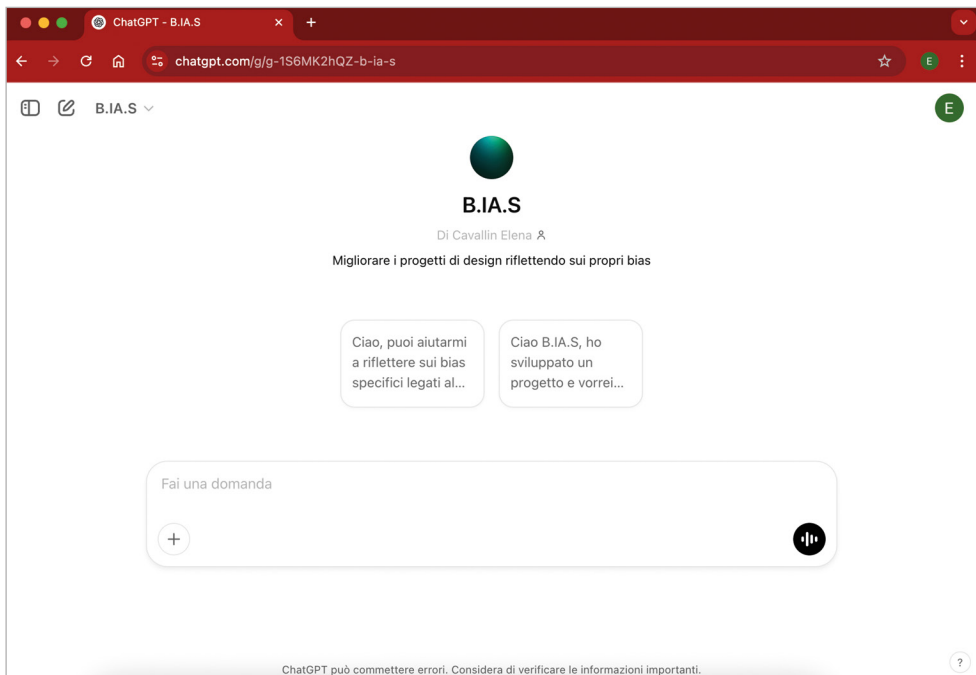


Fig. 14 - Interfaccia di BIAS

³ La backpropagation (BP) è un metodo utilizzato per allenare reti neurali artificiali. Funziona regolando i pesi della rete in modo iterativo, basandosi sul gradiente di un errore calcolato. Questo processo prevede il calcolo dell'errore nei nodi di uscita e la propagazione all'indietro di questi valori attraverso la rete per ottimizzare i parametri (Munro, 2010).

Esempi di domande fornite al modello per tipologia di bias:

Bias	Domande	
Bias del presente e sconto del futuro	Nel tuo progetto, stai dando sufficiente importanza agli impatti a lungo termine delle tue proposte?	Come potresti ristrutturare il tuo progetto per dare più valore agli effetti futuri?
Bias della diffusione della responsabilità, confronto con gli altri e egocentrismo	Il tuo progetto implica che altri debbano prendersi la responsabilità del cambiamento climatico?	Come potresti rendere il tuo progetto più collaborativo e inclusivo, assumendoti parte della responsabilità?
Bias della fallacia della pianificazione	Hai considerato realisticamente i tempi e i costi del tuo progetto?	Quali misure puoi adottare per migliorare le tue stime e la pianificazione?
Bias di conferma	Stai cercando informazioni che sfidino le ipotesi del tuo progetto?	Come puoi incorporare punti di vista diversi e contraddittori nel tuo lavoro?
Bias dello status quo, avversione al rischio e resistenza al cambiamento	Il tuo progetto cerca di evitare il cambiamento o mantenere lo status quo?	Come puoi rendere il tuo progetto più innovativo e aperto al cambiamento?
Bias della disponibilità e scorciatoie mentali	Stai basando le decisioni del tuo progetto su eventi recenti o memorabili piuttosto che su dati oggettivi?	Come puoi ampliare la tua prospettiva per includere una varietà di informazioni e dati?
Bias dell'azione singola e illusione di avere ragione	Il tuo progetto si concentra su una singola azione pro-ambientale?	Come puoi integrare una gamma di azioni complementari per un impatto maggiore?
Bias dell'effetto framing	Il tuo progetto presenta il cambiamento climatico in modo serio e urgente?	Come puoi migliorare la comunicazione del rischio e dell'urgenza nel tuo progetto?
Bias dell'antropocentrismo	Il tuo progetto pone gli esseri umani al centro delle soluzioni per il cambiamento climatico?	Come puoi sviluppare soluzioni che considerino anche il benessere di altre specie e dell'ambiente?
Bias della volontà	Il tuo progetto si limita a conformarsi alle regole esistenti?	Come puoi andare oltre le regole per creare soluzioni più innovative e sostenibili?
Bias dell'effetto ancora	Stai sottovalutando le implicazioni di un significativo cambiamento climatico nel tuo progetto?	Come puoi integrare una comprensione più profonda degli impatti climatici nel tuo lavoro?
Bias dell'ottimismo	Il tuo progetto si basa su un ottimismo tecnologico irrealistico?	Come puoi bilanciare le soluzioni tecnologiche con i cambiamenti comportamentali e sistemici?

Queste domande, concepite per essere poste dal chatbot durante il dialogo, sono state elaborate con l'obiettivo di guidare il designer verso un'analisi approfondita delle scelte progettuali. Oltre all'elenco di bias cognitivi rilevanti per il design sostenibile, corredato da descrizioni tecniche e riferimenti alla letteratura scientifica (Palmucci & Ferraris, 2023), sono state integrate anche le istruzioni contestuali. Queste permettono al modello di generare risposte coerenti e rilevanti, mantenendo un alto grado di flessibilità rispetto al tema della conversazione. Grazie a questo approccio, il chatbot BIAS non si limita a rispondere alle domande dei designer, ma svolge un ruolo attivo nel facilitare un dialogo educativo e riflessivo, aiutandoli a riconoscere i bias che possono influenzare le loro decisioni e a considerare prospettive alternative. Successivamente, sono stati preparati due questionari, uno da somministrare prima e uno dopo il task, sviluppati utilizzando scale Likert a 5 punti. I questionari sono stati strutturati per valutare sia aspetti comportamentali che attitudinali, includendo:

- Integrazione dei principi di sostenibilità
(es. "Quanto è importante per te integrare i principi di sostenibilità nel tuo processo di progettazione?")
- Consapevolezza dei bias personali
(es. "In che misura pensi che i tuoi bias influenzino le tue decisioni di design?")
- Percezione dell'utilità dell'AI
(es. "Quanto trovi utile l'uso dell'AI per generare nuove idee nel tuo processo di progettazione?")
- Intenzioni comportamentali future
(es. "Quanto sei disposto a usare l'AI in futuro per supportare la riflessione critica nel tuo lavoro?")

Le domande sono state formulate per permettere una valutazione comparativa pre e post intervento, consentendo così di misurare l'efficacia dell'interazione con BIAS nel modificare la consapevolezza e l'approccio dei partecipanti.

Prima di procedere con l'implementazione presso l'Università di San Marino, è stato condotto uno studio pilota con una studentessa dell'Università di Delft. Questa fase preliminare, sebbene limitata, ha permesso di osservare la dinamica di interazione con l'assistente BIAS in un contesto reale e di raccogliere feedback sulla chiarezza delle istruzioni e dei questionari. L'osservazione di questa prima interazione ha aiutato a identificare alcuni aspetti che necessitavano di perfezionamento, sia nella struttura del dialogo che nella formulazione delle domande dei questionari. Inoltre, è stato possibile stimare più accuratamente i tempi necessari per completare le diverse fasi dell'esperimento, facilitando la successiva organizzazione delle sessioni con gli studenti di San Marino.

CONTESTO E PARTECIPANTI

Lo studio ha coinvolto un campione di 11 studenti volontari dell'Università di San Marino. L'analisi demografica del campione rivela una distribuzione equilibrata di genere (45% femmine, 55% maschi) con un'età media di 21 anni. Tutti appartenevano, al momento dell'esperimento, al secondo anno del corso di laurea triennale. Un elemento distintivo del campione è la loro familiarità pregressa con gli strumenti di AI: dall'analisi dei questionari pre-esperimento emerge che tutti i partecipanti avevano esperienza nell'utilizzo di assistenti AI, principalmente ChatGPT, con una frequenza di utilizzo che variava da moderata ad alta. Questa caratteristica ha permesso di focalizzare l'esperimento sull'efficacia specifica dello strumento BIAS, minimizzando le potenziali barriere tecniche all'utilizzo.

ESPERIMENTO

La prima fase dell'esperimento è stata dedicata alla somministrazione di un questionario⁴ iniziale, progettato per comprendere l'approccio e le percezioni degli studenti prima dell'interazione con BIAS. Attraverso una serie di domande, si è cercato di mappare quanto gli studenti considerassero la sostenibilità nei loro progetti e quale importanza le attribuissero nel processo di design. Particolare attenzione è stata data alla comprensione di quanto gli studenti fossero consapevoli dei propri bias personali durante il processo progettuale e quali fossero le loro aspettative sull'utilizzo dell'AI come strumento di supporto per identificarli.

L'esperimento vero e proprio è consistito in una sessione di dialogo tra gli studenti e l'assistente BIAS. Ogni partecipante ha dedicato circa 10-15 minuti a questa interazione, durante la quale ha presentato un proprio progetto di design. L'assistente BIAS, attraverso una chat, ha aiutato gli studenti a riflettere sui possibili bias presenti nel loro processo progettuale, con particolare attenzione alle scelte legate alla sostenibilità ambientale. Questa conversazione strutturata ha permesso agli studenti di esplorare le motivazioni delle proprie decisioni progettuali e di considerare come i bias personali potessero influenzare il loro approccio alla sostenibilità.

Dopo l'interazione con BIAS, è stato somministrato un secondo questionario per comprendere come l'esperienza avesse influenzato la percezione degli studenti.

⁴ Per la maggior parte degli item si presenta una scala di accordo/disaccordo, a 5 step.

QUESTIONARI

Per strutturare l'esperimento sono state identificate sei macroaree principali per comprendere l'impatto delle GenAI e valutare la loro efficacia rispetto alla riflessione sulla sostenibilità da parte dei designer. Di seguito si riportano le domande del pre-questionario e post-questionario, e saranno analizzati i dati per ogni macroarea.

Gruppo PRE	Item a	Item b	Item c	Item d	Item e
Utilizzo dell'AI nel design	Quali tipi di AI utilizzi nel tuo processo di design?	Quale AI utilizzi principalmente?	In quale fase del processo di progettazione utilizzi più frequentemente l'AI?	Da quanto tempo utilizzi l'AI?	Quanto spesso utilizzi strumenti di AI nella tua vita quotidiana?
Impatto dell'AI nel miglioramento del design	Quanto trovi utile l'uso dell'AI per generare nuove idee nel tuo processo di progettazione?	In che misura pensi che l'uso dell'AI nelle diverse fasi del processo di progettazione migliori i risultati finali?	Quanto l'AI ha migliorato la tua capacità di risolvere problemi complessi durante il design?	In che misura pensi che l'AI possa influenzare l'innovazione nel campo del design?	
Sostenibilità nel design	Quanto è importante per te integrare i principi di sostenibilità nel tuo processo di progettazione?	Quanto spesso consideri la sostenibilità nei tuoi progetti?	Di solito prendi misure per garantire che i tuoi progetti siano sostenibili?	In che misura pensi che il tuo progetto attuale affronti le questioni di sostenibilità?	
Consapevolezza e gestione dei bias personali	Per te quanto è importante riconoscere i bias personali nel tuo processo progettuale?	Quanto spesso consideri i tuoi bias personali quando prendi decisioni di design?	Quanto ti senti sicuro nella tua capacità di identificare i tuoi bias durante il processo di design?	In che misura pensi che i tuoi bias influenzino le tue decisioni di design?	Sei consapevole che i designer possono avere bias durante il processo di progettazione?
Ruolo dell'AI nella gestione dei bias	Ritieni utile interagire con ChatGPT per identificare e comprendere i tuoi bias?	Quanto trovi utili strumenti di AI come ChatGPT per aiutarti a riflettere sui tuoi bias personali?	In che misura pensi che l'AI possa migliorare la tua consapevolezza dei bias nel design?	Quanto sei disposto a usare l'AI in futuro per supportare la riflessione critica nel tuo lavoro?	
Percezione generale dell'AI	Quali sono le tue principali preoccupazioni riguardo all'uso dell'AI?	Quanto ti senti a tuo agio nell'usare l'AI per attività personali e professionali?	In che misura pensi che l'AI possa migliorare la qualità della tua vita in generale?		

Gruppo POST	Item a	Item b	Item c	Item d	Item e
Utilizzo dell'AI nel design	In questo caso, quanto trovi utile l'uso dell'AI per generare nuove idee nel tuo processo di progettazione?	In questo caso, quanto l'AI ha migliorato la tua capacità di risolvere problemi complessi durante il design?			
Impatto dell'AI nel miglioramento del design	In che misura pensi che l'uso dell'AI per la riflessione all'interno del processo di progettazione migliori i risultati finali?	Ora che hai completato il compito, pensi che la tua capacità nell'identificare i tuoi bias durante il processo di progettazione sia migliorata rispetto a prima?	Ora che hai completato il compito, quanto pensi sia importante riconoscere i bias personali nel tuo processo progettuale?		
Sostenibilità nel design	Ora, userai strumenti di AI come misura per riflettere e garantire che i tuoi progetti siano sostenibili?	Ora che hai interagito con ChatGPT, affronterai le questioni di sostenibilità in modo diverso?			
Consapevolezza e gestione dei bias personali	Hai ora una mappa più completa dei possibili bias che potresti avere durante il processo di progettazione?	In che misura pensi che i tuoi bias influenzino le tue decisioni di design?	Ora, in che misura pensi che l'AI possa migliorare la tua consapevolezza dei bias nel design?	Ora che hai completato il compito, le tue aspettative riguardo all'utilità di strumenti di AI come ChatGPT per aiutarti a riflettere sui tuoi bias personali sono state confermate?	Ora che hai completato il compito, le tue aspettative riguardo all'utilità di strumenti di AI come ChatGPT per aiutarti a riflettere sui tuoi bias personali sono state confermate?
Ruolo dell'AI nella gestione dei bias	Trovi utile interagire con ChatGPT per identificare e comprendere i tuoi bias?	Dopo il compito, le tue aspettative riguardo all'utilità di strumenti di AI come ChatGPT per aiutarti a riflettere sui tuoi bias personali sono state confermate?	Dopo questo esperimento, quanto sei disposto a integrare strumenti di AI come tecnica di riflessione nel tuo flusso di lavoro quotidiano di progettazione?	Quanto sei disposto a usare l'AI in futuro per supportare la riflessione critica nel tuo lavoro?	Quanto sei disposto a usare l'AI in futuro per supportare la riflessione critica nel tuo lavoro?
Percezione generale dell'AI	Vorresti modificare il tuo progetto in base a ciò che è emerso dalla conversazione con ChatGPT?	Le tue aspettative riguardo all'utilità dell'interazione con ChatGPT per identificare e comprendere i tuoi bias sono state confermate?			

ANALISI DEI DATI

I dati raccolti sono stati analizzati utilizzando il software Jamovi⁵. Le risposte sono state organizzate secondo le sei macroaree principali, e per ciascuna è stata calcolata l'alpha di Cronbach (tranne per le domande a risposta aperta) al fine di verificarne la coerenza interna. Un'attenzione particolare è stata riservata al confronto tra le percezioni del ruolo dell'AI nella gestione dei bias, pre e post task. Poiché le domande in queste due fasi erano altamente comparabili, è stato possibile esaminare se e come le opinioni degli utenti siano cambiate dopo l'interazione con l'AI. Oltre alla descrizione quantitativa dei risultati, che include medie e deviazioni standard, sono state prese in considerazione anche le risposte aperte fornite dai partecipanti per integrare anche una prospettiva qualitativa. Di seguito verranno esposte secondo le macroaree le considerazioni supportate dai risultati ottenuti, mentre le tabelle con i dati raccolti si trovano nella sezione BIAS dell'Appendice (da Tab 5.1 a Tab 5.3).

La prima macroarea ha permesso di mappare come i partecipanti hanno integrato gli strumenti di intelligenza artificiale nei loro processi creativi. L'analisi ha evidenziato la frequenza di utilizzo, le tipologie di strumenti adottati e le fasi del processo progettuale in cui l'AI ha trovato maggiore applicazione. Questi dati hanno fornito una panoramica dell'utilizzo che i partecipanti facevano dell'AI prima dell'esperimento. Nel pre-questionario, i partecipanti hanno indicato prevalentemente l'uso di strumenti come ChatGPT e Gemini, con una frequenza di utilizzo variabile. Le fasi del processo di design in cui l'AI è risultata più utilizzata includono ricerca e generazione di idee, evidenziando una preferenza per l'AI come supporto creativo. Nel post-questionario, invece, si è osservato un incremento della percezione positiva sull'utilizzo dell'AI per generare nuove idee ($M = 4.27$, $DS = 1.01$) e migliorare la tua capacità di risolvere problemi complessi ($M = 3.82$, $DS = 0.87$).

⁵ Jamovi è un software per l'analisi statistica (Version 2.3). <https://www.jamovi.org>

Il secondo gruppo di domande ha permesso di indagare il contributo specifico degli strumenti di AI nel migliorare i risultati progettuali. Nel pre-questionario, i partecipanti hanno mostrato un'attitudine positiva nei confronti dell'utilità dell'AI per il design, indicando valutazioni elevate ($M = 4.00$, $DS = 0.82$) sull'uso degli strumenti per generare nuove idee, migliorare i risultati finali ($M = 3.60$, $DS = 0.91$) e risolvere problemi complessi ($M = 3.40$, $DS = 1.01$). I dati del post-questionario hanno confermato e rafforzato queste percezioni. L'utilità dell'AI per generare nuove idee è stata valutata positivamente, con un aumento della media ($M = 4.27$, $DS = 1.01$), mentre l'impatto dell'AI nel miglioramento dei risultati progettuali è rimasto consistente ($M = 3.82$, $DS = 0.87$). Anche la capacità dell'AI di risolvere problemi complessi ha ricevuto un riscontro positivo ($M = 3.45$, $DS = 1.13$), suggerendo che l'esperienza pratica con gli strumenti ha permesso ai partecipanti di apprezzarne ulteriormente le potenzialità.

Il gruppo di domande su "Sostenibilità nel design" (Tab. 5.1. in Appendice) si è focalizzata sull'integrazione dei principi di sostenibilità nei processi progettuali. I partecipanti hanno espresso una forte consapevolezza dell'importanza di integrare i principi di sostenibilità nel processo di design, con un interesse significativo verso l'applicazione di queste pratiche.

Dopo l'esperimento, il post-questionario ha evidenziato una percezione positiva riguardo al ruolo degli strumenti di AI nel riflessione per raggiungere soluzioni sostenibili. I partecipanti hanno valutato positivamente l'utilità dell'AI per promuovere la sostenibilità nei progetti ($M = 3.89$, $DS = 0.76$), dimostrando una fiducia nel suo potenziale come supporto. Inoltre, è stato rilevato un impatto moderato nell'affrontare le questioni di sostenibilità in modo diverso dopo l'interazione con ChatGPT ($M = 3.45$, $DS = 1.13$), segno che l'esperimento ha stimolato una riflessione critica sulle pratiche progettuali.

Rispetto alla consapevolezza e gestione dei bias personali (Tab. 5.2. in Appendice), l'esperimento ha evidenziato come i bias cognitivi possano influenzare le decisioni progettuali e limitare l'esplorazione di soluzioni innovative. In questo senso è emerso il potenziale dell'AI nel supportare i partecipanti nell'identificazione e nella mitigazione di questi pregiudizi.

Nel pre-questionario, i partecipanti hanno espresso una consapevolezza iniziale dei propri bias, indicando che riconoscerli è considerato importante ($M = 4.00$, $DS = 0.82$). Tuttavia, la frequenza con cui questa riflessione avviene è risultata più moderata ($M = 3.60$, $DS = 0.91$), e la sicurezza nella capacità di identificarli è emersa come una sfida ($M = 3.40$, $DS = 1.01$).

Il post-questionario ha evidenziato progressi significativi. I partecipanti hanno riferito di avere una mappa più completa dei propri bias ($M = 4.09$, $DS = 0.70$), indicando che l'esperimento ha fornito strumenti concreti per riflettere su questo aspetto. Inoltre, la capacità percepita di identificare i propri bias è migliorata ($M = 3.82$, $DS = 0.87$), suggerendo che l'AI ha svolto un ruolo importante nel promuovere una maggiore consapevolezza critica. Nonostante ciò, la percezione dell'influenza dei bias sulle decisioni progettuali è rimasta stabile ($M = 3.64$, $DS = 0.67$), riflettendo una consapevolezza che non si è tradotta immediatamente in un cambiamento pratico.

La quinta area sul ruolo dell'AI nella gestione dei bias (Tab. 5.3a, in Appendice), ha ricevuto particolare attenzione, in quanto uno degli obiettivi principali dell'esperimento era valutare come gli strumenti di AI potessero promuovere una maggiore consapevolezza critica. I risultati hanno mostrato che l'interazione con l'AI ha stimolato i partecipanti a riflettere sui propri bias e ha fornito strumenti concreti per affrontarli, contribuendo a migliorare il processo decisionale. Per questo gruppo sono stati messi a confronto attraverso un'analisi statistica i punteggi pre e post-task. Sebbene il test di Wilcoxon ($W = 10.0$, $p = 0.083$) non abbia mostrato differenze statisticamente significative, suggerisce una possibile tendenza verso un cambiamento. Questo potrebbe indicare che l'interazione con l'AI ha avuto un effetto percepito, ma non sufficientemente forte da emergere con chiarezza a livello statistico. Sebbene i valori medi e mediani suggeriscano un miglioramento da pre a post, studi futuri potrebbero esplorare questa tendenza con campioni più ampi. Come si può vedere dalle tabelle, nel pre-questionario, i partecipanti hanno espresso una percezione moderatamente positiva, attribuendo una media di 3.55 ($DS = 0.94$) all'utilità dell'AI per identificare e comprendere i propri bias e una valutazione simile al miglioramento della consapevolezza dei bias nel design ($M = 3.73$, $DS = 0.78$).

Questi dati riflettono un'aspettativa iniziale positiva, ma non del tutto consolidata, riguardo al potenziale dell'AI in questo ambito. Nel post-questionario (Tab. 5.3c. in Appendice), i partecipanti hanno riportato un incremento significativo nella percezione dell'utilità dell'AI per gestire i bias. L'interazione con ChatGPT è stata valutata molto positivamente ($M = 4.27$, $DS = 0.65$) per la capacità di identificare e comprendere i bias personali. Inoltre, le aspettative sull'utilità dell'AI per riflettere sui bias sono state confermate ($M = 3.91$, $DS = 0.83$), indicando che l'esperimento ha avuto un impatto positivo sulla fiducia nei confronti di questi strumenti (Tab 5.3e. e Grafico 5.3f. Appendice). Anche la percezione che l'AI possa migliorare la consapevolezza dei bias nel design è rimasta alta ($M = 3.82$, $DS = 0.75$), suggerendo una continuità nelle opinioni favorevoli espresse dai partecipanti.

Infine, la macroarea "Percezione generale dell'AI" ha raccolto le opinioni dei partecipanti sull'utilizzo dell'AI, sia nel contesto dell'esperimento che nel futuro. Le risposte hanno evidenziato un livello di accettazione generalmente positivo degli strumenti di AI, con aspettative elevate riguardo al loro utilizzo come supporto nei processi progettuali. Nel pre-questionario, i partecipanti hanno espresso un atteggiamento moderatamente positivo nei confronti dell'AI, valutando la sua utilità per supportare la riflessione critica con una media di 3.82 ($DS = 0.98$). Tuttavia, le opinioni sul potenziale dell'AI di influenzare l'innovazione e migliorare la qualità della vita sono risultate piuttosto variabili, evidenziando un mix di aspettative e incertezze iniziali.

Dopo l'esperimento, il post-questionario ha mostrato un consolidamento delle percezioni positive. La disponibilità a utilizzare l'AI in futuro per la riflessione critica è rimasta stabile ($M = 3.82$, $DS = 0.98$), mentre la volontà di integrare l'AI come strumento per il lavoro quotidiano ha registrato un aumento significativo, con una media di 4.09 ($DS = 0.70$). Questi risultati indicano che l'esperimento ha rafforzato la fiducia nei confronti dell'AI, trasformandola in una risorsa percepita anche come strumento atto a supportare la riflessione, aumentando la disponibilità, da parte dei designer, all'uso futuro di questi strumenti.

5.2. SOSIA

Questo secondo esperimento preliminare è stato originariamente sviluppato⁶ per EFOOD24, la quarta Conferenza Internazionale sul Food Design e Food Studies, che esplora l'intersezione innovativa tra food design e mondo phygital. Sebbene il focus specifico della call fosse sulla selezione di materiali sostenibili derivati da scarti agroalimentari, l'esperimento rappresenta, per questa tesi, un caso studio emblematico di come l'intelligenza artificiale possa supportare i designer nei processi decisionali complessi. In particolare, evidenzia come l'AI possa aiutare i designer a:

- Navigare tra grandi quantità di informazioni tecniche in modo efficiente
- Considerare simultaneamente multipli criteri di valutazione
- Prendere decisioni più informate e consapevoli
- Esplorare alternative che potrebbero non essere immediatamente evidenti

Per valutare l'efficacia di un chatbot AI nel supportare i designer nella selezione di materiali sostenibili è stato strutturato uno studio sperimentale iterativo. Lo studio si è articolato in due fasi principali: una prima fase focalizzata sul packaging design, seguita da una seconda fase che ha incluso anche il design d'interni. Ogni fase ha previsto la creazione di un prototipo di chatbot, la sua sperimentazione con un gruppo di designer selezionati e la raccolta di feedback attraverso questionari strutturati.

⁶ Il paper verrà pubblicato nel 2025.

5.2.1. Prima fase

STRUMENTI E VALIDAZIONE

Il primo prototipo, denominato SOSIA (SOS + IA), è stato sviluppato sulla piattaforma OpenAI, utilizzando un dataset specifico sui materiali sostenibili per il packaging. Il chatbot è stato progettato per interagire in modo professionale e informativo con i designer, fornendo supporto nel processo di selezione dei materiali attraverso un'interfaccia conversazionale. Il questionario post-esperimento è stato strutturato per valutare diversi aspetti: l'usabilità del sistema, la qualità delle informazioni fornite, l'efficacia nel supporto decisionale e il grado di soddisfazione generale degli utenti.

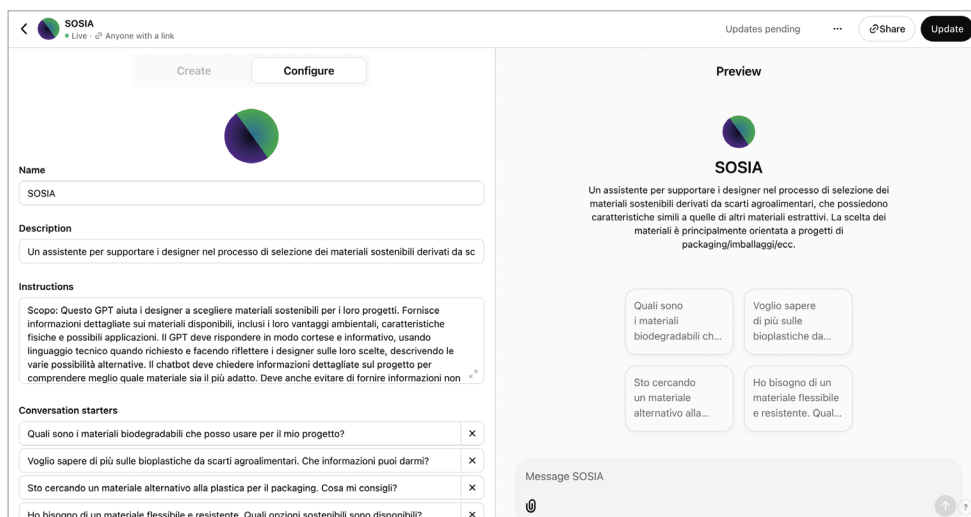


Fig. 15 - interfaccia di costruzione di SOSIA

CONTESTO E PARTECIPANTI

Il primo gruppo di partecipanti comprendeva 13 designer di packaging operanti in Italia, con un'età media di 29 anni (9 uomini e 4 donne). I partecipanti avevano una media di 5 anni di formazione nel campo del design e circa 8 anni di esperienza professionale, con la maggioranza (4 partecipanti) che aveva maturato 6 anni di esperienza lavorativa.

ESPERIMENTO

Durante la prima fase sperimentale, i partecipanti hanno interagito con SOSIA per circa 15 minuti ciascuno, ponendo in media 5 domande relative alla selezione di materiali per progetti di packaging.

ANALISI DEI DATI

L'esperimento ha evidenziato una generale soddisfazione degli utenti, particolarmente per la rapidità e l'efficienza del sistema nell'accesso alle informazioni. Tuttavia, sono emerse alcune criticità riguardanti l'affidabilità delle fonti e la necessità di risposte più concise. I risultati emersi dal questionario (Appendice, Tab 5.4.) evidenziano una percezione positiva dell'efficacia del chatbot AI nel contesto del design. La prima scala, dedicata a efficienza e utilità, presenta una media complessiva di 3.75 e indici di affidabilità elevati (α di Cronbach = 0.883; ω di McDonald = 0.892), indicando un'ottima coerenza interna. In particolare, l'efficacia del chatbot nel suggerire materiali idonei ($M = 3.92$) e la pertinenza delle risposte contestualizzate ($M = 4.00$) sono considerati punti di forza, mentre la frequenza con cui fornisce soluzioni utili ottiene un punteggio inferiore ($M = 3.08$). L'integrazione del chatbot nel processo di design futuro è vista in modo promettente ($M = 3.77$), anche se richiede maggiore fiducia da parte degli utenti. La seconda scala, che valuta la raccomandazione e il miglioramento lavorativo, presenta una media leggermente superiore (3.81) e una buona affidabilità (α di Cronbach = 0.823; ω di McDonald = 0.840).

Tra i punti di forza emergono il miglioramento dell'efficienza lavorativa ($M = 4.00$) e la raccomandazione ad altri colleghi ($M = 3.85$), mentre la capacità del chatbot di favorire soluzioni innovative risulta meno marcata ($M = 3.62$). Il confronto tra le due scale evidenzia medie simili, confermando che il chatbot è percepito come utile e integrabile nel flusso lavorativo. Tuttavia, emergono alcune opportunità di miglioramento, come l'incoraggiamento di un utilizzo più frequente, il rafforzamento della capacità di promuovere creatività e innovazione, e una comunicazione più mirata per sensibilizzare gli utenti sulle potenzialità del chatbot. Dall'analisi fatta leggendo le chat, che i partecipanti hanno condiviso, si nota una tendenza (riscontrata anche nelle prime versioni di ChatGPT) ad essere prolisso. Nel complesso, il chatbot è considerato uno strumento valido ed efficace, con margini di miglioramento per ottimizzarne l'adozione.

5.2.2. Seconda fase

STRUMENTI E VALIDAZIONE

Sulla base dei feedback ricevuti, SOSIA è stato implementato in SOSIA 2.0, caratterizzato da alcuni miglioramenti: un'organizzazione più efficiente dei database (ora separati per packaging e design d'interni), un'interazione utente più strutturata e un processo decisionale potenziato. Sono stati implementati anche meccanismi di controllo per verificare la coerenza dei dati forniti e segnalare eventuali incongruenze.

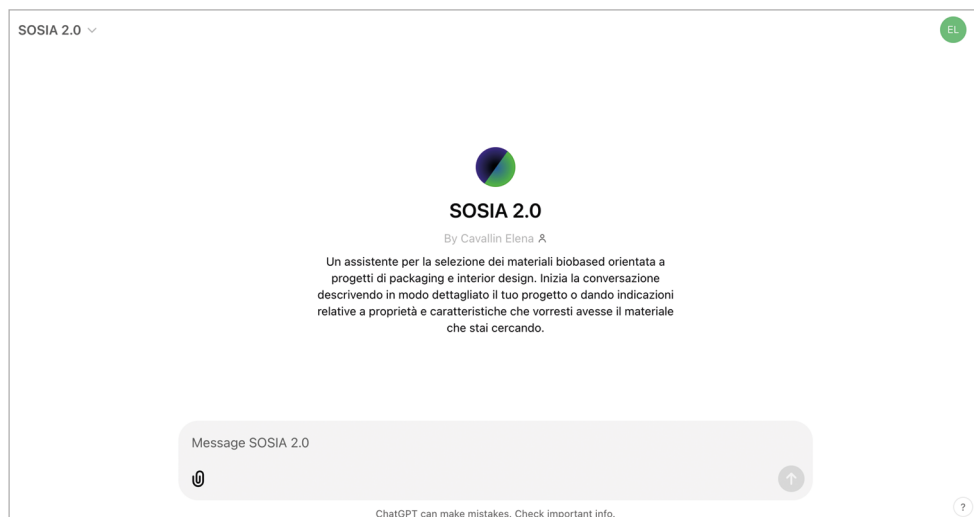


Fig. 16 - interfaccia di SOSIA

CONTESTO E PARTECIPANTI

Il secondo gruppo di sperimentazione ha coinvolto 22 partecipanti (13 uomini e 9 donne) con un'età media di 33,4 anni. Il campione è stato diversificato includendo 13 designer d'interni e 9 designer di packaging. Il livello di formazione era elevato, con la maggior parte dei partecipanti in possesso di una formazione post-laurea.

ESPERIMENTO

La seconda fase sperimentale ha seguito una struttura simile alla prima, ma con un focus specifico sulla specializzazione dei partecipanti (packaging o interni). I designer hanno interagito con SOSIA 2.0 per valutare materiali specifici per i loro rispettivi ambiti, compilando successivamente un questionario arricchito con domande sui loro metodi abituali di selezione dei materiali.

Di seguito le domande del questionario post-attività suddivise per aree tematiche:

Gruppi	Item a	Item b	Item c	Item d
Esperienza e formazione nel design	Da quanti anni pratici il design?	Quanti anni hai studiato design?	Sei un designer di interni o di packaging & visual communication?	Ritieni che la tua formazione universitaria sia stata sufficiente per affrontare le sfide sui materiali?
Responsabilità e autonomia nella selezione dei materiali	Quanto spesso sei responsabile della scelta dei materiali?	In che misura hai autonomia nella selezione dei materiali per i progetti?	Quanto sono definiti i materiali dai committenti o dall'azienda?	Quanto sei coinvolto nella decisione finale sui materiali?
Conoscenza dei materiali e preparazione	Come descriveresti la tua conoscenza dei materiali per il packaging?	Quanto ti senti preparato su materiali diversi rispetto a quelli che usi più spesso?	Quanta esperienza hai con materiali meno comuni per il packaging e communication design?	Quanto ritieni di conoscere le proprietà tecniche dei materiali che usi?
Confronto e risorse per la selezione dei materiali	Quanto spesso ti confronti con esperti per la scelta dei materiali?	Quanto spesso utilizzi database o risorse specializzate per informarti sui materiali?	Quanto consideri importante il confronto con esperti esterni nel processo di selezione dei materiali?	Quanto ti affidi a strumenti digitali o risorse esterne per valutare nuovi materiali?
Aggiornamento e formazione continua	Quanto hai approfondito la tua conoscenza dei materiali dopo l'università?	Quanto ti aggiorni regolarmente sulle novità riguardanti i materiali?	Quanto consideri utile la formazione continua o i corsi specializzati per il tuo lavoro?	Ritieni che la tua formazione universitaria sia stata sufficiente per affrontare le sfide sui materiali?
Percezione del chatbot AI nel design	Quanto trovi efficace il chatbot AI nel suggerire materiali idonei per il packaging?	Quanto le risposte del chatbot AI hanno soddisfatto le tue aspettative?	Quanto spesso il chatbot AI ha fornito soluzioni utili per il suo lavoro di design?	Avevi mai utilizzato un chatbot AI per il design del packaging prima d'ora?
Criticità e punti di forza del chatbot AI	Hai riscontrato criticità nell'uso del chatbot AI?	Quali pensi siano i punti di forza del chatbot AI?	Ha mai incontrato stalli in cui il chatbot AI non ha trovato una soluzione? Se sì, come li hai risolti?	Pensi che il chatbot AI abbia fornito risposte troppo superficiali?
Impatto del chatbot AI sul lavoro	Quanto sei soddisfatto della varietà di materiali suggeriti dal chatbot AI?	Hai trovato i materiali suggeriti dal chatbot AI rispettosi dell'ambiente?	Quanto trovi utili le informazioni sui materiali suggeriti dal chatbot AI per il tuo lavoro di design?	Quanto trovi semplice l'integrazione del chatbot AI nel tuo flusso di lavoro quotidiano?
Efficienza e innovazione con il chatbot AI	Pensi che il chatbot AI possa migliorare la tua efficienza lavorativa nel tempo?	Pensi che il chatbot AI possa migliorare la tua capacità di trovare soluzioni nuove, di più ampio respiro?	Consigliaresti l'uso del chatbot AI ad altri colleghi designer?	Quanto consideri importante integrare il chatbot AI nel tuo processo di design?

ANALISI DEI DATI

L'analisi è strutturata per aree tematiche sopra citate e per ognuna sono stati descritti i risultati emersi. Le risposte dei partecipanti hanno fatto emergere anche delle differenze di utilizzo e percezione tra i designer di packaging e quelli di interni.

Il primo gruppo di domande ha avuto l'obiettivo di mappare l'esperienza professionale e il percorso formativo dei partecipanti nel campo del design. In particolare, sono stati analizzati quattro aspetti: gli anni di pratica professionale, gli anni di formazione accademica, l'area di specializzazione (interior design o packaging & visual communication).

Il secondo gruppo di domande (Appendice, Tab. 5.5.) ha indagato il livello di responsabilità, autonomia e coinvolgimento decisionale dei partecipanti nella selezione dei materiali. Per i designer di packaging, la media complessiva delle risposte è stata di 3.47 (DS = 0.905), con una buona coerenza interna della scala (α di Cronbach = 0.709). I partecipanti hanno indicato una frequente responsabilità nella scelta dei materiali (M = 3.60, DS = 1.075), ma una minore autonomia (M = 3.50, DS = 0.972) e un coinvolgimento ancora più limitato nella decisione finale (M = 3.30, DS = 1.337). Questo suggerisce un contesto decisionale spesso vincolato da committenti o aziende.

Al contrario, i designer di interni hanno riportato una media più alta di 3.95 (DS = 0.650), evidenziando una maggiore percezione di controllo e coinvolgimento. La responsabilità e il coinvolgimento nella decisione finale hanno ottenuto punteggi identici (M = 4.08, DS = 0.760), mentre l'autonomia, seppur leggermente inferiore (M = 3.69, DS = 0.855), si mantiene su livelli positivi. Questi dati indicano un ruolo più centrale dei designer di interni nelle scelte materiali rispetto ai loro colleghi del packaging. Nel complesso, emerge che i designer di interni godono di maggiore libertà e controllo decisionale, mentre i designer di packaging operano in contesti più strutturati, dove l'autonomia è parzialmente limitata. Questi risultati sollevano interrogativi sulle dinamiche organizzative nei diversi ambiti progettuali e suggeriscono opportunità per migliorare l'autonomia decisionale in contesti più vincolati.

Per i designer di packaging, i dati ricavati dal gruppo 3 di domande (Appendice, Tab. 5.6.) mostrano una preparazione limitata, soprattutto riguardo alla conoscenza generale ($M = 2.40$, $DS = 0.966$) e all'esperienza con materiali meno comuni ($M = 2.30$, $DS = 1.059$). Tuttavia, emerge una maggiore sicurezza nella conoscenza delle proprietà tecniche dei materiali abituali ($M = 3.50$, $DS = 0.972$), suggerendo una competenza focalizzata sui materiali più utilizzati. Al contrario, i designer di interni riportano punteggi più alti in tutte le dimensioni analizzate, con una conoscenza generale significativamente maggiore ($M = 3.85$, $DS = 0.987$) e una preparazione più diversificata ($M = 2.85$, $DS = 0.689$ per materiali diversi e $M = 3.15$, $DS = 1.281$ per materiali meno comuni). Questo indica una maggiore flessibilità e familiarità con una gamma più ampia di materiali. Questi risultati sottolineano la necessità di potenziare la formazione dei designer di packaging su materiali meno comuni e alternativi, mentre i designer di interni sembrano già godere di una preparazione più ampia e diversificata, utile per affrontare le sfide dei loro progetti.

Da dati riportati in Appendice (Tab. 5.7.) risulta che per i designer di packaging l'importanza attribuita al confronto con esperti esterni è molto alta ($M = 4.50$, $DS = 0.527$), ma la pratica effettiva di consultare esperti ($M = 3.10$, $DS = 1.287$) e utilizzare database o strumenti digitali ($M = 2.70$, $DS = 0.949$ e $M = 2.90$, $DS = 1.449$) appare meno frequente. Questo suggerisce una discrepanza tra la percezione dell'importanza di queste risorse e il loro utilizzo concreto. I designer di interni, invece, mostrano una maggiore integrazione di questi strumenti e pratiche. Il confronto con esperti è più frequente ($M = 3.62$, $DS = 0.870$), e anche l'utilizzo di strumenti digitali è più rilevante rispetto al gruppo packaging ($M = 3.46$, $DS = 0.877$). L'importanza del confronto con esperti è comunque elevata anche per questo gruppo ($M = 4.38$, $DS = 0.768$). Nel complesso, i risultati evidenziano un approccio più strutturato e collaborativo tra i designer di interni, mentre per i designer di packaging emergono opportunità per incentivare un uso più regolare di risorse e strumenti digitali, così da allineare la pratica all'importanza percepita di queste attività.

L'analisi del quinto gruppo (Appendice, Tab. 5.8.) ha evidenziato come i partecipanti, pur dimostrando un impegno significativo nell'approfondire la propria conoscenza sui materiali dopo l'università ($M = 3.92$, $DS = 1.115$), si aggiornino sulle novità solo in modo periodico ($M = 3.15$, $DS = 0.987$). Tuttavia, la percezione della sufficienza della formazione universitaria è risultata piuttosto critica, con una media di 2.62 ($DS = 1.121$), suggerendo che molti ritengono il percorso accademico inadeguato per affrontare le sfide pratiche legate ai materiali. Un'analisi più approfondita della domanda relativa alla formazione universitaria ha rivelato una distribuzione non normale delle risposte (Shapiro-Wilk, $p < 0.05$) e un giudizio generalmente negativo. Questo aspetto è particolarmente evidente nel secondo gruppo, con una media di 1.80 ($DS = 0.79$), che riflette un giudizio ancora più severo rispetto al primo gruppo ($M = 2.62$, $DS = 1.12$). Nel complesso, i risultati evidenziano la necessità di rafforzare l'approccio pratico e l'aggiornamento continuo sui materiali nei percorsi formativi universitari, al fine di fornire ai designer una preparazione più completa e adatta alle sfide progettuali.

I risultati del sesto gruppo (Appendice, Tab. 5.9) evidenziano una percezione generalmente positiva del chatbot AI da parte dei partecipanti, soprattutto per quanto riguarda la capacità di suggerire materiali idonei ($M = 3.65$, $DS = 0.714$) e la soddisfazione rispetto alle risposte ricevute ($M = 3.91$, $DS = 0.793$). Questi dati indicano che il chatbot è stato apprezzato come strumento di supporto nel processo decisionale.

Tuttavia, la frequenza con cui il chatbot ha fornito soluzioni utili è risultata meno consistente ($M = 2.83$, $DS = 1.072$), segnalando un uso più limitato o meno regolare. Inoltre, l'esperienza pregressa con chatbot AI per il design è stata minima ($M = 1.52$, $DS = 1.082$), evidenziando che molti partecipanti si sono approcciati a questi strumenti per la prima volta durante l'esperimento. Nel complesso, il chatbot AI è percepito come un supporto utile e soddisfacente, ma la scarsa familiarità degli utenti con questo tipo di tecnologia potrebbe averne limitato l'utilizzo pratico. Questo suggerisce l'opportunità di investire in formazione specifica per massimizzare l'impatto di tali strumenti nel design. Secondo i risultati del settimo gruppo (riportati in Appendice, Tab. 5.10.), il chatbot AI è stato generalmente apprezzato dai partecipanti per diversi aspetti chiave, ma sono emerse anche alcune limitazioni.

Tra i punti di forza, i partecipanti hanno evidenziato la capacità del chatbot di proporre materiali innovativi e applicazioni inedite, stimolando nuove idee progettuali. La velocità e l'immediatezza nella ricerca e nelle risposte sono state considerate particolarmente utili, soprattutto nelle fasi iniziali del processo decisionale. Inoltre, la sintesi e la completezza delle informazioni tecniche hanno ricevuto un giudizio positivo, rendendo il chatbot uno strumento prezioso per semplificare e accelerare il lavoro.

Per quanto riguarda le criticità, le situazioni in cui il chatbot non è stato in grado di fornire soluzioni pertinenti hanno rappresentato una sfida. I partecipanti hanno adottato diverse strategie per superare questi stalli, come la riformulazione delle domande, il ricorso a fonti esterne (ad esempio, Google o portali specializzati) e l'avvio di nuove conversazioni. Questo suggerisce che, pur essendo efficace, il chatbot richiede un'interazione ben calibrata per ottenere risultati ottimali. Un altro elemento emerso è la percezione moderata della superficialità delle risposte fornite dal chatbot ($M = 2.39$, $DS = 0.941$). Sebbene alcune risposte siano state considerate poco approfondite, il chatbot è stato generalmente riconosciuto come un supporto valido e affidabile.

Il chatbot AI ha dimostrato di essere uno strumento efficace per semplificare e velocizzare il processo di ricerca e selezione dei materiali, pur mostrando limiti nella gestione di richieste complesse. Per migliorare l'esperienza degli utenti, sarebbe utile potenziare la capacità del chatbot di fornire risposte più specifiche e approfondite e promuovere una maggiore familiarità tra i designer nell'uso di questi strumenti. Questo potrebbe ridurre le criticità e massimizzare il potenziale del chatbot nel supportare i processi progettuali.

L'analisi del gruppo 8 (Appendice, Tab. 5.11.) ha evidenziato un impatto positivo del chatbot AI sul lavoro dei partecipanti. In particolare, la percezione della sostenibilità dei materiali suggeriti è stata valutata molto positivamente ($M = 4.22$, $DS = 0.736$), sottolineando il valore del chatbot nel proporre soluzioni rispettose dell'ambiente. Anche l'utilità delle informazioni fornite ($M = 3.78$, $DS = 0.795$) e la facilità di integrazione dello strumento nel flusso di lavoro quotidiano ($M = 3.78$, $DS = 1.126$) sono stati giudicati positivamente, dimostrando la capacità del chatbot di supportare le decisioni progettuali e di adattarsi ai processi lavorativi. La soddisfazione per la varietà dei materiali suggeriti ha ottenuto un punteggio leggermente più basso ($M = 3.57$, $DS = 1.037$), suggerendo che, pur essendo apprezzata, la gamma di opzioni potrebbe essere ulteriormente ampliata per rispondere meglio alle esigenze progettuali. Si ipotizza che per ottimizzarne l'efficacia, sarebbe utile ampliare la varietà dei materiali proposti e continuare a migliorare le funzionalità per rispondere alle esigenze diversificate dei designer.

L'analisi del nono gruppo (Appendice, Tab. 5.12.) ha messo in evidenza una percezione positiva dell'impatto del chatbot AI sul lavoro dei partecipanti. In particolare, il chatbot è considerato uno strumento utile per migliorare l'efficienza lavorativa nel tempo ($M = 4.04$, $DS = 1.065$) e per supportare la creatività, favorendo la generazione di soluzioni innovative ($M = 3.70$, $DS = 0.822$). La propensione a consigliare il chatbot ad altri colleghi designer ha ottenuto il punteggio più alto ($M = 4.09$, $DS = 0.793$), segnalando una fiducia diffusa nelle potenzialità dello strumento e un livello elevato di soddisfazione complessiva.

5.3. Discussione

Questo capitolo ha messo in evidenza come le GenAI possano fungere da supporto critico nei processi progettuali, offrendo strumenti utili sia per la riflessione che per l'apprendimento. Gli esperimenti condotti hanno dimostrato che i chatbot personalizzati, come i ChatGPTs BIAS e SOSIA, sono stati capaci di fornire un supporto concreto in alcune fasi specifiche del processo di design, come la selezione dei materiali più adatti per i progetti.

Il focus di questi esperimenti era valutare il ruolo dell'AI nel promuovere pratiche sostenibili. La sostenibilità, essendo un tema complesso, richiede un approccio che bilanci una visione ampia con la capacità di approfondire dettagli specifici. In questo contesto, i chatbot hanno dimostrato di poter fornire un valido supporto, aiutando i designer a esplorare alternative meno comuni e a riflettere criticamente sulle soluzioni disponibili. Sebbene ci siano stati riscontri positivi, l'efficacia di questi strumenti dipende fortemente dalla capacità degli utenti di formulare domande mirate e iterare sul processo di dialogo, evidenziando la necessità di una maggiore familiarizzazione con tali tecnologie.

Gli esperimenti hanno inoltre mostrato che, pur riscontrando alcune criticità come risposte talvolta superficiali o stalli, i partecipanti hanno apprezzato la velocità e la varietà delle soluzioni proposte dal chatbot SOSIA.

Un ulteriore aspetto rilevante emerso riguarda la gestione dei bias personali. BIAS, attraverso un'interazione strutturata, ha fornito indicazioni per riflettere sui propri pregiudizi progettuali e per affrontarli, contribuendo a migliorare il processo decisionale. Sebbene l'impatto percepito non sia sempre emerso come statisticamente significativo, i risultati indicano un potenziale di sviluppo importante in questo ambito.

Le ipotesi alla base degli esperimenti sono state verificate, in quanto i risultati hanno fornito spunti su come l'AI possa essere integrata nei processi progettuali per migliorare la consapevolezza critica, gestire i bias personali e promuovere pratiche sostenibili. Questi risultati sottolineano il bisogno di ulteriori esplorazioni per ottimizzare l'utilizzo dell'AI.

Le osservazioni del capitolo 4 e gli esperimenti di questo capitolo suggeriscono che il vero potenziale delle GenAI nel design non risiede tanto nell'automatizzazione dei processi creativi, quanto nel loro ruolo di supporto al processo decisionale. Questa considerazione costituisce la base per la fase successiva della ricerca, focalizzata sull'osservazione di come designer esperti integrino le GenAI nel processo di ideazione dei concept e orientata verso protocolli sperimentali più strutturati.

6. Esperimento – Sviluppo di concept

6.1. Obiettivi

Il protocollo sperimentale è stato progettato per esplorare le dinamiche cognitive e operative che caratterizzano l'interazione tra designer professionisti e sistemi di GenAI durante la fase di ideazione. Nello specifico, gli obiettivi principali sono:

- 1 → Identificazione e analisi delle trasformazioni cognitive, ovvero indagare come l'interazione con le GenAI influisca sui processi cognitivi del designer, con particolare attenzione a:
 - L'esplicitazione del pensiero progettuale attraverso i prompt.
 - La capacità di raffinamento delle idee durante la co-creazione.
 - Le strategie adottate per superare i loop comunicativi quando si utilizzano strumenti AI per sviluppare soluzioni progettuali.
- 2 → Valutazione dell'impatto delle GenAI su task complessi, come supporto nella progettazione di concept di prodotto, un task caratterizzato da:
 - Complessità funzionale e formale.
 - Necessità di integrazione tra vincoli pratici e creativi.
 - Esigenza di creare artefatti visivi che comunichino dettagli tecnici e scenari d'uso.

Questi obiettivi sono finalizzati a comprendere non solo il ruolo operativo delle GenAI, ma anche le implicazioni cognitive che tali strumenti introducono nel processo progettuale, evidenziando opportunità e limiti della co-creazione.

FOCALIZZAZIONE SUL CONCEPT

La scelta di concentrare la ricerca sulla fase di concept design è motivata dalla rilevanza cognitiva che questa riveste nel processo progettuale (Goldschmidt, 2014). Come discusso nei capitoli precedenti, il concept rappresenta un momento critico in cui il progettista affronta problemi complessi e mal definiti (ill-defined) e opera all'interno di uno "spazio di progettazione" caratterizzato dalla co-evoluzione tra problema e soluzione (Dorst e Cross, 2001). Questo approccio consente una continua ridefinizione dei vincoli progettuali e delle opportunità, in un processo iterativo che si allinea con l'esplorazione creativa necessaria per la generazione di idee.

Dal punto di vista cognitivo, il concept (front edge - fase preliminare) coincide con la fase più interessante secondo Goldschmidt (2014), perché il designer deve interpretare, definire e ridefinire il compito progettuale fino a raggiungere una costruzione coerente del problema e una soluzione soddisfacente (Simon, 1973). Questo processo, come analizzato in precedenza, richiede un'intensa attività di framing e reframing, che si manifesta attraverso cicli di sperimentazione e valutazione, e riflette la natura stessa del problem-solving. Un aspetto particolarmente significativo di questa fase è l'elevata densità cognitiva associata alla generazione delle idee, come sottolineato da Schön (1984), la fase iniziale è quella in cui il progettista sperimenta e testa proposte progettuali, ponendo domande e sollevando dubbi. L'analisi condotta nel capitolo 3 ha evidenziato come questa intensità operativa sia strettamente legata all'uso di strumenti cognitivi come gli schizzi e le rappresentazioni visive, che supportano il designer nel processo di costruzione del significato e nella visualizzazione delle possibilità progettuali. Inoltre, la generazione di idee di alta qualità in questa fase preliminare, pur richiedendo un investimento di risorse limitato rispetto alle fasi successive, può determinare il successo complessivo del progetto (Chai e Xiao, 2012). Le GenAI, come evidenziato nel capitolo 2, possono svolgere un ruolo cruciale nell'ampliare le competenze dei progettisti, offrendo supporto nella generazione e valutazione delle idee e contribuendo

così ad aumentare le possibilità di ottenere soluzioni ottimali.

Inoltre, la natura iterativa della fase di concept design è particolarmente adatta per valutare l'interazione tra designer e GenAI. Come analizzato nel capitolo 4, le piattaforme GenAI offrono strumenti che facilitano la generazione rapida di alternative progettuali, consentendo ai designer di esplorare molteplici possibilità in tempi ridotti.

Nel paragrafo successivo si descrive il protocollo sperimentale, la selezione dei partecipanti, il set up e si approfondiranno gli strumenti di misurazione adottati.

6.2. Metodologia sperimentale

6.2.1. Partecipanti

La scelta di coinvolgere designer professionisti nel protocollo sperimentale è motivata dalla necessità di garantire competenze consolidate per osservare l'impatto dell'AI su processi cognitivi avanzati. Come discusso nei capitoli precedenti, l'interazione tra progettisti esperti e sistemi di Generative AI (GenAI) offre un quadro più chiaro delle dinamiche cognitive che emergono durante la progettazione, consentendo di analizzare pattern di pensiero complessi e decisioni progettuali ben fondate. Per selezionare i partecipanti, è stato utilizzato un questionario preliminare diffuso attraverso canali social e network professionali.

Nella tabella a fine paragrafo sono riportate le risposte integrali del questionario preliminare. Il questionario ha permesso di raccogliere informazioni sulla loro esperienza lavorativa, la familiarità con l'AI e sul loro utilizzo.

Successivamente, è stata attuata una fase di selezione basata su criteri predefiniti (ad esempio, il livello di esperienza e la familiarità con le tecnologie AI) per garantire un campione equilibrato e rappresentativo. Il campione finale, composto dai partecipanti ammessi a prendere parte all'intero percorso sperimentale, si differenzia per colore e per categoria lettere/numero per evidenziare in maniera distinta i soggetti selezionati, facilitando così la consultazione e l'analisi comparativa dei profili. L'obiettivo della

selezione era costituire un campione rappresentativo in grado di fornire dati significativi sull'integrazione dell'AI nei processi di progettazione. Un primo criterio di selezione ha riguardato la percezione dell'AI come strumento utile nella progettazione. Sono stati esclusi i partecipanti che non ritenevano rilevante l'uso dell'AI. La selezione ha privilegiato coloro che hanno espresso un'opinione favorevole sull'uso dell'AI nella progettazione, con il 94% del campione finale che ha risposto *"Più sì che no"* o *"Assolutamente sì"*. Per garantire che i dati raccolti provenissero da professionisti con un'effettiva esperienza nell'uso dell'AI, è stato adottato un criterio temporale: sono stati selezionati coloro che utilizzano strumenti di intelligenza artificiale da almeno sei mesi. Questo limite temporale assicura una familiarità sufficiente con le tecnologie AI, evitando di includere partecipanti che potrebbero aver avuto solo esperienze marginali o occasionali. Nel campione finale, il 50% dei partecipanti utilizza l'AI da 1 a 2 anni, il 31% da 6 mesi a 1 anno, mentre il 12% ha più di 2 anni di esperienza con strumenti di AI. Un altro criterio di selezione ha riguardato la frequenza d'uso degli strumenti di AI nei processi progettuali. Sono stati preferiti coloro che utilizzano questi strumenti in modo frequente o abituale, mentre si è cercato di limitare i partecipanti che li utilizzano raramente o in modo saltuario. Nel campione finale, il 63% utilizza l'AI abitualmente o frequentemente, mentre il 30% la usa occasionalmente, uno dei partecipanti ha dichiarato di usarla raramente ed è stato selezionato per garantire un'adeguata eterogeneità del campione. Uno degli aspetti chiave della selezione ha riguardato l'equilibrio tra esperienza professionale nel design e propensione alla sperimentazione con strumenti AI. L'analisi preliminare ha evidenziato che i designer con maggiore esperienza tendono a essere meno inclini a testare nuovi approcci basati sull'AI. Per questo motivo, sono stati selezionati solo quei professionisti con lunga esperienza che dimostrano un'attitudine all'esplorazione di strumenti AI. Nel campione finale, il 44% dei partecipanti ha un'esperienza compresa tra 3 e 5 anni, il 19% più di 10 anni, il 19% tra 1 e 3 anni, e il restante 18% è distribuito tra meno di 1 anno e 5-10 anni di esperienza. Questa distribuzione garantisce un equilibrio tra professionisti con consolidata esperienza nel design e coloro che sperimentano attivamente nuove metodologie progettuali attraverso l'AI.

	Partecipante A	Partecipante 01	Partecipante 02	Partecipante 03
Da quanti anni lavora nell'ambito del design?	meno di 1 anno	1 - 3 anni	più di 10 anni	3 - 5 anni
Ritiene rilevante l'utilizzo di strumenti di intelligenza artificiale nella progettazione?	Più sì che no	Assolutamente sì	Assolutamente sì	Più sì che no
Tra i programmi che utilizza per la progettazione ritiene che ci siano strumenti di intelligenza artificiale?	Non so	Sì	Non so	Sì
Con quale frequenza utilizza strumenti di intelligenza artificiale durante la progettazione?	Raramente	Abitualmente	Frequentemente	Occasionalmente
Quali sono i nomi degli strumenti di AI che utilizza?	ChatGPT aiuto alla ricerca, Midjourney per previsualizzato qualcosa, ma per la progettazione di prodotto, mai usato nulla di specifico ancora	ComfyUI (Stable Diffusion), Midjourney, Runway, Pika, ElevenLabs, GPT4, Luma.ai, Move.ai	ChatGPT	ChatGPT, perplexity
Da quanto tempo utilizza strumenti di intelligenza artificiale?	meno di 6 mesi	più di 2 anni	6 mesi - 1 anno	1 - 2 anni
Usa gli strumenti di AI integrati nel software che utilizza per la progettazione?	Sia integrati nei software che in piattaforme online di utilizzo generale	Sia integrati nei software che in piattaforme online di utilizzo generale	Sia integrati nei software che in piattaforme online di utilizzo generale	Sia integrati nei software che in piattaforme online di utilizzo generale
Quando li usa integrati in software, in quali fasi della progettazione li usa? (può segnare più di una casella)	Preliminare (moodboard/ brief), generazione, selezione	Preliminare (moodboard/ brief), in locale principalmente ps e sd	Preliminare (moodboard/ brief)	Preliminare (moodboard/ brief), generazione
Quando li usa su piattaforme online, in quali fasi della progettazione li usa? (può segnare più di una casella)	Preliminare (moodboard/ brief), generazione	Preliminare (moodboard/ brief), generazione, valutazione	Preliminare (moodboard/ brief)	Preliminare (moodboard/ brief), valutazione, validazione, selezione
Può fare un esempio di utilizzo concreto dell'AI durante il suo lavoro?	Solitamente uso chat gpt per fare la ricerca preliminare oltre a fonti più autorevoli. Inoltre uso ai integrate nella suite adobe o in forma per velocizzare le fasi di progettazione iniziale e previsualizzare	Aiuto nella scrittura dei testi, scan, gen immagini, gen video, elementi 3d, motion capture... Utilizzi tanti diversi (se vuoi ne parliamo) ma ancora mai un prodotto ai come output finale	Utilizzo l'ai nella fase iniziale per avere nuovi spunti creativi	Per ricerca più efficace

	Partecipante B	Partecipante 04	Partecipante 05
Da quanti anni lavora nell'ambito del design?	più di 10 anni	1 - 3 anni	3 - 5 anni
Ritiene rilevante l'utilizzo di strumenti di intelligenza artificiale nella progettazione?	Assolutamente sì	Più no che sì	Più sì che no
Tra i programmi che utilizza per la progettazione ritiene che ci siano strumenti di intelligenza artificiale?	Sì	Sì	Sì
Con quale frequenza utilizza strumenti di intelligenza artificiale durante la progettazione?	Abitualmente	Occasionalmente	Frequentemente
Quali sono i nomi degli strumenti di AI che utilizza?	ComfyUI, AnimateDiff, A1111, Deforum, Warp Disco Diffusion, RunwayML, MJ, LumaLabs, Bark, Voiseed, ElevenLabs, Pika, Stable Diffusion, SDXL,	ChatGPT	ChatGPT, Firefly, Perplexity
Da quanto tempo utilizza strumenti di intelligenza artificiale?	più di 2 anni	1 - 2 anni	1 - 2 anni
Usa gli strumenti di AI integrati nel software che utilizza per la progettazione?	Sia integrati nei software che in piattaforme online di utilizzo generale	No	No
Quando li usa integrati in software, in quali fasi della progettazione li usa? (può segnare più di una casella)	Preliminare (moodboard/ brief), generazione, selezione, upscale, 3d, depthmap	Non li uso nei software	Provo ad usare quelli di adobe ma non mi ci trovo benissimo
Quando li usa su piattaforme online, in quali fasi della progettazione li usa? (può segnare più di una casella)	Preliminare (moodboard/ brief), generazione, valutazione, validazione, upscale, chatgpt, claude3, gemini, copilot	Preliminare (moodboard/ brief), validazione	Validazione
Può fare un esempio di utilizzo concreto dell'AI durante il suo lavoro?	Insegno ai in accademia di belle arti, la utilizzo profesionalmente come grafico, video maker e art director	Chiedo piccole alternative al concept, o varianti di alcune parti di esso.	Per correggermi grammaticalmente file scritti, per generare immagini, quando scrivo codice per vedere se ho scritto degli errori o per trovare soluzioni migliori

	Partecipante C	Partecipante 06	Partecipante 07
Da quanti anni lavora nell'ambito del design?	5 - 10 anni	5 - 10 anni	3 - 5 anni
Ritiene rilevante l'utilizzo di strumenti di intelligenza artificiale nella progettazione?	Più no che sì	Più sì che no	Più sì che no
Tra i programmi che utilizza per la progettazione ritiene che ci siano strumenti di intelligenza artificiale?	No	Sì	Sì
Con quale frequenza utilizza strumenti di intelligenza artificiale durante la progettazione?		Raramente	Abitualmente
Quali sono i nomi degli strumenti di AI che utilizza?		ChatGPT, dall e	ChatGPT, adobe firefly
Da quanto tempo utilizza strumenti di intelligenza artificiale?		6 mesi - 1 anno	1 - 2 anni
Usa gli strumenti di AI integrati nel software che utilizza per la progettazione?		Sia integrati nei software che in piattaforme online di utilizzo generale	Sia integrati nei software che in piattaforme online di utilizzo generale
Quando li usa integrati in software, in quali fasi della progettazione li usa? (può segnare più di una casella)		Preliminare (moodboard/ brief)	Preliminare (moodboard/ brief), generazione, validazione
Quando li usa su piattaforme online, in quali fasi della progettazione li usa? (può segnare più di una casella)		Generazione	Preliminare (moodboard/ brief), generazione, validazione
Può fare un esempio di utilizzo concreto dell'AI durante il suo lavoro?		Rielaborazione testi, adattamento contenuti ad uso social	Uso chat per aiutarmi ad avere delle idee per dei concept e per aiutarmi con la compilazione di codice html e non solo. Uso adobe firefly per la generazione di immagini per le mie composizioni grafiche

	Partecipante D	Partecipante 08	Partecipante 09
Da quanti anni lavora nell'ambito del design?	meno di 1 anno	più di 10 anni	3 - 5 anni
Ritiene rilevante l'utilizzo di strumenti di intelligenza artificiale nella progettazione?	Assolutamente sì	Assolutamente sì	Più sì che no
Tra i programmi che utilizza per la progettazione ritiene che ci siano strumenti di intelligenza artificiale?	Sì	Sì	Sì
Con quale frequenza utilizza strumenti di intelligenza artificiale durante la progettazione?	Abitualmente	Abitualmente	Abitualmente
Quali sono i nomi degli strumenti di AI che utilizza?	ChatGPT principalmente	ChatGPT, Adobe Photoshop, Adobe Illustrator, Topaz, Adobe Lightroom, Luminar	ChatGPT, Adobe Firefly
Da quanto tempo utilizza strumenti di intelligenza artificiale?	1 - 2 anni	più di 2 anni	6 mesi - 1 anno
Usa gli strumenti di AI integrati nel software che utilizza per la progettazione?	Sia integrati nei software che in piattaforme online di utilizzo generale	Sia integrati nei software che in piattaforme online di utilizzo generale	Sia integrati nei software che in piattaforme online di utilizzo generale
Quando li usa integrati in software, in quali fasi della progettazione li usa? (può segnare più di una casella)	preliminare (moodboard/ brief)	preliminare (moodboard/ brief), generazione	selezione
Quando li usa su piattaforme online, in quali fasi della progettazione li usa? (può segnare più di una casella)	Preliminare (moodboard/ brief)	Preliminare (moodboard/ brief)	Generazione, valutazione, validazione
Può fare un esempio di utilizzo concreto dell'AI durante il suo lavoro?	Dipende, a volte per avere delle info dalle quali prendo spunto, altre volte per cose più tecniche se mi serve qualcosa	Nella post produzione generativa, nella realizzazione di elementi vettoriali, nella parte di progettazione per chiedere informazioni dettagliate e tecniche di cui magari uno non ne ha esperienza e soprattutto se si spaziano su altri campi di cui non ho competenza	Ho realizzato una locandina per un evento, in una foto è presente un elemento che non voglio. Lo seleziono e chiedo di generare altro o di rimuovere l'elemento

	Partecipante E	Partecipante 10	Partecipante 11
Da quanti anni lavora nell'ambito del design?	meno di 1 anno	3 - 5 anni	3 - 5 anni
Ritiene rilevante l'utilizzo di strumenti di intelligenza artificiale nella progettazione?	Assolutamente sì	Assolutamente sì	Assolutamente sì
Tra i programmi che utilizza per la progettazione ritiene che ci siano strumenti di intelligenza artificiale?	Sì	Sì	Sì
Con quale frequenza utilizza strumenti di intelligenza artificiale durante la progettazione?	Frequentemente	Frequentemente	Frequentemente
Quali sono i nomi degli strumenti di AI che utilizza?	ChatGPT	Midjourney, chat GPT, Photoshop AI	ChatGPT
Da quanto tempo utilizza strumenti di intelligenza artificiale?	meno di 6 mesi	6 mesi - 1 anno	1 - 2 anni
Usa gli strumenti di AI integrati nel software che utilizza per la progettazione?	No	Sia integrati nei software che in piattaforme online di utilizzo generale	No
Quando li usa integrati in software, in quali fasi della progettazione li usa? (può segnare più di una casella)	Generazione	Generazione,	Per il momento mai usati integrati ai software
Quando li usa su piattaforme online, in quali fasi della progettazione li usa? (può segnare più di una casella)	Preliminare (moodboard/ brief), generazione	Generazione, valutazione	Preliminare (moodboard/ brief)
Può fare un esempio di utilizzo concreto dell'AI durante il suo lavoro?	Aiuto nella fase di ricerca di informazioni specifiche raramente reperibili sul web al fine di un progetto. Aiuto nelle fasi di concretizzazione di un'idea progettuale	Realizzazione immagini segnaposto e copy, per aiutare il cliente a immaginare meglio come riempire una pagina a contenuto dinamico. Anche convertire e ottimizzare il codice che ho scritto, in un linguaggio che non padroneggio.	"Facciamo briefing su questo tema qui" "indicami delle parole chiave da cui posso partire io a progettare"

	Partecipante F	Partecipante G	Partecipante H
Da quanti anni lavora nell'ambito del design?	più di 10 anni	più di 10 anni	5 - 10 anni
Ritiene rilevante l'utilizzo di strumenti di intelligenza artificiale nella progettazione?	Assolutamente sì	Assolutamente sì	Più sì che no
Tra i programmi che utilizza per la progettazione ritiene che ci siano strumenti di intelligenza artificiale?	Non so	Sì	Sì
Con quale frequenza utilizza strumenti di intelligenza artificiale durante la progettazione?		Frequentemente	Abitualmente
Quali sono i nomi degli strumenti di AI che utilizza?		ChatGPT, Bard, Claude, Midjourney	ChatGPT, FigJam AI
Da quanto tempo utilizza strumenti di intelligenza artificiale?		1 - 2 anni	6 mesi - 1 anno
Usa gli strumenti di AI integrati nel software che utilizza per la progettazione?		Sia integrati nei software che in piattaforme online di utilizzo generale	Sia integrati nei software che in piattaforme online di utilizzo generale
Quando li usa integrati in software, in quali fasi della progettazione li usa? (può segnare più di una casella)		Coding	Preliminare (moodboard/ brief), generazione
Quando li usa su piattaforme online, in quali fasi della progettazione li usa? (può segnare più di una casella)		Preliminare (moodboard/ brief), generazione	Preliminare (moodboard/ brief), generazione, valutazione
Può fare un esempio di utilizzo concreto dell'AI durante il suo lavoro?		Durante sessioni di coding, chatgpt per il refactoring del codice. Midjourney per la generazione di immagini da presentare al cliente che aiutino a comunicare una atmosfera di design, un po' come una moodboard	Generazione di idee, organizzazione delle attività, scrittura mail e minute, scrittura bozze e struttura documenti power point,

	Partecipante 1	Partecipante 12	Partecipante 13	Partecipante 14
Da quanti anni lavora nell'ambito del design?	più di 10 anni	5 - 10 anni	1 - 3 anni	1 - 3 anni
Ritiene rilevante l'utilizzo di strumenti di intelligenza artificiale nella progettazione?	Assolutamente sì	Assolutamente sì	Più sì che no	Più sì che no
Tra i programmi che utilizza per la progettazione ritiene che ci siano strumenti di intelligenza artificiale?	Sì	Non so	Sì	Sì
Con quale frequenza utilizza strumenti di intelligenza artificiale durante la progettazione?	Frequentemente	Abitualmente	Occasionalmente	Abitualmente
Quali sono i nomi degli strumenti di AI che utilizza?	Internal text-to-image / tech-to-video models / Bard / ChatGPT / RunawayML / Stable Diffusion / Midjourney / MusicLM / MusicFX / Sound Studio	ChatGPT, DALLE, Midjourney, Adobe Firefly	ChatGPT, Claude, Leonardo.ai, Midjourney, Playground, Krea, Ideogram, AI Adobe	ChatGPT e Bing
Da quanto tempo utilizza strumenti di intelligenza artificiale?	più di 2 anni	1 - 2 anni	1 - 2 anni	1 - 2 anni
Usa gli strumenti di AI integrati nel software che utilizza per la progettazione?	Sia integrati nei software che in piattaforme online di utilizzo generale	No	Sia integrati nei software che in piattaforme online di utilizzo generale	Sia integrati nei software che in piattaforme online di utilizzo generale
Quando li usa integrati in software, in quali fasi della progettazione li usa? (può segnare più di una casella)	Preliminare (moodboard/brief), generazione, valutazione	Non li uso integrati	Preliminare (moodboard/brief), generazione	Preliminare (moodboard/brief), generazione, validazione
Quando li usa su piattaforme online, in quali fasi della progettazione li usa? (può segnare più di una casella)	Preliminare (moodboard/brief), generazione	Preliminare (moodboard/brief), generazione, valutazione, validazione, selezione	Preliminare (moodboard/brief), generazione	Preliminare (moodboard/brief), generazione, validazione

	Partecipante 1	Partecipante 12	Partecipante 13	Partecipante 14
Può fare un esempio di utilizzo concreto dell'AI durante il suo lavoro?	Molti utilizzi sono indirizzate a testare capacità e limiti dei modelli da solo o con altri utenti. Generazione di sample da usare in DAW tradizionali, generazione di suoni / tracce da utilizzare in montaggio video / generazione di clip video da utilizzare in montaggio video / generazione di moldboard / generazione di codice per prototipi (html, javascript) o per esperienze interattive (Processing, P5JS, Open Framework, analisi di dati, generazione di contenuti testuali, generazione di partiture visive (graphic score) per progetti musicali	Creazione di Brief per ricerche utente, Analisi dei Dati, Moodboard, Presentazioni, Video e molto altro	Espansione immagini, fotoritocco, creazione di moodboard o asset e diversi formati visivi con brief definito	Sviluppo concept, generazione di idee e immagini, aiuto nell'esprimere i concetti in maniera chiara e discorsiva

	Partecipante L	Partecipante 15	Partecipante 16	Partecipante M
Da quanti anni lavora nell'ambito del design?	5 - 10 anni	più di 10 anni	3 - 5 anni	3 - 5 anni
Ritiene rilevante l'utilizzo di strumenti di intelligenza artificiale nella progettazione?	Absolutamente sì	Più sì che no	Più sì che no	Più sì che no
Tra i programmi che utilizza per la progettazione ritiene che ci siano strumenti di intelligenza artificiale?	Sì	Sì	Sì	Sì
Con quale frequenza utilizza strumenti di intelligenza artificiale durante la progettazione?	Abitualmente	Occasionalmente	Frequentemente	Frequentemente
Quali sono i nomi degli strumenti di AI che utilizza?	Photoshop AI, ChatGPT, COCO spade, cutout pro, DALL-E, Clip interrogator	ChatGPT, Midjourney, Photoshop	ChatGPT, Azure, Gemini, Copilot, Runway, Notion AI, DeepL	ChatGPT, ComfyUI
Da quanto tempo utilizza strumenti di intelligenza artificiale?	più di 2 anni	6 mesi - 1 anno	più di 2 anni	6 mesi - 1 anno
Usa gli strumenti di AI integrati nel software che utilizza per la progettazione?	Sia integrati nei software che in piattaforme online di utilizzo generale	Sia integrati nei software che in piattaforme online di utilizzo generale	Sia integrati nei software che in piattaforme online di utilizzo generale	No
Quando li usa integrati in software, in quali fasi della progettazione li usa? (può segnare più di una casella)	preliminare (moodboard/ brief), generazione	visualizzazione	preliminare (moodboard/ brief), generazione	non li uso integrati in software
Quando li usa su piattaforme online, in quali fasi della progettazione li usa? (può segnare più di una casella)	preliminare (moodboard/ brief), generazione	preliminare (moodboard/ brief)	preliminare (moodboard/ brief), generazione, valutazione	generazione, validazione
Può fare un esempio di utilizzo concreto dell'AI durante il suo lavoro?	Auto select Photoshop, Generative AI Photoshop, Grammarly for grammar check, DALL-E generating images for moodboards, cutout to improve image quality	brainstorming iniziale su un determinato brief per cercare chiavi interpretative al progetto, generazione di immagini di ispirazione secondo parametri definiti che inserisco, creazione delle immagini finali	Principalmente per velocizzare dei flussi di lavoro, soprattutto per il coding. Sia per progetti che per idee random inizio sempre chiedendo delle basi all'AI, scendendo nel dettaglio il più possibile per avere un prototipo, e poi continuo da solo; oppure per fare query su dei documenti lunghi.	scrivo del codice e chiedo a chatgpt consigli su come ottimizzarlo

6.2.2. Setup sperimentale

SCELTA DEL TASK

Per il task sperimentale è stato scelto di far realizzare un concept di un frullatore a immersione. La selezione di questo oggetto è avvenuta dopo aver inizialmente considerato altre possibilità. Gli auricolari, ad esempio, sono stati esclusi poiché strettamente associati al corpo umano e spesso legati a immaginari futuristici o fantascientifici. Questo avrebbe potuto portare le Generative AI a generare soluzioni visivamente estreme o poco realistiche, lontane dalle necessità di un concept pratico e funzionale. Il frullatore a immersione, al contrario, rappresenta un equilibrio ideale: è un oggetto di uso comune, privo di legami troppo stretti con concetti futuristici, ma comunque aperto a interpretazioni creative. Questa scelta è motivata dalla presenza di caratteristiche progettuali che richiedono attenzione a elementi funzionali, come l'ergonomia dell'impugnatura e la sicurezza nell'uso, e alla necessità di creare un oggetto visivamente riconoscibile e adatto a un contesto domestico. Inoltre, il frullatore a immersione rappresenta un oggetto ben definito nella sua funzione, ma aperto a molteplici interpretazioni in termini di forma, materiali e integrazione di funzionalità accessorie, rendendolo un caso di studio adatto per esplorare le possibilità delle GenAI nella fase concettuale. La richiesta ai designer è stata comunque volutamente generica, per lasciare spazio alla libertà interpretativa e ridurre i vincoli formali. Questo approccio ha permesso ai partecipanti di esplorare diverse direzioni progettuali, favorendo l'espressione individuale e la sperimentazione. Come discusso nel capitolo 2, le Generative AI attualmente disponibili, pur mostrando notevoli progressi, presentano ancora limitazioni significative. In particolare, a fine 2024, queste tecnologie risultano poco efficaci nella generazione di modelli 3D dettagliati e modificabili (la maggior parte genera nuvole di punti oppure mesh), o nel mantenere la coerenza formale nella rappresentazione di un oggetto da diverse prospettive. Queste criticità emergono in modo evidente nella progettazione di prodotti complessi, dove la precisione geometrica e la coerenza visiva sono fondamentali per un output progettuale di qualità.

STRUMENTI DI MISURAZIONE

WhatPulse → Tra gli strumenti di misurazione adottati, WhatPulse (<https://whatpulse.org>) è stato utilizzato per monitorare la pressione dei tasti della tastiera e i movimenti del mouse durante il task progettuale. Questo software traccia l'attività dell'utente registrando il numero di battute, i click del mouse, la distanza percorsa dal cursore e il tempo di utilizzo del computer. Viene comunemente impiegato per analisi di produttività, studi sull'interazione uomo-macchina e monitoraggio delle abitudini digitali. Nel presente studio, WhatPulse ha permesso un'analisi quantitativa dell'interazione dei partecipanti con il computer, evidenziando differenze significative nei pattern di utilizzo tra chi sfrutta le GenAI e chi si affida esclusivamente a strumenti tradizionali, come vedremo successivamente nel paragrafo 6.3 Analisi dei dati.

EmotiBit → Per monitorare i parametri fisiologici durante il task progettuale, è stato utilizzato EmotiBit (<https://www.emotibit.com>), un dispositivo indossabile open-source progettato per la raccolta simultanea e non invasiva di dati fisiologici. Questo dispositivo rappresenta un'opzione ideale per applicazioni accademiche, in quanto combina precisione, versatilità e trasparenza scientifica, consentendo ai ricercatori di accedere direttamente ai dati grezzi raccolti. Tale caratteristica supera le limitazioni dei dispositivi proprietari, offrendo maggiore flessibilità nell'analisi e nell'interpretazione dei segnali fisiologici (Montgomery et al., 2023; Mucchi et al., 2024).

EmotiBit è dotato di una serie di sensori avanzati che consentono la misurazione di parametri strettamente correlati alla risposta allo stress e all'attivazione emozionale, come l'attività elettrodermica (EDA), la frequenza cardiaca (HR) e la temperatura corporea (T1). Il sensore EDA fornisce un indicatore diretto dell'attività del sistema nervoso simpatico, che è strettamente associato allo stato di stress e all'eccitazione emotiva. La struttura del dispositivo è stata progettata per garantire precisione nelle misurazioni, includendo un circuito calibrato in fabbrica che consente di acquisire dati sulla conduttanza cutanea con elevata sensibilità. Questo parametro è fondamentale per l'analisi delle risposte emotive e cognitive dei partecipanti durante il task progettuale (Boucsein, 2012).

Oltre all'EDA, EmotiBit utilizza un sensore fotoplethysmografico (PPG) a tre lunghezze d'onda (rosso, infrarosso e verde), progettato per misurare con precisione la frequenza cardiaca e la variabilità della frequenza cardiaca (HRV). Questi dati permettono di identificare stati emotivi e cognitivi, nonché di monitorare la risposta fisiologica al carico di lavoro cognitivo. La combinazione di EDA e HR consente di ottenere un quadro completo dell'attivazione autonoma, offrendo informazioni sia su risposte acute a stimoli esterni sia su cambiamenti gradualmente dello stato fisiologico (Kim et al., 2018).

La temperatura corporea (T1), rilevata tramite un termistore integrato, rappresenta un ulteriore parametro chiave per monitorare la regolazione termica del corpo in condizioni di stress. Le variazioni di temperatura periferica, spesso associate a una ridistribuzione del flusso sanguigno verso gli organi vitali, forniscono un indicatore indiretto della risposta allo stress. EmotiBit è in grado di misurare tali variazioni con una risoluzione di 0,001°C, garantendo una sensibilità sufficiente per rilevare cambiamenti sottili ma significativi (Kistler et al., 1998).

La scelta di EmotiBit per questa ricerca è stata ulteriormente motivata dalla sua validazione scientifica. Studi recenti hanno dimostrato che i dati raccolti da EmotiBit sono comparabili a quelli ottenuti da dispositivi professionali come Empatica E4 e BIOPAC, confermando la sua affidabilità in contesti accademici ed esperimenti sul campo (Montgomery et al., 2023; Smith et al., 2023). Inoltre, il dispositivo supporta l'integrazione con diversi protocolli di comunicazione, come OSC e TCP, consentendo la sincronizzazione in tempo reale dei dati con altre fonti, inclusi video e annotazioni qualitative. Questa caratteristica polifunzionale si è rivelata cruciale nell'analisi delle risposte fisiologiche (Mucchi et al., 2024), consentendo di identificare variazioni significative in corrispondenza di momenti critici del task progettuale. Per garantire la qualità dei dati raccolti, EmotiBit è stato preliminarmente testato per verificarne il funzionamento e calibrare i sensori. Data la natura intensiva del task, è stato necessario proteggere il dispositivo da eventuali danni fisici e interferenze ambientali. A tale scopo, è stato realizzato un case protettivo utilizzando una stampante 3D, progettato per mantenere la comodità d'uso e preservare la qualità delle misurazioni.

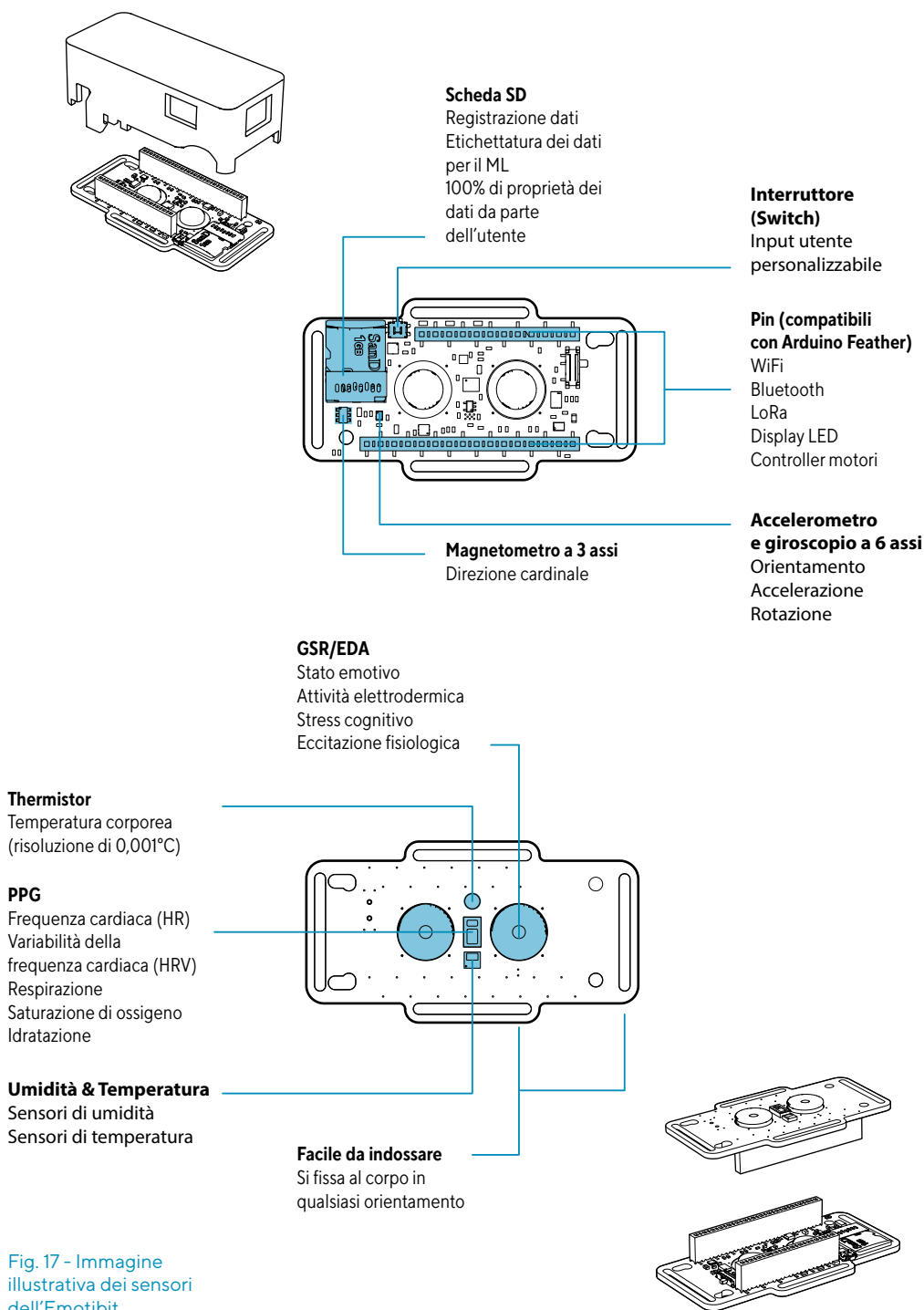
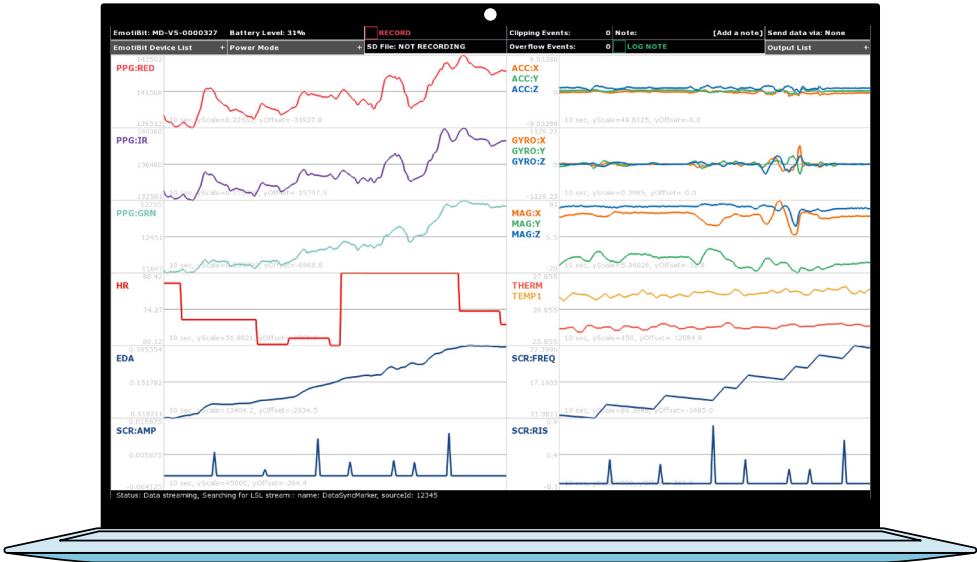


Fig. 17 - Immagine illustrativa dei sensori dell'Emotibit



LEGENDA:

PPG:	HR:	GSR/EDA:	Umidità:	Accelerometro:	Giroscopio:	Magnetometro a 3 assi:	Thermistor:
Respirazione Saturazione di ossigeno Idratazione	Frequenza cardiaca Variabilità della frequenza cardiaca	Stato emotivo Attività elettrodermica Stress cognitivo Eccitazione fisiologica	Sensori di umidità	Accelerazione	Orientamento Rotazione	Direzione cardinale	Temperatura corporea (risoluzione di 0,001°C)

Fig. 18 - interfaccia di visualizzazione in tempo reale dei dati provenienti dai sensori dell'Emotibit

Fig. 19 - Emotibit indossato e case protettivo



VIDEOREGISTRAZIONI

Per documentare il processo progettuale dei partecipanti, sono state utilizzate due tipologie principali di registrazioni: le registrazioni dello schermo e le videoregistrazioni delle mani mentre i designer realizzavano gli sketch. Questi strumenti hanno fornito una base visiva per analizzare sia le interazioni fisiche che quelle digitali durante il task. Indipendentemente dall'uso degli strumenti tradizionali, per ogni partecipante sono state effettuate registrazioni dello schermo, catturando le attività svolte al computer. Queste registrazioni hanno documentato l'interazione con i software di progettazione e con le GenAI, incluse le sequenze di scrittura dei prompt, la manipolazione delle immagini generate e l'utilizzo di altri strumenti digitali. Le videoregistrazioni delle mani sono state effettuate solo nei casi in cui i designer hanno scelto di utilizzare fogli e strumenti tradizionali per realizzare gli sketch. Questa modalità ha permesso di osservare i gesti manuali e le dinamiche legate alla creazione degli schizzi. La telecamera è stata posizionata in modo tale da non interferire con l'attività dei partecipanti, garantendo immagini chiare e prive di distorsioni. L'insieme di queste registrazioni ha reso possibile una documentazione completa del lavoro dei designer, combinando le azioni manuali e i pattern di utilizzo degli strumenti.

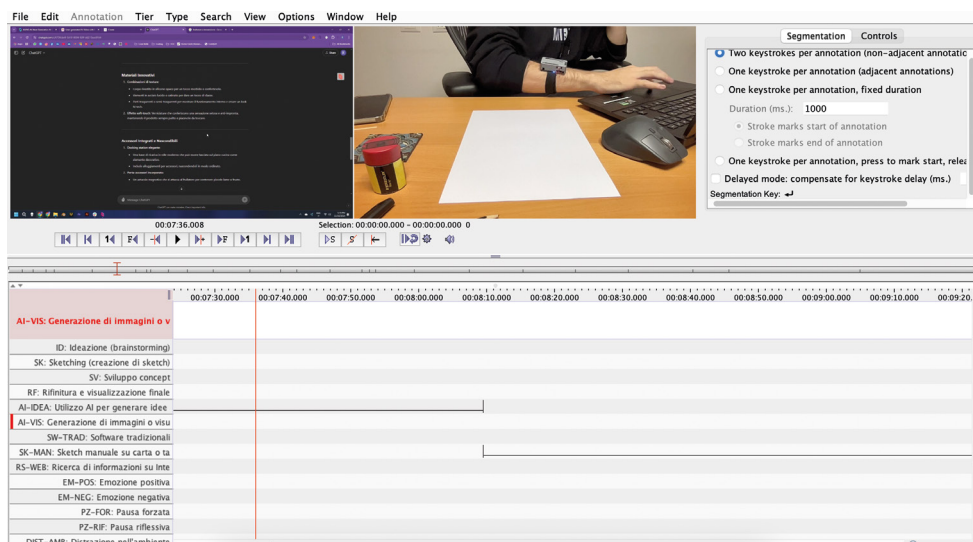


Fig. 20 - Sincronizzazione attraverso Elan delle registrazioni raccolte

OSSERVAZIONE DIRETTA

Parallelamente alle registrazioni visive, è stata condotta un'osservazione diretta per monitorare in tempo reale il comportamento dei partecipanti durante il task progettuale. Questa metodologia ha consentito di raccogliere dati qualitativi relativi alle modalità di lavoro dei designer, alle loro interazioni con gli strumenti a disposizione e alle loro reazioni emotive nel corso dell'attività. L'osservazione diretta è stata effettuata dall'autrice presente in sala, che ha adottato un approccio discreto e non intrusivo per ridurre al minimo l'impatto sul comportamento naturale dei partecipanti. Questa forma di monitoraggio ha permesso di cogliere aspetti non direttamente visibili nelle registrazioni, come espressioni facciali, posture, e atteggiamenti non verbali che possono indicare concentrazione, frustrazione o soddisfazione. Inoltre, l'osservazione in tempo reale ha fornito un contesto per interpretare le azioni catturate dalle registrazioni visive e dallo schermo, arricchendo l'analisi complessiva dei dati.

I dati raccolti durante l'osservazione diretta sono stati annotati in modo sistematico e successivamente integrati e sincronizzati con le altre fonti di informazione, per fornire una comprensione più profonda delle dinamiche progettuali.

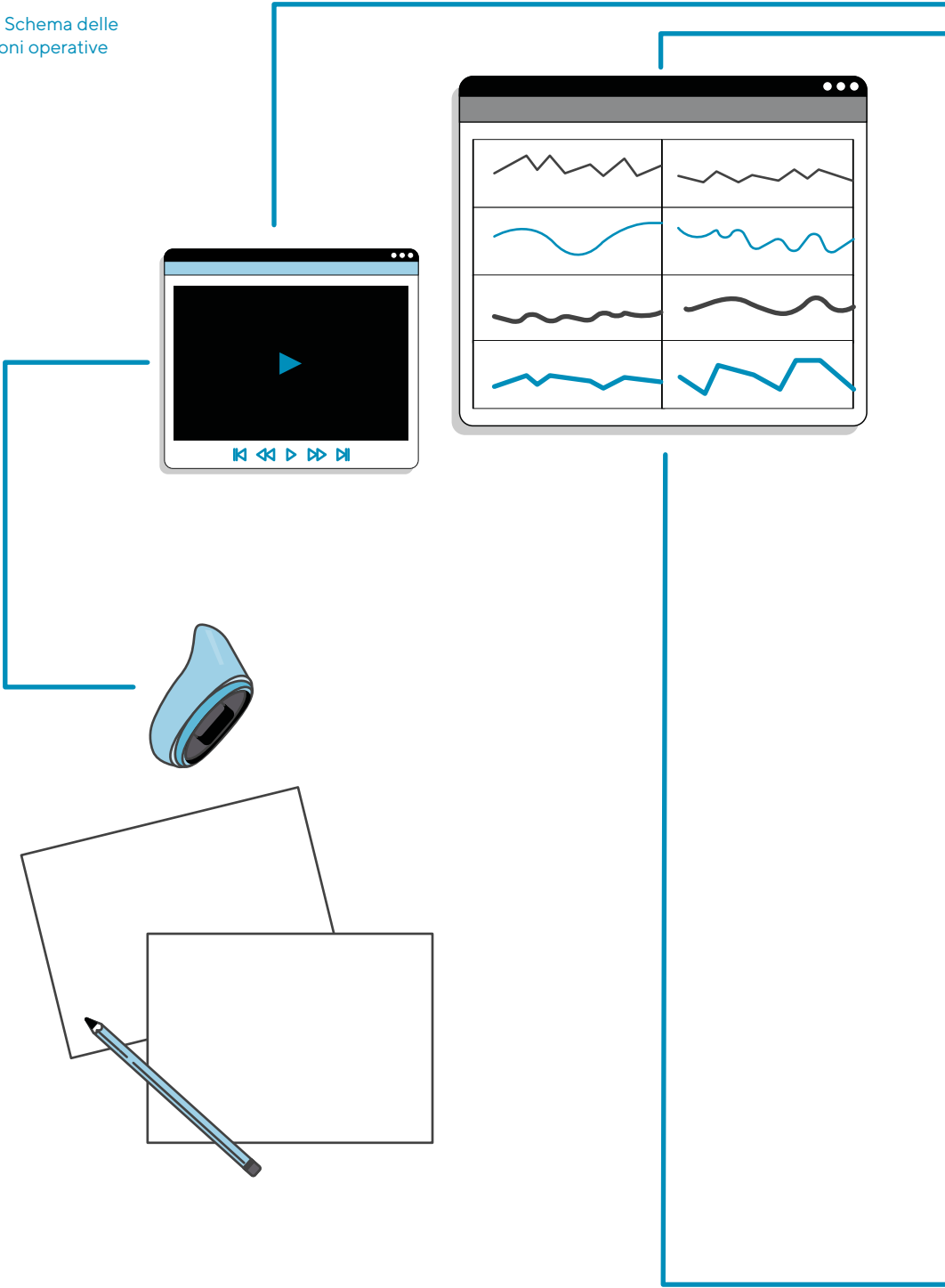
CONDIZIONI OPERATIVE

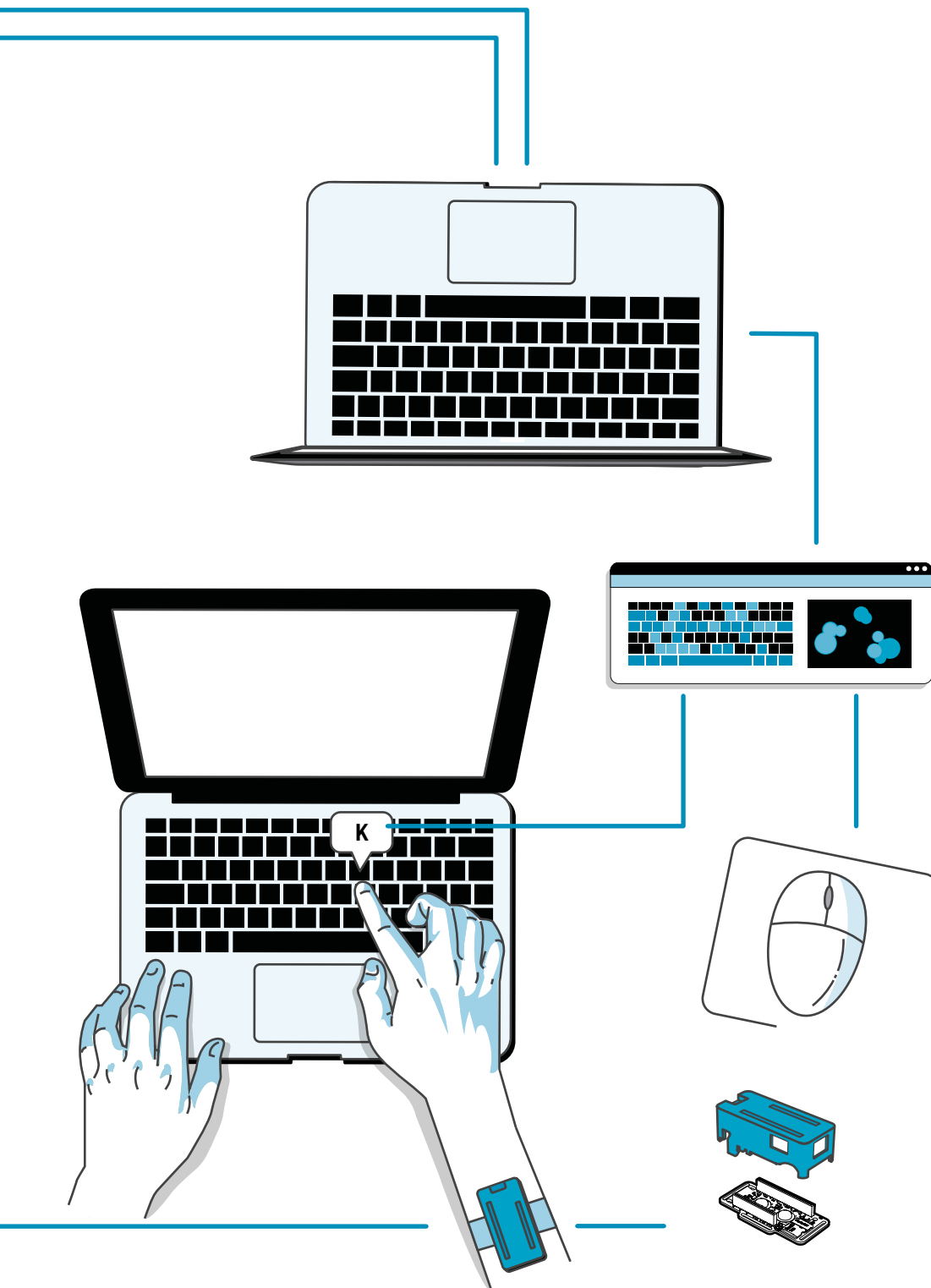
La durata della sessione sperimentale è stata fissata a un'ora per garantire un equilibrio tra un tempo sufficiente per completare il task progettuale e la necessità di evitare affaticamento o calo dell'attenzione nei partecipanti. Studi precedenti sull'analisi del comportamento progettuale (Dorst e Cross, 2001; Goldschmidt, 2014) indicano che una durata moderata è adeguata per osservare sia le prime fasi esplorative che i momenti di convergenza, durante i quali il progettista consolida una proposta. Un periodo più lungo avrebbe potuto compromettere la qualità dei dati raccolti, a causa dell'affaticamento fisico e cognitivo dei partecipanti. Sono stati privilegiati luoghi tranquilli e privi di distrazioni. Questo è stato fondamentale per consentire ai partecipanti di concentrarsi esclusivamente sul task e per ridurre al minimo interferenze esterne.

Per garantire un'interazione naturale e rappresentativa del flusso di lavoro, i designer hanno utilizzato il proprio computer personale. Questa scelta ha permesso ai partecipanti di lavorare con strumenti familiari, evitando la necessità di adattarsi a nuovi dispositivi e riducendo il rischio di distorsioni nei dati dovute alla curva di apprendimento. Per assicurare il corretto monitoraggio dell'attività, sono stati adottati alcuni accorgimenti tecnici. Prima dell'inizio della sessione sperimentale, è stato installato WhatPulse per registrare in maniera precisa la pressione dei tasti e i movimenti del mouse. Parallelamente, un software di screen recording è stato configurato per catturare l'intero processo progettuale in tempo reale, consentendo così di ottenere una rappresentazione dettagliata dell'interazione del partecipante con l'ambiente digitale. Per evitare che le operazioni di monitoraggio interferissero con le prestazioni del computer principale utilizzato dai partecipanti, è stato impiegato un dispositivo secondario dedicato esclusivamente alla raccolta e all'archiviazione dei dati. Questo approccio ha garantito che il processo di registrazione non compromettesse l'efficienza e la naturalezza del flusso di lavoro del designer. Ogni partecipante è stato ripreso tramite una webcam posizionata strategicamente, in modo da documentare lo sviluppo di eventuali sketch e i movimenti corporei rilevanti durante il task progettuale. La configurazione della videocamera è stata studiata per acquisire contemporaneamente i fogli o il tablet e l'interazione fisica del designer con il computer, fornendo così ulteriori elementi qualitativi per l'analisi comportamentale. Tutti i dispositivi e i software di tracciamento sono stati sincronizzati temporalmente per consentire un'analisi integrata delle diverse fonti di dati. Questa sincronizzazione ha permesso di correlare in modo accurato le registrazioni del comportamento fisico e digitale con il flusso temporale del task progettuale, migliorando così l'interpretazione dei pattern di utilizzo e delle dinamiche cognitive durante l'attività.

Queste scelte hanno assicurato un contesto sperimentale bilanciato, in grado di supportare la concentrazione e il comfort dei partecipanti, e al contempo di raccogliere dati di alta qualità, rappresentativi delle dinamiche progettuali reali garantendo condizioni uniformi tra i partecipanti, migliorando così la comparabilità dei risultati.

Fig. 21 - Schema delle condizioni operative





6.2.3. Protocollo sperimentale

Il protocollo sperimentale ha ricevuto l'approvazione dal Comitato Etico dell'Università Iuav di Venezia e si è articolato in sei fasi principali: istruzioni, questionario pre-task, esperimento, questionario post-task, intervista semi-strutturata e raccolta dati.

ISTRUZIONI E PREPARAZIONE

Prima dell'inizio del task, i partecipanti hanno ricevuto il foglio con le istruzioni per comprendere le finalità dell'esperimento e le modalità operative. Durante questa fase, è stata fornita la descrizione del task, ovvero progettare un concept di un frullatore a immersione innovativo, con l'indicazione di realizzare tre viste: prospettiva generale, dettaglio tecnico, e interazione con le mani. Gli strumenti per la progettazione sono stati portati dai designer (come spiegato in precedenza) perché dovevano essere quelli che usano solitamente per progettare. Si sono spiegate le modalità di monitoraggio, inclusi i dati raccolti tramite WhatPulse, EmotiBit, videoregistrazioni e questionari.

A tutti i partecipanti sono stati preventivamente informati in modo esaustivo sulle modalità di raccolta e trattamento dei dati, e hanno apposto la propria firma sull'informativa, garantendo così il rispetto delle normative vigenti in materia di protezione dei dati personali. La preparazione ha incluso il posizionamento del dispositivo EmotiBit, il setup per le registrazioni dello schermo e, dove necessario, delle mani. È stato inoltre verificato che tutti i software e gli strumenti fossero funzionanti e pronti per l'uso.

QUESTIONARIO PRE-TASK

Dopo aver trovato un luogo tranquillo senza distrazioni di alcun tipo, la prima richiesta posta al/alla partecipante è stata quella di completare il form pre-task. I questionari somministrati ai partecipanti sono stati progettati per raccogliere dati strutturati sulle percezioni e sulle esperienze legate all'utilizzo delle Generative AI nel processo progettuale. Si sono previsti due momenti di raccolta dati, prima e dopo il task. Il questionario pre-task aveva l'obiettivo di valutare, le aspettative generali sull'uso delle GenAI nel design e le conoscenze pregresse e l'esperienza accumulata.

Attraverso domande tematiche (cinque gruppi di quattro domande), i partecipanti sono stati invitati a esprimere il loro grado di accordo su affermazioni relative a rapidità, supporto creativo, rielaborazione delle idee e limiti percepiti nell'uso delle GenAI. Questo ha permesso di raccogliere le percezioni e le convinzioni dei designer.

TASK

Durante l'esecuzione del task, i designer hanno lavorato autonomamente al progetto, senza interruzioni esterne. Le loro attività digitali sono state monitorate attraverso registrazioni continue: EmotiBit, indossato sul braccio, ha rilevato i dati fisiologici, mentre WhatPulse ha registrato il conteggio delle digitazioni e dei movimenti del mouse.

QUESTIONARIO POST-TASK E INTERVISTA

Per il questionario post task, le domande sono state adattate, mantenendo la stessa struttura, per riferirsi all'esperienza diretta durante l'attività. Lo scopo è stato quello di valutare l'impatto dell'AI sull'esperienza progettuale specifica, rilevare eventuali cambiamenti di percezione rispetto alle aspettative iniziali e identificare i punti di forza e le criticità nell'interazione con le GenAI durante il task. Come da tabella le domande sono state suddivise in cinque gruppi tematici, ognuno volto a indagare un aspetto specifico dell'esperienza progettuale con l'AI. Per verificare l'affidabilità e la coerenza interna del questionario, è stato previsto il calcolo dell'Alpha di Cronbach. Per analizzare queste variazioni, verrà utilizzato il Wilcoxon signed-rank test, un test statistico non parametrico ideale per confrontare due campioni dipendenti, come osservazioni pre e post-task.

Quando i partecipanti hanno completato il questionario post-task (Appendice 6, Tab. 6.2.) sono stati coinvolti in una breve intervista semi-strutturata per riflettere sull'esperienza e sulle eventuali difficoltà incontrate.

6.2.4. Raccolta e organizzazione dei dati

La raccolta dei dati durante l'esperimento è stata progettata per garantire una documentazione completa e strutturata delle informazioni relative al processo progettuale, mantenendo al contempo il rispetto della privacy dei partecipanti. I dati sono stati separati in due categorie principali: dati sensibili e contenuti progettuali. Per garantire l'anonimato dei partecipanti, i dati personali e sensibili sono stati archiviati separatamente rispetto ai contenuti raccolti durante il task. Ogni partecipante è stato associato a un codice univoco: partecipante n°, noto esclusivamente all'autrice e ai relatori, che consente di collegare i dati raccolti senza rivelare l'identità del partecipante. Questo sistema ha assicurato che i dati potessero essere analizzati in modo aggregato e anonimo, in conformità con le normative sulla protezione dei dati personali.

I dati raccolti per lo studio sono stati di natura multimodale e integrati per fornire una visione completa dell'interazione tra designer e GenAI. In particolare, sono stati analizzati gli sketch realizzati dai partecipanti, sia su foglio che in formato digitale, che sono stati successivamente raccolti e digitalizzati per permetterne l'analisi. Parallelamente, l'interazione con le periferiche è stata monitorata tramite WhatPulse. A supporto di queste misurazioni, sono stati raccolti dati fisiologici utilizzando EmotiBit. Le registrazioni dello schermo hanno documentato l'intero flusso di lavoro digitale, mentre le videoregistrazioni, effettuate senza audio, hanno catturato le dinamiche manuali durante l'interazione con gli sketch e l'uso del computer. Infine, per integrare i dati quantitativi con una valutazione qualitativa, sono stati somministrati questionari pre-task e post-task e condotte interviste semi-strutturate, delle quali sono state riportate le annotazioni.

6.3. Analisi dei dati

L'analisi dei dati raccolti durante l'esperimento è stata progettata per fornire una comprensione integrata delle dinamiche progettuali e dell'interazione con le GenAI. Di seguito, viene descritto il metodo applicato per ogni tipologia di dato raccolto e la relativa analisi.

Le risposte ai questionari pre-task e post-task sono state analizzate come descritto nel paragrafo 6.1.3 Protocollo sperimentale. Le domande del pre-task organizzate per gruppo sono:

Gruppo	Item a	Item b	Item c	Item d
Rapidità ed efficienza nei processi progettuali	Penso che con l'AI io possa ottenere buoni risultati in tempi più brevi.	L'AI mi aiuta a rielaborare le idee più velocemente.	L'utilizzo dell'AI rende i miei processi di design più rapidi.	L'AI rallenta alcune fasi del processo di ideazione.
Supporto creativo e ideazione	Penso che l'AI stimoli la mia creatività.	Penso che l'AI limiti la mia creatività	Penso che l'AI possa fornire soluzioni creative.	L'AI mi aiuta a trovare buone idee.
Efficacia nella rielaborazione e coerenza delle idee	L'AI mi ha aiutato a rielaborare le idee in modo efficace.	L'AI genera contenuti in modo aderente alla traccia che penso e richiedo.	Penso che con l'AI io possa ottenere risultati migliori.	In generale sono soddisfatto dei risultati che ottengo con l'uso dell'AI.
Difficoltà e limiti nell'utilizzo dell'AI	Riscontro difficoltà nel far comprendere le mie idee all'AI.	Ci sono dei dettagli che con l'AI non riesco a realizzare.	Sono frustrato quando uso l'AI perché spesso non trovo modi per raggiungere i miei obiettivi.	Riscontro spesso dei momenti di stallo (loop comunicativi) nei miei processi progettuali.
Esperienza e strategie d'uso	Oggi l'AI è parte integrante dei miei processi di design.	Ho messo a punto diverse strategie per comunicare più efficacemente le mie idee all'AI.	La mia esperienza nell'utilizzo dell'AI è fondamentale per comunicare efficacemente le mie idee.	Quali AI vorresti usare per svolgere il task?

Le registrazioni dello schermo sono state annotate utilizzando un sistema di codifica basato su specifici codici di annotazione:

1. Attività del designer

ID: Ideazione (brainstorming).

SV: Sviluppo concept.

RF: Rifinitura e visualizzazione finale.

2. Uso degli strumenti

AI-IDEA: Utilizzo AI per generare idee o feedback.

AI-VIS: Generazione di immagini o visualizzazioni tramite AI.

SW-TRAD: Software tradizionali (es. CAD, Photoshop).

SK-MAN: Sketch manuale su carta o tablet.

RS-WEB: Ricerca di informazioni su Internet.

3. Frequenza e durata delle pause

PZ-FOR: Pausa forzata (>1 minuto di inattività).

PZ-RIF: Pausa riflessiva (osservabile dal comportamento).

4. Loop

LOOP: Revisione di un prompt o query AI (più tentativi).

5. Comunicazione

COM-VER: Comunicazione verbale
(es. commenti ad alta voce).

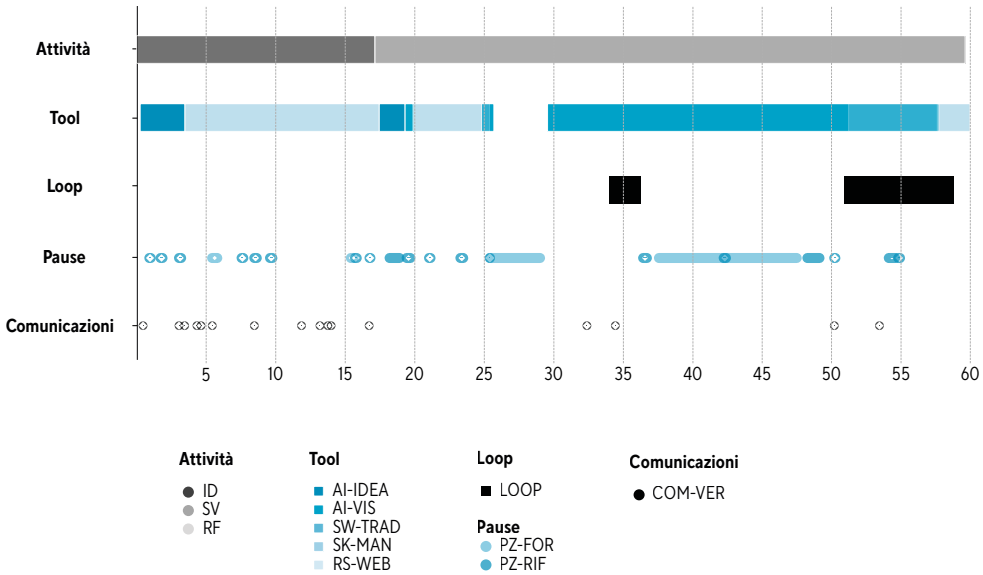


Fig. 22 - Timeline delle annotazioni ricavate dall'analisi delle registrazioni

Le videoregistrazioni delle mani sono state utilizzate per osservare comportamenti specifici e la gestualità, fornendo un riferimento visivo per comprendere le modalità di utilizzo degli sketch e degli strumenti fisici. Questi dati sono stati integrati con le registrazioni dello schermo per una visione completa del flusso progettuale. Per la costruzione dei grafici e l'analisi incrociata dei dati, è stato adottato un workflow in due fasi principali. Anzitutto, per la trascrizione dei momenti chiave (ad esempio l'inizio di un loop o l'uso di un tool), si è utilizzato ELAN (<https://archive.mpi.nl/tla/elan>), un software sviluppato dal Max Planck Institute for Psycholinguistics che consente di annotare tracce audio/video con una precisione fino a millisecondi. Ogni evento è stato codificato in ELAN e poi esportato in un file di testo contenente i relativi timestamp in millisecondi. Successivamente, tali dati sono stati elaborati in Python per generare le timeline dei diversi elementi (fasi di lavoro, tool impiegati, loop, ecc.).

I dati fisiologici rilevati tramite EmotiBit (EDA, frequenza cardiaca e temperatura) sono stati analizzati attraverso la generazione di curve temporali con codice Python. Le curve sono state sincronizzate con le registrazioni video per identificare picchi fisiologici e metterli in relazione con momenti specifici del task, come interazioni con l'AI, revisioni significative o completamenti delle fasi di progettazione. Questo approccio integrato ha permesso di correlare in modo preciso gli aspetti progettuali con le variazioni fisiologiche offrendo una visione completa del processo.

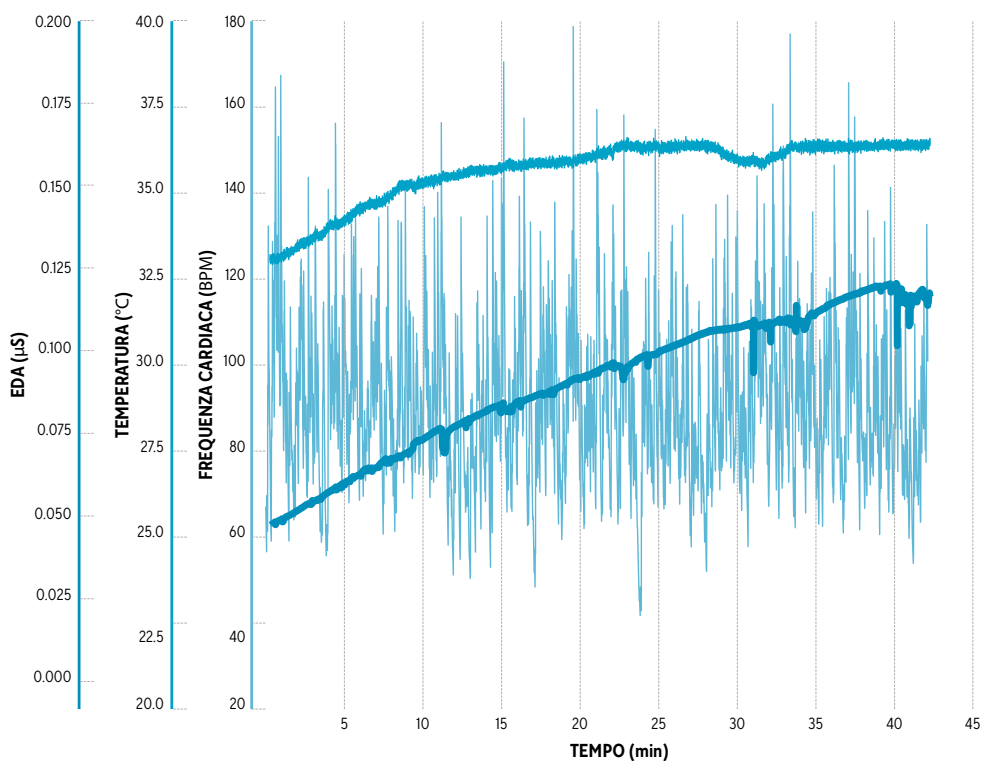


Fig. 23 - Timeline delle variazioni fisiologiche raccolte attraverso l'Emotibit

Le domande del post-task, che rispecchiano quelle del pre-task, organizzate per gruppo sono:

Gruppo	Item a	Item b	Item c	Item d
Rapidità ed efficienza nei processi progettuali	Penso che con l'AI io abbia ottenuto buoni risultati in tempi più brevi.	L'AI mi ha aiutato a rielaborare le idee più velocemente.	L'utilizzo dell'AI rende i miei processi di design più rapidi.	L'AI rallenta alcune fasi del processo di ideazione.
Supporto creativo e ideazione	In questo caso ritengo che l'AI abbia stimolato la mia creatività.	In questo caso ritengo che l'AI abbia limitato la mia creatività.	L'AI ha fornito soluzioni creative.	L'AI mi ha aiutato a trovare buone idee.
Efficacia nella rielaborazione e coerenza delle idee	L'AI mi ha aiutato a rielaborare le idee in modo efficace.	L'AI ha generato contenuti in modo aderente alla traccia che ho pensato e richiesto.	Penso che con l'AI io possa ottenere risultati migliori.	Sono soddisfatto/a dei concept finali.
Difficoltà e limiti nell'utilizzo dell'AI	In questo caso, è stato difficile far comprendere le mie idee all'AI	Ci sono dei dettagli che con l'AI non riesco a realizzare.	Sono stato frustrato perché non ho trovato un modo nell'interfaccia per raggiungere i miei obiettivi.	Durante il task, ho riscontrato dei momenti di stallo (loop comunicativi) con l'AI.
Esperienza e strategie d'uso	Le mie aspettative sono state confermate durante il task.	Per svolgere questo task, la mia esperienza ha aiutato a trovare modalità diverse per comunicare le mie idee all'AI.	La mia esperienza mi ha aiutato a comunicare le mie idee all'AI durante questo task.	Quali AI hai usato per svolgere il task?

Le interviste sono state riportate nell'appendice e analizzate confrontandole tra partecipanti e integrandole nell'analisi individuale.

Gli sketch consegnati come output finale, sia digitali che manuali, sono stati valutati da 3 professori universitari che sono anche designer professionisti, sulla base di criteri definiti:

- Originalità del concept: valutare quanto il design si distingue dai prodotti esistenti in termini di nuove idee e soluzioni.
- Innovazione nelle soluzioni: valutare la presenza di caratteristiche innovative o funzioni che migliorano l'esperienza d'uso rispetto ai modelli tradizionali.
- Funzionalità del design: valutare se il frullatore ad immersione è funzionale e risponde efficacemente alle esigenze di utilizzo.
- Efficienza (percepita dalle immagini consegnate): valutare quanto sembri facile usare il frullatore.
- Comfort (percepito): valutare quanto sembri essere confortevole usare il frullatore.
- Qualità estetica: valutare l'appeal visivo complessivo del concept, inclusi forma, proporzioni, armonia del design, e coerenza stilistica.
- Qualità del rendering: valutare la qualità tecnica del rendering/sketch, considerando la chiarezza delle immagini, l'uso appropriato di luci e ombre, la resa dei materiali e la precisione dei dettagli nelle viste prospettiche e di dettaglio.
- Aderenza ai requisiti: valutare quanto il concept rispetta le specifiche e i requisiti definiti nel brief, inclusa la richiesta di innovazione e funzionalità.
- Completezza del concept: valutare se tutte le parti richieste (vista prospettica, vista di dettaglio, vista di utilizzo) sono state sviluppate correttamente e in modo completo.

La media delle valutazioni per singolo aspetto vengono riportate nella tabella seguente:

Partecipanti	Originalità del concept	Innovazione nelle soluzioni	Funzionalità del design	Efficienza	Comfort	Qualità estetica	Qualità del rendering	Aderenza ai requisiti	Completezza del concept	Media
partecipante 01	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
partecipante 02	3	3	4	4	3	3	2	5	3	3,3
partecipante 03	5	5	4	4	3	4	3	4	5	4,1
partecipante 04	4	4	5	5	5	4	4	5	5	4,6
partecipante 05	2	2	4	3	3	3	3	5	5	3,3
partecipante 06	4	4	5	5	5	5	4	5	5	4,7
partecipante 07	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4,6
partecipante 08	3	3	4	4	3	2	1	5	4	3,2
partecipante 09	3	3	4	4	4	1	1	5	4	3,2
partecipante 10	5	4	5	4	4	5	5	4	4	4,4
partecipante 11	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3,6
partecipante 12	5	4	4	4	4	4	4	3	5	4,1
partecipante 13	5	5	4	3	4	3	3	5	4	4
partecipante 14	4	4	3	2	2	2	2	4	4	3
partecipante 15	4	4	5	5	4	5	4	5	3	4,3
partecipante 16	3	3	2	2	2	2	2	5	5	2,9

6.3.1. Confronto tra partecipanti

Questa sezione presenta un confronto tra i partecipanti, mettendo in relazione i dati raccolti attraverso i diversi metodi, seguendo l'ordine in cui sono stati eseguiti dai soggetti: questionari pre-task,, analisi dei task, questionario post-task e comparazione pre-post, interviste semi-strutturate e valutazioni complessive.

QUESTIONARIO PRE-TASK

Il primo gruppo di domande (Appendice, Tab. 6.1.) ha rivelato un consenso positivo sulla capacità dell'AI di aumentare la rapidità ed efficienza. La media complessiva del gruppo suggerisce che i partecipanti ritengono l'AI un valido supporto, con punteggi particolarmente elevati per l'aiuto nella rielaborazione delle idee ($M = 4.19$). Tuttavia, l'analisi degli item rivela alcune criticità e aree di miglioramento.

Ad esempio, la percezione di "rapidità nei processi di design" (c1) è meno fortemente correlata agli altri item, indicando che non tutti associano l'AI a un'accelerazione lineare del processo. Parallelamente, l'item inverso (d1), con la media più bassa ($M = 2.31$), conferma che solo una minoranza percepisce rallentamenti significativi. Questo aspetto, seppur marginale, sottolinea l'importanza di considerare la complessità delle interazioni con l'AI, che potrebbero richiedere un adattamento per ottenere risultati ottimali.

Dal punto di vista statistico, il valore di α di Cronbach complessivo (0.696) suggerisce una coerenza moderata nella scala, coerente con la multidimensionalità del concetto analizzato. Le correlazioni tra gli item mostrano che la rielaborazione delle idee (b1) è il punto focale dell'efficienza percepita, mentre l'uso generale dell'AI nei processi rapidi (c1) appare più sfumato.

Il secondo gruppo di domande del pre-questionario (Appendice 6 Tab. 6.2.) esplora come l'intelligenza artificiale venga percepita nel supporto alla creatività e all'ideazione, indagando sia il suo potenziale stimolante sia eventuali limiti. I risultati indicano una percezione complessivamente positiva, con i partecipanti che riconoscono il ruolo dell'AI nel fornire soluzioni creative e nel supportare la generazione di idee.

La variabilità nelle risposte evidenzia differenze individuali legate probabilmente all'esperienza o al concetto di "creatività" che può essere interpretato in modi diversi a seconda del contesto e delle esperienze personali. Non avendo discusso o definito il concetto prima del questionario, è plausibile che i partecipanti abbiano risposto basandosi su nozioni divergenti, portando a una maggiore dispersione nei punteggi. La media complessiva di 3.27 (SD = 0.788) suggerisce che l'AI è percepita più come uno strumento utile che limitante, anche se alcune riserve rimangono. L'item "Penso che l'AI stimoli la mia creatività" (media 3.38) sottolinea che molti partecipanti vedono l'AI come una fonte di ispirazione, ma le opinioni non sono uniformi, come dimostra la deviazione standard elevata (1.258). D'altro canto, l'item inverso "Penso che l'AI limiti la mia creatività" (media 2.75) conferma che la maggior parte non percepisce l'AI come un ostacolo, ma la sua bassa correlazione con gli altri item indica che la percezione di limite creativo potrebbe dipendere da fattori specifici non esplorati direttamente. Gli item che si concentrano sul valore pratico dell'AI nella generazione di idee e soluzioni creative ("L'AI mi aiuta a trovare buone idee", media 3.44, e "Penso che l'AI possa fornire soluzioni creative", media 3.50) mostrano un buon allineamento con il resto della scala. Ciò evidenzia che i partecipanti riconoscono l'AI come uno strumento capace di supportare l'ideazione in modo concreto.

Il terzo gruppo di domande (Appendice, Tab. 6.3.) analizza quanto l'AI sia percepita come uno strumento efficace nel migliorare la coerenza e la rielaborazione delle idee, nonché nella soddisfazione generale dei risultati ottenuti. I partecipanti hanno fornito risposte generalmente positive, con una media complessiva di 3.56 (SD = 0.661), evidenziando un consenso moderato sull'efficacia dell'AI in questi aspetti. Gli item specifici mostrano un quadro interessante. La domanda "L'AI mi ha aiutato a rielaborare le idee in modo efficace" ha ottenuto una media di 3.81, la più alta del gruppo, confermando che i partecipanti apprezzano l'aiuto dell'AI nel migliorare le proprie idee. Tuttavia, le opinioni sulla capacità dell'AI di generare contenuti aderenti alle tracce definite sono più variabili, con una media di 3.31 e una deviazione standard più contenuta (SD = 0.793), suggerendo che l'aderenza ai requisiti richiesti non è sempre percepita come pienamente soddisfacente. Gli item che esplorano i risultati generali ottenuti con l'AI ("Penso che con l'AI io possa ottenere risultati migliori", media 3.44, e "In generale sono soddisfatto dei risultati che ottengo con l'AI", media 3.69) mostrano un livello di soddisfazione stabile, ma non eccezionalmente alto.

La variabilità nelle risposte suggerisce che, mentre molti partecipanti riconoscono il valore dell'AI, esistono delle riserve rispetto alla sua piena efficacia.

Il quarto gruppo (Appendice, Tab. 6.4.) esplora le difficoltà e i limiti che i partecipanti incontrano nell'utilizzo dell'intelligenza artificiale, concentrandosi sulla capacità dell'AI di comprendere le idee degli utenti, sui dettagli non realizzabili e sui momenti di stallo o frustrazione. La media complessiva del gruppo ($M = 2.98$, $SD = 0.496$) riflette un giudizio neutro, con alcune domande che mostrano percezioni contrastanti.

La bassa alfa di Cronbach si spiega principalmente con la multidimensionalità del concetto di "difficoltà e limiti". Le difficoltà legate all'uso dell'AI si manifestano in forme diverse: tecniche (come l'incapacità di gestire dettagli complessi), cognitive (difficoltà nel far comprendere le proprie idee all'AI) ed emotive (frustrazione o momenti di stallo). Questi aspetti rappresentano esperienze distinte, non strettamente correlate tra loro, portando a risposte incoerenti tra gli item. Ad esempio, un partecipante potrebbe riscontrare problemi tecnici ma non emotivi, mentre un altro potrebbe vivere il contrario. Questa variabilità è amplificata dalla diversa gravità percepita delle difficoltà: le limitazioni tecniche (b4, media = 4.25) sono universalmente riconosciute, mentre le difficoltà cognitive ed emotive (a4, c4, d4, medie tra 2.50 e 2.69) sono più soggettive e dipendono dall'esperienza individuale e dalle aspettative.

Inoltre le correlazioni tra gli item sono inoltre molto deboli (es. b4 ha una correlazione quasi nulla con gli altri), indicando che i partecipanti non percepiscono queste difficoltà come aspetti interconnessi, ma come problematiche separate. Per questo motivo nelle considerazioni complessive si andrà a suddividere il Gruppo 4 PRE in sottoscale distinte: comunicazione uomo-AI (item a4, d4), limiti tecnici dell'AI (item b4) e in frustrazione emotiva (item c4).

Il quinto gruppo di domande (Appendice, Tab. 6.5.) esplora quanto l'esperienza e le strategie personali influenzino l'uso dell'intelligenza artificiale. I risultati mostrano una percezione positiva, con una media complessiva di 3.35 (SD = 0.977), indicando che i partecipanti riconoscono il ruolo dell'AI nei propri processi, pur con margini di miglioramento. Gli item "Oggi l'AI è parte integrante dei miei processi di design" (a5) e "Ho messo a punto diverse strategie per comunicare più efficacemente le mie idee all'AI" (b5) presentano una media alta e identica (3.56). Ciò suggerisce che i partecipanti, nel complesso, si stanno adattando all'uso dell'AI, integrandola nei propri flussi di lavoro e sviluppando strategie per ottimizzarne l'efficacia.

Tuttavia, l'item "La mia esperienza nell'utilizzo dell'AI è fondamentale per comunicare efficacemente le mie idee" (c5) ha una media più bassa (2.94), indicando che non tutti ritengono l'esperienza un elemento cruciale per il successo dell'interazione con l'AI, oppure che ancora non hanno affinato delle tecniche comunicative efficaci.

ANALISI TASK

I grafici che si trovano in Appendice 6 sono organizzati in una sequenza che riflette il livello di dettaglio delle informazioni raccolte. In primo luogo, vengono presentate le tempistiche generali, i momenti di processo e le pause: questo primo set offre una visione d'insieme del flusso lavorativo, evidenziando come e quando si susseguono le diverse fasi, comprese le brevi interruzioni che segnano momenti di riflessione o transizione. Successivamente, si passa all'analisi del tempo attivo e dell'impiego dei tool, mostrando come gli strumenti vengano integrati nel workflow dei designer durante le fasi operative. Viene poi approfondita la relazione tra tool e AI, per evidenziare in che modo le funzionalità basate sull'intelligenza artificiale vengano attivate in concomitanza con altri strumenti di supporto. A seguire, l'attenzione si concentra specificamente sull'uso dell'AI, distinguendo tra le modalità riflessive e generative, al fine di evidenziare le differenze di approccio e le relative implicazioni sul processo creativo. In seguito, viene esaminata la presenza dei loop fornendo una chiave interpretativa per comprendere le dinamiche di co-creazione. Infine, l'analisi si conclude con la presentazione dei parametri fisiologici, in cui i picchi di stress sono correlati ai momenti critici individuati nei grafici precedenti.

Dal primo grafico, riportato in Appendice (Grafico 6.1.), si può notare che nel complesso la durata media delle sessioni di lavoro si aggira intorno ai 60 minuti, con un solo caso in cui il tempo è stato leggermente esteso a causa di una pausa imprevista (il partecipante è uscito per andare in bagno). Dall'analisi dei grafici emerge che la fase di sviluppo del concept (SV) rappresenta il blocco temporale più consistente, seguita dal brainstorming (ID), mentre la rifinitura finale (RF) risulta mediamente molto breve o addirittura assente in 14 dei 16 casi, con solo due partecipanti che hanno dedicato un tempo prolungato alla rifinitura.

Questa distribuzione delle fasi attive (ID, SV, RF) non è uniforme: alcuni designer investono maggiormente nel brainstorming iniziale per poi passare a uno sviluppo lineare, mentre altri si concentrano sulla concretizzazione del concept, lasciando poco spazio a una rielaborazione finale approfondita. Dai grafici emerge inoltre la presenza di momenti di comunicazione verbale (COMVER) e pause riflessive (PZ-RIF) di breve durata, spesso inferiori al minuto. Tali pause riflessive si collocano in punti strategici, come nei passaggi tra brainstorming e sviluppo (ID→SV) o nelle fasi di transizione quando il designer verifica la coerenza delle proprie idee. La comunicazione verbale, invece, è distribuita in modo eterogeneo tra i partecipanti: alcuni la utilizzano in maniera più frequente per verbalizzare i dubbi, mentre altri si concentrano rimanendo in silenzio riducendo gli scambi a momenti più sporadici. È importante sottolineare che il tempo complessivo a disposizione era "estremamente" limitato, poiché i partecipanti dovevano completare le tre viste richieste in una singola sessione. Questa condizione sperimentale non rispecchia il normale iter di sviluppo dei concept, in cui i designer solitamente dispongono di tempistiche più ampie e lavorano in ambienti meno osservati. Il vincolo temporale incide chiaramente sul comportamento, inducendo strategie operative più rapide e riducendo la fase di rifinitura. Come vedremo nelle sezioni successive, tale pressione temporale si riflette anche sui parametri fisiologici e sui pattern di interazione con i tool, fornendo indicazioni preziose sull'impatto dello stress e della necessità di gestire molteplici attività (comunicazione, riflessione, sviluppo) in tempi ristretti.

Il secondo grafico (Appendice, Grafico 6.2.) riporta l'utilizzo di tool rispetto alle fasi di processo. Osservando la distribuzione dei tool (in azzurro) rispetto al tempo attivo (in grigio), si conferma un pattern in cui la ricerca web (RS-WEB) e AI-IDEA risultano più concentrate nelle fasi iniziali di brainstorming (ID) o in momenti specifici, spesso legati all'approfondimento di aspetti tecnici e formali. Questo suggerisce che, quando i designer hanno bisogno di chiarire i vincoli progettuali o ottenere riferimenti, ricorrono subito a fonti esterne e all'AI in modalità riflessiva. A seguire, la fase di sviluppo del concept (SV) mostra un impiego più intenso di AI-VIS, degli strumenti tradizionali (SW-TRAD) e dello sketch manuale (SK-MAN). In particolare, SK-MAN, sebbene veloce per tradurre rapidamente le idee in bozze, presenta una forte variabilità qualitativa: alcuni designer, grazie a una maggiore padronanza del disegno, ottengono risultati visivi di elevata qualità, mentre altri producono sketch più approssimativi ma comunque utili a fissare rapidamente l'idea.

Un aspetto interessante è che chi realizza schizzi manuali più raffinati riesce poi a integrarli con l'AI (sia AI-IDEA sia AI-VIS) in modo più fluido, importandoli come base per ulteriori elaborazioni. Questo passaggio indica come, in condizioni di tempo limitato, i partecipanti si affidino a una strategia ibrida, alternando il tratto manuale – rapido e personalizzato – all'efficienza degli strumenti AI, che permettono di generare e modificare output visivi in tempi molto ridotti. Tale sinergia tra strumenti digitali e manuali diventa una leva per compensare la scarsità di tempo, accelerando la fase di ideazione e di rappresentazione del concept. Infine, l'uso intensivo di AI, in particolare AI-VIS, emerge come una risposta naturale alla pressione temporale: il designer, trovandosi a dover produrre rapidamente output presentabili, sfrutta la potenza generativa dell'AI per ottenere in pochi secondi più varianti, tra cui poi sceglie e rielabora quella più adatta. Questa strategia operativa risulta vincente anche per ovviare alla quasi totale mancanza di una fase di rifinitura finale (RF), la quale, come abbiamo visto, è stata spesso sacrificata o fortemente ridotta. Dall'analisi delle timeline, dove sono evidenziati in modo specifico gli intervalli temporali in cui le AI vengono impiegate per l'ideazione e per la generazione visiva (Appendice, Grafico 6.3.) risulta che, mentre tutti i partecipanti, tranne il soggetto 07, hanno fatto almeno un uso di AI-IDEA, non tutti hanno invece utilizzato AI-VIS. Ciò evidenzia un approccio comune all'uso dell'AI in modalità riflessiva, finalizzata alla definizione delle linee guida del concept, ma una maggiore variabilità per quanto riguarda la scelta di affidarsi, o meno, agli strumenti generativi.

In generale, AI-IDEA tende a essere impiegata in sequenze brevi e ripetute, spesso collocate nella fase iniziale o in momenti strategici del task, a indicare un utilizzo orientato all'impostazione e al chiarimento dei vincoli progettuali (ad esempio, ricerca di riferimenti tecnici o validazione di spunti formali). Queste sequenze, che possono durare anche solo una manciata di secondi (20-40 secondi), si ripresentano con regolarità, evidenziando come i designer si appoggino a questo tool per consolidare rapidamente alcuni aspetti dell'idea. Al contrario, AI-VIS (impiegato solo da alcuni partecipanti) si configura prevalentemente come uno strumento generativo: in molti casi, chi lo utilizza lo attiva in sessioni meno numerose ma potenzialmente più lunghe, mirate a produrre output visivi di riferimento o prototipi. In altre parole, i designer che ricorrono a AI-VIS tendono a dedicare blocchi di tempo consistenti quando hanno già definito una base concettuale (spesso tramite AI-IDEA e/o altri tool) e desiderano tradurla in immagini o rappresentazioni tangibili.

È interessante notare come questa modalità, pur risultando meno frammentata rispetto a AI-IDEA, possa subire interruzioni dovute alla necessità di "ricalibrare" il prompt o di confrontare più alternative generate dall'AI. La differenza di pattern (brevi sequenze ripetute per AI-IDEA contro blocchi più lunghi ma meno frequenti per AI-VIS) riflette la natura complementare dei due tool. Mentre AI-IDEA funge da supporto riflessivo, aiutando i designer a chiarire dubbi e vincoli in modo rapido, AI-VIS favorisce la fase di sperimentazione visiva, consentendo la produzione di varianti in tempi ridotti. Dal confronto tra i partecipanti si nota che chi fa un uso intensivo di AI-IDEA tende ad avere un approccio più frammentato, intercalando momenti di riflessione e verifica, mentre chi si concentra maggiormente su AI-VIS cerca di sfruttare la potenza generativa dell'AI per accelerare la prototipazione visiva, dedicando intere sessioni allo sviluppo di più alternative da confrontare.

L'uso dell'AI nel design si configura come un vero e proprio processo di co-creazione, che richiama le dinamiche di un protocollo think aloud come descritto da G. Goldschmidt (2014). In questo contesto, le microdecisioni – i cosiddetti "critical moves" – dei designer si alternano agli output delle GenAI e questo alternarsi mostra il percorso evolutivo del pensiero progettuale. Quando i designer utilizzano AI-IDEA, il processo è prevalentemente riflessivo e lineare. In questa modalità, l'AI funge da supporto convergente: il designer raccoglie informazioni, definisce dettagli tecnici e cerca conferme, spesso integrando le proposte dell'AI

con ulteriori ricerche su Internet. Il flusso cognitivo in questa fase si sviluppa in modo sequenziale, con poche critiche alle proposte dell'AI, e si può paragonare a un "think aloud" in cui ogni passaggio è tracciato e verificato, rafforzando così la struttura del pensiero progettuale. Al contrario, l'utilizzo di AI-VIS introduce una modalità generativa e non lineare. Qui l'AI produce simultaneamente molteplici output visivi, creando una rete complessa di possibilità – un vero e proprio "network of moves" (Goldschmidt, 2014). Il designer, di fronte a opzioni che possono arrivare anche in gruppi di quattro, è chiamato a compiere microdecisioni rapide per selezionare e rielaborare le proposte. Questa fase, che incoraggia il pensiero divergente, evidenzia come il processo creativo non segua una semplice sequenza lineare, ma si sviluppi attraverso una continua alternanza di scelte, rielaborazioni e in cui le prime iterazioni possono risultare poco chiare.

L'utilizzo di AI-VIS, introduce una complessità che favorisce l'insorgere di loop (momenti di stallo o di ripetizione riportati nel Grafico 6.4. in Appendice) in cui il designer e l'AI faticano a capirsi, generando iterazioni multiple di uno stesso output. Mentre con AI-IDEA il processo si mantiene tendenzialmente lineare e sequenziale, con AI-VIS l'elevato numero di alternative proposte e la necessità di ricalibrare i prompt (soprattutto nelle prime fasi di "confidenza" tra designer e AI) possono far sì che il designer ritorni più volte sullo stesso punto, cercando di ottenere un risultato coerente con l'intento progettuale. Secondo i termini usati nella linkografia (Goldschmidt, 2014), questi loop corrispondono a "ritorni" o "ripetizioni" di mosse (moves) che interrompono la progressione lineare del progetto: invece di avanzare verso la soluzione, il processo si riavvolge su sé stesso e il designer deve rivedere le scelte precedenti o riproporre nuove istruzioni all'AI per risolvere le incongruenze. Questa dinamica di andata e ritorno si manifesta soltanto nelle sessioni AI-VIS, perché l'intensa generazione di output e la molteplicità di alternative da vagliare rendono inevitabile un maggior numero di rielaborazioni e aggiustamenti iterativi.

Per analizzare lo stato di stress e l'andamento dei parametri fisiologici durante il task, come descritto in precedenza si è fatto ricorso all'EmotiBit, dispositivo che misura l'EDA (Electrodermal Activity), la frequenza cardiaca (tramite sensore PPG) e la temperatura cutanea. Poiché ciascun partecipante presenta valori di base differenti per battito cardiaco, conduttanza cutanea e temperatura, è stato adottato un approccio relativo, focalizzandosi sui picchi rispetto alle medie personali anziché sui valori assoluti (Appendice, Grafico 6.5.). In questo modo si è potuto identificare, per ogni designer, quando si verificavano variazioni significative (contrassegnate nel grafico con asterisco per l'ansia, cerchio per il battito cardiaco e frecce su/giù per l'aumento o la diminuzione della temperatura). Dall'osservazione dei dati, emerge che i picchi di EDA – indice di stress o eccitazione emotiva – coincidono spesso con i momenti di loop durante l'utilizzo di AI-VIS, ossia quelle fasi iterative in cui il designer deve ricalibrare ripetutamente il prompt o gestire più output simultanei. Tali loop, caratterizzati da un elevato carico cognitivo, si associano a incrementi significativi sia nella conduttanza cutanea sia nella frequenza cardiaca, con occasionali variazioni di temperatura (in aumento o in calo) che riflettono la risposta fisiologica a situazioni percepite come complesse o frustranti.

Questo fenomeno suggerisce che la modalità generativa e meno lineare di AI-VIS possa comportare un impatto emotivo e psicofisiologico più marcato rispetto alle fasi di brainstorming o sviluppo lineare (AI-IDEA), evidenziando come le microdecisioni ripetute e i loop possano influire direttamente sullo stato psicofisico dei designer.

WHATPULSE

L'osservazione delle pressioni dei tasti e dei movimenti del mouse tramite WhatPulse ha consentito di evidenziare pattern di utilizzo sostanzialmente differenti tra chi ha operato con software "tradizionali", chi ha disegnato a mano e chi ha fatto largo impiego di strumenti di Generative AI (ad esempio ChatGPT o Midjourney).

In generale, i grafici dei singoli partecipanti, ottenuti dall'elaborazione degli output di whatpulse attraverso Python (in Appendice 6.6. dal partecipante 01 al 16), mostrano come le pressioni totali siano composte da un set ricorrente di tasti utilizzati con frequenza: questo risultato è particolarmente evidente per i partecipanti che hanno inserito prompt testuali lunghi. Al contrario, i designer che hanno lavorato con tool di modellazione CAD o software di fotoritocco hanno fatto ampio ricorso ai comandi rapidi (shortcuts), come testimoniano i picchi di combinazioni di tasti (Ctrl, Alt, Shift, ecc.).

Nel complesso, l'analisi congiunta di pressioni totali e movimenti del mouse evidenzia pattern coerenti con le scelte di strumento e di metodo:

- Designer più "testuali" (prompt chat, ricerche, editing di testo) mostrano un maggiore conteggio di lettere e spazi.
- Designer che lavorano con software 3D o 2D tradizionali registrano picchi di combinazioni da tastiera (Ctrl, Alt, Shift...) e numerosi clic nelle zone delle toolbar.
- Chi adopera schizzi a mano tende ad avere valori molto bassi, poiché concentra il lavoro sulla carta o tavoletta, limitando la digitazione e l'uso del mouse.

QUESTIONARIO POST-TASK

Il questionario post-task (Appendice, Tab 6.6.), strutturato in modo analogo a quello pre-task, è stato somministrato immediatamente dopo la conclusione del task.

Il primo gruppo del post-questionario (Appendice, Tab 6.7.) indaga la percezione dei partecipanti sull'impatto dell'AI in termini di rapidità ed efficienza nei processi progettuali, confrontando le risposte dopo l'esperienza pratica con l'AI. I risultati mostrano una percezione complessivamente positiva, con una media complessiva di 3.77 (SD = 0.661). Il valore più alto si registra per l'item "L'AI mi ha aiutato a rielaborare le idee più velocemente" (b1, M = 4.06), confermando che i partecipanti apprezzano la capacità dell'AI di supportare la velocità nei processi di rielaborazione creativa. Gli item "Penso che con l'AI io abbia ottenuto buoni risultati in tempi più brevi" (M = 3.38) e "L'utilizzo dell'AI rende i miei processi di design più rapidi" (c1, M = 3.88) mostrano una percezione più moderata, suggerendo che l'efficienza generale è riconosciuta ma non universalmente. L'item inverso "L'AI rallenta alcune fasi del processo di ideazione" (d1, M = 3.75) evidenzia che, per una parte dei partecipanti, ci sono ancora momenti di rallentamento legati all'interazione con l'AI, pur mantenendo un giudizio mediamente positivo.

Il secondo gruppo del post-questionario (Appendice, Tab 6.8.) evidenzia una percezione neutra-leggermente positiva dell'AI nel supporto creativo (media complessiva 2.92, SD = 0.624). I punteggi più alti si registrano per la capacità dell'AI di aiutare a trovare buone idee (d2, M = 3.44) e, in misura minore, di stimolare la creatività (a2, M = 3.31). Tuttavia, l'AI è vista meno come uno strumento autonomo nella generazione di soluzioni creative (c2, M = 3.06) e non è percepita come un limite alla creatività (b2, M = 1.88). Questi dati suggeriscono che l'AI sia stata utilizzata con maggior successo prevalentemente per stimolare la riflessione e generare idee, piuttosto che per creare output completi. I partecipanti sembrano aver visto l'AI come un valido supporto nella fase di ideazione, ma non ancora come uno strumento pienamente integrato nelle fasi operative di realizzazione della forma.

Il terzo gruppo del post-questionario (Appendice, Tab 6.9.) evidenzia una percezione neutra-moderatamente positiva dell'AI nell'ambito della rielaborazione e coerenza delle idee, con una media complessiva di 3.27 (SD = 0.616). L'AI è percepita come utile nel migliorare le idee (a3, M = 3.53) e nel generare contenuti coerenti con le richieste (b3, M = 3.27), ma con una variabilità significativa nelle risposte. La soddisfazione rispetto ai risultati finali (d3, M = 2.73) risulta più bassa, suggerendo che il passaggio dalla rielaborazione alla piena soddisfazione dei concept finali non sia stato sempre efficace. Le basse correlazioni tra gli item (ad esempio, a3 e d3) riflettono un utilizzo frammentato dell'AI: alcuni partecipanti potrebbero aver percepito un supporto più forte nella rielaborazione che nella generazione di risultati finali coerenti. I risultati suggeriscono che l'AI è stata apprezzata per il supporto nella rielaborazione e nella generazione di contenuti aderenti alle richieste, ma non sempre ha soddisfatto le aspettative in termini di qualità complessiva dei concept finali.

Nel post-questionario, il Gruppo 4 (Appendice, Tab 6.10.) conferma molte delle tendenze emerse nel pre-questionario, ma con alcune differenze rilevanti. Come già osservato in precedenza, le difficoltà tecniche continuano a rappresentare l'aspetto più critico nell'interazione con l'AI. L'item "Ci sono dei dettagli che con l'AI non riesco a realizzare" (b4) ottiene anche qui il punteggio più alto (M = 3.94), evidenziando che i partecipanti percepiscono ancora limiti significativi nell'AI quando si tratta di gestire richieste più complesse o dettagliate. Al contrario, le difficoltà nel comunicare con l'AI (a4, M = 2.88) e la frustrazione legata all'interfaccia (c4, M = 2.56) sono percepite meno frequentemente. I momenti di stallo comunicativo (d4, M = 3.00) rappresentano un aspetto intermedio, evidenziando che alcuni partecipanti hanno riscontrato blocchi durante l'interazione.

Il quinto gruppo del post-questionario (Appendice, Tab 6.11.) analizza il ruolo dell'esperienza e delle strategie personali nello svolgimento del task con l'AI. La media complessiva del gruppo è 3.60 (SD = 0.712), indicando una percezione positiva rispetto all'influenza dell'esperienza nel migliorare l'interazione con l'AI. L'item con il punteggio più alto, "La mia esperienza mi ha aiutato a comunicare le mie idee all'AI durante questo task" (c5, media = 3.75), evidenzia che i partecipanti ritengono l'esperienza personale un fattore determinante per un'interazione efficace. Anche l'item "Le mie aspettative sono state confermate durante il task" (a5, media = 3.56) e "La mia esperienza ha aiutato a trovare modalità diverse per comunicare le mie idee" (b5, media = 3.50) riflettono una percezione positiva, ma con maggiore variabilità.

MEDIE PRE-POST TASK

Le medie tra i pre e post-questionari mostrano variazioni limitate e non significative per tutti i gruppi. Questo suggerisce che l'esperimento ha riprodotto le dinamiche che di solito i designer incontrano con l'AI, per questo i partecipanti non hanno modificato in modo sostanziale le proprie risposte. Le criticità emerse nel pre-questionario, come i limiti tecnici e la difficoltà di generare soluzioni creative, permangono nel post-questionario. Allo stesso modo, i punti di forza percepiti, come la capacità dell'AI di supportare la generazione di idee e la rielaborazione, non sembrano amplificati dall'esperienza.

INTERVISTE SEMI-STRUTTURATE

Le annotazioni derivanti dalle interviste semi-strutturate sono state analizzate per integrare le informazioni mancanti o approfondire criticità emerse dai dati quantitativi. Questo approccio ha fornito insight qualitativi utili per comprendere strategie, difficoltà e percezioni non completamente catturate dai questionari. L'analisi delle interviste semi-strutturate evidenzia come l'impiego dell'intelligenza artificiale nei processi creativi e progettuali si articoli in diverse modalità operative, strumenti utilizzati e criticità emergenti. In primo luogo, alcuni partecipanti – in particolare il 03, il 06 e l'11 – hanno utilizzato l'AI come strumento di brainstorming e ricerca di idee, sfruttandola per approfondire concetti e stimolare nuove prospettive creative; il partecipante 02, inoltre, ha sottolineato come l'AI possa “accendere la lampadina”, generando intuizioni su aspetti precedentemente non considerati. Parallelamente, altri soggetti, quali il 04 e il 05, impiegano l'AI per validare il concept, verificandone la fattibilità tecnica e i dettagli operativi, come ad esempio il controllo dei principi fisici sottesi alle proprie idee. Un ulteriore ambito applicativo riguarda la generazione e il ritocco delle immagini: i partecipanti 07, 10, 12, 13, 15 e 16 hanno integrato l'AI – spesso in combinazione con altri strumenti – per produrre rappresentazioni visive o per effettuare interventi di fotoritocco. Pur riconoscendo, in alcuni casi (ad es. il partecipante 12), l'efficienza dell'AI nel velocizzare la produzione, emergono criticità relative alla coerenza visiva, come anche la difficoltà di trasmettere in modo chiaro e completo richieste visive complesse, un problema evidenziato dal partecipante 13.

Alcuni partecipanti, invece, hanno adottato un approccio più sintetico, limitandosi a fornire una panoramica dei passaggi svolti (partecipanti 01 e 14). Sul fronte degli strumenti, le soluzioni adottate variano in base alle esigenze specifiche del task e alle competenze pregresse degli utenti. Per la generazione di immagini, ad esempio, i partecipanti 01 e 06 hanno integrato Vizcom nel loro workflow, mentre Adobe Firefly è stato utilizzato dal partecipante 07 e sperimentato dal partecipante 09. Midjourney è impiegato dai partecipanti 10, 12 e 15, nonostante siano state segnalate difficoltà nel mantenere la coerenza delle immagini, mentre Image Creator (Microsoft Bing) è stato scelto dai partecipanti 14 e 16 – con quest'ultimo che ha evidenziato le limitazioni della versione gratuita, in particolare nella capacità di replicare con precisione le stesse immagini.

Strumenti tradizionali come Photoshop e Illustrator, utilizzati da partecipanti 05, 07 e 13, sono spesso integrati per il ritocco e la validazione visiva, a compensare le lacune degli algoritmi di generazione. Anche ChatGPT viene impiegato, soprattutto per attività di brainstorming e validazione, sebbene il suo utilizzo nella generazione di output visivi non si riveli sempre ottimale. Tra le principali criticità, si evidenziano le difficoltà tecniche nel mantenere la coerenza tra le immagini, con partecipanti 10 e 12 che segnalano problemi di uniformità, e il partecipante 16 che sottolinea come il tool gratuito di Image Creator non permetta di replicare efficacemente le medesime immagini. Un ulteriore punto critico riguarda la comunicazione delle richieste all'AI: la capacità di formulare prompt accurati risulta determinante per ottenere risultati soddisfacenti, come evidenziato dal partecipante 06, mentre il partecipante 05 manifesta difficoltà nel comunicare in maniera precisa le proprie esigenze. La limitazione temporale, inoltre, emerge come fattore critico: il tempo insufficiente messo a disposizione ha compromesso, per alcuni (come i partecipanti 01 e 10), la possibilità di sviluppare strategie efficaci e di affrontare aspetti specifici (ad esempio, il close-up o la coerenza visiva). La diversità degli approcci osservata riflette la variegata esperienza e il focus operativo dei partecipanti: mentre alcuni si concentrano maggiormente sulla ricerca concettuale, altri privilegiano l'aspetto pratico della generazione. Le criticità emerse, in particolare quelle legate alla coerenza tecnica e alla comunicazione delle richieste, suggeriscono la necessità di integrare l'uso dell'AI con strumenti tradizionali e di sviluppare competenze specifiche nel prompt design, al fine di sfruttare appieno le potenzialità di queste tecnologie e mitigare le loro limitazioni.

VALUTAZIONI

L'analisi comparativa delle valutazioni fornisce un quadro dettagliato delle performance progettuali dei partecipanti, esaminate su nove dimensioni: originalità del concept, innovazione, funzionalità del design, efficienza, comfort, qualità estetica, qualità del rendering, aderenza ai requisiti e completezza del concept. I punteggi, che variano da un minimo di 3,0 a un massimo di 4,9, evidenziano una marcata eterogeneità nelle prestazioni, con alcuni designer che emergono per la loro capacità di coniugare creatività e rigore tecnico, mentre altri presentano criticità soprattutto nella fase concettuale.

L'analisi dei punteggi medi rivela una variabilità significativa nelle performance (range 2,9 – 5,0), suggerendo differenti livelli di competenza progettuale tra i partecipanti. Tale diversificazione potrebbe essere parzialmente attribuibile anche alla gestione del tempo, fattore che plausibilmente ha influito sui risultati finali.

Il Partecipante 01 si distingue con una media di 5,0, dimostrando equilibrio tra creatività, funzionalità ed estetica. Prestazioni notevoli caratterizzano anche i Partecipanti 06 (media 4,7), 04 e 07 (entrambi 4,6).

Nella fascia intermedia si collocano i Partecipanti 03, 12 e 13 (medie 4,0 – 4,1), con progetti generalmente validi ma disomogenei nei singoli indicatori. I Partecipanti 02, 05, 08, 09, 11 e 14 presentano medie tra 3,0 e 3,3, con criticità prevalenti in originalità e innovazione. Il Partecipante 16 registra la media più contenuta (2,9), evidenziando difficoltà in funzionalità, efficienza e comfort.

L'analisi trasversale delle dimensioni valutative evidenzia tendenze comuni: le dimensioni relative alla Qualità estetica e alla Qualità del rendering mostrano una marcata variabilità, con alcuni designer che raggiungono l'eccellenza (punteggio 5) e altri che registrano valori criticamente bassi, rivelando una disparità significativa nella cura visiva dei progetti. Al contrario, l'Aderenza ai requisiti risulta generalmente elevata, suggerendo che, complessivamente, i partecipanti comprendono e rispettano adeguatamente il brief fornito.

Occorre considerare, inoltre, che le performance sono state influenzate non solo dalle competenze individuali, ma anche dalla gestione del tempo disponibile, un fattore che potrebbe aver condizionato in modo particolare le dimensioni relative alla completezza e alla qualità del rendering. Le differenze, in un contesto di tempo ristretto, si evidenziano soprattutto tra i partecipanti che hanno utilizzato l'AI per la generazione e sono riusciti a integrarla efficacemente nel processo progettuale, aspetto che verrà ulteriormente approfondito nelle considerazioni successive.

6.3.2. Analisi dei singoli partecipanti

PARTECIPANTE 01

L'analisi dei dati, raccolti attraverso questionari pre e post-task e dalle valutazioni qualitative sul concept realizzato, evidenzia che il partecipante 01 manifesta un atteggiamento fortemente positivo verso l'impiego delle GenAI a supporto dei processi progettuali. Già in fase pre-task, i punteggi attribuiti alle dimensioni di rapidità ed efficienza sono molto elevati (5 su 5 per "ottenere buoni risultati in tempi più brevi", "rielaborare idee più velocemente" e "processi di design più rapidi"), a conferma della percezione di una notevole accelerazione delle attività progettuali fornita dall'AI. Questa tendenza si mantiene anche nel post-task, seppur con valori lievemente inferiori (4 su 5) per le stesse voci, suggerendo che, sebbene l'esperienza d'uso dell'AI confermi i benefici anticipati, possano intervenire anche alcune criticità o limiti pratici (ad es. fasi di ideazione rallentate, punteggio 2 su 5 in entrambi i questionari). Sul versante del supporto creativo e dell'ideazione, i punteggi pre-task collocano il partecipante su livelli medio-alti per quanto concerne lo stimolo alla creatività (4 su 5) e la capacità dell'AI di fornire soluzioni innovative (3 su 5). Tale percezione positiva viene confermata post-task (4 su 5 in "stimola la creatività" e "fornisce soluzioni creative"), indicando che l'AI continua a essere considerata una risorsa efficace nel generare spunti concettuali. È tuttavia significativo notare come il potenziale limite creativo risulti costante (2 su 5), a sottolineare la presenza di un certo grado di cautela riguardo a possibili vincoli o rigidità imposti dalle tecnologie AI. Per quanto riguarda l'efficacia nella rielaborazione e nella coerenza delle idee, i dati mettono in luce un'elevata fiducia già in fase iniziale (5 su 5 nel "rielaborare

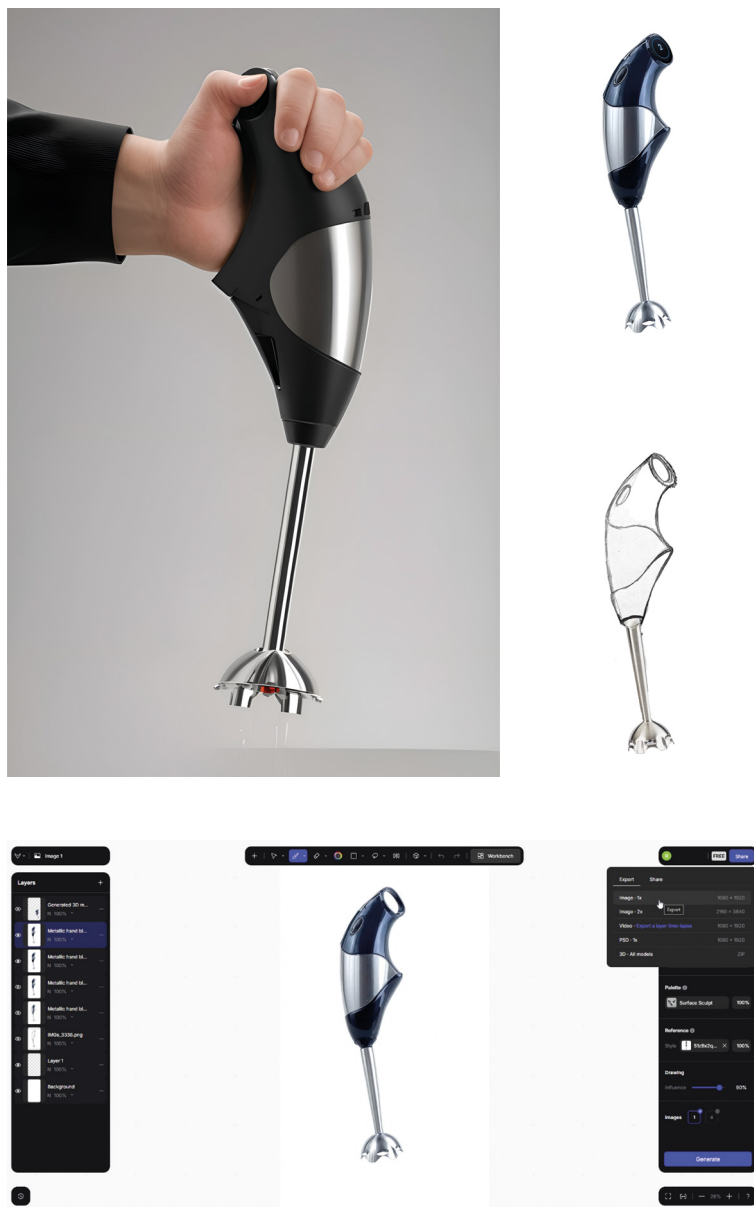


Fig. 24 - Step e risultati dell'esperimento del soggetto O1

idee efficacemente”), accompagnata da un moderato ottimismo sull’ottenere risultati migliori (3 su 5) e buona soddisfazione finale (4 su 5). Dopo lo svolgimento del task, la percezione si conferma positiva per la coerenza (4 su 5) e si rafforza riguardo alla possibilità di ottenere risultati superiori con l’AI (5 su 5), mentre risulta leggermente ridimensionato il livello di aiuto nella rielaborazione (3 su 5 invece di 5). Tale scostamento può riflettere una più realistica visione d’insieme, maturata a seguito del compito concreto, che porta a riconoscere sia i vantaggi dell’AI sia il ruolo comunque indispensabile del contributo progettuale umano. Sul fronte dei limiti e delle difficoltà nell’utilizzo dell’AI, la valutazione del partecipante O1 appare nel complesso contenuta: scarsa difficoltà nel far comprendere le idee all’AI (2 su 5) e limitata frustrazione (2 su 5), valori che rimangono pressoché invariati anche nel post-task (2 su 5 per la difficoltà di comunicazione, 4 su 5 per la frustrazione). Occorre sottolineare che la voce “dettagli non realizzabili” aumenta (da 4 a 5 su 5), suggerendo che l’esperienza concreta ha evidenziato la persistenza di barriere nella traduzione delle specifiche progettuali in output visivi o funzionali completi. Ciononostante, la percezione di “loop comunicativi” (momenti di stallo) rimane piuttosto bassa (3 nel pre-task e 2 nel post-task), a indicare un’interazione con l’AI relativamente fluida. Relativamente all’esperienza e alle strategie d’uso, il partecipante O1 dichiara fin dal pre-task che l’AI è ormai parte integrante del proprio flusso progettuale (5 su 5). Tale ruolo si conferma anche nel post-task, con punteggi elevati sull’importanza dell’esperienza nel trovare modalità comunicative efficaci (4 su 5) e nel soddisfacimento delle aspettative (4 su 5). Queste valutazioni, unite alla competenza nel selezionare strumenti differenti (ad esempio ChatGPT, ComfyUI, Midjourney, Vizcom, Krea inizialmente e, nel post-task, l’aggiunta di Photoshop), delineano un uso maturo e diversificato delle tecnologie AI. Infine, i risultati qualitativi del concept del partecipante O1 ricevono la valutazione massima in tutti i criteri considerati (originalità, innovazione, funzionalità, efficienza, comfort, qualità estetica, qualità del rendering, aderenza ai requisiti e completezza), con una media complessiva di 5 su 5. Tali punteggi suggeriscono non solo un’elevata qualità dell’output progettuale, ma anche un allineamento ottimale tra le idee del progettista e la resa finale del concept.

In sintesi, i risultati relativi al partecipante 01 mostrano un quadro di sostanziale continuità tra le aspettative iniziali e le percezioni di efficacia, creatività e soddisfazione post-task, con riconoscimento dei limiti tecnici dell'AI ma senza rilevanti momenti di stallo comunicativo. L'utilizzo di strumenti diversi e l'adozione di strategie mirate indicano infine un approccio esperto e proattivo all'integrazione dell'AI, confermando la natura prevalentemente positiva dell'esperienza progettuale supportata da tali tecnologie.

PARTECIPANTE 02

Dall'analisi dei questionari pre e post-task del partecipante 02 emerge un iniziale atteggiamento positivo nei confronti dell'AI, con aspettative medioalte su rapidità ed efficienza (punteggi di 4 e 5 su 5) e una percezione favorevole del supporto creativo (4 su 5 nel "stimolo alla creatività" e nella "fornitura di soluzioni innovative"). Durante l'intervista, il partecipante ha spiegato di aver "cercato di capire, mentre gli chiedevo, come poteva avvenire la pulizia del frullatore" e di aver colto, grazie all'AI, un aspetto progettuale prima non considerato ("mi si è accesa un po' la lampadina"), interpretando dunque l'AI come uno strumento esplorativo capace di suggerire nuovi punti di vista. Tuttavia, i dati post-task evidenziano un peggioramento sensibile nell'esperienza d'uso: la percezione di "buoni risultati in tempi brevi" scende da 4 a 2, mentre "l'AI rallenta alcune fasi" passa da 3 a 5, riflettendo un effettivo rallentamento del processo. Parallelamente, aumentano le difficoltà di comunicazione (da 3 a 4), i dettagli non realizzabili (da 3 a 5) e i loop comunicativi (da 3 a 5), traducendosi in un divario tra la traccia progettuale iniziale e l'output generato (contenuti aderenti da 3 a 2) e in una riduzione della soddisfazione finale (da 3 a 2). Malgrado ciò, la dimensione creativa rimane stabile (4 su 5), confermando che il partecipante continua a riconoscere all'AI un potenziale nel proporre spunti alternativi. La valutazione qualitativa complessiva (3,3 su 5) riflette questa duplice natura: la presenza di aspetti positivi come l'aderenza ai requisiti (5 su 5) si accompagna a criticità nella qualità del rendering (2 su 5) e a numerosi momenti di stallo, suggerendo la necessità di rafforzare le strategie di interazione e i meccanismi di comunicazione con l'AI per evitare che i rallentamenti e la scarsa coerenza si traducano in un'esperienza complessivamente insoddisfacente.

PARTECIPANTE 03

Il partecipante 03, pur non avendo un'esperienza particolarmente consolidata con l'AI (2 su 5 nel pretask per "l'AI è parte integrante dei miei processi", 2 su 5 per "la mia esperienza è fondamentale"), si è mostrato moderatamente ottimista sin dall'inizio, assegnando valutazioni medioalte all'efficacia e alla creatività (ad esempio 4 su 5 per "buoni risultati più rapidamente" e "stimolo alla creatività"). Nella fase posttask, alcuni indicatori di efficienza subiscono un calo (da 4 a 3 per "buoni risultati in tempi brevi" e da 4 a 2 per "rielaborazione idee più veloce"), mentre diminuisce la percezione che l'AI rallenti il processo (da 3 a 2), suggerendo un impatto non lineare sulle tempistiche di lavoro. Se da un lato si registra una lieve flessione nell'aiuto a trovare idee (da 3 a 2) e nella soddisfazione finale (da 3 a 2), dall'altro aumentano la coerenza con la traccia (contenuti aderenti da 3 a 4) e l'efficacia nella rielaborazione (4 rimane costante), sostenute anche dall'uso combinato di ChatGPT e Perplexity in un'ottica di ricerca e approfondimento. L'intervista conferma infatti un approccio principalmente esplorativo e riflessivo: il partecipante dichiara di adoperare l'AI non solo per generare concept, ma anche per integrare conoscenze e riflessioni personali, aspetto che spiegherebbe la bassa frustrazione al termine dell'esperienza (da 3 a 1) e la buona capacità di gestire i loop comunicativi, pur aumentati nel post-task (da 3 a 4). Il risultato qualitativo finale (4,1 di media) mostra valutazioni elevate su originalità, innovazione e completezza del concept, a fronte di alcune criticità minori sul comfort e sulla qualità del rendering. Nel complesso, l'esperienza progettuale del partecipante 03 evidenzia dunque un bilancio positivo: l'AI è sfruttata soprattutto come strumento di ricerca e validazione di idee, che ha permesso di mantenere bassa la frustrazione e di conseguire un esito buono, e bilanciato dagli sketch eseguiti a mano.

PARTECIPANTE 04

Il soggetto 04 si distingue per un approccio inizialmente prudente nell'utilizzo dell'AI, in linea con i punteggi pre-task piuttosto contenuti su rapidità ed efficienza (3, 2, 2 e 2) e un atteggiamento scettico riguardo al contributo creativo (AI stimola creatività: 1, AI aiuta a trovare idee buone: 1). Nonostante questi valori, la percezione di un'aderenza alla traccia fornita dall'AI (4) e la soddisfazione verso i risultati ottenuti (4) evidenziano una discrepanza tra la scarsa fiducia nella componente creativa e una certa fiducia, invece, nel fatto che l'AI possa produrre output coerenti con le linee progettuali. I dati raccolti nel posttask confermano un quadro in cui l'AI non emerge come fattore accelerante (3, 2, 2, 2 per rapidità ed efficienza) ma assume un ruolo più utile del previsto sia nel supporto creativo (stimolo della creatività passa da 1 a 3, aiuto a trovare idee da 1 a 3) sia nella rielaborazione delle idee (valori che raggiungono 4 per "efficacia nella rielaborazione" e "contenuti aderenti"), con un conseguente aumento della soddisfazione finale (4). Parallelamente, si osserva però un incremento notevole nella difficoltà di far comprendere le proprie intenzioni all'AI (da 1 a 4), aspetto confermato anche dall'intervista, in cui il partecipante descrive un uso principalmente "validativo" dell'AI – finalizzato a verificare la fattibilità tecnica e fisica delle soluzioni ipotizzate – ma rileva ostacoli e incomprensioni nel formulare richieste precise. È significativo che questa criticità comunicativa non abbia innescato loop particolarmente gravosi (il valore scende da 3 a 2 nel posttask), mentre la frustrazione si mantiene bassa (2) e la percezione dell'esperienza come formativa cresce (aspettative confermate: 4). Nel complesso, il concept finale ottiene valutazioni qualitative molto alte (media di 4,6), in cui funzionalità, efficienza e comfort raggiungono il punteggio massimo (5) e l'aderenza ai requisiti risulta eccellente, a testimonianza del fatto che, sebbene l'AI non abbia fornito un apporto creativo rilevante, la sua funzione di verifica e validazione tecnica è risultata pienamente soddisfacente rispetto alle esigenze del partecipante.

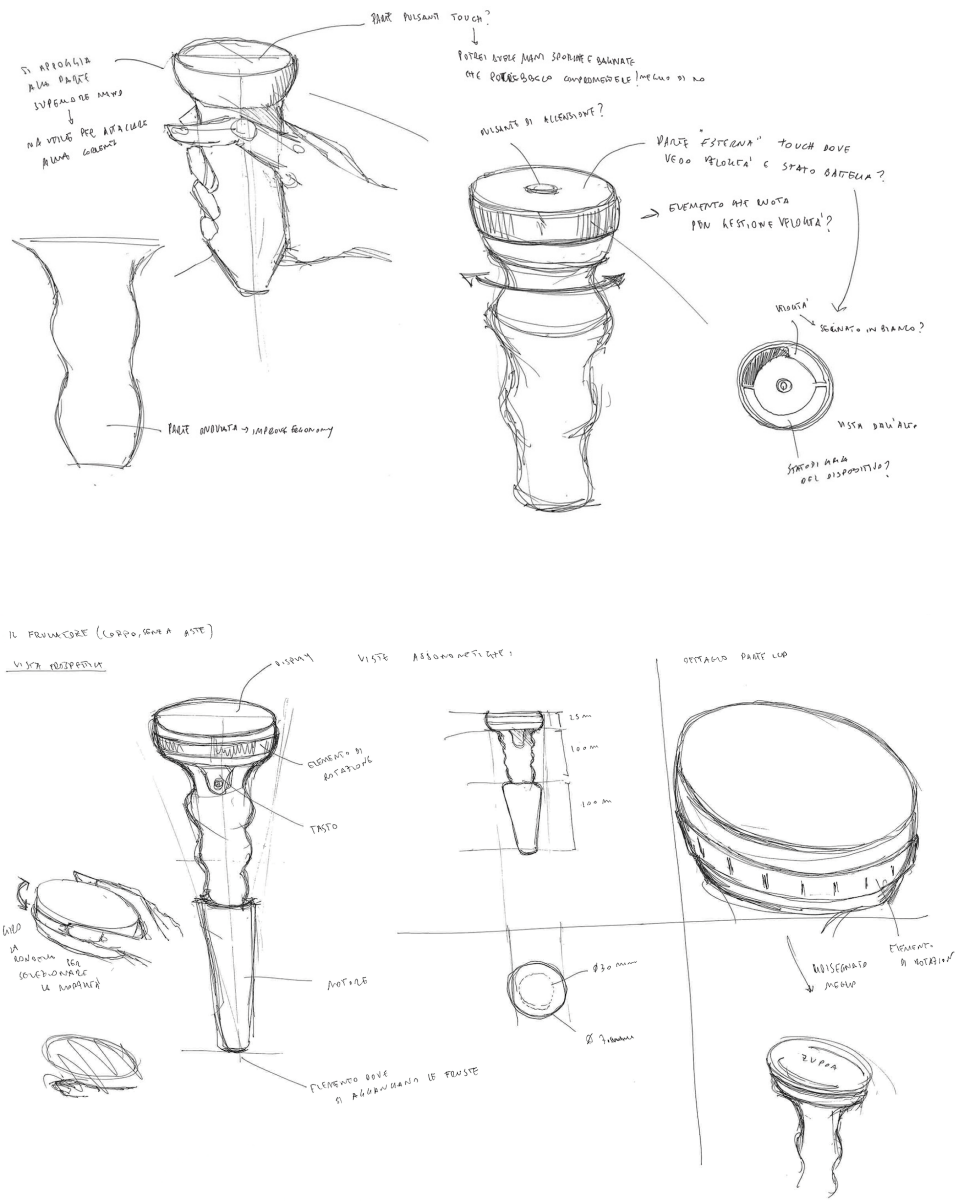


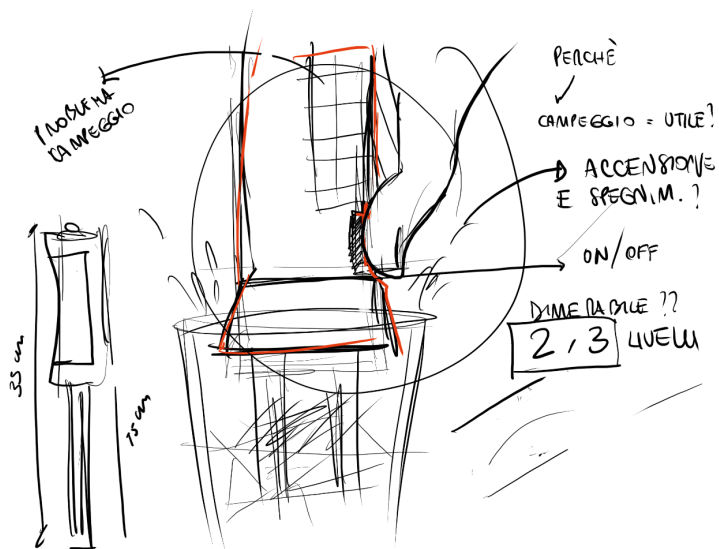
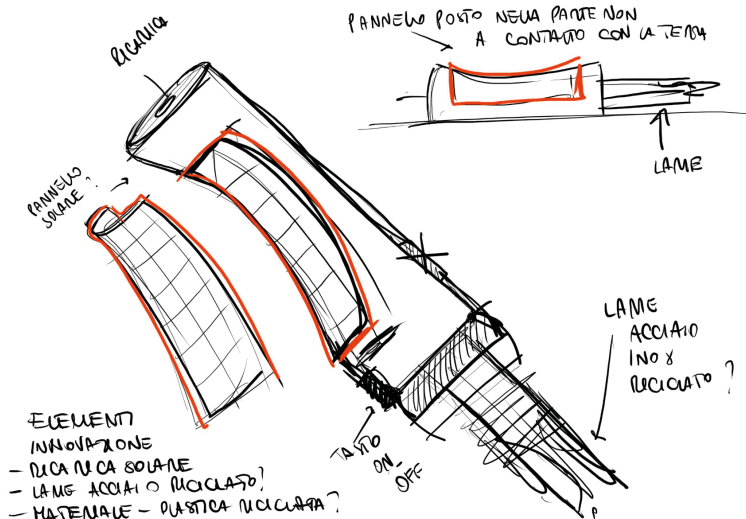
Fig. 25 - Risultati dell'esperimento del soggetto 04

PARTECIPANTE 05

Il partecipante ha inizialmente espresso un approccio cauto verso l'AI, valutando come poco significativi i benefici in termini di rapidità (2 su 5 per la capacità di "ottenere buoni risultati più rapidamente" e "rielaborare idee più velocemente") e mostrando al contempo una forte percezione di difficoltà comunicative e frustrazione (4 su 5). Pur avendo menzionato strumenti come ChatGPT e Firefly come potenziali risorse, nella fase di ideazione ha fatto prevalentemente ricorso a sistemi di tipo AI-IDEA e, successivamente, a soluzioni AI-VIS e a tool testuali per validare specifiche questioni tecniche, abbandonando invece in breve tempo gli strumenti grafici tradizionali (ad esempio Photoshop o Illustrator) perché non portavano ai risultati desiderati. L'analisi dei punteggi pre-task rivela un limitato entusiasmo sul fronte creativo (2 per "AI stimola la creatività" e 1 per "AI limita la creatività", a indicare scarsa percezione sia di valore aggiunto sia di costrizioni), con aspettative altrettanto contenute sull'abilità dell'AI nell'aderire alla traccia (2) o nel fornire risultati migliori (2). Nel posttask si registra un lieve miglioramento nella velocità di ottenimento dei risultati (2 passa a 2 o 3 a seconda degli item), mentre i valori legati alla comunicazione subiscono un notevole incremento positivo: la difficoltà di far comprendere le idee all'AI passa da 4 a 1 e la frustrazione da 4 a 1, coerentemente con l'assenza di loop comunicativi nella fase di sviluppo e consegna. Dalle interviste è emerso che il partecipante ha rapidamente definito una "bolla" strategica di interazione, sfruttando in maniera focalizzata ChatGPT per discutere soluzioni ergonomiche (come la gestione del cavo del frullatore) e trovando così un modo efficace per evitare fraintendimenti e rallentamenti. Questo approccio selettivo, mirato a ottenere una conferma operativa più che uno slancio creativo, ha portato a un concept valutato abbastanza positivamente in termini di completezza e aderenza ai requisiti (5 su 5 per entrambe), ma meno convincente sotto il profilo dell'originalità (2 su 5). Nel complesso, la media qualitativa finale (3,3) riflette un esito progettuale che, pur non eccellendo in innovazione o creatività, risulta coerente e tecnicamente adeguato, a testimonianza del fatto che l'AI, gestita con strategie comunicative adattive, può dare un contributo concreto al processo pur senza costituire un fattore decisivo di accelerazione o di ispirazione.

PARTECIPANTE 06

Il partecipante 06 si presenta fin dal pretask con aspettative elevate riguardo alla rapidità e all'efficacia dell'AI (4 e 5 su 5 per "buoni risultati più rapidamente" e "rielaborare idee più velocemente"), percependo un impatto minimo sui processi di ideazione (1 su 5 per "AI rallenta alcune fasi") e una posizione intermedia sul piano creativo (3 su 5 per "stimola la creatività" e "limita la creatività"). Giudica inoltre l'AI "parte integrante" dei propri processi di design (3 su 5) e mostra strategie di comunicazione avanzate (4 su 5). Nel posttask, tali aspettative trovano in parte conferma, con la valutazione di "buoni risultati più rapidamente" che raggiunge il massimo (5 su 5) e l'AI che fornisce un supporto ancor più incisivo nella generazione di nuove idee (da 4 a 5 su 5), pur aumentando la percezione di un rallentamento in alcune fasi (da 1 a 4 su 5) e la comparsa di loop comunicativi significativi (4 su 5). Approfondendo l'analisi delle percezioni attraverso l'intervista, il partecipante descrive l'AI come un vero e proprio "collaboratore", capace di accelerare la fase di concept offrendo risposte e rendering verosimili in tempi impensabili con strumenti tradizionali come Rhino. Sottolinea, però, il rischio di affidarsi alle informazioni in maniera quasi "professionale", dando per scontata la loro correttezza: la qualità dei risultati dipende strettamente dalla precisione con cui si formulano i prompt, e se la richiesta non è ben strutturata o univoca, aumentano le probabilità di generare output fuorvianti o non allineati alle aspettative. In effetti, la frustrazione, inizialmente molto bassa (1 su 5), cresce a 3 su 5 nel posttask, e i loop comunicativi, concentrati soprattutto nella fase di sviluppo, rivelano la necessità di raffinare costantemente le strategie d'interazione. Nonostante queste criticità, il concept finale è valutato in modo eccellente (4,7 di media), con punteggi massimi per funzionalità, efficienza e comfort. Nel complesso, l'esperienza di questo partecipante mette in evidenza il potenziale dell'AI nel velocizzare e potenziare i processi progettuali, a patto che l'utente verifichi le informazioni ricevute e adotti un prompting accurato per evitare incomprensioni e loop comunicativi.



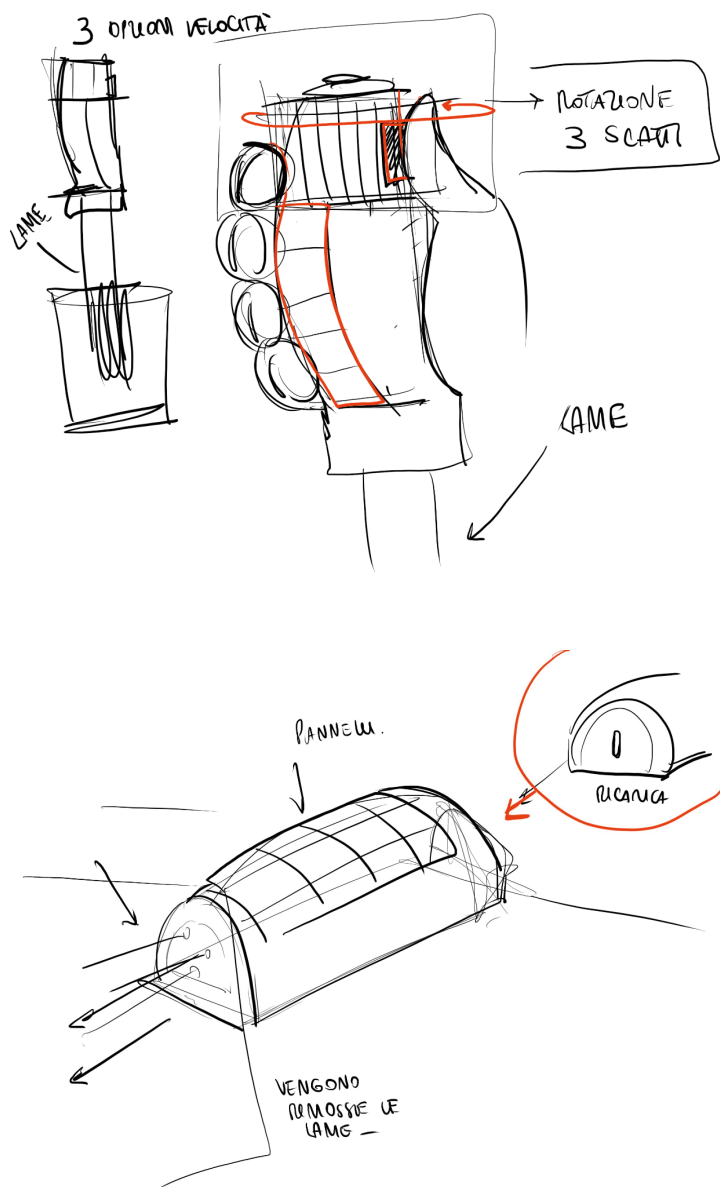


Fig. 26 - Sketch dell'esperimento del soggetto 06

PARTECIPANTE 07

Il soggetto mostra fin dalla fase pre-task un'elevata fiducia nell'efficacia dell'AI per ottimizzare i tempi di progettazione (4, 5, 5, 2 per l'area "rapidità ed efficienza") e manifesta una percezione generalmente positiva del suo potenziale creativo (3 per "AI stimola la creatività", 3 per "AI limita la creatività", 4 per "AI fornisce soluzioni creative", 4 per "AI aiuta a trovare idee buone"). Pur non segnalandola come essenziale per la generazione di nuove idee, la considera già parte integrante del proprio processo (4 su 5) e sviluppa strategie di comunicazione abbastanza avanzate (4 su 5). In questa fase iniziale, risulta mediamente soddisfatto (4 su 5) dell'uso dell'AI e ne apprezza la coerenza con la traccia (3 su 5), mantenendo tuttavia un certo livello di frustrazione (2 su 5) e di difficoltà nel realizzare dettagli complessi (4 su 5, "dettagli non realizzabili"). Dopo aver svolto il task, i questionari evidenziano valori invariati nella percezione della capacità dell'AI di fornire risultati più rapidi (4 su 5) e rielaborare le idee in meno tempo (4 su 5), con un lieve aumento della sensazione che rallenti alcune fasi (3 su 5 anziché 2). Per quanto riguarda il supporto creativo, si conferma un giudizio positivo (4 per "stimolo alla creatività", 4 per "soluzioni creative", 4 per "aiuto a trovare idee") ma la percezione di "limite alla creatività" sale leggermente (3 su 5). Nel complesso, l'efficacia nella rielaborazione rimane alta (4 su 5) e la soddisfazione finale si attesta su 3 su 5, suggerendo una stabilità nel giudizio globale. Permangono, però, difficoltà tecniche e momenti di frustrazione (4 su 5) legati a loop comunicativi (4 su 5), concentrati nelle fasi di sviluppo e consegna. Dall'intervista emerge un approccio pragmatico, orientato più alla realizzazione visiva del concept che all'ideazione in senso stretto: il partecipante ha lamentato problemi specifici nella resa realistica delle mani tramite strumenti come Firefly, risolti parzialmente ricorrendo a Photoshop. Tale criticità rispecchia le difficoltà e la frustrazione registrate nei questionari, ma non ha compromesso la qualità complessiva del progetto, valutato con una media molto elevata (4,6), grazie a ottimi punteggi in comfort, qualità estetica, aderenza ai requisiti e completezza. Nel complesso, l'esperienza del partecipante 07 sottolinea l'utilità dell'AI nella realizzazione tecnica di concept, a fronte di alcune carenze nella gestione di dettagli complessi e nel mantenere una comunicazione priva di fraintendimenti, in particolare quando si tratta di generare figure umane o elementi visivi articolati.



6. ESPERIMENTO - SVILUPPO DI CONCEPT

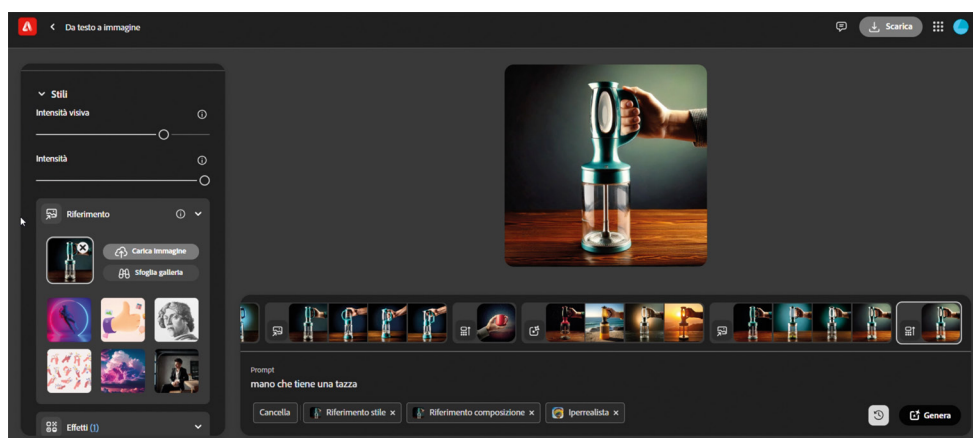


Fig. 27 - Step e risultati dell'esperimento del soggetto 07

PARTECIPANTE 08

Il partecipante 08 esprime già in fase pre-task un'aspettativa molto elevata riguardo alla rapidità ed efficienza con cui l'AI può supportare i processi progettuali, assegnando il punteggio massimo ai primi tre item (5 su 5 per "buoni risultati più rapidamente", "rielaborare idee più velocemente" e "processi di design più rapidi") e indicando soltanto un minimo rallentamento (1 su 5 per "l'AI rallenta alcune fasi"). Rispetto al supporto creativo, risulta convinto che l'AI stimoli in modo consistente la sua creatività (5 su 5), fornisca soluzioni innovative (5 su 5) e aiuti a trovare buone idee (5 su 5), manifestando contestualmente un valore molto basso (1 su 5) per "l'AI limita la creatività". Questi punteggi delineano una percezione iniziale molto positiva sia sul fronte dell'efficienza sia su quello creativo, confermata anche da una sensazione di elevata soddisfazione e coerenza con la traccia (4 e 5 su 5 negli item "aiuta a rielaborare idee efficacemente" e "risultati migliori con AI"), pur accompagnata da un basso livello di frustrazione (1 su 5) e difficoltà nel comunicare le idee all'AI (1 su 5). Inoltre, il partecipante dichiara che l'AI è parte integrante del proprio flusso di lavoro (5 su 5), avendo già maturato strategie e un'esperienza significativa (4 e 4 su 5). Nel post-task la percezione di rapidità si conferma ai livelli massimi (5 su 5 per "buoni risultati più rapidamente", "rielaborazione idee più veloce" e "processi di design più rapidi"), mentre la percezione che l'AI rallenti alcune fasi rimane bassa (1 su 5). Sul versante creativo, i valori si mantengono molto alti (5 su 5 per "stimolo alla creatività", "soluzioni creative" e "aiuto a trovare idee"), con il limite percepito ancora a 1 su 5. È tuttavia rilevabile un leggero incremento nelle "difficoltà nel far comprendere le proprie idee" (2 su 5) e nei "dettagli non realizzabili" (4 su 5), segnali di un parziale emergere di criticità nell'interazione che conducono talvolta a frustrazione (2 su 5) o momenti di loop comunicativi (1 su 5, in lieve crescita rispetto allo zero sostanziale iniziale). Nonostante ciò, il partecipante ritiene che l'esperienza abbia confermato in pieno le sue aspettative (5 su 5) e lo abbia aiutato a perfezionare la comunicazione con l'AI (4 e 5 su 5 per "esperienza utile per modalità diverse" e "esperienza ha aiutato comunicazione").

Dal punto di vista qualitativo, il concept realizzato ottiene una media complessiva di 3,2, con punteggi molto alti nell'aderenza ai requisiti (5) e nella completezza (4), ma alcuni limiti riscontrati nella qualità estetica (2) e soprattutto nel rendering (1), ambiti in cui l'AI non è riuscita a sostituire al meglio la componente manuale del processo. Come emerso dall'intervista, il partecipante O8 utilizza abitualmente l'AI per il fotoritocco e per aspetti più tecnici o legati all'esperienza d'uso, preferendo invece uno sketch manuale per la definizione estetica e formale. Tale strategia ibrida ha consentito di trarre vantaggio dall'AI soprattutto in termini di velocità e di generazione di spunti, ma ha evidenziato i limiti dello strumento nel produrre risultati visivi all'altezza degli standard qualitativi desiderati. In conclusione, l'esperienza del task conferma l'utilità dell'AI come risorsa rapida e creativa per la progettazione, evidenziando al contempo la necessità di un intervento manuale per ottenere rendering e finiture di elevata qualità.

PARTECIPANTE O9

In fase pre-task il partecipante mostra un atteggiamento complessivamente positivo verso le potenzialità dell'AI, pur senza attribuirle un ruolo dirompente. I punteggi relativi a rapidità ed efficienza (3, 4, 3, 2) indicano la percezione di un possibile miglioramento dei processi progettuali, specialmente nell'ottenere buoni risultati in tempi più brevi e nel rielaborare le idee più velocemente, a fronte di un impatto limitato sul rallentamento di alcune fasi. Sul versante creativo (3, 2, 3, 3), l'AI è considerata in grado di fornire soluzioni innovative (3) e di contribuire a trovare buone idee (3), con una percezione relativamente bassa di limitazione della creatività (2). Per quanto riguarda l'efficacia nella rielaborazione e coerenza delle idee, i valori (4, 4, 3, 4) descrivono un quadro piuttosto fiducioso: il partecipante ritiene che l'AI aiuti a rielaborare in modo efficace (4) e produca contenuti aderenti alla traccia (4), sebbene "risultati migliori con l'AI" raggiunga 3 e la soddisfazione generale sia 4. Tale fiducia è corroborata dalla sezione "difficoltà e limiti" (3, 3, 3, 2), in cui l'unico potenziale ostacolo (3 su 5 per "difficoltà di comunicare idee" e "frustrazione") non appare particolarmente critico, e dal fatto che l'AI risulti già parte integrante del suo flusso (5 su 5) anche se l'esperienza personale, seppur rilevante (3 su 5), non è considerata pienamente essenziale.

Nel post-task, i dati relativi a rapidità ed efficienza (4, 3, 4, 2) evidenziano un lieve miglioramento nella percezione di “buoni risultati più rapidamente” (da 3 a 4) e “processi più rapidi” (da 3 a 4), mentre la rielaborazione delle idee subisce un piccolo calo (da 4 a 3). L’AI rallenta alcune fasi con la stessa intensità (2 su 5). Nella dimensione creativa (3, 1, 2, 4), lo “stimolo” rimane su valori medi (3), mentre aumenta la percezione che l’AI limiti la creatività (da 2 a 1 in scala inversa, dove 1 indica un limite maggiore), e la capacità di fornire soluzioni creative cala leggermente (2). Il punteggio relativo all’aiuto nel trovare idee invece si colloca a 4, in miglioramento rispetto al 3 iniziale. Quanto all’efficacia e alla coerenza, i valori (4, 4, 3, 4) confermano la buona aderenza dei contenuti (4) e ribadiscono una soddisfazione finale (4) superiore al 3 registrato in precedenza. Analogamente, le difficoltà e i limiti (3, 3, 3, 2) non mostrano sostanziali variazioni: la frustrazione e la difficoltà di far comprendere le idee all’AI si attestano ancora su valori medi (3). Le strategie d’uso (4, 3, 3) segnalano che l’esperienza ha confermato in buona parte le aspettative del partecipante e ha offerto un contributo moderato nel trovare modalità comunicative diverse (3) e nel migliorare la comunicazione (3). Dalle valutazioni qualitative, il concept risulta complessivamente discreto (3,2 di media), con ottimi livelli nell’aderenza ai requisiti (5) e nella funzionalità (4), ma punteggi bassi in qualità estetica e rendering (1 e 1). L’intervista rivela infatti che il partecipante ha preferito affidarsi a un approccio tradizionale, con un uso minimo degli strumenti AI orientati alla parte visiva (come Adobe Firefly), per mancanza di esperienza specifica e scarsa fiducia nella resa estetica, soprattutto in merito a finiture e dettagli. Ha inizialmente cercato di impiegare l’AI per approfondire questioni ergonomiche (in particolare la regolazione dimensionale del frullatore), ma è passato rapidamente a Illustrator, dichiarando di sentirsi più a suo agio con gli strumenti manuali. Tale inclinazione si riflette nell’assenza di loop comunicativi rilevanti durante lo sviluppo e la definizione del concept, ma anche nel giudizio poco positivo sulle componenti visive e di rendering. In conclusione, per il partecipante 09 l’AI appare utile per accelerare alcune fasi progettuali e generare idee, senza tuttavia costituire un reale elemento di svolta sul versante dell’estetica e della rappresentazione, ambiti nei quali permane una preferenza marcata per i metodi tradizionali.

PARTECIPANTE 10

Il partecipante 10 si avvicina all'AI con aspettative iniziali di moderata positività sui benefici in termini di rapidità ed efficienza (4 e 4 su 5 per "buoni risultati più rapidamente" e "rielaborare idee più velocemente", 3 su 5 per "processi più rapidi"), accompagnate da una percezione piuttosto bassa di rallentamento (1 su 5). Sulla dimensione creativa, riconosce all'AI buone potenzialità nel fornire soluzioni (4 su 5) e nell'aiutare a trovare idee (4), pur mostrando scetticismo riguardo al ruolo dell'esperienza personale per comunicare con l'AI (2 su 5). Questa prospettiva iniziale si conferma nei dati post-task, in cui i parametri relativi alla rapidità rimangono alti (4 su 5 per "buoni risultati più rapidamente" e "processi più rapidi", 5 per "rielaborare idee più velocemente"), e la percezione di rallentamento resta relativamente contenuta (2 su 5). Contestualmente, si registra un incremento nella capacità dell'AI di stimolare la creatività (da 4 a 5) e di offrire un aiuto concreto nel trovare nuove soluzioni (da 4 a 5), a fronte di un leggero aumento nella percezione che l'AI possa anche porre qualche vincolo (2 su 5 nel post-task rispetto all'1 iniziale). Per quanto concerne l'efficacia nella rielaborazione delle idee, sebbene "risultati migliori con AI" e "soddisfazione" non raggiungano il massimo dei voti (4 su 5), i dati descrivono un quadro di sostanziale successo nell'impiego dello strumento, coerente con la valutazione finale del concept (media 4,4) e con l'alta qualità estetica e del rendering (entrambe a 5 su 5). Dall'intervista emerge che il partecipante 10 ha incontrato specifiche difficoltà tecniche nel mantenere la coerenza visiva tra le varie immagini generate dall'AI (soprattutto dettagli anatomici come le mani), ma ha attribuito tale problematica più alla scarsità di tempo disponibile che ai limiti intrinseci di Midjourney, ipotizzando che interventi manuali con Photoshop avrebbero risolto in modo efficace tali incongruenze. Questo aspetto spiega anche la relativa stabilità della frustrazione e dei loop comunicativi (2 su 5), indicando una gestione nel complesso adeguata delle interazioni con l'AI. In aggiunta, il partecipante riconosce un vantaggio significativo sul piano della comunicazione progettuale (5 su 5 nel post-task per "esperienza utile per modalità diverse") e una discreta crescita nella capacità di integrare l'AI con metodi tradizionali.

Nonostante ciò, le aspettative iniziali non risultano del tutto confermate (2 su 5 in “aspettative confermate”), a suggerire che la piena valorizzazione dell’AI, specie nell’ottenere risultati perfettamente coerenti su più viste, richieda un investimento di tempo e competenze maggiore rispetto a quanto preventivato. In definitiva, il profilo del partecipante 10 evidenzia la possibilità di ottenere output di elevata qualità combinando strumenti AI (Midjourney e ChatGPT) con procedure manuali, superando così alcune limitazioni tecniche e mantenendo alto il grado di originalità e validità estetica del concept sviluppato.

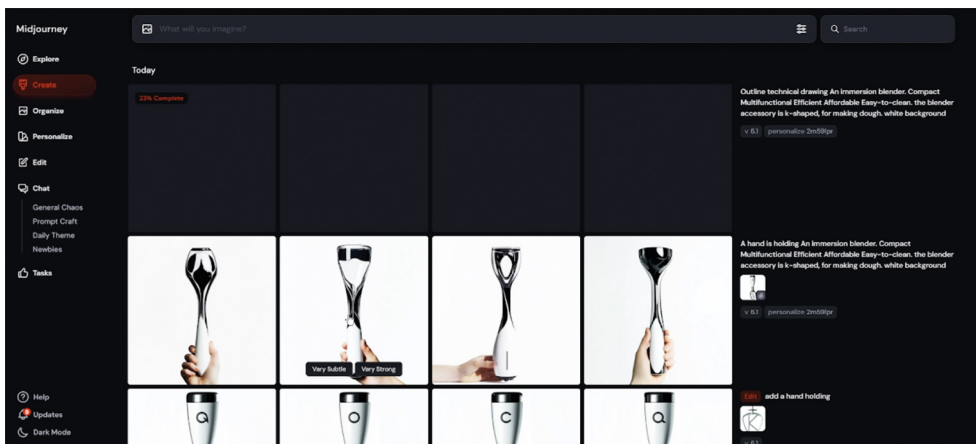
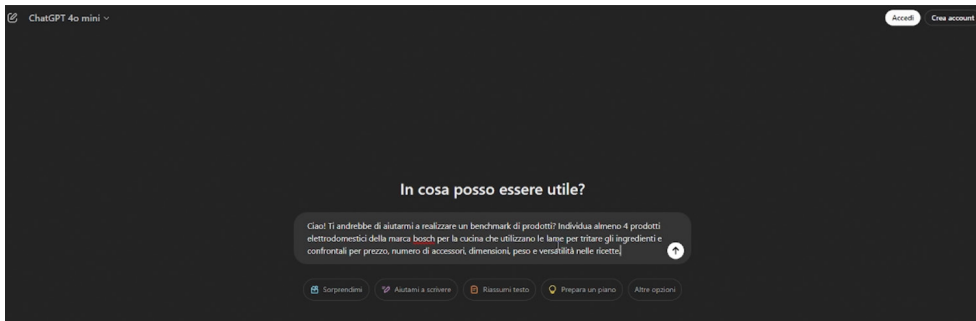


Fig. 28 - Fasi dell'esperimento del soggetto 10

PARTECIPANTE 11

Il partecipante 11 evidenzia in fase pre-task una percezione di moderata utilità dell'AI per ridurre i tempi di progettazione (3 su 5 per "buoni risultati più rapidamente" e "processi di design più rapidi"), ma una valutazione più alta riguardo alla capacità di rielaborare idee più velocemente (5 su 5), e un impatto minimo sul rallentamento di alcune fasi (1 su 5). Sul versante creativo, i punteggi rivelano una propensione a considerare l'AI come un buon supporto (ad esempio 3 per "stimola la creatività" e "fornisce soluzioni creative"), anche se "AI limita la creatività" si attesta su un valore leggermente superiore rispetto al report iniziale (2 su 5 invece di 1). Riguardo all'efficacia nella rielaborazione, i dati corretti indicano che l'AI contribuisce in modo solido alla coerenza con la traccia (4 su 5) e al raggiungimento di risultati migliori (3 su 5), con una soddisfazione pre-task che oscilla anch'essa intorno a 3 o 4 su 5 (in parte più alta di quanto inizialmente riportato). Le difficoltà legate alla comunicazione con l'AI e la frustrazione si posizionano su valori medi (2 o 3 su 5), mentre la percezione di "dettagli non realizzabili" risulta piuttosto elevata (4 su 5), suggerendo una consapevolezza delle attuali limitazioni operative. Infine, l'AI è considerata poco integrata (2 su 5) nei processi e l'esperienza personale (1 su 5) non viene ritenuta fondamentale per comunicare con gli strumenti, a conferma di un uso iniziale abbastanza circoscritto. Nel post-task, i punteggi di rapidità ed efficienza aumentano (4 su 5 per "buoni risultati più rapidamente" e "processi più rapidi"), e la percezione di "rielaborare idee più velocemente" resta alta (4 su 5), mentre l'AI rallenta alcune fasi solo in misura modesta (2 su 5). Sul fronte creativo, si registra un incremento nello "stimolo della creatività" (4 su 5) e nell'"aiuto a trovare idee" (4 su 5), ma anche un lieve aumento del "limite creativo" (2 su 5) rispetto al pre-task. L'efficacia nella rielaborazione rimane stabile (3 su 5) e i contenuti vengono percepiti come aderenti (4 su 5), mentre la soddisfazione finale sale a 4 su 5, con "risultati migliori con l'AI" che si confermano su un livello medio-alto (3 su 5). Le difficoltà comunicative e la frustrazione si attestano anch'esse su valori modesti (1 su 5), così come i loop comunicativi (2 su 5), coerenti con un uso limitato e concentrato nelle prime fasi di progetto.

Da notare che l'aspettativa risulta molto confermata (5 su 5), sebbene l'esperienza nell'utilizzo dell'AI non sembri aver ampliato in modo significativo le modalità di comunicazione adottate (1 su 5 per "esperienza utile per modalità diverse"), segnalando una preferenza ancora marcata per gli approcci tradizionali. I punteggi relativi alla valutazione qualitativa del concept (media 3,6) descrivono un progetto discreto, con buoni livelli di funzionalità, efficienza e comfort (4 su 5) ma una qualità estetica e del rendering percepite a un livello intermedio (3 su 5). Nell'intervista, il partecipante ha chiarito di utilizzare l'AI quasi esclusivamente per il brainstorming concettuale, considerandola un supporto marginale per l'ideazione di immagini o la definizione visiva del prodotto, che preferisce sviluppare manualmente. Questo approccio trova riscontro nella quasi totale assenza di loop comunicativi significativi nelle fasi avanzate del processo, poiché l'AI non è stata più coinvolta. Nel complesso, il partecipante 11 adotta dunque una strategia selettiva: utilizza l'AI per esplorare idee in modo rapido e strutturato, ma predilige procedere con metodi tradizionali durante lo sviluppo e la consegna, ritenendo che lo sketch manuale e i software tradizionali offrano un controllo più diretto e aderente alle proprie esigenze creative.

PARTECIPANTE 12

Il soggetto mostra, nella fase pre-task, un atteggiamento di marcata fiducia verso l'AI in termini di rapidità ed efficienza (4 su 5 per "buoni risultati più rapidamente", "rielaborare idee più velocemente" e "processi di design più rapidi", con un valore minimo di rallentamento percepito, 1 su 5). Sul fronte creativo, i punteggi esprimono un'aspettativa elevata (4 su 5 per "stimola creatività" e "fornisce soluzioni creative", 1 su 5 per "limite della creatività"), mentre l'efficacia nella rielaborazione e coerenza (4 in tutti gli item) conferma una visione ottimistica della capacità dell'AI di generare contenuti in linea con la traccia. D'altro canto, lo stesso partecipante dichiara di incontrare difficoltà abbastanza alte nel far comprendere le proprie idee (4 su 5) e un livello simile di frustrazione (4 su 5), indicando che la comunicazione con l'AI non è sempre lineare. Inoltre, l'AI risulta ancora poco integrata nel suo processo (2 su 5), riflettendo la preferenza per un controllo manuale, mentre l'esperienza personale è considerata fondamentale (4 su 5), a suggerire che la competenza del designer gioca un ruolo chiave nel saper sfruttare l'AI in maniera efficace.

Nel post-task, si registra un lieve calo nella percezione di rapidità ed efficienza (3 su 5 per “buoni risultati più rapidamente”, “rielaborazione idee più veloce” e “processi più rapidi”), unito a un leggero aumento della percezione di rallentamento (2 su 5). Lo stesso trend si riscontra nelle dimensioni creative (3 su 5 per “stimolo creatività”, “limite creatività” e “soluzioni creative”), dove la riduzione di un punto rispetto al pre-task riflette un riscontro pratico meno entusiasmante di quanto inizialmente previsto. L'AI continua tuttavia a essere considerata utile per rielaborare efficacemente le idee (4 su 5) e generare contenuti coerenti (4), sebbene la soddisfazione complessiva diminuisca lievemente (3 su 5), segnalando un parziale disallineamento tra le aspettative iniziali e l'effettiva resa durante il task. Gli aspetti relativi alle difficoltà comunicative e ai dettagli non realizzabili migliorano (difficoltà scende a 2, così come la percezione di elementi impossibili da realizzare), ma la frustrazione rimane moderatamente alta (4 su 5) e si manifestano alcuni momenti di stallo (3 su 5) pur senza loop critici. Anche le aspettative si rivelano solo parzialmente soddisfatte (2 su 5), in contrasto con l'affermazione che l'esperienza abbia comunque aiutato la comunicazione (4 su 5). Dal punto di vista qualitativo, il concept raggiunge una valutazione media di 4,1, con punti di forza nell'originalità (5) e nella completezza (5), mentre l'aderenza ai requisiti appare leggermente inferiore (3). L'intervista chiarisce come il partecipante abbia, nel suo lavoro, fatto ampio uso di AI (Midjourney e Krea) per ottenere varianti cromatiche e spunti rapidi, salvo poi ricorrere prevalentemente a Photoshop e ad approcci manuali per garantire un controllo più fine degli aspetti visivi e risolvere eventuali incongruenze. Questa scelta conferma un approccio progettuale ibrido: da un lato l'AI viene sfruttata con consapevolezza strategica, dall'altro viene affiancata o sostituita da strumenti manuali nelle fasi di definizione e consegna, a causa della coerenza visiva non sempre soddisfacente e di una frustrazione percepita ancora elevata. Complessivamente, l'esperienza del task rivela un effettivo potenziale dell'AI nel velocizzare alcune parti del processo e fornire soluzioni creative, ma al contempo evidenzia il bisogno di affinare le strategie di comunicazione e di adottare un'integrazione più equilibrata tra supporto automatizzato e intervento manuale, specialmente nelle fasi più avanzate del progetto.

PARTECIPANTE 13

Il partecipante 13 parte da un'aspettativa pre-task piuttosto alta sull'impatto positivo dell'AI in termini di rapidità (4 su 5 per "buoni risultati più rapidamente", 3 su 5 per "rielaborare idee più velocemente", 4 su 5 per "processi di design più rapidi") e un impatto moderato sul rallentamento (2 su 5). Sul versante creativo, ritiene che l'AI offra un sostegno consistente alla generazione di idee (5 su 5 per "aiuta a trovare idee buone", 4 su 5 per "stimola la creatività" e "fornisce soluzioni creative") e percepisce un limite minimo (2 su 5). Similmente, i dati relativi all'efficacia nella rielaborazione delle idee sono elevati (4 per "aiuta a rielaborare idee efficacemente" e "risultati migliori con AI", 5 per "aderenza alla traccia"), mentre la frustrazione si mantiene su un livello abbastanza basso (2 su 5) e i momenti di stallo risultano moderati (3 su 5). L'esperienza pregressa con l'AI è valutata in modo non del tutto centrale (2 su 5), ma le strategie per comunicare con gli strumenti appaiono comunque sviluppate (4 su 5). Nel questionario post-task, si osserva una lieve diminuzione nella percezione di "buoni risultati in tempi più brevi" (da 4 a 3) e di "processi più rapidi" (da 4 a 3), mentre il punteggio relativo a "rielaborare idee più velocemente" migliora leggermente (3 a 4) e la percezione di rallentamento resta invariata (2 su 5). Sul piano creativo, i punteggi rimangono alti per "stimolo alla creatività" (4) e "soluzioni creative" (4), benché emerga un leggero incremento del limite creativo (da 2 a 3). L'efficacia nella rielaborazione e l'aderenza dei contenuti rimangono su valori elevati (4 su 5), accompagnati da una soddisfazione per il concept che si attesta sempre su 4, seppur con una lieve flessione rispetto all'entusiasmo iniziale. Per quanto riguarda le difficoltà e i limiti, "difficoltà nel far comprendere le idee" e "dettagli non realizzabili" si stabilizzano sui 4 su 5, e la frustrazione rimane bassa (2 su 5). Non si registra un incremento significativo nei momenti di stallo (3 su 5 rimane costante), mentre emerge una parziale delusione riguardo alle aspettative (2 su 5), bilanciata tuttavia dall'utilità riconosciuta nell'approfondire modalità comunicative (4 su 5) e nel migliorare la comunicazione complessiva (5 su 5). L'analisi qualitativa del concept restituisce un giudizio globale buono (media 4,0), con punteggi molto alti in originalità e innovazione (5 su 5) e un'aderenza completa ai requisiti (5), mentre l'efficienza (3 su 5), la qualità estetica (3) e la qualità del rendering (3) rimangono su livelli medioalti.

Dall'intervista emerge che il partecipante utilizza ChatGPT soprattutto per generare prompt dettagliati da impiegare successivamente su Midjourney, traendo beneficio dalla maggiore specializzazione di Krea.ai per interventi sul versante visivo. Ha manifestato però insoddisfazione circa la capacità di ChatGPT di interpretare correttamente input puramente visivi, preferendo un approccio ibrido (AI + attività manuale) per rifinire la resa estetica con software come Photoshop. Nel complesso, la strategia impiegata dal partecipante 13 si dimostra efficace e flessibile: la combinazione di diversi strumenti AI con pratiche manuali consente di mantenere alto il controllo qualitativo, pur lasciando emergere alcune difficoltà di comunicazione e un lieve disallineamento tra le aspettative iniziali e i risultati effettivamente ottenuti.

PARTECIPANTE 14

Il partecipante 14 esprime, nella fase pre-task, aspettative molto elevate riguardo all'AI, sia in termini di rapidità (5 su 5 per "buoni risultati più rapidamente" e "rielaborare idee più velocemente", 3 su 5 per "processi di design più rapidi", con un impatto percepito minimo sul rallentamento, 1 su 5) sia rispetto al supporto creativo (5 su 5 per "AI stimola la creatività" e "AI fornisce soluzioni creative"). Anche la sezione di "efficacia nella rielaborazione" registra valori alti (5 per "aiuta a rielaborare idee efficacemente" e "risultati migliori con AI"), sebbene "AI aderente alla traccia" sia valutata con un più modesto 3 su 5. Sul fronte delle difficoltà, emergono già alcune criticità: la percezione di "dettagli non realizzabili" è piuttosto elevata (5 su 5), e la frustrazione si attesta su un livello medio (3 su 5). Malgrado ciò, l'AI è dichiarata "parte integrante" dei processi (5 su 5), indice di un coinvolgimento significativo, mentre le strategie di comunicazione (3 su 5) e l'esperienza reputata "fondamentale" (5 su 5) delineano un quadro di grande interesse per l'utilizzo dell'AI fin dalle prime fasi di progetto. Nel post-task, tuttavia, si osserva un notevole calo in "buoni risultati più rapidamente" (da 5 a 2 su 5), a fronte di una percezione costante di "AI rallenta alcune fasi" (1 su 5). Ciò suggerisce che, pur non ritenendo l'AI causa di rallentamenti, il partecipante non ha ottenuto la rapidità sperata nel complesso.

Questo disallineamento tra attese e resa pratica si rispecchia anche nella dimensione creativa: lo “stimolo della creatività” passa da 5 a 2, e l’“aiuto a trovare idee” cala da 4 a 2, sebbene l’AI continui a essere considerata in grado di produrre soluzioni creative (4 su 5) e non limitare significativamente la creatività (1 su 5). In parallelo, l’efficacia di rielaborazione subisce una diminuzione marcata (da 5 a 2 per “aiuto efficace rielaborazione idee”), e la coerenza dei contenuti (2 su 5) non soddisfa le aspettative. Al contempo, rimane curiosamente alta la convinzione che i risultati possano essere “migliori con l’AI” (5 su 5), indicando una visione ancora ottimistica delle potenzialità dello strumento.

Sul fronte delle difficoltà, la percezione di “difficoltà nel far comprendere idee” cresce sensibilmente (da 2 a 5 su 5), e i “loop comunicativi” passano da 2 a 5, confermando un aumento tangibile dei momenti di incomprensione o di richiesta iterata di chiarimenti. Tali criticità hanno spinto il partecipante a ricorrere sempre più spesso a strumenti tradizionali (Photoshop, soprattutto) nelle fasi di sviluppo e consegna, allo scopo di correggere e rifinire i dettagli visivi. L’intervista, infatti, sottolinea come ChatGPT si sia rivelato utile per avviare il processo creativo, ma inadeguato nel gestire coerentemente le specificità richieste dal task, generando frustrazione e un senso di inefficienza durante le interazioni più complesse. Non a caso, la soddisfazione finale crolla da 4 a 2 su 5, e l’utente dichiara che le proprie aspettative sono state solo parzialmente soddisfatte (2 su 5). La valutazione qualitativa del concept, con una media di 3,0, rivela una discreta originalità (4 su 5) e un buon livello di innovazione (4 su 5), ma punteggi contenuti in efficienza, comfort, qualità estetica e qualità del rendering (tutti 2 su 5). Questa distribuzione riflette un output che, sebbene coerente e completo (4 su 5 in entrambe le voci), risente di difficoltà incontrate nella fase di sviluppo, caratterizzata da loop comunicativi e dall’esigenza di passare a un approccio manuale per assicurare un controllo migliore sui dettagli visivi.

In conclusione, l'esperienza del partecipante 14 mette in luce il divario tra un entusiasmo iniziale molto elevato e l'uso pratico dello strumento AI, fortemente penalizzato da problematiche comunicative e dall'incapacità di gestire i particolari con precisione. Il risultato finale, sebbene dignitoso, rimane lontano dalle aspirazioni di velocità e creatività formulate prima del task, evidenziando la necessità di competenze più affinate e di strategie comunicative più efficaci per sfruttare appieno il potenziale dell'AI.

PARTECIPANTE 15

Il partecipante 15 manifesta, in fase pre-task, un atteggiamento positivo verso l'AI per quanto concerne la rapidità e l'efficienza dei processi progettuali (4 su 5 per "buoni risultati più rapidamente" e 5 su 5 per "rielaborare idee più velocemente"), pur mantenendo un giudizio più moderato sulla velocità complessiva del processo (3) e un impatto percepito non trascurabile di eventuali rallentamenti (2). Sul piano creativo, riconosce un certo potenziale allo strumento (3 su 5 per "AI stimola creatività", 4 per "AI fornisce soluzioni creative"), accompagnato da una percezione molto bassa di limitazione (1), evidenziando un approccio fiducioso nelle capacità di generare spunti utili senza vincoli eccessivi. In termini di efficacia nella rielaborazione e coerenza, i valori (3, 3, 4, 3) indicano una fiducia media nei risultati e un livello di soddisfazione contenuto, sebbene "risultati migliori con AI" raggiunga 4, segnalando un'aspettativa di contributo positivo alla qualità finale. Le difficoltà restano a livelli gestibili (2 su 5 per "difficoltà nel comunicare idee"), mentre "dettagli non realizzabili" (4) e "frustrazione" (3) suggeriscono consapevolezza dei limiti tecnici e una certa dose di disagio nell'uso. L'AI non è ancora "parte integrante" del flusso (2), ma il partecipante dichiara strategie di comunicazione piuttosto avanzate (5), probabilmente frutto di un interesse nel promuovere uno scambio efficace con lo strumento. Nel post-task, si nota una lieve diminuzione nella percezione di rapidità (da 4 a 3 per "buoni risultati più rapidamente" e da 5 a 4 per "rielaborazione idee più veloce"), a indicare che l'esperienza concreta ha ridimensionato parzialmente le attese sui tempi di sviluppo. La valutazione dei processi di design resta invariata (3 su 5) e il rallentamento rimane su valori mediobassi (2 su 5).

Sul versante creativo, spicca un leggero incremento nella percezione di “AI stimola creatività” (4 su 5) e la conferma di un basso limite creativo (1), bilanciati però da un calo nelle “soluzioni creative” (3) e un’assenza di progressi sul “trovare idee” (3). L’aderenza dei contenuti alla traccia migliora di poco (da 3 a 4), mentre i “risultati migliori con AI” rimangono stabili a 4, con la soddisfazione complessiva che non subisce variazioni di rilievo (3). D’altro canto, aumenta la percezione di “dettagli non realizzabili” (da 4 a 5), verosimilmente frutto di una constatazione delle attuali limitazioni dello strumento, mentre la frustrazione rimane su valori medi (3) e i loop comunicativi non crescono (2). Le aspettative vengono moderate (3 su 5), ma l’esperienza è considerata utile per ampliare le modalità comunicative (4), così come la capacità di integrare efficacemente l’AI (3). Dal punto di vista qualitativo, il concept finale raggiunge una media di 4,3, con valutazioni alte su funzionalità (5), efficienza (5), qualità estetica (5) e aderenza ai requisiti (5). Tuttavia, la completezza (3) risulta leggermente inferiore, a suggerire che, pur trattandosi di una proposta esteticamente valida e in linea con i requisiti progettuali, potrebbero persistere alcuni aspetti migliorabili o rimasti meno esplorati. L’intervista conferma il ricorso a Midjourney come vera e propria “moodboard interattiva” e l’uso di ChatGPT nella fase di ideazione concettuale, affiancati da Pinterest per trovare riferimenti e ispirazioni più tradizionali. Il passaggio a Rhinoceros nelle fasi finali evidenzia l’importanza di un intervento tradizionale per la cura di dettagli e finiture più sofisticate, aspetto che giustifica la minima presenza di loop comunicativi: il partecipante, grazie a strategie di prompting ben definite (ad esempio l’inserimento di nomi di designer famosi per indirizzare lo stile), ha saputo sfruttare in modo mirato gli strumenti AI, evitando fraintendimenti prolungati. In sintesi, l’esperienza progettuale del partecipante 15 sottolinea l’efficacia di un approccio ibrido: l’AI funge da risorsa rapida e versatile in fase di ideazione e sviluppo iniziale, mentre l’intervento manuale consente di rifinire le parti più complesse e di mantenere un alto standard qualitativo, senza incorrere in rallentamenti o loop problematici.

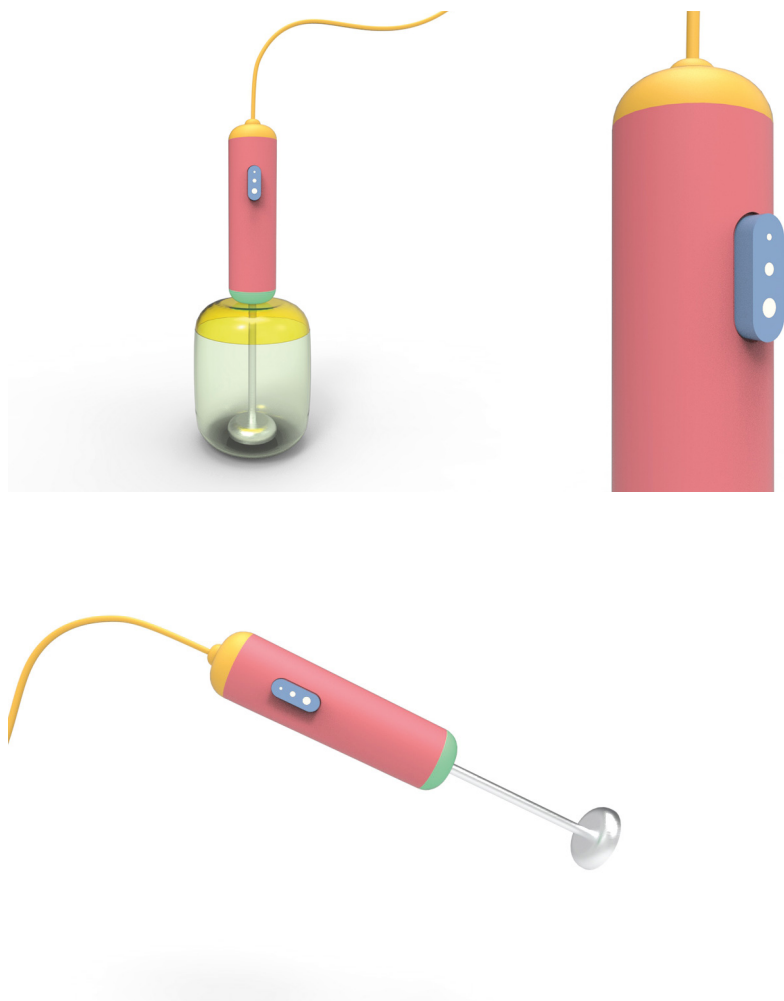


Fig. 29 - Risultati
dell'esperimento
del soggetto 15

PARTECIPANTE 16

Il partecipante 16 parte da valutazioni pre-task piuttosto contenute su “buoni risultati più rapidamente” (2 su 5) e “processi di design più rapidi” (2 su 5), indicando un’aspettativa iniziale limitata riguardo all’efficienza complessiva dell’AI, mentre la percezione di “rielaborare idee più velocemente” (3 su 5) e di rallentamento (2) si situa su livelli moderati. Sul fronte creativo, attribuisce un certo potenziale all’AI (3 su 5 per “stimola la creatività”), pur ritenendo minimo il “limite” (1 su 5). I punteggi relativi all’efficacia della rielaborazione (2 su 5 per “aiuta a rielaborare idee efficacemente” e “risultati migliori con AI”, 2 anche per “AI aderente alla traccia”) suggeriscono una percezione piuttosto scettica riguardo alla qualità dell’output generato, a fronte di un livello di soddisfazione appena superiore (3 su 5). Contestualmente, la frustrazione (4 su 5) e la percezione di dettagli non realizzabili (3 su 5) sottolineano un iniziale senso di inadeguatezza delle soluzioni offerte dagli strumenti AI. Ciononostante, il partecipante dichiara di aver maturato un’elevata competenza e strategie di comunicazione con l’AI (5 su 5 su queste voci), sebbene l’AI non venga ritenuta pienamente integrata nel suo processo (3 su 5). Nel post-task, la percezione di rapidità migliora leggermente per quanto riguarda i “buoni risultati più rapidamente” (da 2 a 3) e la “rielaborazione idee più veloce” (da 3 a 4), mentre “processi più rapidi” rimane stabile su 2. Si conferma un impatto ridotto del rallentamento (2 su 5). Il lato creativo resta sostanzialmente invariato (3 su 5 per “stimolo alla creatività” e “aiuto a trovare idee”), con un leggero incremento di “soluzioni creative” (da 2 a 3), sempre in un contesto di bassa percezione di limite (1 su 5). Tuttavia, i punteggi su rielaborazione e coerenza (2 su 5 sia in “aiuto efficace rielaborazione idee” che in “risultati migliori con AI”, mentre la soddisfazione generale rimane 3) non registrano alcun salto qualitativo, evidenziando una difficoltà persistente a tradurre le potenzialità dell’AI in output progettuali di livello.

Al contempo, la percezione di “dettagli non realizzabili” raggiunge il massimo (5 su 5), segnalando che la versione gratuita degli strumenti utilizzati (in particolare Bing Image Creator) non ha consentito la gestione soddisfacente di aspetti specifici e particolarmente complessi. Su un piano relazionale, emerge una lieve riduzione delle difficoltà nel far comprendere le idee (da 3 a 2 su 5) e un marcato calo dei loop comunicativi (da 2 a 1), il che suggerisce che, sebbene l’output non fosse ottimale, l’interazione con l’AI sia risultata piuttosto lineare, in parte grazie all’esperienza (5 su 5) e alle strategie di comunicazione già solide (5 su 5).

La valutazione qualitativa del concept (2,9 di media) riflette un progetto ritenuto adeguato in termini di aderenza ai requisiti e completezza (5 su 5) ma penalizzato da punteggi bassi su funzionalità, efficienza, comfort, qualità estetica e rendering (tutti 2 su 5). Durante l'intervista, il partecipante sottolinea infatti come il tool Image Creator non abbia offerto funzionalità sufficienti a garantire continuità visiva e consistenza nelle diverse viste del frullatore, rendendo necessarie integrazioni manuali. Pur non generando particolari loop comunicativi, queste limitazioni hanno innalzato la frustrazione, che rimane a 4 su 5, e hanno evidenziato la necessità di un tool AI più evoluto e personalizzabile per poter sfruttare appieno il potenziale creativo e operativo. Di conseguenza, nelle fasi finali di definizione e consegna, il partecipante ha preferito strumenti manuali (ad esempio Photoshop), confermando così un approccio metodico ma cauto verso l'integrazione dell'AI. In conclusione, l'esperienza del partecipante 16 dimostra come l'AI possa, a fronte di alcune migliorie (ad esempio prompt più accurati o versioni premium degli strumenti), alleggerire le fasi iniziali di ideazione e generare idee in tempi relativamente rapidi, tuttavia restano evidenti carenze operative che ne riducono l'utilità nelle fasi di sviluppo e rifinitura di concept tecnici e illustrativi.

6.4. Discussione

CORRELAZIONI

Come primo step per discutere i dati raccolti è stata costruita una matrice di correlazione includendo tre categorie principali di variabili:

- I punteggi dei questionari (punteggi medi per dimensioni del questionario pre e post-task rapidità/efficienza, supporto creativo, efficacia/coerenza, difficoltà, esperienza con AI);
- I dati fisiologici (numero di picchi EDA rilevati e variazione del battito cardiaco durante il task);
- La valutazione finale dei concept (espressa come punteggio medio di qualità del concept, derivato dalle valutazioni su originalità, innovazione, funzionalità, estetica, ecc. per ciascun partecipante).

Nella matrice di correlazione risultante, si osservano alcune relazioni significative. La valutazione finale del concept mostra una correlazione negativa con i picchi EDA. I designer che hanno sperimentato più momenti di stress durante il task tendono ad aver ottenuto punteggi più bassi nella qualità finale del concept. Analogamente, la percezione di difficoltà e di loop comunicativi (misurata dai questionari) correla negativamente con la qualità del risultato finale, i partecipanti che hanno riportato frequenti momenti di stallo o incomprensioni con l'AI hanno ottenuto concept valutati come meno validi. Al contrario, variabili come l'esperienza pregressa con l'AI o la soddisfazione post-task correlano positivamente con la qualità del concept, infatti i partecipanti che prima del task si ritenevano più esperti nell'uso di AI hanno in media prodotto concept migliori. Molte di queste correlazioni, dato il campione ridotto (N=16), sono indicative ma moderate: ad esempio, la correlazione tra frequenza di loop osservati e valutazione finale è evidentemente negativa (i pochi partecipanti senza loop hanno ottenuto punteggi alti, come P01 con media 5.0, rispetto a chi ha avuto molti loop come P14 con media 3.0).

La matrice di correlazione serve dunque a identificare tendenze generali: ridotto carico cognitivo e meno interruzioni portano a risultati qualitativi migliori, in linea con la teoria del carico cognitivo di Sweller (1988), secondo cui un minor sovraccarico cognitivo migliora la performance progettuale. Sulla base delle correlazioni individuate si può dimostrare che la frequenza dei loop comunicativi è un predittore significativo inverso: mantenendo costanti gli altri fattori, un aumento dei loop (interazioni iterative ripetute dovute a incomprensioni con l'AI) si associa a una diminuzione del punteggio del concept finale. Ciò quantifica empiricamente l'intuizione che i blocchi comunicativi rallentano il progresso e impattano negativamente la qualità del risultato. Anche il tempo relativo speso in AI-IDEA risulta significativamente influente: i designer che hanno investito più tempo nella fase di ideazione testuale (quindi a formulare adeguatamente il problema e i prompt iniziali) rispetto alla sola generazione di immagini tendono a produrre concept di qualità leggermente superiore. Questo suggerisce che un uso strategico dell'AI come "partner per la riflessione" nelle fasi iniziali porta a risultati più coerenti e completi, piuttosto che dedicare la maggior parte del tempo a iterare sulle immagini senza una base concettuale solida o usando solo strumenti tradizionali come la ricerca in internet o su Pinterest. In sintesi, meno loop comunicativi, miglior bilanciamento nell'uso di AI per ideare e per creare, e maggior familiarità iniziale con l'AI risultano associati a concept finali di qualità più alta.

CLUSTER DEI SOGGETTI

Sono state applicate tecniche di clustering sui dati di interazione per identificare gruppi omogenei di designer in base al loro modo di usare l'AI. Sono stati utilizzati come variabili di clustering indicatori quali: numero di loop comunicativi, tempo totale sul task e sua suddivisione tra AI-IDEA e AI-VIS, picchi fisiologici, e note emerse dalle interviste. Dall'analisi emergono tre profili tipici di designer: Il primo cluster comprende i designer che hanno interagito con l'AI in modo fluido, con pochi loop comunicativi e bassa attivazione fisiologica (stress contenuto). Tendono a bilanciare l'uso di AI-IDEA e AI-VIS, sfruttando l'AI prima per esplorare l'idea e poi per realizzare visualizzazioni. Spesso avevano esperienza pregressa medio-alta con l'AI e atteggiamento pragmatico. I loro concept finali sono tra i migliori (punteggi qualitativi alti, es. Partecipanti 01, 04, 06, 07 rientrano in questo gruppo con media ≥ 4.5).

Questi designer hanno mostrato strategie di co-creazione efficaci, usando l'AI come partner senza farsi ostacolare dai suoi limiti. Il secondo gruppo include i designer che hanno incontrato frequenti difficoltà comunicative con l'AI. Mostrano molti loop (diverse iterazioni di prompt senza progressi sostanziali) e conseguenti elevati picchi EDA e variazioni di battito (segni di stress/frustrazione). Spesso hanno speso molto tempo in AI-VIS tentando di perfezionare l'output visivo, trascurando una strategia di prompting. Nei questionari post-task riportano alti livelli di frustrazione e percezione di limiti dell'AI. I loro risultati finali sono tra i più deboli (concept con valutazioni medio-basse, es. Partecipanti 14, 16 con media ~3). Questo cluster evidenzia un pattern di interazione rigido: i designer faticano ad adattare la strategia e restano intrappolati in cicli ripetitivi con l'AI, con scarso valore aggiunto. Un gruppo intermedio di designer ha adottato un approccio esplorativo, combinando intensivamente AI-IDEA per raccogliere informazioni/ispirazioni e poi AI-VIS per sperimentare variazioni visive. Hanno un numero moderato di loop (gestiti in parte grazie all'uso diversificato di strumenti) e livelli di stress relativamente moderati. Questi designer inizialmente non avevano necessariamente alte aspettative, ma hanno sfruttato l'AI con capacità di adattamento. I loro concept finali sono buoni come ad esempio i partecipanti 03, 08, 15 con una media di ~4.0 - 4.3. Questo cluster rappresenta chi impara e si adatta in corso d'opera: adotta diverse strategie di prompting, integra feedback e mantiene la calma, ottenendo comunque risultati soddisfacenti. Questi pattern suggeriscono che formazione ed esperienza nell'uso strategico dell'AI possono spostare i designer dal secondo gruppo verso il primo, migliorando sia l'esperienza soggettiva che i risultati oggettivi.

CATEGORIZZAZIONE DEI PROMPT

Dall'analisi qualitativa delle conversazioni AI-IDEA (es. log di ChatGPT) e delle richieste in AI-VIS, è emersa una tassonomia di prompt usati dai designer. Si possono distinguere le categorie secondo struttura linguistica, intento comunicativo, specificità ed evoluzione temporale. La struttura linguistica dei prompt varia da comandi imperativi a domande esplicite, fino a dichiarazioni contestuali. Ad esempio, alcuni designer iniziano con comandi diretti "Ciao devo realizzare un nuovo tipo di frullatore a immersione per un cliente: dammi informazioni su cosa è un frullatore a immersione. Quali sono le funzioni base? Quali elementi potrebbero essere rivisti?" Si sono identificati anche prompt di intenti comunicativi per brainstorming/esplorazione, mirati a generare molte idee o variazioni (spesso aperti e divergenti), contrapposti a prompt di rifinitura/convergenza, dove il designer fornisce indicazioni più strette per ottenere un risultato vicino alla visione desiderata. Ad esempio il partecipante 10 che inizia la conversazione con "Ciao! Ti andrebbe di aiutarmi a realizzare un benchmark di prodotti? Individua almeno 4 prodotti elettrodomestici della marca bosch per la cucina che utilizzano le lame per tritare gli ingredienti e confrontali per prezzo, numero di accessori dimensioni, peso e versatilità nelle ricette." I designer hanno usato inizialmente prompt generici che lasciano ampia libertà all'AI (ad esempio il soggetto 15 ha scritto "sono un designer di prodotto, un'azienda mi ha commissionato il progetto di un frullatore ad immersione, ho poco tempo per sviluppare il progetto" il soggetto 06 "elabora 5 concept di progettazione per frullatore ad immersione innovativi") mentre altri sono molto dettagliati, includendo specifiche tecniche o stilistiche (Il soggetto 15 ha scritto come prompt iniziale per Midjourney: "an immersion blender as if it was designed by dieter rams" mentre il soggetto 10 sempre per Midjourney ha scritto il seguente prompt: "An immersion blender. Compact Multifunctional Efficient Affordable Easy-to-clean. The blender accessory is k-shaped, for making dough. white background -personalize 2m59/pr -v 6.1"). La specificità spesso evolve nel tempo: inizialmente i designer esplorano con prompt più generici, poi man mano affinano la specifica aggiungendo vincoli e dettagli quando si avvicinano alla direzione voluta.

Questo comportamento è emerso chiaramente: i log mostrano prompt iniziali brevi, seguiti da prompt successivi più lunghi e articolati mano a mano che il designer comprende come comunicare esigenze precise all'AI. Si osservano sequenze tipiche di prompting, ad esempio, la sequenza iterativa breve – usata soprattutto in AI-IDEA – dove il designer invia prompt brevi e frequenti per un dialogo rapido (ottenere piccole informazioni o idee incrementali). Oppure la sequenza a blocchi lunghi – più comune in AI-VIS – dove il designer elabora un prompt molto lungo, attende il risultato, poi lo rivede dopo un certo tempo. Si è notato che AI-IDEA (testuale) incoraggia interazioni frammentate ma continue, mentre AI-VIS porta a interazioni più distanziate ma corpose. Queste differenze riflettono la natura complementare dei due strumenti: l'AI testuale supporta un dialogo di domanda-risposta, l'AI visiva invece richiede di confrontare output multipli e ricalibrare i prompt. In generale, si possono codificare i pattern di prompting in: esplorativo (divergente – focalizzato) (convergente – rifinitura finale), fasi attraversate dalla maggior parte dei designer. La categorizzazione dei prompt aiuta a comprendere come i designer modulano il linguaggio e la strategia comunicativa per ottenere dall'AI ciò che desiderano. Un risultato interessante è che prompt con struttura interrogativa aperta sono spesso usati per esplorare (inducono l'AI a fornire spiegazioni o alternative), mentre prompt imperativi dettagliati sono usati nella fase di convergenza per istruire l'AI esattamente sul risultato atteso.

STRATEGIE

Analizzando le sessioni nel tempo, emergono diverse strategie di adattamento adottate dai designer di fronte a difficoltà o opportunità inaspettate. Abbiamo identificato in particolare: l'abbandono precoce, la persistenza strategica, l'ibridazione adattiva, corrispondenti a diverse modalità di reazione ai loop comunicativi. Alcuni designer, di fronte a risposte insoddisfacenti dell'AI nelle prime iterazioni, cambiano approccio molto presto. Per esempio, se dopo pochi prompt l'AI-VIS genera immagini lontane dall'idea voluta, il designer abbandona quell'idea iniziale o smette di dettagliare ulteriormente il prompt visivo, passando magari a un altro tool o a un concetto diverso.

Questo può significare anche troncare i loop prima che diventino frustranti: invece di insistere a far capire all'AI una specifica complessa, il designer fa marcia indietro e semplifica l'obiettivo. L'abbandono precoce non è necessariamente negativo: in alcuni casi è una ritirata strategica che evita di sprecare tempo in vicoli ciechi. Tuttavia, se usato eccessivamente, porta a saltare da un'idea all'altra senza svilupparne a fondo nessuna. Nell'esperimento, pochi partecipanti hanno abbandonato un intero concept, ma qualcuno ha abbandonato feature specifiche: es. Partecipante 16 ha rinunciato a ottenere certi dettagli visivi dall'AI gratuita (Image Creator) appena ha visto i limiti, concentrandosi su ciò che era fattibile. Questa però potrebbe manifestarsi in una forma di adattamento "per sottrazione" – si limita l'ambizione progettuale in base ai limiti riscontrati nell'AI. Altri designer adottano l'approccio opposto, ovvero insistono sullo stesso obiettivo adattando ripetutamente il prompt finché l'AI non fornisce qualcosa di soddisfacente. Questa persistenza non è mera ripetizione: è accompagnata da piccole modifiche incrementali al prompt, sulla base dell'osservazione degli output. Ad esempio, il 15° designer ha iterato più volte su un prompt in Midjourney cambiando leggermente una parola o un parametro ad ogni iterazione (colore, stile, ecc.), mostrando tenacia nel raggiungere la visione desiderata. La persistenza strategica denota fiducia che l'AI possa arrivare al risultato desiderato con le giuste istruzioni. Nei dati, vediamo queste sequenze di iterazioni concentrate spesso nella fase di sviluppo visivo per alcuni partecipanti. Questa strategia però comporta un costo in tempo e carico cognitivo: i picchi di EDA coincidevano spesso con questi loop di iterazione su AI-VIS, indicando stress. La chiave perché la persistenza sia "strategica" e non controproducente è saper riconoscere quando i miglioramenti diventano marginali: i designer più esperti fissano un numero limite di iterazioni prima di valutare un cambio di rotta, per non cadere in loop infiniti. L'utilizzo di fonti e approcci diversi per superare i limiti riscontrati è la strategia più sofisticata osservata, ciò si verifica quando i designer combinano output di AI differenti (testuale e visiva) oppure uniscono lavoro manuale e generativo. Un caso tipico: se l'AI-VIS non riesce a produrre un certo elemento visivo, il designer lo disegna a mano o usa Photoshop, integrandolo poi nel concept finale. Oppure, il designer alterna due strumenti AI in parallelo – es. usando ChatGPT per riformulare il prompt da inserire in Midjourney in modo più efficace.

Questa ibridazione mostra adattabilità: invece di insistere su un unico canale, il designer sfrutta i punti di forza complementari di più strumenti. L'ibridazione adattiva include momenti in cui il designer cambia decisamente rotta – ad esempio passando da un concept A a un concept B – mantenendo però parti utili del lavoro fatto. In generale le strategie adattive distinguono chi subisce i limiti dell'AI da chi invece li aggira creativamente. I designer più efficaci tendono a ibridare metodi e a sapere quando insistere e quando cambiare strada. Questo si riflette nei loro risultati: una gestione attiva dei pivot e dei loop porta a meno frustrazione (confermata dai questionari post-task) e a concept finali più completi.

MODALITÀ OPERATIVE ADOTTATE

Sulla base delle modalità operative adottate durante l'esperimento, i partecipanti sono stati classificati in due gruppi principali:

- Gruppo Riflessione (N=5): Partecipanti 03, 04, 05, 08, 11.
 - Utilizzo prevalente:
Validazione idee, problem-solving, analisi critica.
- Gruppo Generazione + Riflessione (N=10):
Partecipanti 01, 02, 06, 09, 10, 12, 13, 14, 15, 16
 - Utilizzo prevalente:
Generazione immagini + riflessione
(es. rendering, brainstorming).
- Solo il soggetto 07 ha utilizzato solo l'AI generativa.

Designer e GenAI: Studio degli aspetti caratterizzanti l’interazione durante la progettazione di concept

Efficienza	Medie	Deviazione Standard
Riflessione	4.0	1.11
Generazione + Riflessione	3.8	1.20

Soddisfazione	Medie	Deviazione Standard
Riflessione	3.2	1.10
Generazione + Riflessione	2.3	1.12

Nonostante l’uso generativo dell’AI, il gruppo Generazione + Riflessione non è più efficiente di chi usa l’AI solo per riflettere. Possibili cause includono il tempo speso in iterazioni di prompting o correzioni (es. Partecipante 16: “Difficoltà nel mantenere coerenza tra viste”). Il gruppo “Riflessione” è significativamente più soddisfatto dei concept finali, probabilmente perché l’uso critico dell’AI riduce i rischi di incoerenza (es. Partecipante 04: “Valido la fattibilità fisica prima di procedere”). Chi genera contenuti riporta frustrazione legata a limiti tecnici. È importante notare che il campione è relativamente piccolo (N=15, escluso il soggetto 07), con possibile sovrapposizione di competenze tecniche tra i gruppi. Il gruppo Generazione + Riflessione include partecipanti con esperienza eterogenea (es. Partecipante 06: esperto vs. Partecipante 13: profilo nella media).

ANALISI INTEGRATA

Di seguito si è analizzato quanto constatato in precedenza sull'efficienza rispetto alle valutazioni ottenute dai partecipanti.

Metrica	Riflessione (Media)	Generazione + Riflessione (Media)	Differenza	Interpretazione
Originalità del concept	3.8	4.3	0.5	Il gruppo misto genera concept più innovativi, sfruttando l'AI per esplorare soluzioni non convenzionali (es. Partecipante 15 usa Midjourney per ispirazioni stilistiche).
Innovazione nelle soluzioni	3.6	4.1	0.5	L'uso generativo dell'AI stimola idee disruptive (es. Partecipante 06 per il quale L'AI suggerisce soluzioni tecniche inaspettate).
Qualità estetica	3.4	4.5	1.1	La generazione di immagini/rendering (Midjourney, Firefly) migliora significativamente l'estetica percepita.
Aderenza ai requisiti	4.6	3.9	-0.7	Il gruppo "Riflessione" eccelle nel validare i requisiti (es. Partecipante 04 verifica la fattibilità fisica con l'AI).
Completezza del concept	4.2	3.7	-0.5	La riflessione critica garantisce una progettazione più strutturata e dettagliata.

Il Gruppo "Generazione + Riflessione" ha dimostrato una maggiore innovazione (+0.5) e qualità estetica (+1.1), mentre una minore aderenza ai requisiti (-0.7) e completezza (-0.5), probabilmente a causa di iterazioni dispersive, mentre il gruppo "Riflessione" ha dimostrato un approccio metodico però con una qualità estetica inferiore (-1.1), poiché non sfruttano tool di rendering generativi. La soddisfazione del gruppo Riflessione è più alta (3.2 vs 2.3) nonostante medie inferiori in "Innovazione" e "Qualità estetica". Ciò suggerisce che la coerenza funzionale (aderenza ai requisiti) pesa più dell'estetica nella soddisfazione finale, mentre il gruppo *Generazione + Riflessione* nonostante i punteggi estetici elevati, hanno una soddisfazione minore probabilmente riflettendo la frustrazione per mancanza di controllo. L'analisi dei dati rimanda a diverse teorie rilevanti nel campo. L'AI genera soluzioni visivamente accattivanti, ma spesso disallineate dai vincoli progettuali. Questo spiega il trade-off osservato tra "Qualità estetica" e "Aderenza ai requisiti" (Buxton, 2007). Il gruppo "Riflessione" incarna il ruolo dell'AI come "consulente critico", migliorando la robustezza del design a scapito della sperimentazione visiva.

Il gruppo misto (G + R) sperimenta un carico cognitivo maggiore (nella gestione simultanea di generazione e validazione), riducendo potenzialmente la coerenza e aumentando la frustrazione (Sweller, 1988).

SINTESI DELLE EVIDENZE QUANTITATIVE E QUALITATIVE

L'analisi multimodale dei dati raccolti (questionari pre e post-task, videoregistrazioni, sensori fisiologici) ha permesso di delineare un quadro complesso e articolato delle dinamiche di interazione tra designer e sistemi di Generative AI durante il processo progettuale. I risultati evidenziano sia aspetti stabili che criticità emergenti, che sono stati ulteriormente approfonditi tramite analisi statistiche e qualitative. I questionari pre e post-task hanno mostrato una percezione generalmente positiva e stabile rispetto alle potenzialità dell'AI, con un riconoscimento costante del suo ruolo nella generazione di idee e nella rielaborazione creativa. In particolare, nonostante la persistenza di limiti tecnici – ad esempio, nella gestione di richieste particolarmente dettagliate – i partecipanti hanno evidenziato il valore dell'AI nel supportare fasi di ideazione iniziale e nella riduzione delle disparità tecniche tra designer. Diversi partecipanti hanno segnalato difficoltà legate alla mancanza di multimodalità e all'elevata curva di apprendimento di strumenti complessi (es. "Non riesco a ottenere risultati con Photoshop AI", "ChatGPT non ha compreso la foto inserita"). Queste problematiche si collegano al modello di affordance di Norman (1988), secondo cui la percezione delle possibilità d'azione (affordance percepita) non sempre corrisponde alle funzionalità effettive del sistema. Inoltre, l'assenza di feedback contestuali, contribuisce a incrementare la frustrazione, specialmente negli strumenti gratuiti e quindi con limitazioni. I dati raccolti supportano l'ipotesi che l'AI possa agire come un "amplificatore cognitivo" (Shneiderman, 2022) che libera risorse cognitive per fasi creative, purché le problematiche di comunicazione e contestualizzazione vengano adeguatamente gestite.

Un tema integrativo emerso inoltre è il paradosso dell'innovazione estetica in termini di risultato progettuale: inizialmente alcuni designer miravano a soluzioni molto innovative e dall'estetica complessa, confidando che l'AI potesse realizzarle facilmente. Tuttavia, hanno scoperto limiti pratici che li hanno costretti a semplificare o cambiare rotta (es. Partecipante 16 con l'AI di imaging gratuita ha dovuto ridurre le aspettative estetiche). Questo riflette il concetto di Buxton (2007) secondo cui spingersi troppo oltre sul piano estetico/innovativo può richiedere iterazioni aggiuntive e causare frizioni: l'AI eccelle nel generare variazioni, ma guidarla verso un'innovazione estetica raffinata richiede un notevole lavoro di fino da parte del designer. Dal punto di vista quantitativo, abbiamo visto che i designer con meno loop comunicativi e minore stress ottengono i concept di qualità più alta. Ciò è allineato con la teoria del carico cognitivo di Sweller (1988): iterazioni frustranti e incomprensioni con l'AI impongono un carico cognitivo ed emotivo extra (*extraneous cognitive load*) che distrae dal compito di progettazione vero e proprio, riducendo le risorse mentali disponibili per la creatività e la rifinitura del concept. Ad esempio, Partecipante 14 – entusiasta inizialmente – è rimasto invischiato in loop comunicativi frequenti e ha dovuto dedicare molte energie a “combattere” col tool, a scapito dell'attenzione alla qualità complessiva. Al contrario, Partecipante 01 ha mantenuto un'interazione relativamente fluida con l'AI (pochi loop, bassa frustrazione) e ha potuto concentrare la sua expertise sul design, producendo un concept eccellente. Questo evidenzia l'importanza di interfacce AI usabili e di abilità di prompting: se l'AI è facile da istruire (o il designer è abile a farlo), il carico estraneo diminuisce e l'AI diventa un facilitatore anziché un ostacolo. Le videoregistrazioni hanno ulteriormente rivelato una dinamica iterativa in cui l'alternanza tra interventi del designer e generazione di output da parte dell'AI favorisce momenti di riflessione e re-interpretazione. In alcuni casi, la breve latenza degli output AI ha consentito al designer di “prendersi una pausa” per rielaborare il proprio pensiero, mentre in altri, la visualizzazione dell'output ha innescato un processo immediato di riformulazione delle richieste.

Un'ulteriore evidenza di questa collaborazione iterativa è rappresentata dalla differenziazione dei ruoli delle varie AI utilizzate: Vizcom si è dimostrata particolarmente affidabile nella rielaborazione degli schizzi, garantendo coerenza e aderenza alle richieste. ChatGPT è stata impiegata prevalentemente per il ragionamento e la riflessione concettuale, pur venendo occasionalmente utilizzata per la generazione di immagini, seppur con risultati meno consistenti. Midjourney è risultata invece l'AI maggiormente orientata alla generazione visiva, fornendo output di alta qualità estetica. Parallelamente, l'analisi dei dati fisiologici ha messo in luce una correlazione tra i momenti di loop comunicativi – in cui l'AI non era in grado di “cogliere” le intenzioni del designer – e segnali fisiologici tipici di stress (aumento della frequenza cardiaca, variazioni della temperatura cutanea e picchi nell'attività elettrodermica). Questi risultati suggeriscono che, se da un lato l'AI rappresenta un supporto creativo, dall'altro le interruzioni nel flusso comunicativo possono innescare reazioni emotive e fisiologiche che incidono sulla percezione complessiva dell'esperienza.

7. Conclusioni

Questa tesi si è posta l'obiettivo di esplorare e comprendere le dinamiche che caratterizzano l'interazione tra i designer e i sistemi di Intelligenza Artificiale Generativa (GenAI) nel contesto della progettazione, in particolare nelle prime fasi operative e riflessive. Tale indagine è stata condotta a partire dall'ipotesi che l'adozione delle GenAI non si limiti a fornire un supporto strumentale, ma agisca come catalizzatore di trasformazioni cognitive, metodologiche e operative nei processi progettuali. L'interesse è nato dalle sfide poste dalla crescente complessità e multidisciplinarietà del design contemporaneo, che richiede ai professionisti di saper coniugare una visione d'insieme con competenze specialistiche (Vallero & Brasier, 2008). In tale scenario, l'introduzione di tecnologie AI basate su modelli generativi ha posto nuovi quesiti, poiché esse non si limitano a fornire un'"automazione", ma possono contribuire in maniera non deterministica alle fasi di ideazione, concept e riflessione critica (Gmeiner et al., 2023). L'ipotesi di partenza, illustrata all'inizio della tesi, consisteva nel verificare in che modo l'adozione delle GenAI non si esaurisse in un mero potenziamento degli strumenti di disegno o di calcolo, ma implicasse mutamenti nei processi cognitivi del progettista e creasse delle dinamiche collaborative all'interno del processo di co-creazione. In particolare, ci si è domandato se l'interazione dialogica e iterativa con le GenAI potesse favorire l'emergere di processi di auto-riflessione, di esplicitazione dei pensieri progettuali e di esplorazione di soluzioni inaspettate. Nei Capitoli 2 e 3 si è discusso come il passaggio dai tradizionali software deterministici a sistemi generativi basati sull'intento (Nielsen, 2023) possa consentire al designer di co-creare nuove proposte, ricevendo input inattesi e potenzialmente innovativi dall'AI. L'obiettivo dichiarato era duplice. Da un lato, verificare empiricamente se tali strumenti stimolassero un incremento di consapevolezza e di varietà progettuale, come suggerito dagli studi sull'uso dell'AI nel problem solving creativo (Bernal et al., 2015; Liao et al., 2020). Dall'altro, comprendere quali competenze e strategie risultassero determinanti per un'interazione efficace, alla luce della necessità di tradurre un pensiero progettuale tendenzialmente visivo in forme testuali o multimodali comprensibili all'algoritmo (Chang et al., 2021; Esposito, 2022).

Nel corso dell'indagine, ci si è soffermati sul ruolo della verbalizzazione, ovvero la pratica di esplicitare vincoli e intenzioni, e sull'analisi dei loop comunicativi, fenomeni di stallo che emergono quando l'AI riproduce schemi ridondanti e il designer, se non interviene, rimane intrappolato in interazioni infruttuose. Le evidenze raccolte, presentate nei capitoli 4, 5 e 6, confermano che l'adozione di GenAI si traduce in una trasformazione qualitativa del processo progettuale, soprattutto nelle fasi di ideazione e concept. Come illustrato nel capitolo 4.5, la necessità di formulare prompt chiari e strutturati induce il progettista a una verbalizzazione costante dei criteri progettuali, dei vincoli e delle possibili direzioni di sviluppo. Questa pratica di articolazione esplicita risulta funzionale non solo all'AI, ma allo stesso designer, poiché stimola una riflessione più approfondita sui presupposti e sui limiti della sua azione (Cross, 2001; Goldschmidt, 2014). In molti dei workshop descritti nel capitolo 4, i partecipanti hanno sottolineato come il processo di "dettagliare" i propri pensieri affinché l'AI potesse comprenderli abbia reso più chiari anche a loro stessi i principi guida del progetto. Al contempo, l'interazione dialogica con l'AI può generare soluzioni inattese o inusuali, talvolta avvicinandosi a quel fenomeno di "impensato" definito come l'emergere di spunti non derivati da concatenazioni logico-razionali preesistenti (Hayles, 2021; Koestler, 1964). Negli esperimenti si notano casi in cui i designer, partendo da un'idea di massima, hanno ricevuto proposte estranee al loro modo abituale di ragionare, eppure in grado di arricchire il panorama di soluzioni. Questo evento, che conferma la natura "non lineare" dei processi generativi, richiede tuttavia una gestione critica e un controllo umano, poiché l'AI non possiede un meccanismo esperienziale di selezione o un criterio etico-valoriale (Chalmers, 1996; Nagel, 1974), ma elabora pattern statistici a partire da dataset di addestramento.

Dalle sperimentazioni condotte è emerso, inoltre, il fenomeno dei loop comunicativi in cui l'AI tende a reiterare soluzioni non pertinenti o ridondanti. Questa criticità, già ipotizzata nel capitolo 3, si verifica se il designer non riformula i propri prompt o non fornisce chiarimenti ulteriori, lasciando che l'AI riproduca risposte pregresse. L'uso di strategie adattive, come la ridefinizione dei termini, la ristrutturazione del pensiero o l'abbandono della sessione di interazione, si è dimostrato essenziale per superare gli impasse e favorire un'evoluzione del discorso progettuale (Esposito, 2022). L'esperienza professionale descritta nel capitolo 6 evidenzia come i designer più esperti riescano a riconoscere tempestivamente tali stalli e a intervenire con prompt

mirati, migliorando la qualità finale delle soluzioni e la velocità di raggiungimento. Le osservazioni sperimentali si sono rivelate coerenti con il quadro concettuale delineato nel capitolo 3, dove si introducevano termini e nozioni quali co-creazione, interazione cognitiva, loop comunicativi, impensato e verbalizzazione (Esposito, 2022; Hayles, 2021; Hutchins, 1995; Maturana & Varela, 1980). L'idea di interazione cognitiva, suggerisce che designer riescano a interagire con strumenti computazionali che non condividono le qualità sensoriali, ma che possono arricchire la portata esplorativa e combinatoria del pensiero creativo (Chalmers, 1996; Nagel, 1974). I casi di studio discutono come questa sinergia, lontana dal sostituire l'intuizione umana, ne potenzi l'efficacia quando il designer mantiene il controllo e la responsabilità delle scelte. I contributi generati dall'algoritmo non si riducono a semplici risposte di natura esecutiva, ma influenzano realmente sulla costruzione del concept (Gmeiner et al., 2023; Lawton et al., 2023). A fronte di questa collaborazione, il designer rimane garante della dimensione qualitativa, dovendo presidiare ancora i parametri di fattibilità, la coerenza stilistica e l'aderenza ai valori etici (Keijzer et al., 2006; Maier et al., 2006). Le sperimentazioni con strumenti come BIAS o SOSIA – esposti nel capitolo 5 – mostrano come l'possa stimolare una valutazione consapevole di temi quali la sostenibilità o la presenza di bias cognitivi, ribadendo al contempo la necessità di un intervento umano che sappia integrare tali suggerimenti con la sensibilità e l'esperienza del designer. Pur offrendo numerosi elementi di riflessione, la ricerca presenta alcune limitazioni che meritano di essere discusse. In primo luogo, la dimensione ridotta dei campioni analizzati, suggerisce prudenza nel generalizzare i risultati a contesti professionali di maggiore ampiezza e complessità. L'indagine ha principalmente coinvolto designer e studenti di design in ambienti universitari o di piccoli studi, nei quali la sperimentazione e la riflessione teorica hanno trovato terreno fertile, ma che potrebbero non rispecchiare interamente le dinamiche di studi di progettazione più articolati e vincolati da tempistiche serrate e budget stringenti.

In secondo luogo, l'evoluzione rapidissima delle piattaforme AI generative rende necessaria una revisione costante dei dati raccolti. Come si osserva negli ultimi paragrafi del capitolo 6, molte delle criticità individuate – come i loop comunicativi – potrebbero essere mitigate da nuove release di sistemi dotati di memoria contestuale ampliata o di funzioni multimodali. Seppure la verbalizzazione, anche nelle GenAI multimodali, rimane il canale di comunicazione principale, resta aperto il tema dell'aggiornamento continuo dei risultati, un aspetto che le ricerche future dovranno tenere in considerazione, testando nuovamente le ipotesi alla luce di strumenti più evoluti. La terza limitazione riguarda in parte il contesto di riferimento, prevalentemente italiano, e la prevalente focalizzazione su task singoli e delimitati nel tempo. Sebbene i protocolli osservativi e i questionari abbiano fornito spunti approfonditi, non sono state adottate analisi rispetto scenari di progettazione internazionali e diversificati.

Nonostante i limiti emersi, gli esiti di questa ricerca suggeriscono che l'introduzione delle GenAI nel design non rappresenti una semplice evoluzione tecnologica, bensì un mutamento di paradigma, in cui l'AI assume progressivamente il ruolo di partner dialettico, capace di stimolare il designer a esplicitare le proprie idee e pensieri progettuali, e accogliere spunti inattesi (Hayles, 2021). Questo comporta un duplice sforzo metodologico e formativo. Da un lato, i software dovranno potenziare le funzioni di interfaccia dialogica, integrando modalità multimodali di input-output e mantenendo una "memoria" utile a evitare i loop comunicativi (Chang et al., 2021). Dall'altro, i designer saranno chiamati a coltivare nuove competenze di confronto con questi co-creatori e a maturare una postura riflessiva, che li aiuti a interrogarsi criticamente sulle soluzioni generate e a modulare le potenzialità dell'AI sulla base dei valori e dei contesti progettuali (Cross, 2001; Vereschak et al., 2021).

Nei prossimi anni, sarà fondamentale approfondire il tema della sostenibilità e dell'inclusione, indagando se e come le GenAI possano facilitare la ricerca di materiali e soluzioni più ecocompatibili, la valutazione degli impatti sociali e il superamento di bias, come già sperimentato con BIAS e SOSIA. Sotto il profilo della ricerca, sembrano particolarmente promettenti le linee di studio che esplorano l'interazione designer-AI in contesti reali di progettazione industriale o di servizio, dove i vincoli economici e la complessità organizzativa potranno far emergere dinamiche ancora più articolate.

In ultima analisi, i dati e le riflessioni qui riportati indicano che l'integrazione tra la creatività umana e l'intelligenza artificiale genera un potenziale di innovazione significativo, a condizione che il progettista non riduca il proprio ruolo a mero controllore dell'output tecnologico. Il dialogo con l'AI, in quanto entità algoritmica priva di coscienza, acquisisce senso e valore nel momento in cui il progettista interpreta, critica e orienta le soluzioni verso finalità che rispondano alle esigenze di progetto e alle implicazioni etico-sociali del design. L'interazione dialogica, dunque, non si configura come sostituzione della creatività umana, ma come opportunità per espanderne i confini, rimarcando al contempo la centralità della responsabilità e dell'intenzionalità umana nelle scelte progettuali.

Bibliografia

Abbas, A. M. H., Ghauth, K. I., & Ting, C.-Y. (2022). User Experience Design Using Machine Learning: A Systematic Review. *IEEE Access*, 10, 51501–51514. IEEE Access. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3173289>

Akin, O. (1984). *An exploration of design process—Development in design methodologies*.

Akin, Ö., & Lin, C. (1995). Design protocol data and novel design decisions. *Design Studies*, 16(2), 211–236. [https://doi.org/10.1016/0142-694X\(94\)00010-B](https://doi.org/10.1016/0142-694X(94)00010-B)

Alexander, C. W. (1964). *Notes on the Synthesis of Form* (Underlining edizione). Harvard Univ Pr.

Almeda, S. G., Zamfirescu-Pereira, J. D., Kim, K. W., Mani Rathnam, P., & Hartmann, B. (2024). Prompting for Discovery: Flexible Sense-Making for AI Art-Making with Dreamsheets. *Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–17. <https://doi.org/10.1145/3613904.3642858>

Alves-Oliveira, P., Lupetti, M. L., Luria, M., Löffler, D., Gamboa, M., Albaugh, L., Kamino, W., K. Ostrowski, A., Puljiz, D., Reynolds-Cuellar, P., Scheunemann, M., Suguitan, M., & Lockton, D. (2021). Collection of Metaphors for Human-Robot Interaction. *Proceedings of the 2021 ACM Designing Interactive Systems Conference*, 1366–1379. <https://doi.org/10.1145/3461778.3462060>

Amershi, S., Weld, D., Vorvoreanu, M., Fourney, A., Nushi, B., Collisson, P., Suh, J., Iqbal, S., Bennett, P. N., Inkpen, K., Teevan, J., Kikin-Gil, R., & Horvitz, E. (2019). Guidelines for Human-AI Interaction. *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–13. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300233>

Armstrong, L., Bailey, J., Julier, G., & Kimbell, L. (2014). *Social Design Futures: HEI Research and the AHRC*. University of Brighton.

Ayele, W. Y., & Juell-Skielse, G. (2021). A Systematic Literature Review about Idea Mining: The Use of Machine-Driven Analytics to Generate Ideas. In K. Arai (Ed.), *Advances in Information and Communication* (pp. 744–762). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-73103-8_53

Badke-Schaub, P., & Eris, O. (2014). A Theoretical Approach to Intuition in Design: Does Design Methodology Need to Account for Unconscious Processes? In A. Chakrabarti & L. T. M. Blessing (Eds.), *An Anthology of Theories and Models of Design: Philosophy, Approaches and Empirical Explorations* (pp. 353–370). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-6338-1_17

Ball, L. J., & Christensen, B. T. (2019). Advancing an understanding of design cognition and design metacognition: Progress and prospects. *Design Studies*, 65, 35–59. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2019.10.003>

Banh, L., & Strobel, G. (2023). Generative artificial intelligence. *Electronic Markets*, 33(1), 63. <https://doi.org/10.1007/s12525-023-00680-1>

Bansal, G., Nushi, B., Kamar, E., Lasecki, W. S., Weld, D. S., & Horvitz, E. (2019). Beyond Accuracy: The Role of Mental Models in Human-AI Team Performance. *Proceedings of the AAAI Conference on Human Computation and Crowdsourcing*, 7, 2–11. <https://doi.org/10.1609/hcomp.v7i1.5285>

Bansal, G., Nushi, B., Kamar, E., Weld, D. S., Lasecki, W. S., & Horvitz, E. (2019). Updates in human-AI teams: Understanding and addressing the performance/compatibility tradeoff. *Proceedings of the Thirty-Third AAAI Conference on Artificial Intelligence and Thirty-First Innovative Applications of Artificial Intelligence Conference and Ninth AAAI Symposium on Educational Advances in Artificial Intelligence*, 33, 2429–2437. <https://doi.org/10.1609/aaai.v33i01.33012429>

Baughman, W. A., & Mumford, M. D. (1995). Process-Analytic Models of creative Capacities: Operations Influencing the Combination-and-Reorganization Process. *Creativity Research Journal*, 8(1), 37–62. https://doi.org/10.1207/s15326934crj0801_4

Bernal, M., Haymaker, J. R., & Eastman, C. (2015). On the role of computational support for designers in action. *Design Studies*, 41, 163–182. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2015.08.001>

Biermann, O. C., Ma, N. F., & Yoon, D. (2022). From Tool to Companion: Storywriters Want AI Writers to Respect Their Personal Values and Writing Strategies. *Proceedings of the 2022 ACM Designing Interactive Systems Conference*, 1209–1227. <https://doi.org/10.1145/3532106.3533506>

Boden, M. (2003). *The Creative Mind: Myths and Mechanisms*.

Bono, E. de. (1995). *Serious Creativity: Using the power of Lateral Thinking to create new Ideas* (1st edition). HarperCollins.

Boucsein, W. (2012). *Electrodermal activity*, 2nd ed (pp. xviii, 618). Springer Science + Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1126-0>

Bozkurt, A. (2023). Generative artificial intelligence (AI) powered conversational educational agents: The inevitable paradigm shift. *Asian Journal of Distance Education*, 18(1), Article 1. <https://www.asianjde.com/ojs/index.php/AsianJDE/article/view/718>

Brade, S., Wang, B., Sousa, M., Oore, S., & Grossman, T. (2023). Promptify: Text-to-Image Generation through Interactive Prompt Exploration with Large Language Models. *Proceedings of the 36th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, 1–14. <https://doi.org/10.1145/3586183.3606725>

Buffardi, A., & Kerckhove, D. D. (2011). *Il sapere digitale. Pensiero ipertestuale e conoscenza connettiva*. Liguori.

Buschek, D., Anlauff, C., & Lachner, F. (2020). Paper2Wire: A case study of user-centred development of machine learning tools for UX designers. *Proceedings of Mensch Und Computer 2020*, 33–41. <https://doi.org/10.1145/3404983.3405506>

Buxton, B. (2007). *Sketching User Experiences: Getting the Design Right and the Right Design* (1st edition). Morgan Kaufmann.

Cai, C. J., Winter, S., Steiner, D., Wilcox, L., & Terry, M. (2019). 'Hello AI': Uncovering the Onboarding Needs of Medical Practitioners for Human-AI Collaborative Decision-Making. *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.*, 3(CSCW), 104:1–104:24. <https://doi.org/10.1145/3359206>

- Camburn, B., He, Y., Raviselvam, S., Luo, J., & Wood, K. (2020). Machine Learning-Based Design Concept Evaluation. *Journal of Mechanical Design*, 142(031113). <https://doi.org/10.1115/1.4045126>
- Caramiaux, B., Crawford, K., Liao, Q. V., Ramos, G., & Williams, J. (2025). *Generative AI and Creative Work: Narratives, Values, and Impacts* (arXiv:2502.03940). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2502.03940>
- Cavallin, E. (2023). Data Driven Design: From Environment to the Human Body. *Diid – Disegno Industriale Industrial Design, DSI 1*, Article DSI 1. <https://doi.org/10.30682/diiddsi23t3f>
- Ceccarelli, N. (2003). *Progettare nell'era digitale. Il nuovo rapporto tra design e modello* (Seconda edizione). Marsilio.
- Cetinic, E., & She, J. (2022). Understanding and Creating Art with AI: Review and Outlook. *ACM Trans. Multimedia Comput. Commun. Appl.*, 18(2), 66:1-66:22. <https://doi.org/10.1145/3475799>
- Chalmers, D. J. (1996). *The conscious mind: In search of a fundamental theory* (pp. xvii, 414). Oxford University Press.
- Chan, C. K. Y., & Colloton, T. (2024). *Generative AI in Higher Education: The ChatGPT Effect*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003459026>
- Chan, J., & Schunn, C. D. (2015). The importance of iteration in creative conceptual combination. *Cognition*, 145, 104-115. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2015.08.008>
- Chandrasegaran, S., Salah, A. A., & Lloyd, P. (2023). Constructing design activity in words: Exploring linguistic methods to analyse the design process. *Design Studies*, 86, 101182. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2023.101182>
- Chandrasekera, T., Vo, N., & D'Souza, N. (2013). The effect of subliminal suggestions on Sudden Moments of Inspiration (SMI) in the design process. *Design Studies*, 34(2), 193-215. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2012.09.002>

Chang, T.-S., Li, Y., Huang, H.-W., & Whitfield, B. (2021). Exploring EFL Students' Writing Performance and Their Acceptance of AI-based Automated Writing Feedback. *Proceedings of the 2021 2nd International Conference on Education Development and Studies*, 31-35. <https://doi.org/10.1145/3459043.3459065>

Chase, C. C., Marks, J., Malkiewich, L. J., & Connolly, H. (2019). How teacher talk guidance during Invention activities shapes students' cognitive engagement and transfer. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 14. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0170-7>

Chi, M. T. H. (2006). Laboratory Methods for Assessing Experts' and Novices' Knowledge. In K. A. Ericsson, N. Charness, P. J. Feltovich, & R. R. Hoffman (Eds.), *The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance* (1st ed., pp. 167-184). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816796.010>

Chiou, L.-Y., Hung, P.-K., Liang, R.-H., & Wang, C.-T. (2023). Designing with AI: An Exploration of Co-Ideation with Image Generators. *Proceedings of the 2023 ACM Designing Interactive Systems Conference*, 1941-1954. <https://doi.org/10.1145/3563657.3596001>

Christensen, B. T., & Schunn, C. D. (2007). The relationship of analogical distance to analogical function and preinventive structure: The case of engineering design. *Memory & Cognition*, 35(1), 29-38. <https://doi.org/10.3758/BF03195939>

Clark, H. H. (1996). *Using Language*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511620539>

Clark, H. H., & Brennan, S. E. (1991). Grounding in communication. In *Perspectives on socially shared cognition* (pp. 127-149). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/10096-006>

Colton, S., & Wiggins, G. A. (2012). Computational Creativity: The Final Frontier? In *ECAI 2012* (pp. 21-26). IOS Press. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-098-7-21>

Cornock, S., & Edmonds, E. (1973). The Creative Process Where the Artist is Amplified or Superseded by the Computer. *Leonardo*, 6(1), 11-16.

Crilly, N., & Cardoso, C. (2017). Where next for research on fixation, inspiration and creativity in design? *Design Studies*, 50, 1-38. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2017.02.001>

Critchley, H. D., & Nagai, Y. (2012). How emotions are shaped by bodily states. *Emotion Review*, 4(2), 163-168. <https://doi.org/10.1177/1754073911430132>

Cross, N. (2001). *Design cognition: Results from protocol and other empirical studies of design activity* (C. Eastman, W. Newstatter, & M. McCracken, Eds.; pp. 79-103). Elsevier. http://www.elsevier.com/wps/find/bookdescription.cws_home/621428/description#description

Cross, N., Christiaans, H., & Dorst, K. (1996). *Analyzing Design Activity*. John Wiley & Sons Inc.

Dahl, D. W., & Moreau, P. (2002). The Influence and Value of Analogical Thinking during New Product Ideation. *Journal of Marketing Research*, 39(1), 47-60. <https://doi.org/10.1509/jmkr.39.1.47.18930>

Daly, S. R., Yilmaz, S., Christian, J. L., Seifert, C. M., & Gonzalez, R. (2012). Design Heuristics in Engineering Concept Generation. *Journal of Engineering Education*, 101(4), 601-629.

Dang, L.-A., Chazard, E., Poncelet, E., Serb, T., Rusu, A., Pauwels, X., Parsy, C., Poclet, T., Cauliez, H., Engelaere, C., Ramette, G., Brienne, C., Dujardin, S., & Laurent, N. (2022). Impact of artificial intelligence in breast cancer screening with mammography. *Breast Cancer*, 29(6), 967-977. <https://doi.org/10.1007/s12282-022-01375-9>

Das, T. K., & Teng, B.-S. (1999). Cognitive Biases and Strategic Decision Processes: An Integrative Perspective. *Journal of Management Studies*, 36(6), 757-778.

Davis, N., Hsiao, C.-P., Popova, Y., & Magerko, B. (2015). An Enactive Model of Creativity for Computational Collaboration and Co-creation. In N. Zagalo & P. Branco (Eds.), *Creativity in the Digital Age* (pp. 109-133). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-6681-8_7

Davis, N., Hsiao, C.-P., Singh, K. Y., & Magerko, B. (2016). Co-Creative Drawing Agent with Object Recognition. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.1609/aiide.v12i1.12863>

Davis, N., Hsiao, C.-Pi., Yashraj Singh, K., Li, L., & Magerko, B. (2016). Empirically Studying Participatory Sense-Making in Abstract Drawing with a Co-Creative Cognitive Agent. *Proceedings of the 21st International Conference on Intelligent User Interfaces*, 196-207. <https://doi.org/10.1145/2856767.2856795>

Davis, R., Campbell, R., Hildon, Z., Hobbs, L., & Michie, S. (2015). Theories of behaviour and behaviour change across the social and behavioural sciences: A scoping review. *Health Psychology Review*, 9(3), 323-344. <https://doi.org/10.1080/17437199.2014.941722>

Dayama, N. R., Todi, K., Saarelainen, T., & Oulasvirta, A. (2020). GRIDS: Interactive Layout Design with Integer Programming. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-13. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376553>

Decuyper, S., Dochy, F., & Van den Bossche, P. (2010). Grasping the dynamic complexity of team learning: An integrative model for effective team learning in organisations. *Educational Research Review*, 5, 111-133. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2010.02.002>

Dinar, M., Shah, J. J., Cagan, J., Leifer, L., Linsey, J., Smith, S. M., & Hernandez, N. V. (2015). Empirical Studies of Designer Thinking: Past, Present, and Future. *Journal of Mechanical Design*, 137(021101). <https://doi.org/10.1115/1.4029025>

Dorst, K. (2011). The core of 'design thinking' and its application. *Design Studies*, 32(6), 521-532. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2011.07.006>

Dorst, K., & Dijkhuis, J. (1995). Comparing paradigms for describing design activity. *Design Studies*, 16(2), 261-274. [https://doi.org/10.1016/0142-694X\(94\)00012-3](https://doi.org/10.1016/0142-694X(94)00012-3)

Eastman, C., & Computing, D. (2001). Chapter 8 - New Directions in Design Cognition: Studies of Representation and Recall. In C. M. Eastman, W. M. McCracken, & W. C. Newstetter (Eds.), *Design Knowing and Learning: Cognition in Design Education* (pp. 147-198). Elsevier Science. <https://doi.org/10.1016/B978-008043868-9/50008-5>

Eastman, C., Newstetter, W., & McCracken, M. (2015). *Design Knowing and Learning: Cognition in Design Education*. Elsevier Science.

El-Zanfaly, D., Huang, Y., & Dong, Y. (2023a). Sand-in-the-loop: Investigating embodied co-creation for shared understandings of generative AI. *Companion Publication of the 2023 ACM Designing Interactive Systems Conference*, 256-260. <https://doi.org/10.1145/3563703.3596652>

El-Zanfaly, D., Huang, Y., & Dong, Y. (2023b). Sand-in-the-loop: Investigating embodied co-creation for shared understandings of generative AI. *Companion Publication of the 2023 ACM Designing Interactive Systems Conference*, 256-260. <https://doi.org/10.1145/3563703.3596652>

Eris, O. (2003). ASKING GENERATIVE DESIGN QUESTIONS: A FUNDAMENTAL COGNITIVE MECHANISM IN DESIGN THINKING. <https://www.semanticscholar.org/paper/ASKING-GENERATIVE-DESIGN-QUESTIONS%3A-A-FUNDAMENTAL-Eris/ff7b17abdb2b7ec18baf421b305fc8ff8ed10ce6>

Esposito, E. (2022). *Artificial Communication: How Algorithms Produce Social Intelligence*. The MIT Press.

Fan, M., Wu, K., Zhao, J., Li, Y., Wei, W., & Truong, K. N. (2020). VisTA: Integrating Machine Intelligence with Visualization to Support the Investigation of Think-Aloud Sessions. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 26(1), 343–352. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2019.2934797>

Fan, M., Yang, X., Yu, T., Liao, Q. V., & Zhao, J. (2022). Human-AI Collaboration for UX Evaluation: Effects of Explanation and Synchronization. *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.*, 6(CSCW1), 96:1-96:32. <https://doi.org/10.1145/3512943>

Figoli, F. A., Rampino, L., & Mattioli, F. (2022). AI IN THE DESIGN PROCESS: TRAINING THE HUMAN-AI COLLABORATION. *DS 117: Proceedings of the 24th International Conference on Engineering and Product Design Education (E&PDE 2022), London South Bank University in London, UK. 8th - 9th September 2022. 24th International Conference on Engineering & Product Design Education (E&PDE 2022)*. <https://doi.org/10.35199/EPDE.2022.61>

Gajjar, N., Sermuga Pandian, V. P., Suleri, S., & Jarke, M. (2021). Akin: Generating UI Wireframes From UI Design Patterns Using Deep Learning. *Companion Proceedings of the 26th International Conference on Intelligent User Interfaces*, 40–42. <https://doi.org/10.1145/3397482.3450727>

Gentner, D., & Markman, A. B. (1997). Structure mapping in analogy and similarity. *American Psychologist*, 52(1), 45–56. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.52.1.45>

Gero, J. S., & Kannengiesser, U. (2014). The Function-Behaviour-Structure Ontology of Design. In A. Chakrabarti & L. T. M. Blessing (Eds.), *An Anthology of Theories and Models of Design: Philosophy, Approaches and Empirical Explorations* (pp. 263–283). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-6338-1_13

Gero, J. S., & Lindemann, U. (2005). *Human Behaviour in Design* 05. Key Centre of Design Comp & Cognitn.

Gero, J. S., & Maher, M. L. (2016). *Modeling Creativity and Knowledge-Based Creative Design* (1° edizione). Routledge.

Giaccardi, E., & Redström, J. (2020). Technology and More-Than-Human Design. *Design Issues*, 36(4), 33-44. https://doi.org/10.1162/desi_a_00612

Gifford, R. (2011). The dragons of inaction: Psychological barriers that limit climate change mitigation and adaptation. *American Psychologist*, 66(4), 290-302. <https://doi.org/10.1037/a0023566>

Gmeiner, F., Yang, H., Yao, L., Holstein, K., & Martelaro, N. (2023). Exploring Challenges and Opportunities to Support Designers in Learning to Co-create with AI-based Manufacturing Design Tools. *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-20. <https://doi.org/10.1145/3544548.3580999>

Goel, V. (1995). *Sketches of thought*. <https://doi.org/10.7551/mitpress/6270.001.0001>

Goel, V. (2014). Creative brains: Designing in the real world†. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00241>

Goldschmidt, G. (1990). Linkography: Assessing design productivity. *Cybernetics and System'90, Proceedings of the Tenth European Meeting on Cybernetics and Systems Research, Singapore*, 291-298. <https://cir.nii.ac.jp/crid/1573668924077825024>

Goldschmidt, G. (1991). The dialectics of sketching. *Creativity Research Journal*, 4(2), 123-143. <https://doi.org/10.1080/10400419109534381>

Goldschmidt, G. (1992). Criteria for Design Evaluation: A Process-Oriented Paradigm. *New York: John Wiley & Sons, 1992. Pp. 67-79. Includes Bibliography.*

Goldschmidt, G. (1996). In Search of a Paradigm—Artificial Intelligence in Design Re-Search: On Gero and Maher's Modeling Creativity and Knowledge-Based Creative Design. *Creativity Research Journal*. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10400419.1996.9651178>

Goldschmidt, G. (2014). *Linkography: Unfolding the Design Process* (1° edizione). The MIT Press.

Gozalo-Brizuela, R., & Garrido-Merchán, E. (2023a). *ChatGPT is not all you need. A State of the Art Review of large Generative AI models*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.04655>

Gozalo-Brizuela, R., & Garrido-Merchán, E. C. (2023b). *A survey of Generative AI Applications* (arXiv:2306.02781). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2306.02781>

Guzdial, M., Liao, N., Chen, J., Chen, S.-Y., Shah, S., Shah, V., Reno, J., Smith, G., & Riedl, M. O. (2019). Friend, Collaborator, Student, Manager: How Design of an AI-Driven Game Level Editor Affects Creators. *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-13. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300854>

Han, Y., Qiu, Z., Cheng, J., & LC, R. (2024). When Teams Embrace AI: Human Collaboration Strategies in Generative Prompting in a Creative Design Task. *Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-14. <https://doi.org/10.1145/3613904.3642133>

Hartmann, B., Yu, L., Allison, A., Yang, Y., & Klemmer, S. R. (2008). Design as exploration: Creating interface alternatives through parallel authoring and runtime tuning. *Proceedings of the 21st Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, 91-100. <https://doi.org/10.1145/1449715.1449732>

Hatcher, G., Ion, W., Maclachlan, R., Marlow, M., Simpson, B., Wilson, N., & Wodehouse, A. (2018). Using linkography to compare creative methods for group ideation. *Design Studies*, 58, 127-152. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2018.05.002>

Hay, L., Cash, P., & McKilligan, S. (2020). The future of design cognition analysis. *Design Science*, 6, e20. <https://doi.org/10.1017/dsj.2020.20>

Hay, L., Duffy, A. H. B., McTeague, C., Pidgeon, L. M., Vuletic, T., & Grealy, M. (2017). A systematic review of protocol studies on conceptual design cognition: Design as search and exploration. *Design Science*, 3, e10. <https://doi.org/10.1017/dsj.2017.11>

Hay, L., McTeague, C., Duffy, A. H. B., Pidgeon, L. M., Vuletic, T., & Grealy, M. (2016, June 27). A systematic review of protocol studies on conceptual design cognition. *7th International Conference on Design Computing and Cognition*. 7th International Conference on Design Computing and Cognition, GBR. <https://strathprints.strath.ac.uk/56924/>

Hayles, Katherine N.,. (2021). *L'impensato. Teoria della cognizione naturale*. <https://www.amazon.it/Limpensato-Teoria-della-cognizione-naturale/dp/B091WJ5C8B>

Heer, J., Mackinlay, J., Stolte, C., & Agrawala, M. (2008). Graphical Histories for Visualization: Supporting Analysis, Communication, and Evaluation. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 14(6), 1189–1196. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2008.137>

Hoggenmueller, M., Lupetti, M. L., Willem van der Maden, & Grace, K. (2023). *Creative AI for HRI Design Explorations*. New York. <https://doi.org/10.1145/3568294.3580035>

Holstein, K., Aleven, V., & Rummel, N. (2020). A Conceptual Framework for Human–AI Hybrid Adaptivity in Education. In I. I. Bittencourt, M. Cukurova, K. Muldner, R. Luckin, & E. Millán (Eds.), *Artificial Intelligence in Education* (pp. 240–254). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52237-7_20

Hong, W., Ding, M., Zheng, W., Liu, X., & Tang, J. (2022). *CogVideo: Large-scale Pretraining for Text-to-Video Generation via Transformers* (arXiv:2205.15868). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.15868>

Huang, H.-W., Li, D., McCusker, D., Whitfield, B., & Chang, T.-S. (2023). Exploring Reflective Practices in Modified EFL Flipped Videoconferences. *Proceedings of the 9th International Conference on Education and Training Technologies*, 1–6. <https://doi.org/10.1145/3599640.3599653>

Hui, K.-H., Li, R., Hu, J., & Fu, C.-W. (2022). Neural Wavelet-domain Diffusion for 3D Shape Generation. *SIGGRAPH Asia 2022 Conference Papers*, 1–9. <https://doi.org/10.1145/3550469.3555394>

Hwang, A. H.-C. (2022). Too Late to be Creative? AI-Empowered Tools in Creative Processes. *Extended Abstracts of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-9. <https://doi.org/10.1145/3491101.3503549>

Ippolito, D., Yuan, A., Coenen, A., & Burnam, S. (2022). *Creative Writing with an AI-Powered Writing Assistant: Perspectives from Professional Writers* (arXiv:2211.05030). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2211.05030>

Jackson, V., Vasilescu, B., Russo, D., Ralph, P., Izadi, M., Prikladnicki, R., D'Angelo, S., Inman, S., Lisboa, A., & van der Hoek, A. (2024). *Creativity, Generative AI, and Software Development: A Research Agenda* (arXiv:2406.01966). arXiv. <http://arxiv.org/abs/2406.01966>

jagadeesh, D. (2024, March 3). *5/6: UI Patterns to power your AI products*. Medium. <https://bootcamp.uxdesign.cc/5-6-ui-patterns-to-power-your-ai-products-ae1591981a78>

Jansson, D. G., & Smith, S. M. (1991). Design fixation. *Design Studies*, 12(1), 3-11. [https://doi.org/10.1016/0142-694X\(91\)90003-F](https://doi.org/10.1016/0142-694X(91)90003-F)

Jonker, C. M., Siebert, L. C., & Murukannaiah, P. K. (2023a). *Reflective Hybrid Intelligence for Meaningful Human Control in Decision-Support Systems* (arXiv:2307.06159). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.06159>

Jonker, C. M., Siebert, L. C., & Murukannaiah, P. K. (2023b). *Reflective Hybrid Intelligence for Meaningful Human Control in Decision-Support Systems* (arXiv:2307.06159). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.06159>

Kahneman, D., Sibony, O., & Sunstein, C. R. (2021). *Rumore. Un difetto del ragionamento umano* (E. Gallitelli, Trans.). UTET.

Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, 47(2), 263-291. <https://doi.org/10.2307/1914185>

Kan, J. W. T., & Gero, J. S. (2008). Acquiring information from linkography in protocol studies of designing. *Design Studies*, 29(4), 315-337. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2008.03.001>

Karimi, P., Grace, K., Davis, N., & Maher, M. L. (2019). Creative Sketching Apprentice: Supporting Conceptual Shifts in Sketch Ideation. In J. S. Gero (Ed.), *Design Computing and Cognition '18* (pp. 721-738). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-05363-5_39

Karimi, P., Maher, M. L., Davis, N., & Grace, K. (2019). *Deep Learning in a Computational Model for Conceptual Shifts in a Co-Creative Design System* (arXiv:1906.10188). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1906.10188>

Karimi, P., Rezwana, J., Siddiqui, S., Maher, M. L., & Dehbozorgi, N. (2020). Creative sketching partner: An analysis of human-AI co-creativity. *Proceedings of the 25th International Conference on Intelligent User Interfaces*, 221-230. <https://doi.org/10.1145/3377325.3377522>

Kaufman, J. C., & Sternberg, R. J. (2010). *The Cambridge Handbook of Creativity*. Cambridge University Press.

Kaur, H., Adar, E., Gilbert, E., & Lampe, C. (2022). Sensible AI: Re-imagining Interpretability and Explainability using Sensemaking Theory. *Proceedings of the 2022 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, 702-714. <https://doi.org/10.1145/3531146.3533135>

Kaur, H., Williams, A. C., & Lasecki, W. S. (2019). *Building Shared Mental Models between Humans and AI for Effective Collaboration*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Building-Shared-Mental-Models-between-Humans-and-AI-Kaur/bc47b075dcbb2a170740d5da1d51d954efb62748>

Kavakli, M., & Gero, J. S. (2002). The structure of concurrent cognitive actions: A case study on novice and expert designers. *Design Studies*, 23(1), 25-40. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(01\)00021-7](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(01)00021-7)

Keijzer, W., & Kreimeyer, M. (2006). *Vernetzungsstrukturen in der Digitalen Fabrik: Status Trend und Empfehlungen*.

Kerckhove, D. D. (1997). *Connected Intelligence: The Arrival of the Web Society* (0 edition). Somerville House Books.

Kim, E., & Kim, K. (2015). Cognitive styles in design problem solving: Insights from network-based cognitive maps. *Design Studies*, 40, 1–38. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2015.05.002>

Kim, H.-G., Cheon, E.-J., Bai, D.-S., Lee, Y. H., & Koo, B.-H. (2018). Stress and Heart Rate Variability: A Meta-Analysis and Review of the Literature. *Psychiatry Investigation*, 15(3), 235–245. <https://doi.org/10.30773/pi.2017.08.17>

Kim, J., & Maher, M. L. (2023). The effect of AI-based inspiration on human design ideation. *International Journal of Design Creativity and Innovation*, 11(2), 81–98. <https://doi.org/10.1080/21650349.2023.2167124>

Kistler, A., Mariauzouls, C., & von Berlepsch, K. (1998a). Fingertip temperature as an indicator for sympathetic responses. *International Journal of Psychophysiology: Official Journal of the International Organization of Psychophysiology*, 29(1), 35–41. [https://doi.org/10.1016/s0167-8760\(97\)00087-1](https://doi.org/10.1016/s0167-8760(97)00087-1)

Kistler, A., Mariauzouls, C., & von Berlepsch, K. (1998b). Fingertip temperature as an indicator for sympathetic responses. *International Journal of Psychophysiology: Official Journal of the International Organization of Psychophysiology*, 29(1), 35–41. [https://doi.org/10.1016/s0167-8760\(97\)00087-1](https://doi.org/10.1016/s0167-8760(97)00087-1)

Kocaballi, A. B., Sezgin, E., Clark, L., Carroll, J. M., Huang, Y., Huh-Yoo, J., Kim, J., Kocielnik, R., Lee, Y.-C., Mamykina, L., Mitchell, E. G., Moore, R. J., Murali, P., Mynatt, E. D., Park, S. Y., Pasta, A., Richards, D., Silva, L. M., Smriti, D., ... Zubatiy, T. (2022). Design and Evaluation Challenges of Conversational Agents in Health Care and Well-being: Selective Review Study. *Journal of Medical Internet Research*, 24(11), e38525. <https://doi.org/10.2196/38525>

Koch, J., & Oulasvirta, A. (2018). Group Cognition and Collaborative AI. In J. Zhou & F. Chen (Eds.), *Human and Machine Learning: Visible, Explainable, Trustworthy and Transparent* (pp. 293–312). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-90403-0_15

Kocielnik, R., Amershi, S., & Bennett, P. N. (2019). Will You Accept an Imperfect AI? Exploring Designs for Adjusting End-user Expectations of AI Systems. *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-14. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300641>

Koestler, Arthur. (1964). *L'atto della creazione* (1964th ed.). <https://www.amazon.it/Latto-della-creazione-Arthur-Koestler/dp/8834003969>

Koo, J., Yoo, S., Nguyen, M. H., & Sung, M. (2023). *SALAD: Part-Level Latent Diffusion for 3D Shape Generation and Manipulation*. 14441-14451. https://openaccess.thecvf.com/content/ICCV2023/html/Koo_SALAD_Part-Level_Latent_Diffusion_for_3D_Shape_Generation_and_Manipulation_ICCV_2023_paper.html

Kruger, C., & Cross, N. (2006). Solution driven versus problem driven design: Strategies and outcomes. *Design Studies*, 27(5), 527-548. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2006.01.001>

Kwon, E., Rao, V., & Goucher-Lambert, K. (2022). Investigating the Roles of Expertise and Modality in Designers' Search for Inspirational Stimuli. *Volume 6: 34th International Conference on Design Theory and Methodology (DTM)*, V006T06A015. <https://doi.org/10.1115/DETC2022-90638>

Lave, J. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press.

Lawson, B. (2004). *What Designers Know*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780080481722>

Lawton, J., Kimbell, B., Closs, M., Hartnell, S., Lee, T. T. M., Dover, A. R., Reynolds, R. M., Collett, C., Barnard-Kelly, K., Hovorka, R., Rankin, D., & Murphy, H. R. (2023). Listening to Women: Experiences of Using Closed-Loop in Type 1 Diabetes Pregnancy. *Diabetes Technology & Therapeutics*, 25(12), 845-855. <https://doi.org/10.1089/dia.2023.0323>

Lawton, T., Grace, K., & Ibarrola, F. J. (2023). When is a Tool a Tool? User Perceptions of System Agency in Human-AI Co-Creative Drawing. *Proceedings of the 2023 ACM Designing Interactive Systems Conference*, 1978-1996. <https://doi.org/10.1145/3563657.3595977>

- LC, R. (2022). Imitations of Immortality: Learning from Human Imitative Examples in Transformer Poetry Generation. *Proceedings of the 10th International Conference on Digital and Interactive Arts*, 1–9. <https://doi.org/10.1145/3483529.3483537>
- Lee, B., Srivastava, S., Kumar, R., Brafman, R., & Klemmer, S. R. (2010). Designing with interactive example galleries. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2257–2266. <https://doi.org/10.1145/1753326.1753667>
- Lee, S. W., Jo, T. H., Jin, S., Choi, J., Yun, K., Bromberg, S., Ban, S., & Hyun, K. H. (2024). The Impact of Sketch-guided vs. Prompt-guided 3D Generative AIs on the Design Exploration Process. *Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–18. <https://doi.org/10.1145/3613904.3642218>
- Lehmann, F., & Buschek, D. (2020). Examining autocompletion as a basic concept for interaction with generative AI. *I-Com*, 19. <https://doi.org/10.1515/icom-2020-0025>
- Li, J., Cao, H., Lin, L., Hou, Y., Zhu, R., & El Ali, A. (2024). User Experience Design Professionals' Perceptions of Generative Artificial Intelligence. *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–18. <https://doi.org/10.1145/3613904.3642114>
- Li, N., Mayes, J., & Yu, P. (2021). ML Tools for the Web: A Way for Rapid Prototyping and HCI Research. In Y. Li & O. Hilliges (Eds.), *Artificial Intelligence for Human Computer Interaction: A Modern Approach* (pp. 315–343). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-82681-9_10
- Liao, J., Hansen, P., & Chai, C. (2020). A framework of artificial intelligence augmented design support. *Human-Computer Interaction*, 35(5–6), 511–544. <https://doi.org/10.1080/07370024.2020.1733576>
- Liikkanen, L. A., & Perttula, M. (2009). Exploring problem decomposition in conceptual design among novice designers. *Design Studies*, 30(1), 38–59. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2008.07.003>

- Lim, W. M., Gunasekara, A., Pallant, J. L., Pallant, J. I., & Pechenkina, E. (2023). Generative AI and the future of education: Ragnarök or reformation? A paradoxical perspective from management educators. *The International Journal of Management Education*, 21(2), 100790. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100790>
- Lin, Y., Guo, J., Chen, Y., Yao, C., & Ying, F. (2020). It Is Your Turn: Collaborative Ideation With a Co-Creative Robot through Sketch. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–14. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376258>
- Liu, V., & Chilton, L. B. (2023). *Design Guidelines for Prompt Engineering Text-to-Image Generative Models* (arXiv:2109.06977). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2109.06977>
- Liu, V., Vermeulen, J., Fitzmaurice, G., & Matejka, J. (2023). 3DALL-E: Integrating Text-to-Image AI in 3D Design Workflows. *Proceedings of the 2023 ACM Designing Interactive Systems Conference*, 1955–1977. <https://doi.org/10.1145/3563657.3596098>
- Liu, Y.-C., Chakrabarti, A., & Bligh, T. (2003). Towards an ‘ideal’ approach for concept generation. *Design Studies*, 24(4), 341–355. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(03\)00003-6](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(03)00003-6)
- Lloyd, P., Akdag Salah, A., & Chandrasegaran, S. (2021, November 17). *How Designers Talk: Constructing and Analysing a Design Thinking Data Corpus*. ASME 2021 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference. <https://doi.org/10.1115/DETC2021-71200>
- Lloyd, P., Lawson, B., & Scott, P. (1995). Can concurrent verbalization reveal design cognition? *Design Studies*, 16(2), 237–259. [https://doi.org/10.1016/0142-694X\(94\)00011-2](https://doi.org/10.1016/0142-694X(94)00011-2)

- Lockton, D. (2021, January 7). *New Metaphors: A Creative Toolkit for Generating Ideas and Reframing Problems - Observatory of Public Sector Innovation*. <https://oecd-opsi.org/toolkits/new-metaphors-a-creative-toolkit-for-generating-ideas-and-reframing-problems/>, <https://oecd-opsi.org/toolkits/new-metaphors-a-creative-toolkit-for-generating-ideas-and-reframing-problems/>
- Louie, R., Coenen, A., Huang, C. Z., Terry, M., & Cai, C. J. (2020). Novice-AI Music Co-Creation via AI-Steering Tools for Deep Generative Models. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-13. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376739>
- Lunzer, A., & Hornbæk, K. (2008). Subjunctive interfaces: Extending applications to support parallel setup, viewing and control of alternative scenarios. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, 14(4), 17:1-17:44. <https://doi.org/10.1145/1314683.1314685>
- Luo, L., Chowdhury, P. N., Xiang, T., Song, Y.-Z., & Gryaditskaya, Y. (2023). *3D VR Sketch Guided 3D Shape Prototyping and Exploration*. 9267-9276. https://openaccess.thecvf.com/content/ICCV2023/html/Luo_3D_VR_Sketch_Guided_3D_Shape_Prototyping_and_Exploration_ICCV_2023_paper.html
- Maier, A. M., Kreimeyer, M., Lindemann, U., & Clarkson, P. J. (2009). Reflecting communication: A key factor for successful collaboration between embodiment design and simulation. *Journal of Engineering Design*, 20(3), 265-287. <https://doi.org/10.1080/09544820701864402>
- Mamykina, L., Candy, L., & Edmonds, E. (2002). Collaborative creativity. *Communications of the ACM*, 45(10), 96-99. <https://doi.org/10.1145/570907.570940>
- Marks, J., Andalman, B., Beardsley, P. A., Freeman, W., Gibson, S., Hodgins, J., Kang, T., Mirtich, B., Pfister, H., Ruml, W., Ryall, K., Seims, J., & Shieber, S. (2023). Design Galleries: A General Approach to Setting Parameters for Computer Graphics and Animation. In *Seminal Graphics Papers: Pushing the Boundaries, Volume 2: Vol. Volume 2* (1st ed., pp. 73-84). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3596711.3596721>

Mathieu, J., Goodwin, G., Heffner, T., Salas, E., & Cannon-Bowers, J. (2000). The Influence of Shared Mental Models on Team Process and Performance. *Journal of Applied Psychology*, 85, 273–283. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.85.2.273>

Maturana, H. R. & Varela, Francisco J. (1980). *Autopoiesi e cognizione. La realizzazione del vivente*. Marsilio.
https://www.ibs.it/autopoiesi-cognizione-realizzazione-del-vivente-libro-humberto-r-maturana-francisco-j-varela/e/9788831747783?srltid=AfmBOopiglqVJ_qgEXwnayx8zO3ALa3KH5hg3L-8OW1nU-0e0ip3OyZi

McCorduck, P. (1990). *Aaron's Code: Meta-Art, Artificial Intelligence and the Work of Harold Cohen* (First Edition). W H Freeman & Co.

Meier, A., Spada, H., & Rummel, N. (2007). A rating scheme for assessing the quality of computer-supported collaboration processes. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 2(1), 63–86. <https://doi.org/10.1007/s11412-006-9005-x>

Mirowski, P., Mathewson, K. W., Pittman, J., & Evans, R. (2023). Co-Writing Screenplays and Theatre Scripts with Language Models: Evaluation by Industry Professionals. *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–34. <https://doi.org/10.1145/3544548.3581225>

Mobley, M. I., Doares, L. M., & Mumford, M. D. (1992). Process analytic models of creative capacities: Evidence for the combination and reorganization process. *Creativity Research Journal*, 5(2), 125–155. <https://doi.org/10.1080/10400419209534428>

Mohammed, S., & Dumville, B. C. (2001). Team mental models in a team knowledge framework: Expanding theory and measurement across disciplinary boundaries. *Journal of Organizational Behavior*, 22(2), 89–106. <https://doi.org/10.1002/job.86>

Montgomery, S. M., Nair, N., Chen, P., & Dikker, S. (2023). Introducing EmotiBit, an open-source multi-modal sensor for measuring research-grade physiological signals. *Science Talks*, 6, 100181. <https://doi.org/10.1016/j.sctalk.2023.100181>

Montgomery, S. M., Nair, N., Chen, P., & Dikker, S. (2024). Validating EmotiBit, an open-source multi-modal sensor for capturing research-grade physiological signals from anywhere on the body. *Measurement: Sensors*, 32, 101075. <https://doi.org/10.1016/j.measen.2024.101075>

Moran, K., Bernal-Cárdenas, C., Curcio, M., Bonett, R., & Poshyvanyk, D. (2020). Machine Learning-Based Prototyping of Graphical User Interfaces for Mobile Apps. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 46(2), 196–221. IEEE Transactions on Software Engineering. <https://doi.org/10.1109/TSE.2018.2844788>

Mucchi, L., Jayousi, S., Caputo, S., & Mucchi, L. (2024). *Comparative Analysis of Sensors for Human Health: Wearable, Non-Continuous, and Non-Contact Monitoring Devices* (2024121526). Preprints. <https://doi.org/10.20944/preprints202412.1526.v1>

Munro, P. (2010). Backpropagation. In C. Sammut & G. I. Webb (Eds.), *Encyclopedia of Machine Learning* (pp. 73–73). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-30164-8_51

Nagel, T. (1974). What Is It Like to Be a Bat? *The Philosophical Review*, 83(4), 435–450. <https://doi.org/10.2307/2183914>

Neill, T. M., Gero, J. S., & Warren, J. (1998). Understanding conceptual electronic design using protocol analysis. *Research in Engineering Design*, 10(3), 129–140. <https://doi.org/10.1007/BF01607155>

Neufville, R. D., & Scholtes, S. (2011). *Flexibility in Engineering Design*. MIT Press.

Nielsen, J. (2023, May 20). *AI Is First New UI Paradigm in 60 Years*. UX Tigers. <https://www.uxtigers.com/post/ai-new-ui-paradigm>

Norman, D. (1988). *The Psychology Of Everyday Things* (1st edition). Basic Books.

Oh, C., Song, J., Choi, J., Kim, S., Lee, S., & Suh, B. (2018). I Lead, You Help but Only with Enough Details: Understanding User Experience of Co-Creation with Artificial Intelligence. *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–13. <https://doi.org/10.1145/3173574.3174223>

Olah, C., Cammarata, N., Schubert, L., Goh, G., Petrov, M., & Carter, S. (2020). Zoom In: An Introduction to Circuits. *Distill*, 5(3), 10.23915/distill.00024.001. <https://doi.org/10.23915/distill.00024.001>

OpenAI Platform. (n.d.). Retrieved 30 November 2024, from <https://platform.openai.com>

Openlaender, J. (2022). *The Creativity of Text-to-Image Generation* (arXiv:2206.02904). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2206.02904>

Openlaender, J. (2023). A taxonomy of prompt modifiers for text-to-image generation. *Behaviour & Information Technology*, 0(0), 1–14. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2023.2286532>

Openlaender, J. (2024). A Taxonomy of Prompt Modifiers for Text-To-Image Generation. *Behaviour & Information Technology*, 43(15), 3763–3776. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2023.2286532>

Oxman, R. (1990). Prior knowledge in design: A dynamic knowledge-based model of design and creativity. *Design Studies*, 11(1), 17–28. [https://doi.org/10.1016/0142-694X\(90\)90011-Z](https://doi.org/10.1016/0142-694X(90)90011-Z)

Oxman, R. (1999). Educating the designerly thinker. *Design Studies*, 20(2), 105–122. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(98\)00029-5](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(98)00029-5)

Oxman, R. (2004). Think-maps: Teaching design thinking in design education. *Design Studies*, 25(1), 63–91. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(03\)00033-4](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(03)00033-4)

Oxman, R. E. (1994). Precedents in design: A computational model for the organization of precedent knowledge. *Design Studies*, 15(2), 141–157. [https://doi.org/10.1016/0142-694X\(94\)90021-3](https://doi.org/10.1016/0142-694X(94)90021-3)

Palmucci, D. N., & Ferraris, A. (2023). Climate change inaction: Cognitive bias influencing managers' decision making on environmental sustainability choices. The role of empathy and morality with the need of an integrated and comprehensive perspective. *Frontiers in Psychology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1130059>

Pask, G., & Scott, B. C. E. (1972). Learning strategies and individual competence. *International Journal of Man-Machine Studies*, 4(3), 217-253. [https://doi.org/10.1016/S0020-7373\(72\)80004-X](https://doi.org/10.1016/S0020-7373(72)80004-X)

Pasman, G. (2003). *Designing with precedents*.

Paulus, P. B., & Nijstad, B. A. (2019). *The Oxford Handbook of Group Creativity and Innovation*. Oxford University Press.

Pei, E., & Self, J. A. (2022). *Product Design and the Role of Representation: Foundations for Design Thinking in Practice*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003227694>

Pirolli, P., & Card, S. (2005). *The sensemaking process and leverage points for analyst technology as identified through cognitive task analysis*.

Poon, J., & Maher, M. L. (1997). Co-evolution and emergence in design. *Artificial Intelligence in Engineering*, 11(3), 319-327. [https://doi.org/10.1016/S0954-1810\(96\)00047-7](https://doi.org/10.1016/S0954-1810(96)00047-7)

Purcell, A. T., & Gero, J. S. (1991). The effects of examples on the results of a design activity. In J. S. Gero (Ed.), *Artificial Intelligence in Design '91* (pp. 525-542). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-1188-6.50031-4>

Purcell, A. T., & Gero, J. S. (1996). Design and other types of fixation. *Design Studies*, 17(4), 363-383. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(96\)00023-3](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(96)00023-3)

Purcell, A. T., Williams, P., Gero, J. S., & Colbron, B. (1993). Fixation Effects: Do They Exist in Design Problem Solving? *Environment and Planning B: Planning and Design*, 20(3), 333-345. <https://doi.org/10.1068/b200333>

Qiu, Z., Ren, Y., Li, C., Liu, H., Huang, Y., Yang, Y., Wu, S., Zheng, H., Ji, J., Yu, J., & Zhang, K. (2019). Mind Band: A Crossmedia AI Music Composing Platform. *Proceedings of the 27th ACM International Conference on Multimedia*, 2231–2233. <https://doi.org/10.1145/3343031.3350610>

Rastogi, C., Zhang, Y., Wei, D., Varshney, K. R., Dhurandhar, A., & Tomsett, R. (2022a). *Deciding Fast and Slow: The Role of Cognitive Biases in AI-assisted Decision-making* (arXiv:2010.07938). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2010.07938>

Rastogi, C., Zhang, Y., Wei, D., Varshney, K. R., Dhurandhar, A., & Tomsett, R. (2022b). *Deciding Fast and Slow: The Role of Cognitive Biases in AI-assisted Decision-making* (arXiv:2010.07938). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2010.07938>

Rawn, E., Li, J., Paulos, E., & Chasins, S. E. (2023). Understanding Version Control as Material Interaction with Quickpose. *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–18. <https://doi.org/10.1145/3544548.3581394>

Ritchie, D., Kejriwal, A. A., & Klemmer, S. R. (2011). d.tour: Style-based exploration of design example galleries. *Proceedings of the 24th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, 165–174. <https://doi.org/10.1145/2047196.2047216>

Roozenburg, N. (1993). On the pattern of reasoning in innovative design. *Design Studies*, 14(1), 4–18. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(05\)80002-X](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(05)80002-X)

Russell, D. M., Stefik, M. J., Pirolli, P., & Card, S. K. (1993). The cost structure of sensemaking. *Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 Conference on Human Factors in Computing Systems*, 269–276. <https://doi.org/10.1145/169059.169209>

Sanders, E. B.-N., & Stappers, P. J. (2008). Co-creation and the new landscapes of design. *CoDesign*, 4(1), 5–18. <https://doi.org/10.1080/15710880701875068>

Sanders, L., & Stappers, P. J. (2014). From designing to co-designing to collective dreaming: Three slices in time. *Interactions*, 21(6), 24-33. <https://doi.org/10.1145/2670616>

Schon, D. A. (1984). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think In Action* (1st edition). Basic Books.

Scott, G. M., Lonergan, D. C., & Mumford, M. D. (2005). Conceptual Combination: Alternative Knowledge Structures, Alternative Heuristics. *Creativity Research Journal*, 17(1), 79-98. https://doi.org/10.1207/s15326934crj1701_7

Shneiderman, B. (2020). Human-Centered Artificial Intelligence: Reliable, Safe & Trustworthy. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(6), 495-504. <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1741118>

Shneiderman, B., & Shneiderman, B. (2022). *Human-Centered AI*. Oxford University Press.

Simon, H. A. (1956). Rational choice and the structure of the environment. *Psychological Review*, 63(2), 129-138. <https://doi.org/10.1037/h0042769>

Singh, S., Kumar, R., Payra, S., & Singh, S. K. (2023). Artificial Intelligence and Machine Learning in Pharmacological Research: Bridging the Gap Between Data and Drug Discovery. *Cureus*, 15(8), e44359. <https://doi.org/10.7759/cureus.44359>

Smith, S. M., Ward, T. B., & Schumacher, J. S. (1993). Constraining effects of examples in a creative generation task. *Memory & Cognition*, 21(6), 837-845. <https://doi.org/10.3758/BF03202751>

Solomon, P. (1995). The think aloud method: A practical guide to modelling cognitive processes: M. W. Van Someren, Y.F. Barnard, and J.A.C. Sandberg (Knowledge Based Systems Series). Academic Press, San Diego (1994). xii+208 pp., \$44.95, ISBN 0-12-714270-3. *Information Processing & Management*, 31(6), 906-907. [https://doi.org/10.1016/0306-4573\(95\)90031-4](https://doi.org/10.1016/0306-4573(95)90031-4)

Sosa, R., & Gero, J. S. (2016). Multi-dimensional creativity: A computational perspective. *International Journal of Design Creativity and Innovation*, 4(1), 26-50. <https://doi.org/10.1080/21650349.2015.1026941>

- Stempfle, J., & Badke-Schaub, P. (2002). Thinking in design teams—An analysis of team communication. *Design Studies*, 23(5), 473–496. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(02\)00004-2](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(02)00004-2)
- Suh, M. (Mia), Youngblom, E., Terry, M., & Cai, C. J. (2021). AI as Social Glue: Uncovering the Roles of Deep Generative AI during Social Music Composition. *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-11. <https://doi.org/10.1145/3411764.3445219>
- Sun, Y., Ni, X., Feng, H., LC, R., Lee, C. H., & Asadipour, A. (2022). Bringing Stories to Life in 1001 Nights: A Co-creative Text Adventure Game Using a Story Generation Model. In M. Vosmeer & L. Holloway-Attaway (Eds.), *Interactive Storytelling* (pp. 651–672). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-22298-6_42
- Suryadevara, C. (2020). GENERATING FREE IMAGES WITH OPENAI'S GENERATIVE MODELS. *International Journal of Virtual Technology and Multimedia*, 7, 49–56. <https://doi.org/10.26662/ijiert.v8i3.pp74-80>
- Sutherland, I. E. (1964). Sketch pad a man-machine graphical communication system. *Proceedings of the SHARE Design Automation Workshop*, 6, 329–6.346. <https://doi.org/10.1145/800265.810742>
- Suwa, M., Gero, J., & Purcell, T. (2000). Unexpected discoveries and S-invention of design requirements: Important vehicles for a design process. *Design Studies*, 21(6), 539–567. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(99\)00034-4](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(99)00034-4)
- Suwa, M., Purcell, T., & Gero, J. (1998). Macroscopic analysis of design processes based on a scheme for coding designers' cognitive actions. *Design Studies*, 19(4), 455–483. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(98\)00016-7](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(98)00016-7)
- Suwa, M., & Tversky, B. (1997). What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis. *Design Studies*, 18(4), 385–403. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(97\)00008-2](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(97)00008-2)

- Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- Takaffoli, M., Li, S., & Mäkelä, V. (2024, July 1). *Generative AI in User Experience Design and Research: How Do UX Practitioners, Teams, and Companies Use GenAI in Industry?* <https://doi.org/10.1145/3643834.3660720>
- Tang, H. H., Lee, Y. Y., & Gero, J. S. (2011). Comparing collaborative co-located and distributed design processes in digital and traditional sketching environments: A protocol study using the function-behaviour-structure coding scheme. *Design Studies*, 32(1), 1-29. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2010.06.004>
- Tholander, J., & Jonsson, M. (2023). Design Ideation with AI - Sketching, Thinking and Talking with Generative Machine Learning Models. *Proceedings of the 2023 ACM Designing Interactive Systems Conference*, 1930-1940. <https://doi.org/10.1145/3563657.3596014>
- Todi, K., Weir, D., & Oulasvirta, A. (2016). Sketchplore: Sketch and Explore with a Layout Optimiser. *Proceedings of the 2016 ACM Conference on Designing Interactive Systems*, 543-555. <https://doi.org/10.1145/2901790.2901817>
- Tomczak, J. M. (n.d.). *Deep generative modeling*.
- Tomczak, J. M. (2022). Why Deep Generative Modeling? In J. M. Tomczak (Ed.), *Deep Generative Modeling* (pp. 1-12). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-93158-2_1
- Valkenburg, R., & Dorst, K. (1998). The reflective practice of design teams. *Design Studies*, 19(3), 249-271. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(98\)00011-8](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(98)00011-8)
- Vallero, D. A., & Brasier, C. (2008). *Sustainable Design: The Science of Sustainability and Green Engineering*. John Wiley & Sons.

Van den Bossche, P., R. Segers, M., & Kirschner, P. (2006). Social and cognitive factors driving teamwork in collaborative learning environments: Team learning beliefs and behaviors. *Small Group Research*.

van der Burg, V., de Boer, G., Akdag Salah, A. A., Chandrasegaran, S., & Lloyd, P. (2023). Objective Portrait: A practice-based inquiry to explore AI as a reflective design partner. *Proceedings of the 2023 ACM Designing Interactive Systems Conference*, 387-400. <https://doi.org/10.1145/3563657.3595974>

Van Der Maden, W., Van Beek, E., Halperin, B. A., Jääskeläinen, P., Kang, E., Kun, P., Lomas, J. D., Merritt, T., Lindley, J., Muller, M., Nicenboim, I., Zhu, J., & van der Burg, V. (2024). Death of the Design Researcher? Creating Knowledge Resources for Designers Using Generative AI. *Companion Publication of the 2024 ACM Designing Interactive Systems Conference*, 396-400. <https://doi.org/10.1145/3656156.3658398>

VanLehn, K., Jones, R. M., & Chi, M. T. H. (1992). A Model of the Self-Explanation Effect. *Journal of the Learning Sciences*, 2(1), 1-59. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0201_1

Vartiainen, H., & Tedre, M. (2023). Using artificial intelligence in craft education: Crafting with text-to-image generative models. *Digital Creativity*, 34(1), 1-21. <https://doi.org/10.1080/14626268.2023.2174557>

Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, L., & Polosukhin, I. (2023). *Attention Is All You Need* (arXiv:1706.03762). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1706.03762>

Vereschak, O., Bailly, G., & Caramiaux, B. (2021). How to Evaluate Trust in AI-Assisted Decision Making? A Survey of Empirical Methodologies. *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.*, 5(CSCW2), 327:1-327:39. <https://doi.org/10.1145/3476068>

Verheijden, M. P., & Funk, M. (2023). Collaborative Diffusion: Boosting Designerly Co-Creation with Generative AI. *Extended Abstracts of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-8. <https://doi.org/10.1145/3544549.3585680>

Verstijnen, I., van Leeuwen, C., Goldschmidt, G., Hamel, R., & Hennessey, J. (1998). Sketching and creative discovery. *Design Studies*, 19(4), 519–546. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(98\)00017-9](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(98)00017-9)

Vidal, R., Mulet, E., López-Mesa, B., Bellés, M. J., & Thompson, G. (2004). Exploring the Inclusion of Design Factors in Computer Aided Inventing. In R. Jacquart (Ed.), *Building the Information Society* (pp. 453–459). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8157-6_39

Visser, W. (2014). *The Cognitive Artifacts of Designing*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781482269529>

Wang, D., Churchill, E., Maes, P., Fan, X., Shneiderman, B., Shi, Y., & Wang, Q. (2020). From Human-Human Collaboration to Human-AI Collaboration: Designing AI Systems That Can Work Together with People. *Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–6. <https://doi.org/10.1145/3334480.3381069>

Wang, Q., Saha, K., Gregori, E., Joyner, D., & Goel, A. (2021). Towards Mutual Theory of Mind in Human-AI Interaction: How Language Reflects What Students Perceive About a Virtual Teaching Assistant. *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–14. <https://doi.org/10.1145/3411764.3445645>

Ward, T. B. (1994). Structured Imagination: The Role of Category Structure in Exemplar Generation. *Cognitive Psychology*, 27(1), 1–40. <https://doi.org/10.1006/cogp.1994.1010>

Ward, T. B., Smith, S. M., & Vaid, J. (1997). Conceptual structures and processes in creative thought. In *Creative thought: An investigation of conceptual structures and processes* (pp. 1–27). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/10227-001>

Woodbury, R. F., & Burrow, A. L. (2006). A typology of design space explorers. *AI EDAM*, 20(2), 143–153. <https://doi.org/10.1017/S0890060406060136>

Yang, D., Zhou, Y., Zhang, Z., Li, T. J.-J., & Lc, R. (2022). AI as an Active Writer: Interaction strategies with generated text in human-AI collaborative fiction writing. *Joint Proceedings of the IUI 2022 Workshops: APEX-UI, HAI-GEN, HEALTHI, HUMANIZE, TExSS, SOCIALIZE*, 56-65. [https://scholars.cityu.edu.hk/en/publications/ai-as-an-active-writer\(d901f5a2-0600-422f-b588-db5a59871961\).html](https://scholars.cityu.edu.hk/en/publications/ai-as-an-active-writer(d901f5a2-0600-422f-b588-db5a59871961).html)

Yang, S. J. H., Ogata, H., Matsui, T., & Chen, N.-S. (2021). Human-centered artificial intelligence in education: Seeing the invisible through the visible. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100008. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100008>

Yin, H., Zhang, Z., & Liu, Y. (2023). The Exploration of Integrating the Midjourney Artificial Intelligence Generated Content Tool into Design Systems to Direct Designers towards Future-Oriented Innovation. *Systems*, 11(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/systems11120566>

Young, K. A. (2005). *Direct from the source: The value of 'think-aloud' data in understanding learning*. <https://opus.lib.uts.edu.au/handle/10453/6348>

Yu, H., Dong, Y., & Wu, Q. (2023). *User-centric AIGC products: Explainable Artificial Intelligence and AIGC products* (arXiv:2308.09877). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.09877>

Zamfirescu-Pereira, J. D., Wei, H., Xiao, A., Gu, K., Jung, G., Lee, M. G., Hartmann, B., & Yang, Q. (2023). Herding AI Cats: Lessons from Designing a Chatbot by Prompting GPT-3. *Proceedings of the 2023 ACM Designing Interactive Systems Conference*, 2206-2220. <https://doi.org/10.1145/3563657.3596138>

Zamfirescu-Pereira, J. D., Wong, R. Y., Hartmann, B., & Yang, Q. (2023). Why Johnny Can't Prompt: How Non-AI Experts Try (and Fail) to Design LLM Prompts. *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-21. <https://doi.org/10.1145/3544548.3581388>

Zannoni, M. (2018). *Progetto e interazione. Il design degli ecosistemi interattivi*. Quodlibet.

Zhang, L., Rao, A., & Agrawala, M. (2023). *Adding Conditional Control to Text-to-Image Diffusion Models* (arXiv:2302.05543). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.05543>

Zhang, R., McNeese, N. J., Freeman, G., & Musick, G. (2021). 'An Ideal Human': Expectations of AI Teammates in Human-AI Teaming. *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.*, 4(CSCW3), 246:1-246:25. <https://doi.org/10.1145/3432945>

Zheng, X., Qiao, X., Cao, Y., & Lau, R. W. H. (2019). Content-aware generative modeling of graphic design layouts. *ACM Trans. Graph.*, 38(4), 133:1-133:15. <https://doi.org/10.1145/3306346.3322971>

Zheng, X.-Y., Pan, H., Wang, P.-S., Tong, X., Liu, Y., & Shum, H.-Y. (2023). Locally Attentional SDF Diffusion for Controllable 3D Shape Generation. *ACM Trans. Graph.*, 42(4), 91:1-91:13. <https://doi.org/10.1145/3592103>

Appendici

Appendice 5: Esperimenti

BIAS

Tab. 5.3. Gruppo di domande PRE esperimento su "Sostenibilità nel design" e relative statistiche

Gruppo PRE	Item A	Item B	Item C	Item D
tab	Quanto è importante per te integrare i principi di sostenibilità nel tuo processo di progettazione?	Quanto spesso consideri la sostenibilità nei tuoi progetti?	Di solito prendi misure per garantire che i tuoi progetti siano sostenibili?	In che misura pensi che il tuo progetto attuale affronti le questioni di sostenibilità?
Statistiche sull'affidabilità degli elementi				
	Media	SD	Correlazione dell'elemento con gli altri	Se l'elemento viene scartato α di Cronbach ω di McDonald
Quanto è importante per te integrare i principi di sostenibilità nel tuo processo di progettazione?	4.27	15.05	10.33	11.11 12.19
Quanto spesso consideri la sostenibilità nei tuoi progetti?	4.00	14.54	10.25	11.16 12.23
Di solito prendi misure per garantire che i tuoi progetti siano sostenibili?	4.04	8.25	4.57	13.39 13.53
In che misura pensi che il tuo progetto attuale affronti le questioni di sostenibilità?	4.04	1.27	12.35	9.51 11.19
Scala di riferimento per il gruppo	3.89	0.655		0.765 0.773

Tab. 5.4. Gruppo di domande PRE esperimento
su "Consapevolezza e gestione dei bias personali" e relative statistiche

Gruppo	Item a	Item b	Item c	Item d	Item e
Consapevolezza e gestione dei bias personali	Per te quanto è importante riconoscere i bias personali nel tuo processo progettuale?	Quanto spesso consideri i tuoi bias personali quando prendi decisioni di design?	Quanto ti senti sicuro nella tua capacità di identificare i tuoi bias durante il processo di design?	In che misura pensi che i tuoi bias influenzino le tue decisioni di design?	Sei consapevole che i designer possono avere bias durante il processo di progettazione?

Statistiche sull'affidabilità degli elementi

	Se l'elemento viene scartato				
	Media	SD	Correlazione dell'elemento con gli altri	α di Cronbach	ω di McDonald
Per te quanto è importante riconoscere i bias personali nel tuo processo progettuale?	4.18	0.603	0.6500	0.615	0.684
Quanto spesso consideri i tuoi bias personali quando prendi decisioni di design?	3.09	0.944	0.5995	0.614	0.668
Quanto ti senti sicuro nella tua capacità di identificare i tuoi bias durante il processo di design?	3.09	0.831	0.5835	0.620	0.718
In che misura pensi che i tuoi bias influenzino le tue decisioni di design?	3.82	0.603	0.5752	0.640	0.728
Sei consapevole che i designer possono avere bias durante il processo di progettazione?	4.36	0.674	0.0786	0.799	0.818
Scala di riferimento per il gruppo	3.71	0.509		0.716	0.758

Tab. 5.5a Gruppo di domande PRE esperimento su "Ruolo dell'AI nella gestione dei bias" e relative statistiche

Gruppo	Item a	Item b	Item c
Ruolo dell'AI nella gestione dei bias	Ritieni utile interagire con ChatGPT per identificare e comprendere i tuoi bias?	Quanto trovi utili strumenti di AI come ChatGPT per aiutarti a riflettere sui tuoi bias personali?	In che misura pensi che l'AI possa migliorare la tua consapevolezza dei bias nel design?

Statistiche sull'affidabilità degli elementi

	Media	SD	Correlazione dell'elemento con gli altri	Se l'elemento viene scartato	
				α di Cronbach	ω di McDonald
Ritieni utile interagire con ChatGPT per identificare e comprendere i tuoi bias?	3.55	0.934	0.777	0.657	0.673
Quanto trovi utili strumenti di AI come ChatGPT per aiutarti a riflettere sui tuoi bias personali?	3.36	1.027	0.779	0.656	0.662
In che misura pensi che l'AI possa migliorare la tua consapevolezza dei bias nel design?	3.73	0.786	0.526	0.896	0.898
Scala di riferimento per il gruppo	3.55	0.793		0.825	0.840

Tab. 5.5b Media per partecipante del Gruppo di domande PRE esperimento su "Ruolo dell'AI nella gestione dei bias"

Ritieni utile interagire con ChatGPT per identificare e comprendere i tuoi bias?	Quanto trovi utili strumenti di AI come ChatGPT per aiutarti a riflettere sui tuoi bias personali?	In che misura pensi che l'AI possa migliorare la tua consapevolezza dei bias nel design?	Media
4	4	4	4
3	2	3	2,67
5	5	4	4,67
3	3	2	2,67
3	3	4	3,33
3	3	3	3
4	4	4	4
3	2	4	3
5	5	5	5
4	3	4	3,67
2	3	4	3

Tab. 5.5c. Gruppo di domande POST esperimento su “Ruolo dell’AI nella gestione dei bias” e relative statistiche

Ruolo dell'AI nella gestione dei bias	Le tue aspettative riguardo all'utilità dell'interazione con ChatGPT per identificare e comprendere i tuoi bias sono state confermate?	Trovi utile interagire con ChatGPT per identificare e comprendere i tuoi bias?	Ora, in che misura pensi che l'AI possa migliorare la tua consapevolezza dei bias nel design?	Dopo il compito, le tue aspettative riguardo all'utilità di strumenti di AI come ChatGPT per aiutarti a riflettere sui tuoi bias personali sono state confermate?	
Statistiche sull'affidabilità degli elementi					
				Se l'elemento viene scartato	
	Media	SD	Correlazione dell'elemento con gli altri	α di Cronbach	ω di McDonald
Dopo il compito, le tue aspettative riguardo all'utilità di strumenti di AI come ChatGPT per aiutarti a riflettere sui tuoi bias personali sono state confermate?	3.91	0.831	0.791	0.604	0.693
Le tue aspettative riguardo all'utilità dell'interazione con ChatGPT per identificare e comprendere i tuoi bias sono state confermate?	3.91	0.831	0.301	0.873	0.880
Trovi utile interagire con ChatGPT per identificare e comprendere i tuoi bias?	4.27	0.647	0.756	0.655	0.746
Ora, in che misura pensi che l'AI possa migliorare la tua consapevolezza dei bias nel design?	3.82	0.751	0.583	0.727	0.795
Scala di riferimento per il gruppo	3.98	0.596		0.780	0.824

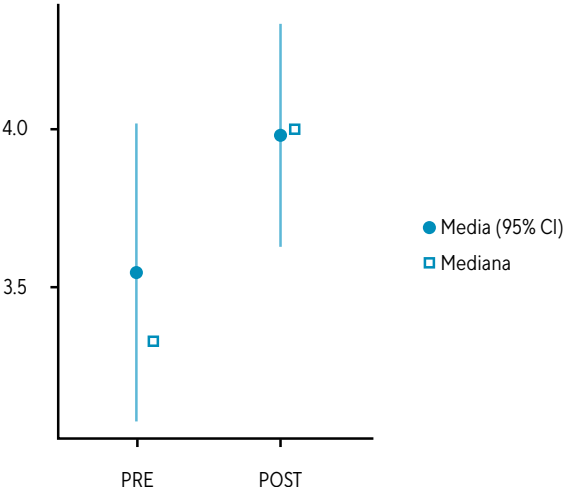
Tab. 5.5d. Media per partecipante del Gruppo di domande POST esperimento su "Ruolo dell'AI nella gestione dei bias"

Le tue aspettative riguardo all'utilità dell'interazione con ChatGPT per identificare e comprendere i tuoi bias sono state confermate?	Trovi utile interagire con ChatGPT per identificare e comprendere i tuoi bias?	Ora, in che misura pensi che l'AI possa migliorare la tua consapevolezza dei bias nel design?	Dopo il compito, le tue aspettative riguardo all'utilità di strumenti di AI come ChatGPT per aiutarti a riflettere sui tuoi bias personali sono state confermate?	Media
4	4	4	4	4
4	4	4	4	4
5	5	5	5	5
3	4	4	4	3,75
4	5	4	4	4,25
2	4	4	4	3,5
4	5	4	4	4,25
4	4	4	4	4
4	3	3	2	3
5	5	4	5	4,75
4	4	2	3	3,25

Tab. 5.5e. W di Wilcoxon, media, mediana e SD, rispetto ai questionari PRE e POST esperimento su domande del gruppo "Ruolo dell'AI nella gestione dei bias"

Statistiche				p	
PRE	POST	W di Wilcoxon	10.0 ^a	0.083	
Nota: H _a μ Misura 1 - Misura 2 ≠ 0 - ^a 1 coppia di valori sono state ripetute					
	N	Media	Mediana	SD	SE
PRE	11	3.55	3.33	0.793	0.239
POST	11	3.98	4.00	0.596	0.180

Grafico 5.5f. Media, mediana e SD, rispetto ai questionari PRE e POST esperimento su domande del gruppo "Ruolo dell'AI nella gestione dei bias"



SOSIA

Tab. 5.6. α di Cronbach, ω di McDonald, media e SD, rispetto ai questionari POST esperimento su domande rispetto alla valutazione dell'efficienza del chatbot AI

	Se l'elemento viene scartato			
	Media	SD	α di Cronbach	ω di McDonald
Quanto trovi efficace il chatbot AI nel suggerire materiali idonei per il packaging?	3.92	0.954	0.869	0.880
Quanto trovi utili le informazioni sui materiali suggeriti dal chatbot AI per il tuo lavoro di design?	4.00	1.000	0.830	0.840
Quanto spesso il chatbot AI ha fornito soluzioni utili per il suo lavoro di design?	3.08	1.038	0.905	0.908
Quanto trovi utile integrare il chatbot AI nel tuo processo di design da ora in poi?	3.77	0.927	0.843	0.859
Le risposte del chatbot AI sono state idonee al contesto del design?	4.00	1.000	0.838	0.853
Scala di riferimento	3.75		0.883	0.892
Consigliaresti l'uso del chatbot AI ad altri colleghi designer?	3.85	1.068	0.709	0.748
Pensi che il chatbot AI possa migliorare la tua capacità di trovare soluzioni nuove, di più ampio respiro?	3.62	1.325	0.737	0.754
Pensi che il chatbot AI possa migliorare la tua efficienza lavorativa nel tempo?	4.00	0.707	0.815	0.835
Quanto trovi semplice l'integrazione del chatbot AI nel tuo flusso di lavoro quotidiano?	3.77	0.832	0.815	0.842
Scala di riferimento	3.81		0.823	0.840

Tab. 5.8. α di Cronbach, ω di McDonald, media e SD, rispetto ai questionari POST esperimento sulle domande del gruppo 2: Responsabilità e autonomia nella selezione dei materiali

				Se l'elemento viene scartato	
	Media	SD	Correlazione dell'elemento con gli altri	α di Cronbach	ω di McDonald
PACKAGING					
Quanto spesso sei responsabile della scelta dei materiali?	3.60	1.075	0.752	0.338	0.352
In che misura hai autonomia nella selezione dei materiali per i progetti?	3.50	0.972	0.593	0.564	0.573
Quanto sei coinvolto nella decisione finale sui materiali?	3.30	1.337	0.325	0.917	0.919
Scala di riferimento	3.47	0.905		0.709	0.800
INTERNI					
Quanto spesso sei responsabile della scelta dei materiali?	4.08	0.760	0.778	0.455	0.457
In che misura hai autonomia nella selezione dei materiali per i progetti?	3.69	0.855	0.459	0.831	0.831
Quanto sei coinvolto nella decisione finale sui materiali?	4.08	0.760	0.557	0.709	0.712
Scala di riferimento	3.95	0.650		0.758	0.795

Tab. 5.9. α di Cronbach, ω di McDonald, media e SD, rispetto ai questionari POST esperimento sulle domande del gruppo 3: Conoscenza dei materiali e preparazione

				Se l'elemento viene scartato	
	Media	SD	Correlazione dell'elemento con gli altri	α di Cronbach	ω di McDonald
PACKAGING					
Come descriveresti la tua conoscenza dei materiali per il packaging?					
Quanto ti senti preparato su materiali diversi rispetto a quelli che usi più spesso?	2.40	0.966	0.554	0.424	0.425
Quanta esperienza hai con materiali meno comuni per il packaging e communication design?	2.30	1.059	0.571	0.383	0.383
Quanto ritieni di conoscere le proprietà tecniche dei materiali che usi?	3.50	0.972	0.281	0.771	0.773
Scala di riferimento	2.73	0.767		0.649	0.691
INTERNI					
Come descriveresti la tua conoscenza dei materiali per gli interni?	3.85	0.987	0.529	0.674	0.773
Quanto ti senti preparato su materiali diversi rispetto a quelli che usi più spesso?	2.85	0.689	0.723	0.612	0.704
Quanta esperienza hai con materiali meno comuni per l'interior design?	3.15	1.281	0.429	0.786	0.809
Quanto ritieni di conoscere le proprietà tecniche dei materiali che usi?	3.46	0.776	0.593	0.653	0.742
Scala di riferimento	3.33	0.717		0.735	0.792

Tab. 5.10. α di Cronbach, ω di McDonald, media e SD, rispetto ai questionari POST esperimento sulle domande del gruppo 4: Confronto e risorse per la selezione dei materiali

				Se l'elemento viene scartato	
	Media	SD	Correlazione dell'elemento con gli altri	α di Cronbach	ω di McDonald
PACKAGING					
Quanto spesso ti confronti con esperti per la scelta dei materiali?	3.10	1.287	0.267	0.514	0.659
Quanto spesso utilizzi database o risorse specializzate per informarti sui materiali?	2.70	0.949	0.429	0.377	0.589
Quanto consideri importante il confronto con esperti esterni nel processo di selezione dei materiali?	4.50	0.527	0.361	0.488	0.542
Quanto ti affidi a strumenti digitali o risorse esterne per valutare nuovi materiali?	2.90	1.449	0.356	0.440	0.583
Scala di riferimento	3.30	0.715		0.529	0.602
INTERNI					
Quanto spesso ti confronti con esperti per la scelta dei materiali?	3.62	0.870	0.231	0.663	0.746
Quanto spesso utilizzi database o risorse specializzate per informarti sui materiali?	2.92	1.382	0.579	0.419	0.565
Quanto consideri importante il confronto con esperti esterni nel processo di selezione dei materiali?	4.38	0.768	0.315	0.616	0.725
Quanto ti affidi a strumenti digitali o risorse esterne per valutare nuovi materiali?	3.46	0.877	0.598	0.433	0.513
Scala di riferimento	3.60	0.689		0.626	0.690

Tab. 5.11. α di Cronbach, ω di McDonald, media e SD, rispetto ai questionari POST esperimento sulle domande del gruppo 5: Aggiornamento e formazione continua. Descrittive rispetto alla domanda 5.4 del questionario POST esperimento

	Media	SD	Correlazione dell'elemento con gli altri	Se l'elemento viene scartato	
				α di Cronbach	ω di McDonald
Quanto ti aggiorni regolarmente sulle novità riguardanti i materiali?	3.15	0.987	0.463	0.471	0.471
Quanto hai approfondito la tua conoscenza dei materiali dopo l'università?	3.92	1.115	0.600	0.234	0.235
Ritieni che la tua formazione universitaria sia stata sufficiente per affrontare le sfide sui materiali?	2.62	1.121	0.251	0.760	0.763
Scala di riferimento	3.23	0.809		0.616	0.698

5.4. Ritieni che la tua formazione universitaria sia stata sufficiente per affrontare le sfide sui materiali?

DESCRITTIVE	Packaging	Interni
N	10	13
Media	2.20	3.02
Mediana	2.00	2.00
Moda	1.00	2.00
Deviazione standard	13.09	1.12
Minimo	1.00	1.00
Massimo	3.00	4.00
Shapiro-Wilk W	13.40	14.16
Shapiro-Wilk p	0.25	0.34

Tab. 5.12 α di Cronbach, ω di McDonald, media e SD, rispetto ai questionari POST esperimento sulle domande del gruppo 6: Percezione del chatbot AI nel design

	Media	SD	Correlazione dell'elemento con gli altri	Se l'elemento viene scartato	
				α di Cronbach	ω di McDonald
Quanto trovi efficace il chatbot AI nel suggerire materiali idonei?	3.65	0.714	0.412	0.568	0.616
Quanto le risposte del chatbot AI hanno soddisfatto le tue aspettative?	3.91	0.793	0.373	0.584	0.669
Quanto spesso il chatbot AI ha fornito soluzioni utili per il suo lavoro di design?	2.83	1.072	0.612	0.377	0.570
Avevi mai utilizzato un chatbot AI per il design del packaging prima d'ora?	1.52	1.082	0.298	0.656	0.696
Scala di riferimento	2.98	0.639		0.628	0.666

Tab. 5.13 tabelle rispetto al gruppo 7 del questionario POST esperimento: Criticità e punti di forza del chatbot AI

7.1. Hai riscontrato criticità nell'uso del chatbot AI?

DESCRITTIVE

N	1.91
Media	2
Mediana	1.00
Moda	0.996
Deviazione standard	1
Minimo	4
Massimo	0.818
Shapiro-Wilk W	<.001
Shapiro-Wilk p	0.25

7.2. Quali pensi siano i punti di forza del chatbot AI?

- Suggestire materiali nuovi per utilizzo in ambiti per cui non sono stati pensati inizialmente, solitamente come progettista è più facile cercare tra materiali o aziende che si conoscono, il chatbot può vedere utilizzi nuovi per materiali nuovi immaginando campi di applicazione diversi da quelli per cui sono stati pensati.
- La varietà di soluzioni proposte e la velocità nella ricerca.
- Immediatezza delle proposte, selezione di materiali specifici, provenienza dei materiali, specificità delle proprietà fisiche e meccaniche, capacità di confronto e selezione sulla base delle esigenze.
- La velocità di risposta e il conseguente risparmio di tempo rispetto ad una ricerca ordinaria su google.
- Il primo punto di forza è la velocità con cui poter trovare soluzioni innovative che tengano conto, per esempio, della logistica. La stessa ricerca, senza l'utilizzo del chatbot, richiede molto più tempo per arrivare allo stesso risultato.
- In più mi ha stupito la sintesi e la completezza delle informazioni fornite.
- E infine la capacità rispondere razionalmente! Anche quando viene messo di fronte ad una scelta tra due soluzioni, ha risposto in maniera approfondita, tenendo conto di più fattori, e arrivando a proporre soluzioni ibride.
- Istantaneità, utilissima per avere indicazione dei costi e precisione nell'indicazione dei fornitori.
- Sicuramente l'analisi comparata.
- Velocità.
- Sicuramente il fatto di mettere a disposizione immediata materiali e nomi di aziende.
- Chat dedicata al tema

- La possibilità di trovare soluzioni inaspettate e allargare le possibilità progettuali.
- Velocità ed apertura nella ricerca di risposte.
- Nel caso di sosia sicuramente la specificità della risposta e la varietà che può fornire.
- Memoria nella conversazione.
- La velocità nel selezionare le possibilità.
- Che non è un generico chatbot, ma è specializzato in materiali.
- Ottimizzazione dei tempi di ricerca.
- Velocità e varietà.
- La velocità.
- Proprietà di pensiero laterale rispetto ai contesti materici più "classici".
- Riuscire a fornire un primo screening di informazioni velocizzando i tempi di ricerca soprattutto nelle fasi iniziali, quando ad essere definito, è solo l'obiettivo al quale si vuole arrivare. L'ai può suggerire spunti o strade che non vengono in mente a chi inizia a fare ricerca per un progetto. Non siamo abituati a cercare in modo rigoroso ed efficace le fonti online, dove soprattutto la verifica di queste ultime, è fondamentale per raccogliere informazioni reali e basate su osservazioni corrette e non su speculazioni. L'ai può aiutare in questo senso.
- L'elenco delle caratteristiche tecniche dei materiali citati nelle risposte.
- Proporre soluzioni che in un normale flusso di lavoro tra designer, aziende e tipografi non vengono affrontate per poca praticità di informazione e reperibilità.

7.3. Ha mai incontrato stalli in cui il chatbot AI non ha trovato una soluzione? Se sì, come li hai risolti?

- Formulando la domanda in modo più corretto.
- Cercato in altri modi come google o portali di prodotti e materiali per architettura e design.
- Ricaricando la pagina e iniziando una nuova conversazione.
- Ho fatto domande più specifiche.
- Cambiando domanda e non aspettandomi risposte troppo precise.

7.4. Pensi che il chatbot AI abbia fornito risposte troppo superficiali?

DESCRITTIVE

N	2.39
Media	2
Mediana	2.00
Moda	0.941
Deviazione standard	1
Minimo	5
Massimo	0.793
Shapiro-Wilk W	<.001
Shapiro-Wilk p	0.25

Tab. 5.14. α di Cronbach, ω di McDonald, media e SD, rispetto ai questionari POST esperimento sulle domande del gruppo 8: Impatto del chatbot AI sul lavoro

	Media	SD	Correlazione dell'elemento con gli altri	Se l'elemento viene scartato	
				α di Cronbach	ω di McDonald
Quanto sei soddisfatto della varietà di materiali suggeriti dal chatbot AI?	3.57	1.037	0.610	0.753	0.789
Hai trovato i materiali suggeriti dal chatbot AI rispettosi dell'ambiente?	4.22	0.736	0.497	0.801	0.838
Quanto trovi utili le informazioni sui materiali suggeriti dal chatbot AI per il tuo lavoro di design?	3.78	0.795	0.762	0.691	0.710
Quanto trovi semplice l'integrazione del chatbot AI nel tuo flusso di lavoro quotidiano?	3.78	1.126	0.648	0.740	0.755
Scala di riferimento	3.84	0.741		0.799	0.818

Tab. 5.15. α di Cronbach, ω di McDonald, media e SD, rispetto ai questionari POST esperimento sulle domande del gruppo 9: Efficienza e innovazione con il chatbot AI

	Media	SD	Correlazione dell'elemento con gli altri	Se l'elemento viene scartato	
				α di Cronbach	ω di McDonald
Pensi che il chatbot AI possa migliorare la tua efficienza lavorativa nel tempo?	4.04	1.065	0.718	0.631	0.631
Pensi che il chatbot AI possa migliorare la tua capacità di trovare soluzioni nuove, di più ampio respiro?	3.70	0.822	0.675	0.677	0.696
Consigliaresti l'uso del chatbot AI ad altri colleghi designer?	4.09	0.793	0.545	0.801	0.817
Scala di riferimento	3.94	0.756		0.790	0.804

Appendice 6: Esperimento concept

Tab. 6.1. Gruppo di domande PRE esperimento
su "Rapidità ed efficienza nei processi progettuali" e relative statistiche

Gruppo 1 PRE	Item a	Item b	Item c	Item d
Rapidità ed efficienza nei processi progettuali	Penso che con l'AI io possa ottenere buoni risultati in tempi più brevi	L'AI mi aiuta a rielaborare le idee più velocemente	L'utilizzo dell'AI rende i miei processi di design più rapidi	L'AI rallenta alcune fasi del processo di ideazione
Part. 01	5	5	5	2
Part. 02	4	5	4	3
Part. 03	4	4	3	3
Part. 04	3	2	2	2
Part. 05	2	2	4	2
Part. 06	4	5	4	1
Part. 07	4	5	5	2
Part. 08	5	5	5	1
Part. 09	3	4	3	2
Part. 10	4	4	3	1
Part. 11	3	5	3	1
Part. 12	4	4	4	1
Part. 13	4	3	4	2
Part. 14	5	5	3	1
Part. 15	4	4	4	2
Part. 16	4	5	5	1

	Media	SD	Correlazione dell'elemento con gli altri	Se l'elemento viene scartato	
				α di Cronbach	ω di McDonald
a1 Penso che con l'AI io possa ottenere buoni risultati in tempi più brevi	3,88	0,806	0,618	0,552	0,631
b1 L'AI mi aiuta a rielaborare le idee più velocemente	4,19	1,047	0,669	0,49	0,566
c1 L'utilizzo dell'AI rende i miei processi di design più rapidi	3,81	0,911	0,445	0,656	0,714
d1 L'AI rallenta alcune fasi del processo di ideazione ^a	2,31	0,704	0,234	0,755	0,773
Statistiche di affidabilità della Scala	3,55	0,696		0,696	0,721
^a elemento in scala inversa					

Tab. 6.2. Gruppo di domande PRE esperimento su “Supporto creativo e ideazione” e relative statistiche

Gruppo 2 PRE	Item a	Item b	Item c	Item d
Supporto creativo e ideazione	Penso che l’AI stimoli la mia creatività	Penso che l’AI limiti la mia creatività	Penso che l’AI possa fornire soluzioni creative	L’AI mi aiuta a trovare buone idee
Part. 01	4	2	3	4
Part. 02	4	2	4	4
Part. 03	4	3	3	3
Part. 04	1	3	2	1
Part. 05	2	1	3	3
Part. 06	3	3	3	4
Part. 07	3	3	4	4
Part. 08	5	1	5	5
Part. 09	3	2	4	3
Part. 10	5	4	5	5
Part. 11	1	3	3	3
Part. 12	3	2	3	2
Part. 13	3	2	4	4
Part. 14	5	1	5	4
Part. 15	4	2	2	3
Part. 16	4	2	3	3

	Se l’elemento viene scartato				
	Media	SD	Correlazione dell’elemento con gli altri	α di Cronbach	ω di McDonald
a2 Penso che l’AI stimoli la mia creatività	3,38	1,258	0,686	0,616	0,719
b2 Penso che l’AI limiti la mia creatività ^a	2,75	0,856	0,168	0,858	0,872
c2 Penso che l’AI possa fornire soluzioni creative	3,5	0,966	0,706	0,615	0,694
d2 L’AI mi aiuta a trovare buone idee	3,44	1,031	0,71	0,606	0,661
Statistiche di affidabilità della Scala	3,37	0,788		0,754	0,790
^a elemento in scala inversa					

Tab. 6.3. Gruppo di domande PRE esperimento
su “Efficacia nella rielaborazione e coerenza delle idee” e relative statistiche

Gruppo 3 PRE	Item a	Item b	Item c	Item d
Efficacia nella rielaborazione e coerenza delle idee	L'AI mi ha aiutato a rielaborare le idee in modo efficace	L'AI genera contenuti in modo aderente alla traccia che penso e richiedo	Penso che con l'AI io possa ottenere risultati migliori	In generale sono soddisfatto dei risultati che ottengo con l'uso dell'AI
Part. 01	5	4	3	4
Part. 02	5	3	4	3
Part. 03	3	4	2	3
Part. 04	3	4	2	4
Part. 05	2	2	2	3
Part. 06	4	4	4	4
Part. 07	4	3	4	4
Part. 08	4	4	5	5
Part. 09	4	4	3	4
Part. 10	5	3	3	4
Part. 11	4	2	2	2
Part. 12	4	4	4	4
Part. 13	2	2	3	4
Part. 14	5	3	5	4
Part. 15	3	3	4	3
Part. 16	4	4	5	4

	Media	SD	Correlazione dell'elemento con gli altri	Se l'elemento viene scartato	
				α di Cronbach	ω di McDonald
a3 L'AI mi ha aiutato a rielaborare le idee in modo efficace	3,81	0,981	0,438	0,683	0,753
b3 L'AI genera contenuti in modo aderente alla traccia che penso e richiedo	3,31	0,793	0,476	0,658	0,716
c3 Penso che con l'AI io possa ottenere risultati migliori	3,44	1,094	0,564	0,604	0,684
d3 In generale sono soddisfatto dei risultati che ottengo con l'uso dell'AI	3,69	0,704	0,554	0,628	0,639
Statistiche di affidabilità della Scala	3,56	0,661		0,708	0,728

Tab. 6.4. Gruppo di domande PRE esperimento su "Difficoltà e limiti nell'utilizzo dell'AI" e relative statistiche

Gruppo 4 PRE	Item a	Item b	Item c	Item d
Difficoltà e limiti nell'utilizzo dell'AI	Riscontro difficoltà nel far comprendere le mie idee all'AI	Ci sono dei dettagli che con l'AI non riesco a realizzare	Sono frustrato quando uso l'AI perché spesso non trovo modi per raggiungere i miei obiettivi	Riscontro spesso dei momenti di stallo (loop comunicativi) nei miei processi progettuali
Part. 01	2	4	2	3
Part. 02	3	3	3	3
Part. 03	3	3	3	3
Part. 04	1	3	2	3
Part. 05	4	4	4	3
Part. 06	2	5	1	3
Part. 07	3	4	2	3
Part. 08	1	3	1	2
Part. 09	2	5	4	3
Part. 10	2	5	2	2
Part. 11	2	5	3	2
Part. 12	3	5	3	1
Part. 13	4	4	2	4
Part. 14	2	5	3	2
Part. 15	3	5	3	3
Part. 16	3	5	2	3

	Media	SD	Correlazione dell'elemento con gli altri	Se l'elemento viene scartato	
				α di Cronbach	ω di McDonald
a4 Riscontro difficoltà nel far comprendere le mie idee all'AI	2,5	0,894	0,5188	-0,134	0,286
b4 Ci sono dei dettagli che con l'AI non riesco a realizzare	4,25	0,856	0,0109	0,506	0,609
c4 Sono frustrato quando uso l'AI perché spesso non trovo modi per raggiungere i miei obiettivi	2,5	0,894	0,3221	0,155	0,452
d4 Riscontro spesso dei momenti di stallo (loop comunicativi) nei miei processi progettuali	2,69	0,704	0,0128	0,471	0,559
Statistiche di affidabilità della Scala	2,98	0,496		0,373	0,491

Tab. 6.5. Gruppo di domande PRE esperimento
su "Difficoltà e limiti nell'utilizzo dell'AI" e relative statistiche

Gruppo 5 PRE	Item a	Item b	Item c	Item d
Esperienza e strategie d'uso	Oggi l'AI è parte integrante dei miei processi di design	Ho messo a punto diverse strategie per comunicare più efficacemente le mie idee all'AI	La mia esperienza nell'utilizzo dell'AI è fondamentale per comunicare efficacemente le mie idee	<i>Quali AI vorresti usare per svolgere il task?</i>
Part. 01	5	5	3	ChatGPT, ComfyUI, Midjourney, Vizcom, Krea
Part. 02	3	4	5	ChatGPT
Part. 03	2	3	2	ChatGPT
Part. 04	2	2	1	ChatGPT
Part. 05	3	4	2	ChatGPT, Firefly
Part. 06	3	4	3	ChatGPT
Part. 07	4	4	4	ChatGPT, firefly, midjourney
Part. 08	5	4	4	ChatGPT, Photoshop, Illustrator, Lightroom
Part. 09	5	3	4	ChatGPT, Adobe Firefly
Part. 10	2	3	2	Midjourney
Part. 11	2	3	1	ChatGPT
Part. 12	5	5	4	ChatGPT Pro, DALL-E, Midjourney, Adobe Firefly
Part. 13	3	4	2	ChatGPT, Midjourney
Part. 14	5	3	5	ChatGPT
Part. 15	3	2	2	ChatGPT, vizcom, midjourney
Part. 16	5	4	3	ChatGPT

	Media	SD	Correlazione dell'elemento con gli altri	Se l'elemento viene scartato	
				α di Cronbach	ω di McDonald
a5 Oggi l'AI è parte integrante dei miei processi di design	3,56	1,263	0,751	0,582	0,609
b5 Ho messo a punto diverse strategie per comunicare più efficacemente le mie idee all'AI	3,56	0,892	0,521	0,836	0,836
c5 La mia esperienza nell'utilizzo dell'AI è fondamentale per comunicare efficacemente le mie idee	2,94	1,289	0,686	0,665	0,692
Statistiche di affidabilità della Scala	3,35	0,977		0,793	0,809

Grafico 6.1. Grafico che riporta la durata, le pause e le comunicazioni di ogni singolo esperimento.

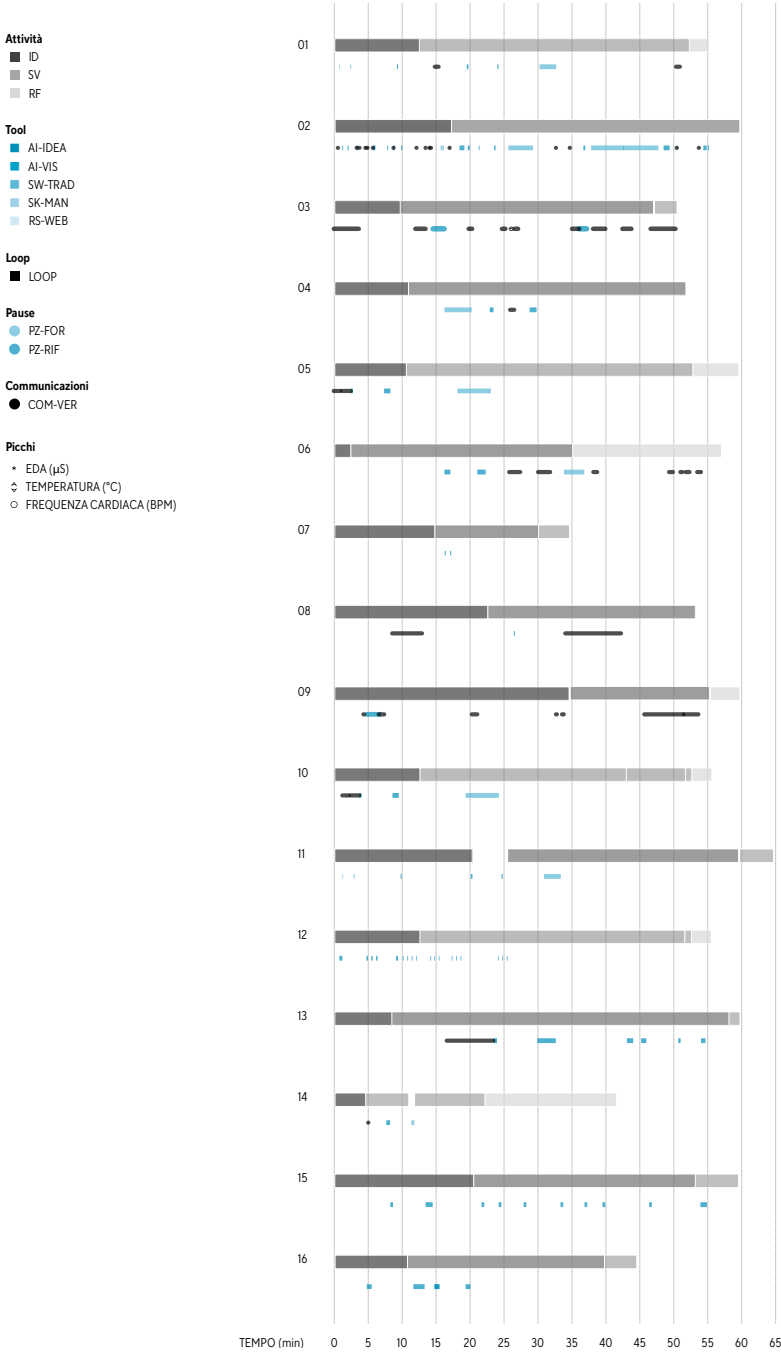


Grafico 6.2. Grafico che riporta l'utilizzo di tool rispetto alle fasi di processo.

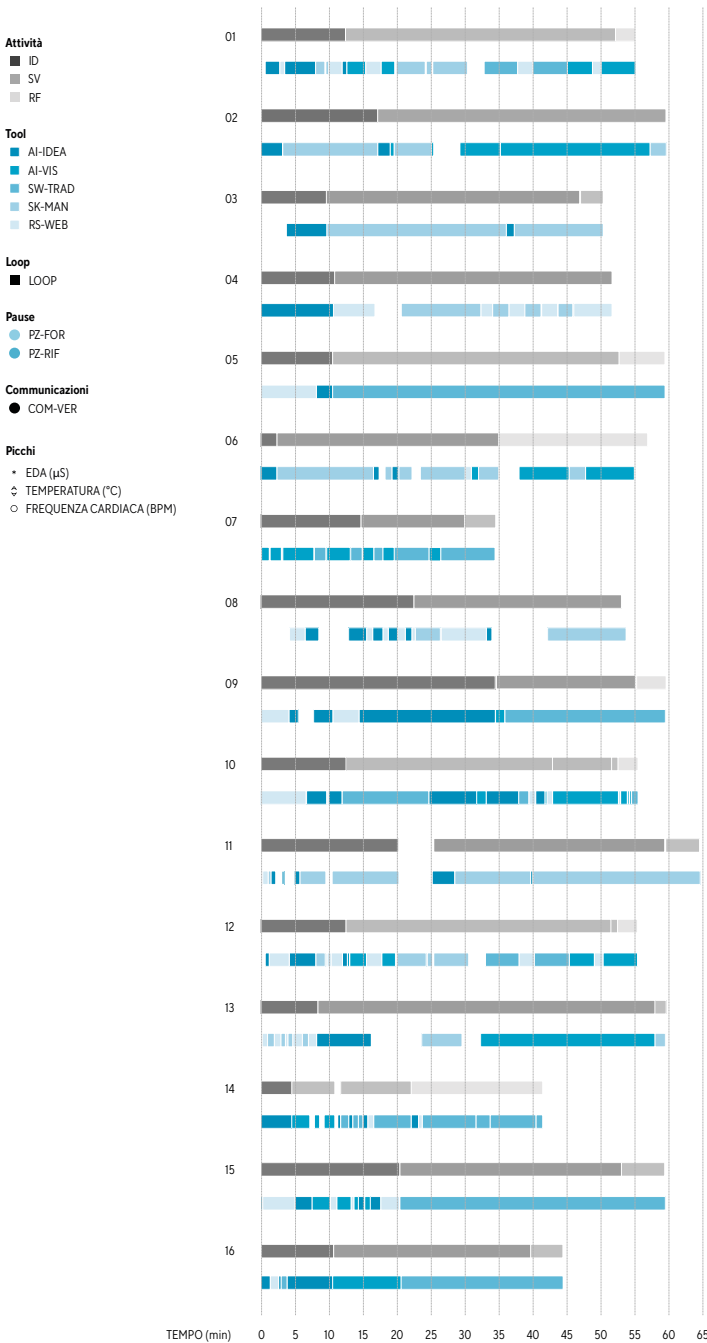


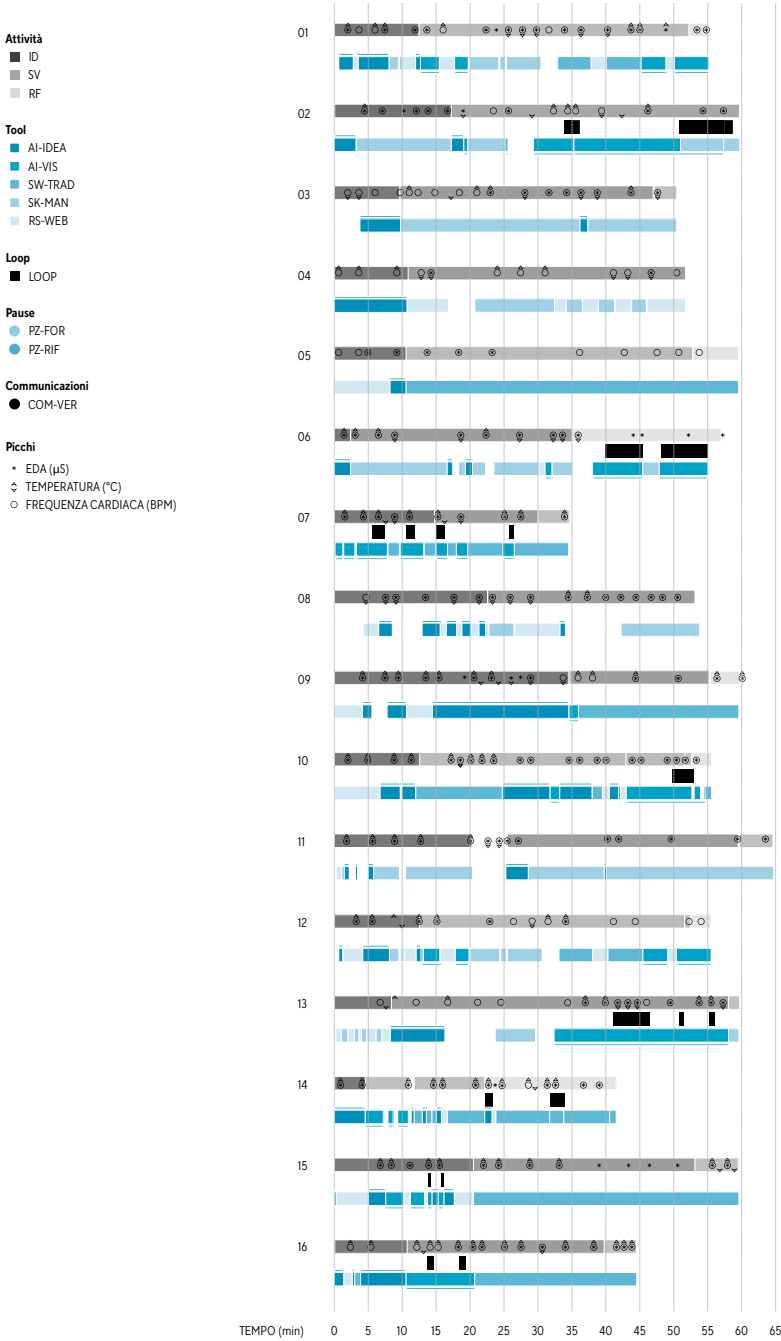
Grafico 6.3. Grafico che riporta l'utilizzo specifico di AI-VIS e AI-IDEA.



Grafico 6.4. Grafico che riporta quando avvengono i loop comunicativi.

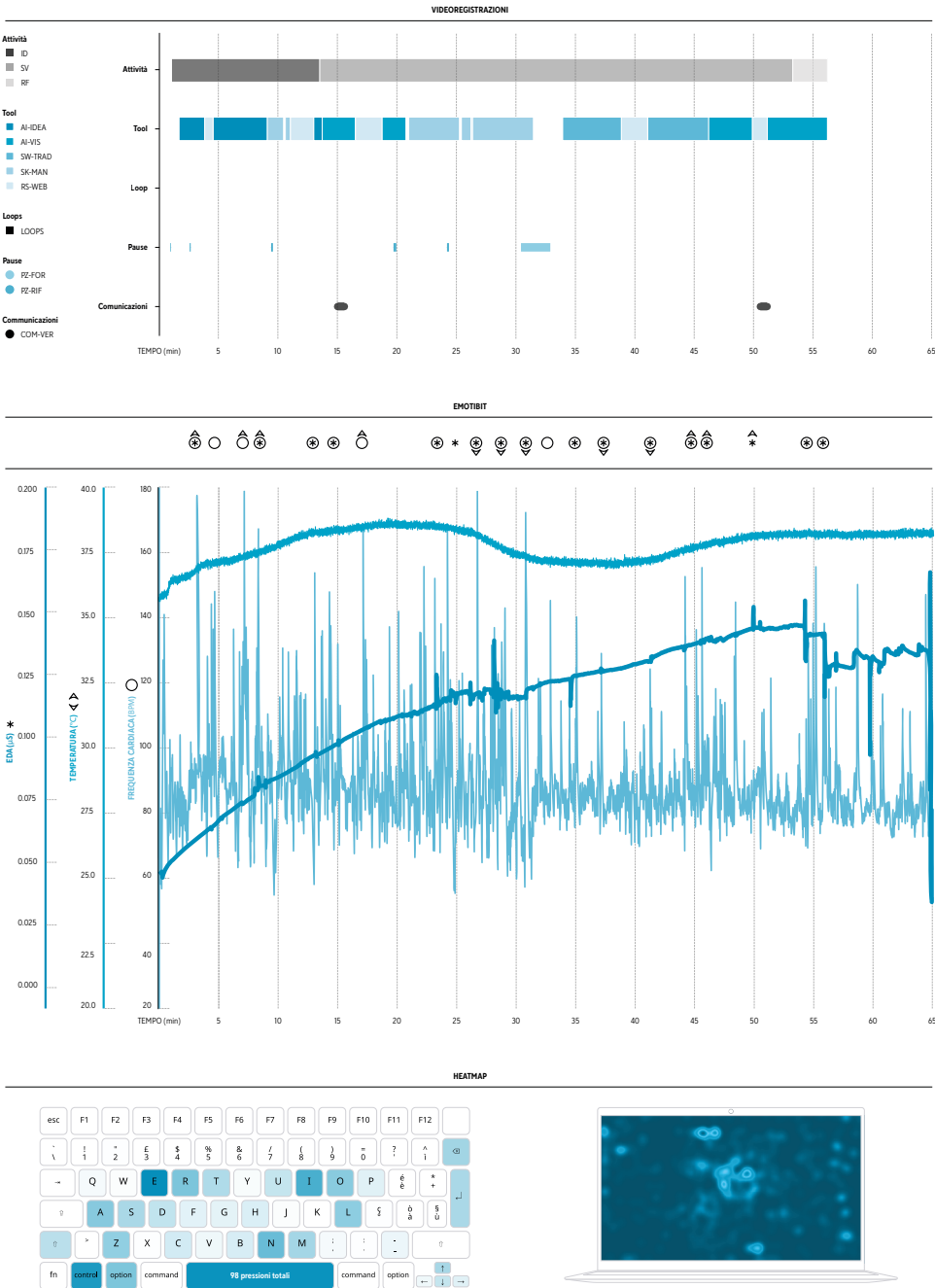


Grafico 6.5. Grafico che riporta lo stato di stress e l'andamento dei parametri fisiologici durante il task.

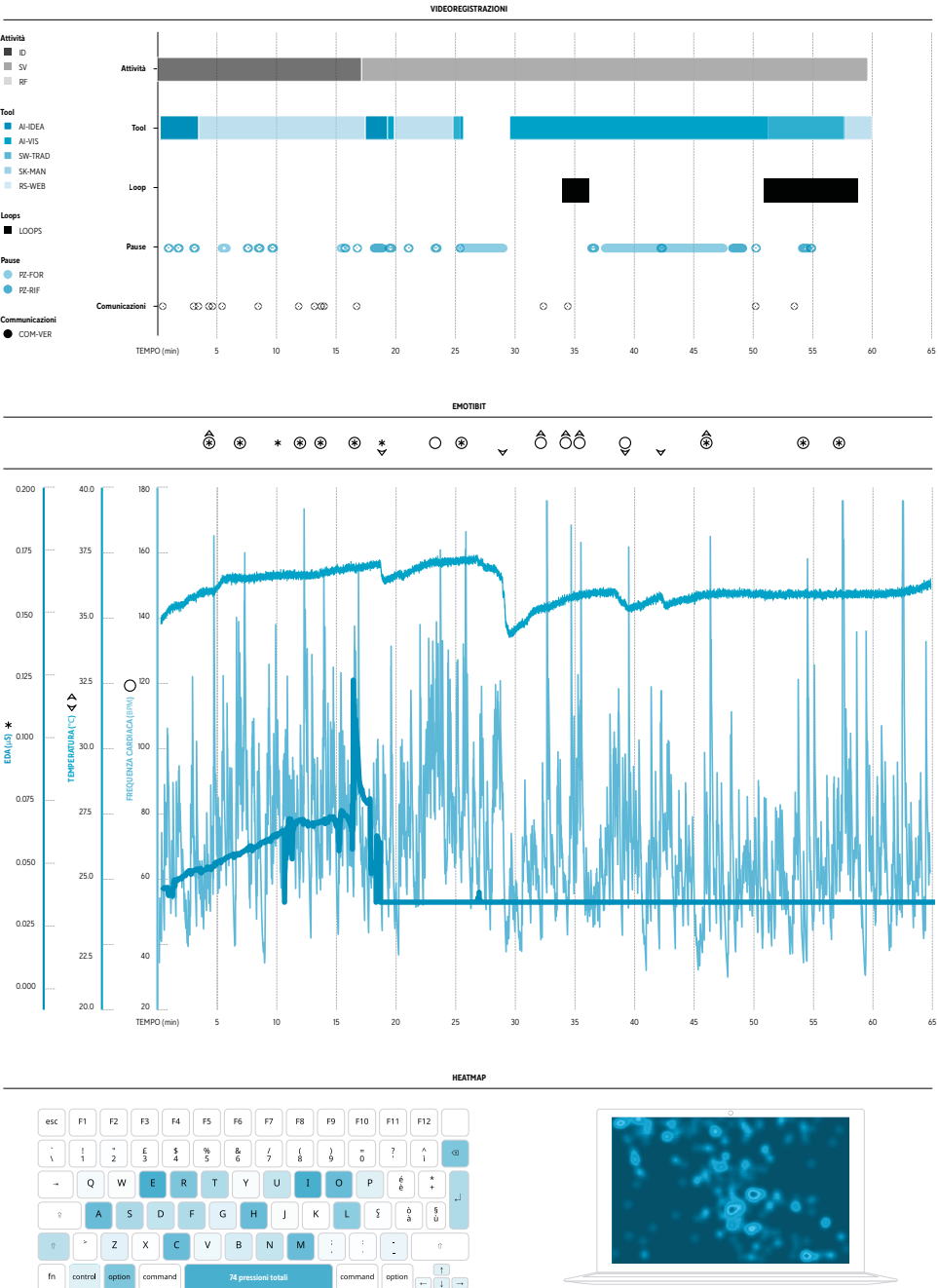


Grafici 6.6. Schematizzazione specifica dei parametri analizzati, dal primo al sedicesimo partecipante.

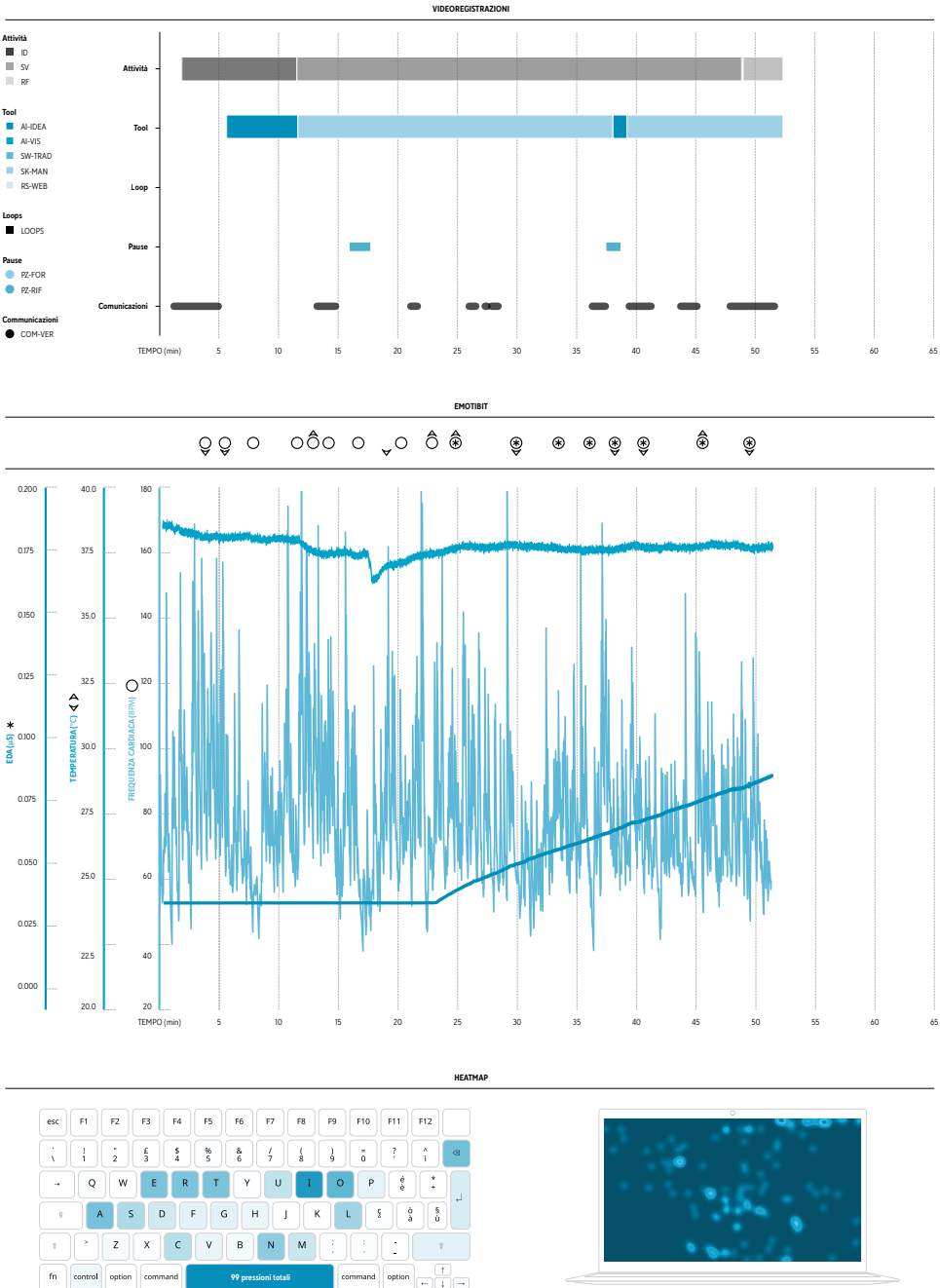
PARTECIPANTE 01



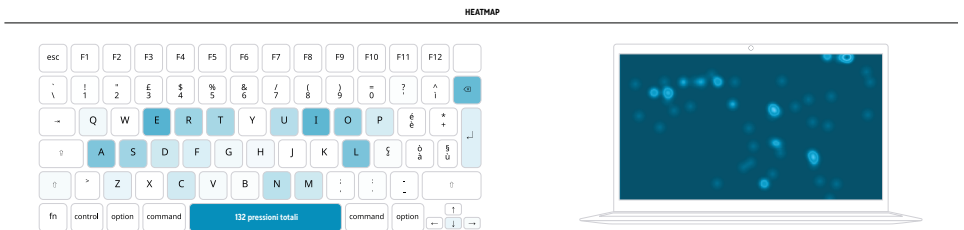
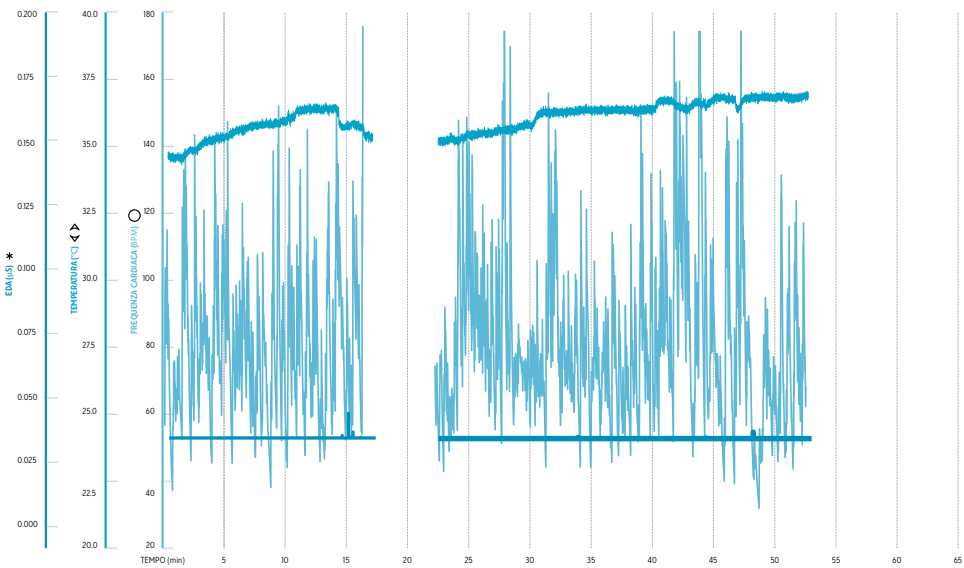
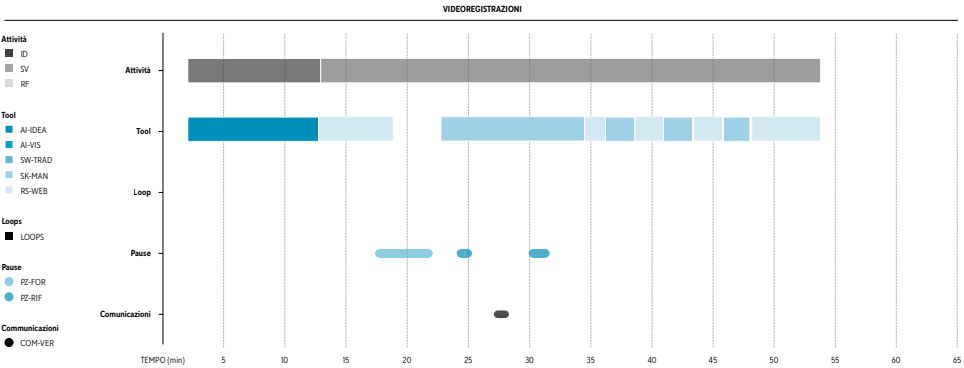
PARTECIPANTE 02



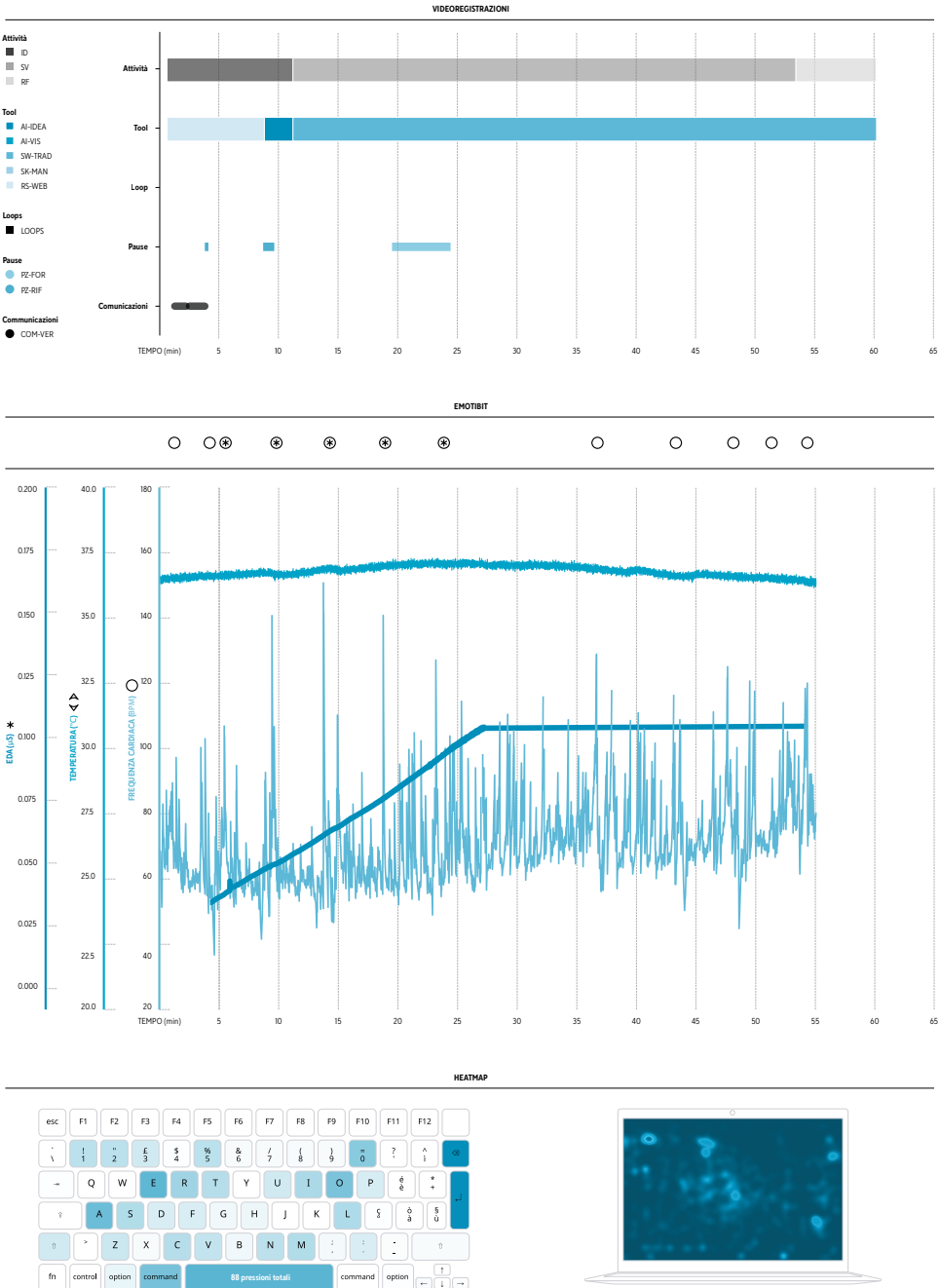
PARTECIPANTE 03



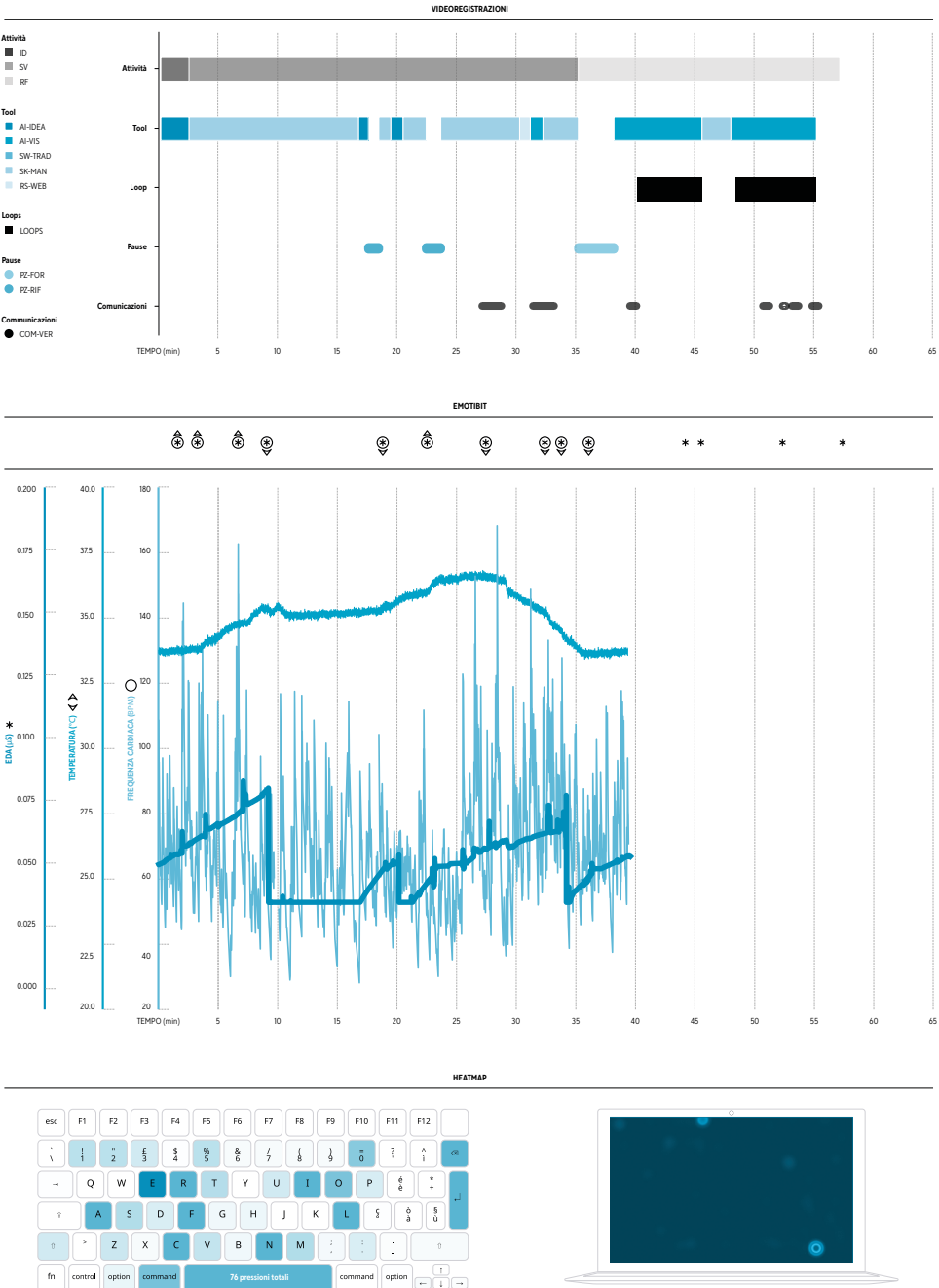
PARTECIPANTE 04



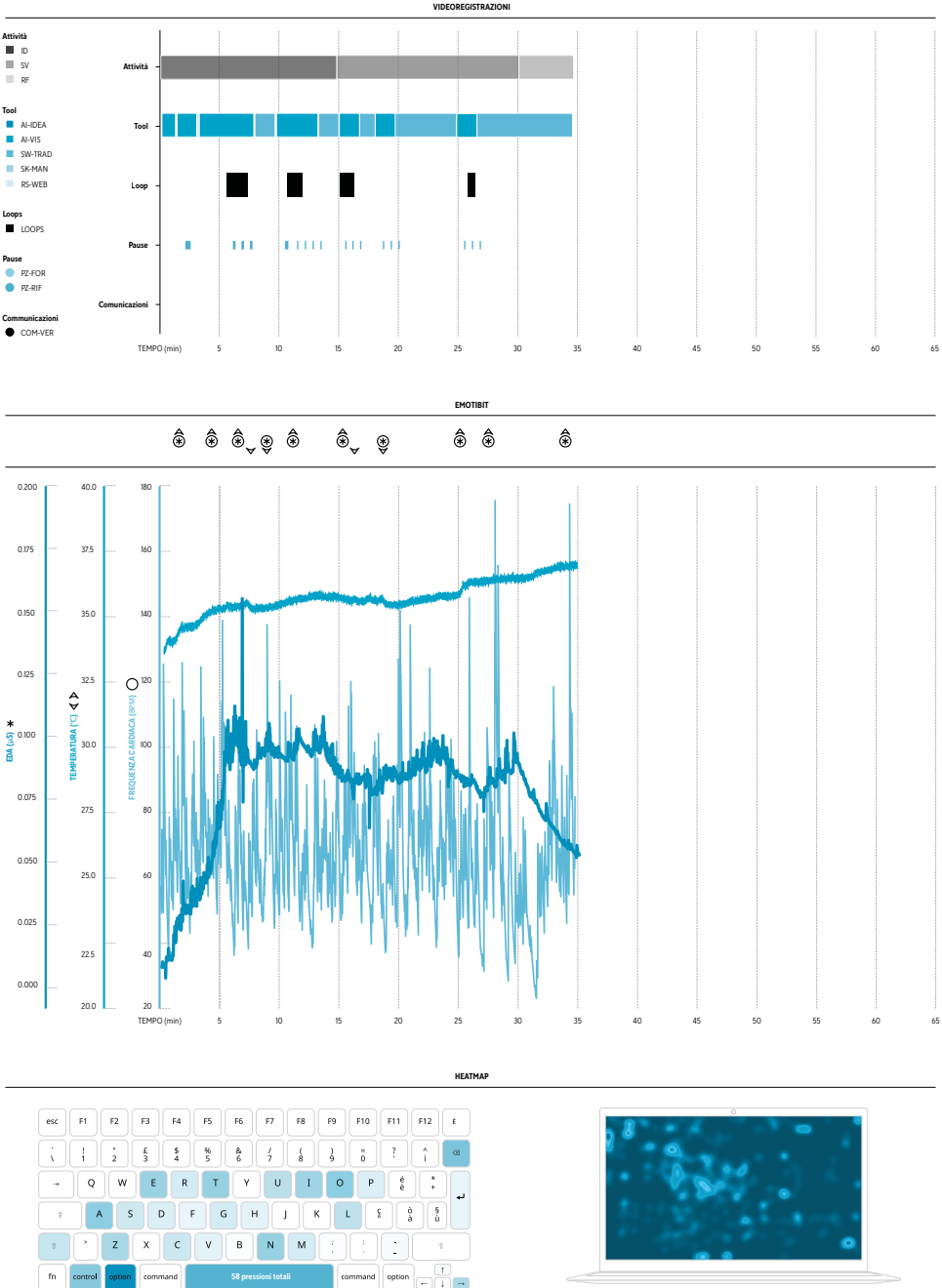
PARTECIPANTE 05



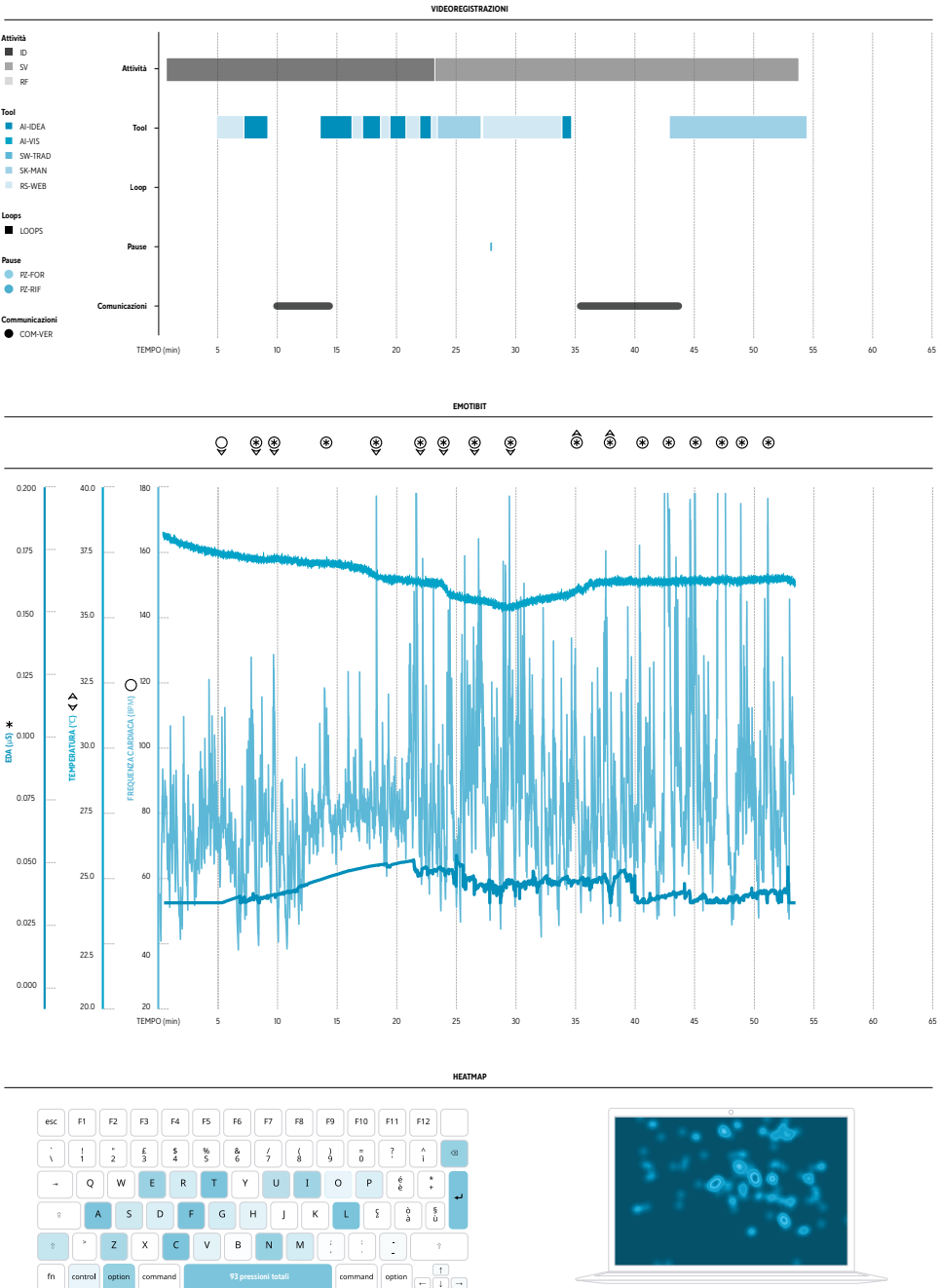
PARTECIPANTE 06



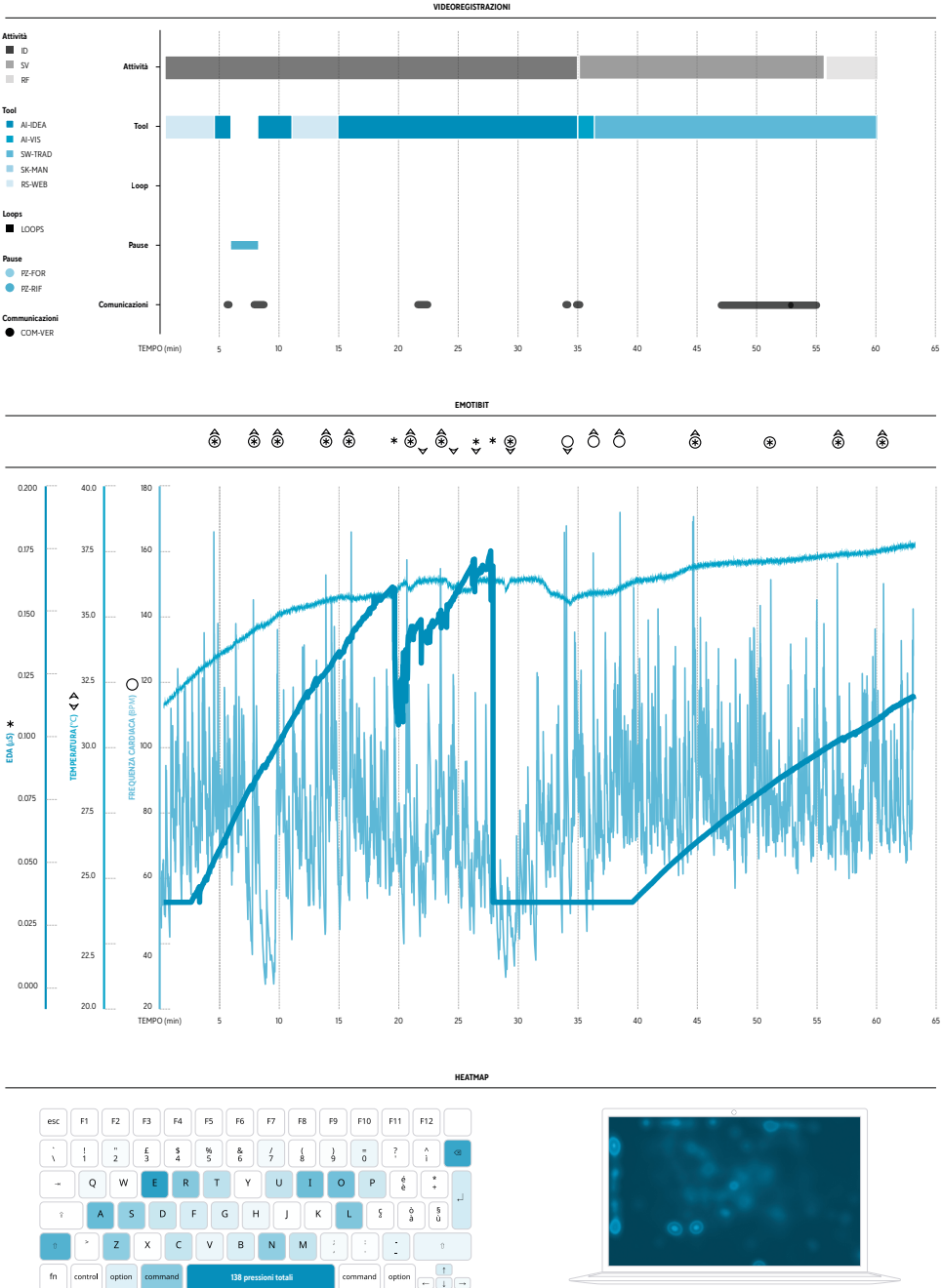
PARTECIPANTE 07



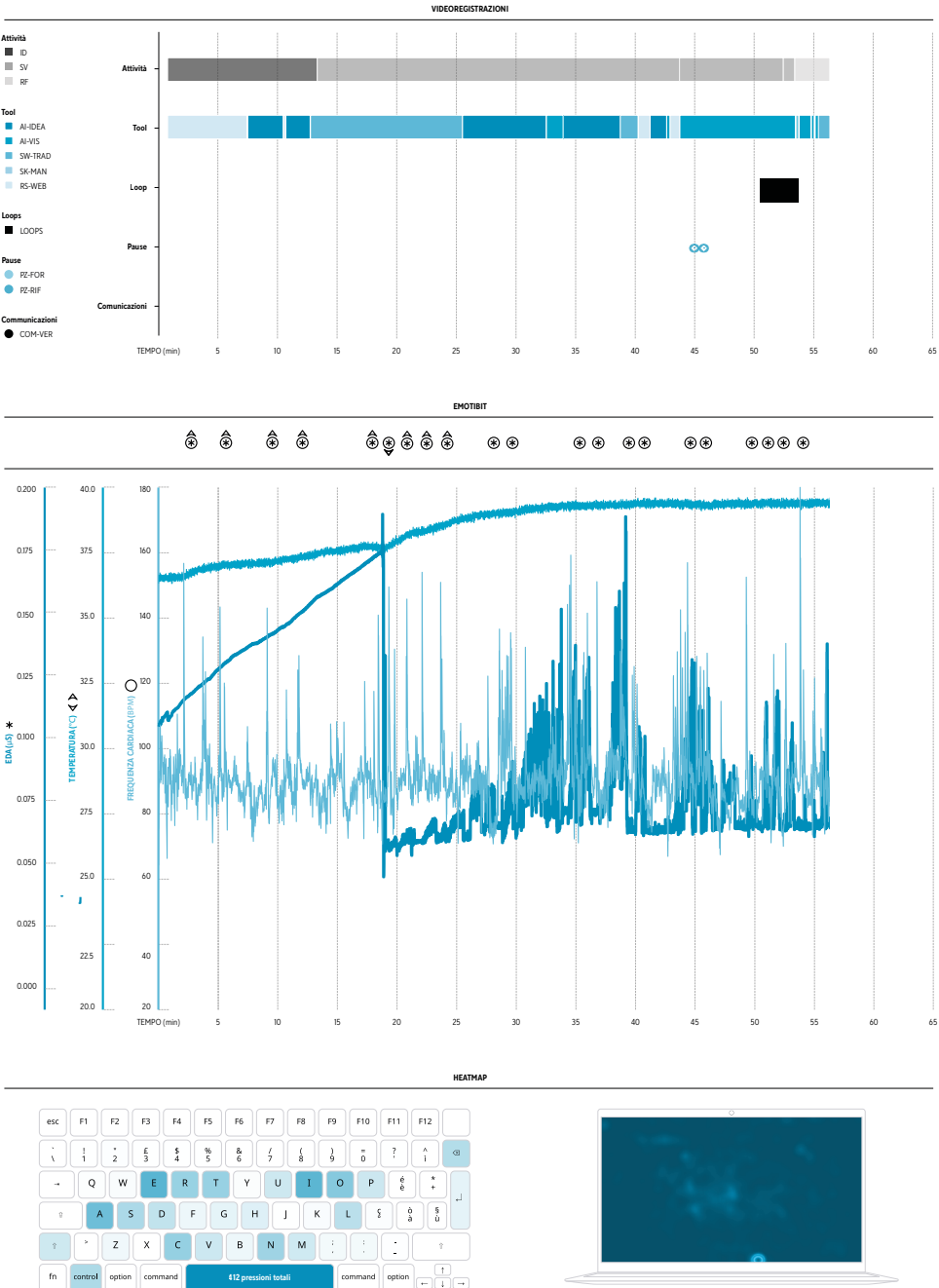
PARTECIPANTE 08



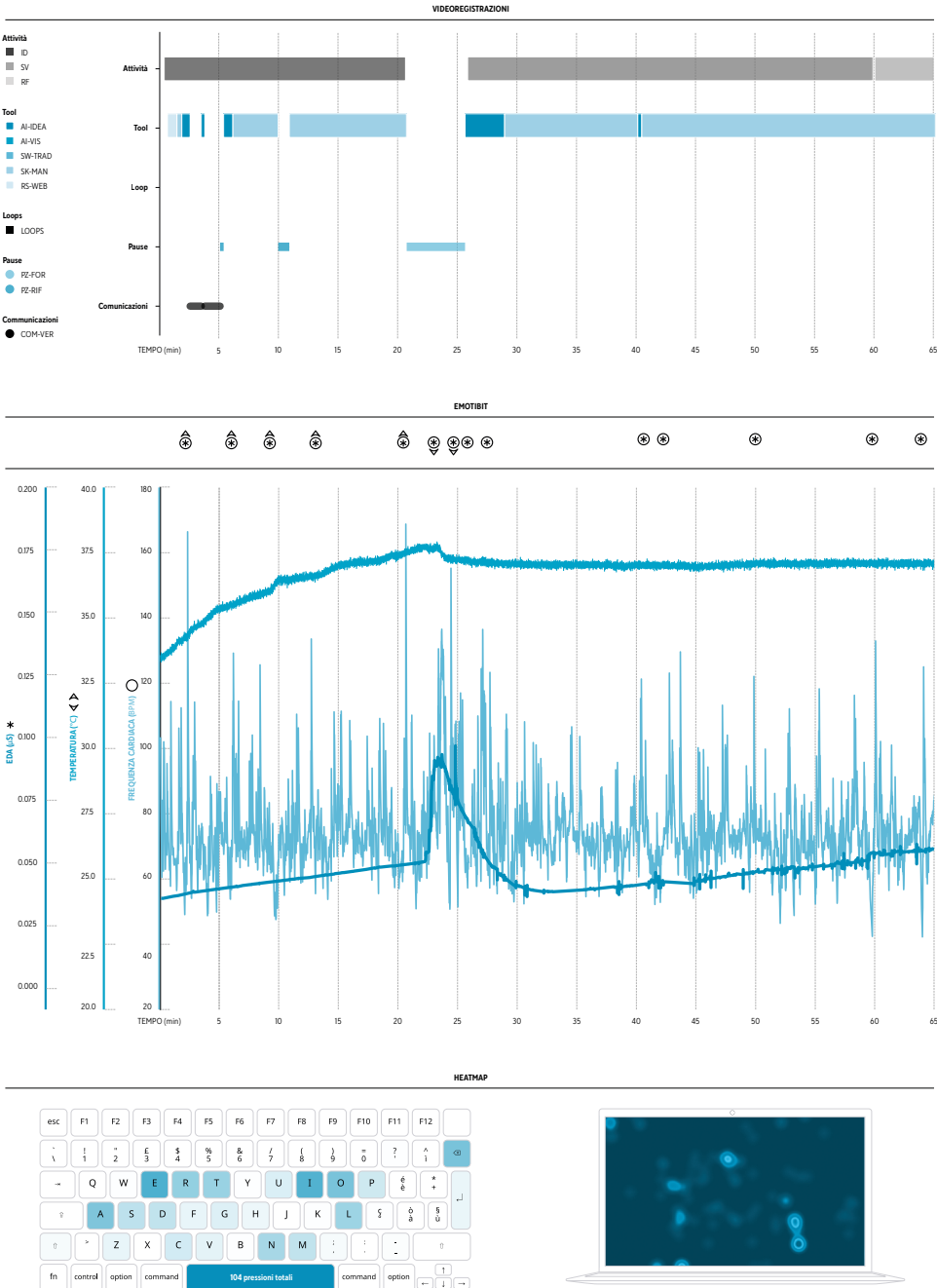
PARTECIPANTE 09



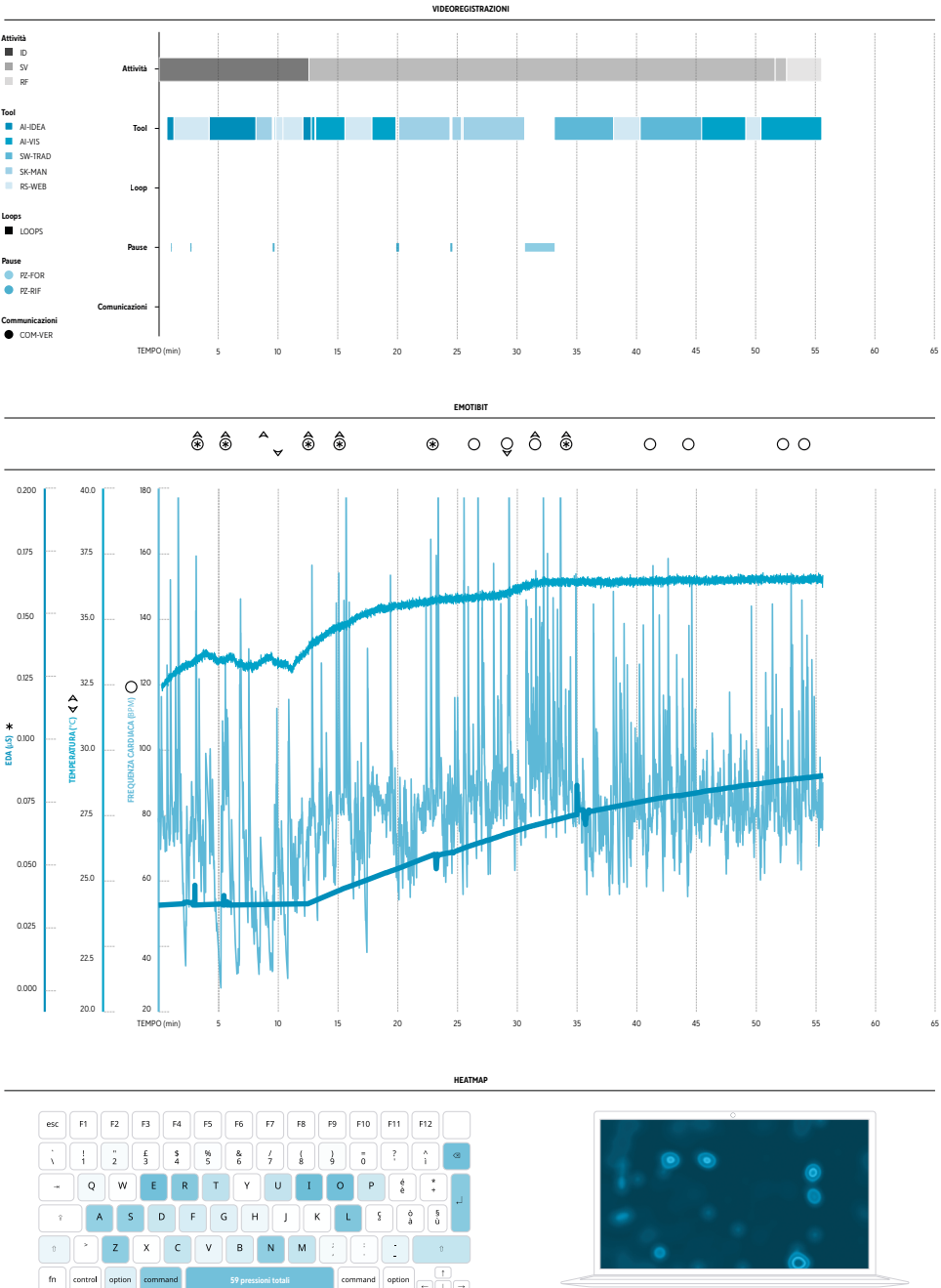
PARTECIPANTE 10



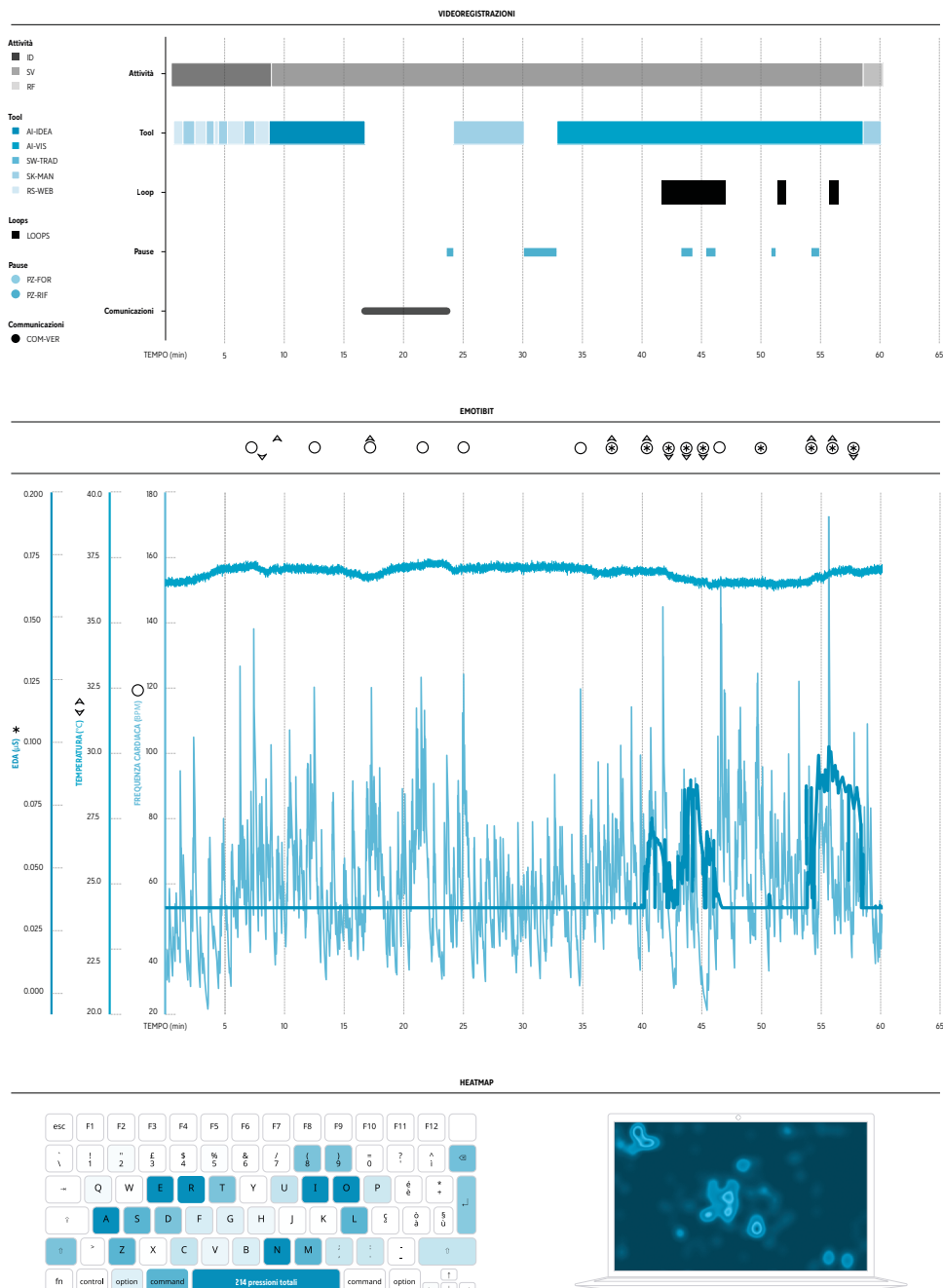
PARTECIPANTE 11



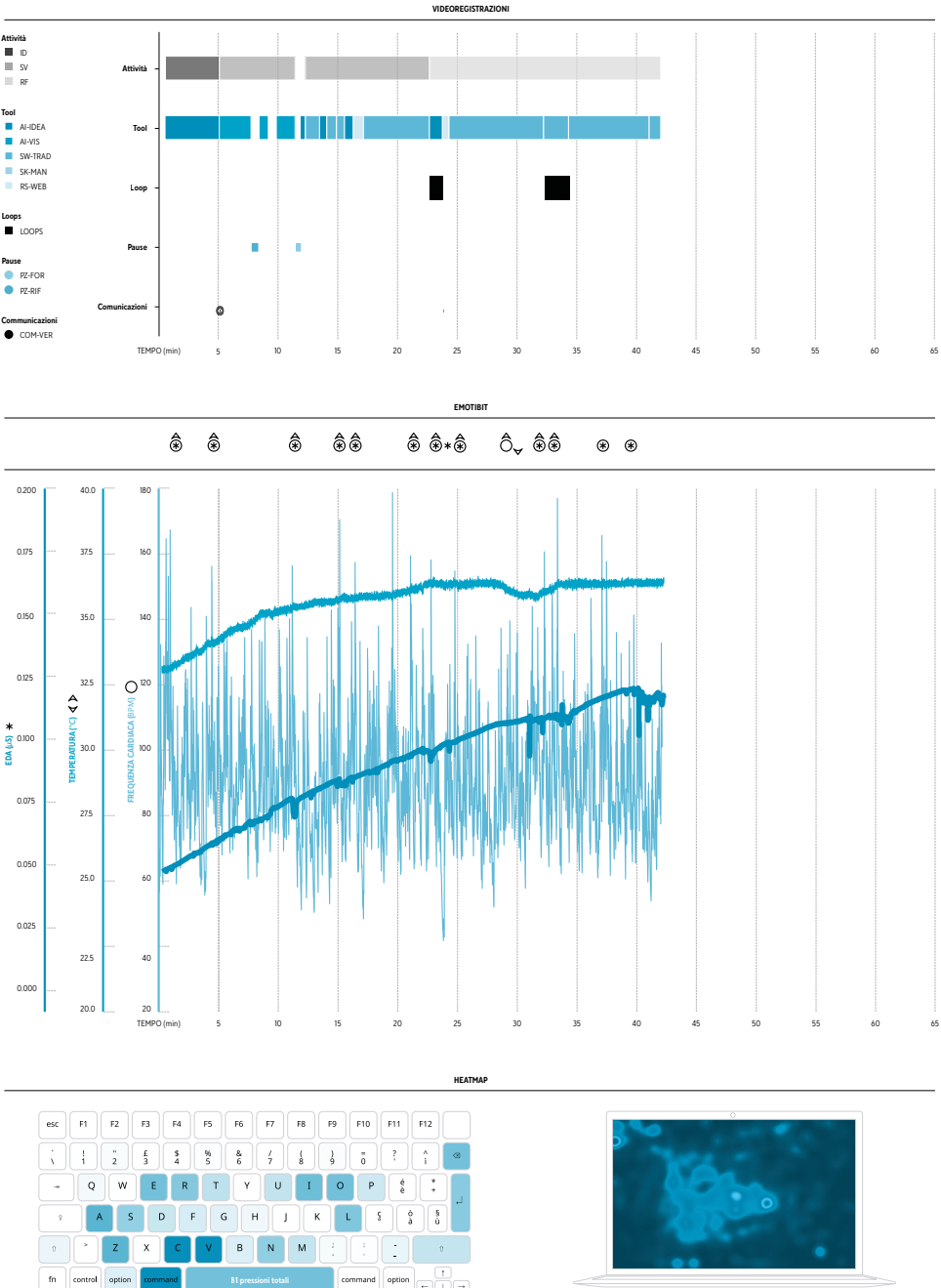
PARTECIPANTE 12



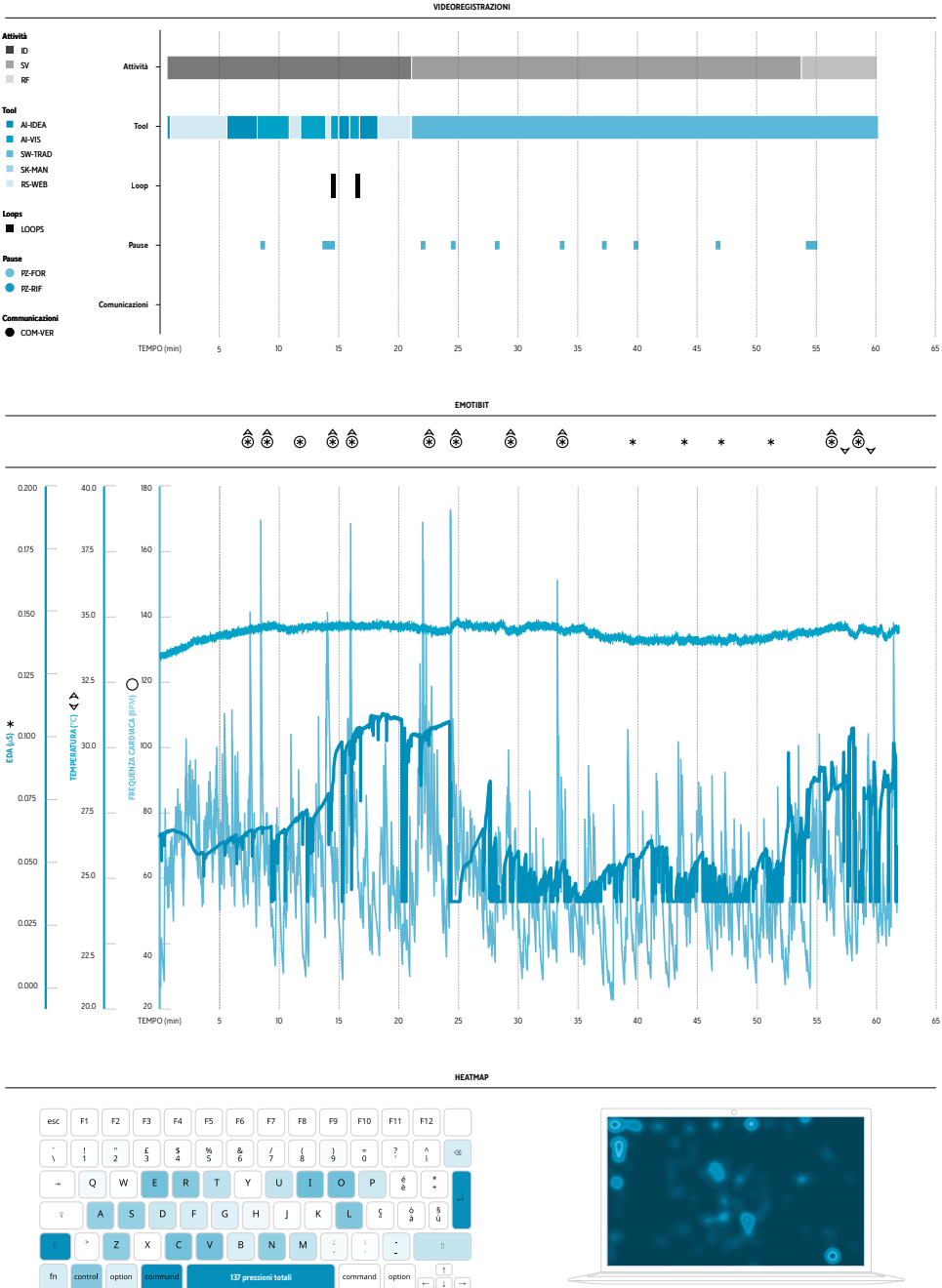
PARTECIPANTE 13



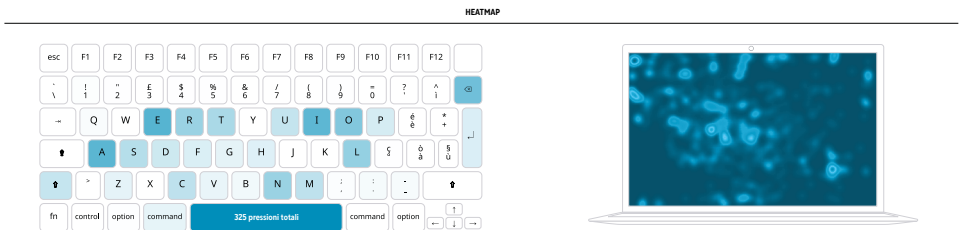
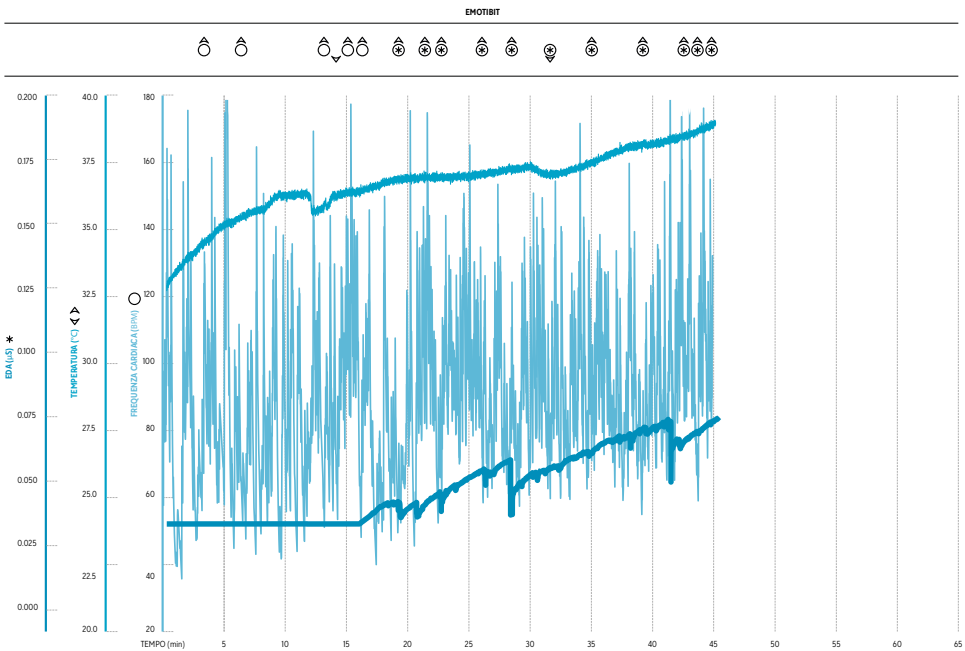
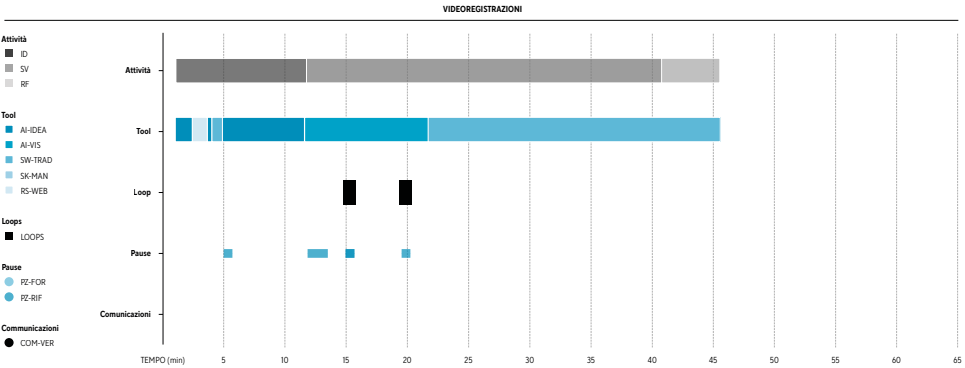
PARTECIPANTE 14



PARTECIPANTE 15



PARTECIPANTE 15



Tab. 6.6. Gruppo di domande POST esperimento su “Rapidità ed efficienza nei processi progettuali” e relative statistiche

Gruppo 1 POST	Item a	Item b	Item c	Item d
Rapidità ed efficienza nei processi progettuali	Penso che con l’AI io abbia ottenuto buoni risultati in tempi più brevi	L’AI mi ha aiutato a rielaborare le idee più velocemente	L’utilizzo dell’AI rende i miei processi di design più rapidi	L’AI rallenta alcune fasi del processo di ideazione
Part. 01	4	4	4	2
Part. 02	2	3	3	5
Part. 03	4	3	4	3
Part. 04	4	3	3	2
Part. 05	2	4	3	2
Part. 06	5	5	4	4
Part. 07	4	4	4	3
Part. 08	5	5	5	1
Part. 09	4	4	4	2
Part. 10	4	4	4	2
Part. 11	1	4	5	1
Part. 12	2	4	4	3
Part. 13	2	4	3	2
Part. 14	2	5	3	1
Part. 15	4	4	4	2
Part. 16	5	5	5	1

	Se l’elemento viene scartato				
	Media	SD	Correlazione dell’elemento con gli altri	α di Cronbach	ω di McDonald
a1 Penso che con l’AI io abbia ottenuto buoni risultati in tempi più brevi	3,38	1,31	0,252	0,65	0,686
b1 L’AI mi ha aiutato a rielaborare le idee più velocemente	4,06	0,68	0,53	0,436	0,623
c1 L’utilizzo dell’AI rende i miei processi di design più rapidi	3,88	0,719	0,572	0,399	0,613
d1 L’AI rallenta alcune fasi del processo di ideazione*	3,75	1,125	0,291	0,573	0,651
Statistiche di affidabilità della Scala	3,77	0,661		0,578	0,673
* elemento in scala inversa					

Tab. 6.7. Gruppo di domande POST esperimento su "Supporto creativo e ideazione" e relative statistiche

Gruppo 2 POST	Item a	Item b	Item c	Item d
Supporto creativo e ideazione	In questo caso ritengo che l'AI abbia stimolato la mia creatività	In questo caso ritengo che l'AI abbia limitato la mia creatività	L'AI ha fornito soluzioni creative	L'AI mi ha aiutato a trovare buone idee
Part. 01	4	2	4	4
Part. 02	4	2	3	4
Part. 03	3	2	2	2
Part. 04	3	2	2	2
Part. 05	2	1	2	3
Part. 06	3	2	4	5
Part. 07	4	3	4	4
Part. 08	5	1	5	5
Part. 09	3	1	2	4
Part. 10	3	2	2	4
Part. 11	3	1	3	3
Part. 12	3	2	2	3
Part. 13	3	4	3	3
Part. 14	2	1	4	2
Part. 15	4	2	4	4
Part. 16	4	2	3	3

	Se l'elemento viene scartato				
	Media	SD	Correlazione dell'elemento con gli altri	α di Cronbach	ω di McDonald
a2 In questo caso ritengo che l'AI abbia stimolato la mia creatività	3,31	0,793	0,6715	0,422	0,518
b2 In questo caso ritengo che l'AI abbia limitato la mia creatività	1,88	0,806	0,058	0,786	0,794
c2 L'AI ha fornito soluzioni creative	3,06	0,998	0,5273	0,501	0,636
d2 L'AI mi ha aiutato a trovare buone idee	3,44	0,964	0,5345	0,496	0,627
Statistiche di affidabilità della Scala	2,92	0,624		0,647	0,701

Tab. 6.8. Gruppo di domande POST esperimento su "Efficacia nella rielaborazione e coerenza delle idee" e relative statistiche

Gruppo 3 POST	Item a	Item b	Item c	Item d
Efficacia nella rielaborazione e coerenza delle idee	L'AI mi ha aiutato a rielaborare le idee in modo efficace	L'AI ha generato contenuti in modo aderente alla traccia che ho pensato e richiesto	Penso che con l'AI io possa ottenere risultati migliori	Sono soddisfatto/a dei concept finali
Part. 01	3	4	5	4
Part. 02	4	2	3	2
Part. 03	4	4	3	2
Part. 04	4	4	2	4
Part. 05	3	5	3	2
Part. 06	4	4	5	3
Part. 07	4	4	3	3
Part. 08	5	5	5	4
Part. 09	4	3	4	2
Part. 10	4	1	2	2
Part. 11	3	5	3	4
Part. 12	2	2	4	3
Part. 13	4	2	3	2
Part. 14	2	2	5	2
Part. 15	4	3	3	2
Part. 16	3	3	5	3

	Se l'elemento viene scartato				
	Media	SD	Correlazione dell'elemento con gli altri	α di Cronbach	ω di McDonald
a3 L'AI mi ha aiutato a rielaborare le idee in modo efficace	3,53	0,834	-0,046	0,5429	0,662
b3 L'AI ha generato contenuti in modo aderente alla traccia che ho pensato e richiesto	3,27	1,28	0,4913	-0,0872	0,345
c3 Penso che con l'AI io possa ottenere risultati migliori	3,53	1,06	0,0225	0,5344	0,636
d3 Sono soddisfatto/a dei concept finali	2,73	0,884	0,531	0,0284	0,354
Statistiche di affidabilità della Scala	3,27	0,616		0,402	0,526

Tab. 6.9. Gruppo di domande POST esperimento
su “Difficoltà e limiti nell'utilizzo dell'AI” e relative statistiche

Gruppo 4 POST	Item a	Item b	Item c	Item d
Difficoltà e limiti nell'utilizzo dell'AI	In questo caso, è stato difficile far comprendere le mie idee all'AI	Ci sono dei dettagli che con l'AI non riesco a realizzare	Sono stato frustrato perché non ho trovato un modo nell'interfaccia per raggiungere i miei obiettivi	Durante il task, ho riscontrato dei momenti di stallo (loop comunicativi) con l'AI
Part. 01	2	5	4	2
Part. 02	4	5	3	5
Part. 03	2	3	1	4
Part. 04	4	3	2	2
Part. 05	1	2	1	1
Part. 06	3	5	3	4
Part. 07	3	3	4	4
Part. 08	2	4	2	1
Part. 09	2	2	2	3
Part. 10	4	5	2	5
Part. 11	1	1	1	1
Part. 12	5	5	2	3
Part. 13	4	5	4	5
Part. 14	5	5	3	5
Part. 15	2	5	3	2
Part. 16	2	5	4	1

	Se l'elemento viene scartato				
	Media	SD	Correlazione dell'elemento con gli altri	α di Cronbach	ω di McDonald
a4 In questo caso, è stato difficile far comprendere le mie idee all'AI	2,88	1,31	0,694	0,684	0,75
b4 Ci sono dei dettagli che con l'AI non riesco a realizzare	3,94	1,39	0,67	0,694	0,731
c4 Sono stato frustrato perché non ho trovato un modo nell'interfaccia per raggiungere i miei obiettivi	2,56	1,09	0,466	0,792	0,817
d4 Durante il task, ho riscontrato dei momenti di stallo (loop comunicativi) con l'AI	3	1,59	0,578	0,753	0,782
Statistiche di affidabilità della Scala	3,09	1,06		0,787	0,796

Tab. 6.10. Gruppo di domande POST esperimento su "Esperienza e strategie d'uso" e relative statistiche

Gruppo 5 POST	Item a	Item b	Item c	Item d
Esperienza e strategie d'uso	Le mie aspettative sono state confermate durante il task.	Per svolgere questo task, la mia esperienza ha aiutato a trovare modalità diverse per comunicare le mie idee all'AI.	La mia esperienza mi ha aiutato a comunicare le mie idee all'AI durante questo task.	Quali AI hai usato per svolgere il task?
Part. 01	4	4	4	ChatGPT, Midjourney, Photoshop, Vizcom
Part. 02	4	3	3	ChatGPT
Part. 03	4	4	4	ChatGPT, perplexity
Part. 04	4	3	4	ChatGPT
Part. 05	4	3	2	ChatGPT
Part. 06	3	3	4	ChatGPT, Vizcom
Part. 07	4	4	4	ChatGPT, Adobe firefly
Part. 08	5	4	5	ChatGPT
Part. 09	4	3	3	ChatGPT, Adobe Firefly
Part. 10	2	5	4	Midjourney e ChatGPT
Part. 11	5	1	3	ChatGPT
Part. 12	2	2	4	ChatGPT Pro, Midjourney, Krea
Part. 13	2	4	4	ChatGPT
Part. 14	2	4	4	ChatGPT e bing
Part. 15	3	4	3	ChatGPT, midjourney, photoshop
Part. 16	3	5	5	ChatGPT e Image Bing Creator

	Media	SD	Correlazione dell'elemento con gli altri	Se l'elemento viene scartato	
				α di Cronbach	ω di McDonald
a5 Le mie aspettative sono state confermate durante il task (scala inversa)	3,56	1,031	0,319	0,649	0,667
b5 Per svolgere questo task, la mia esperienza ha aiutato a trovare modalità diverse per comunicare le mie idee all'AI	3,5	1,033	0,53	0,306	0,316
c5 La mia esperienza mi ha aiutato a comunicare le mie idee all'AI durante questo task	3,75	0,775	0,42	0,512	0,512
Statistiche di affidabilità della Scala	3,60	0,712		0,603	0,668

Tab. 6.11. Medie tra i pre e post-questionari e relative statistiche

Partecipanti	Medie									
	Gruppo 1		Gruppo 2		Gruppo 3		Gruppo 4		Gruppo 5	
	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post
Part. 01	4,75	4	3,75	4	4	4	2,75	3,25	4,33	4
Part. 02	4	2,25	4	3,75	3,75	2,75	3	4,25	4	3,33
Part. 03	3,5	3,5	3,25	2,75	3	3,25	3	2,5	2,33	4
Part. 04	2,75	3,5	1,75	2,75	3,25	3,5	2,25	2,75	1,67	3,67
Part. 05	3	3,25	3,25	3	2,25	3,25	3,75	1,25	3	3
Part. 06	4,5	4	3,25	4	4	4	2,75	3,75	3,33	3,33
Part. 07	4,5	3,75	3,5	3,75	3,75	3,5	3	3,5	4	4
Part. 08	5	5	5	5	4,5	4,75	1,75	2,25	4,33	4,67
Part. 09	3,5	4	3,5	3,5	3,75	3,25	3,5	2,25	4	3,33
Part. 10	4	4	4,25	3,25	3,75	2,25	2,75	4	2,33	3,67
Part. 11	4	3,75	2,5	3,5	2,5	3,75	3	1	2	3
Part. 12	4,25	3,25	3	3	4	2,75	3	3,75	4,67	2,67
Part. 13	3,75	3,25	3,75	2,75	2,75	2,75	3,5	4,5	3	3,33
Part. 14	4,5	3,75	4,75	3,25	4,25	2,75	3	4,5	4,33	3,33
Part. 15	4	4	3,25	4	3,25	3	3,5	3	2,33	3,33
Part. 16	4,75	5	3,5	3,5	4,25	3,5	3,25	3	4	4,33

Test t a campioni accoppiati

Misura PRE	Misura POST	Statistiche	Valore W	p-value	Differenza media	Differenza SE	Note
1 PRE	1 POST	W di Wilcoxon	60,5 ^a	0,097	37,5	15,8	4 coppia(e) di valori ripetute
2 PRE	2 POST	W di Wilcoxon	41 ^a	0,906	8,9	18,1	4 coppia(e) di valori ripetute
3 PRE	3 POST	W di Wilcoxon	63 ^b	0,232	25	20,2	3 coppia(e) di valori ripetute
4 PRE	4 POST	W di Wilcoxon	53	0,45	-25	29,7	
5 PRE	5 POST	W di Wilcoxon	33,5 ^b	0,42	-33,5	26	3 coppia(e) di valori ripetute

Nota: H_a μ Misura 1 - Misura 2 ≠ 0 – ^a4 coppia(e) di valori sono state ripetute – ^b3 coppia(e) di valori sono state ripetute

Interviste

PARTECIPANTE 01

Ha fornito solo una scaletta dei passaggi che ha fatto dicendo che ha riscontrato difficoltà solo nel close-up che se avesse letto meglio la consegna avrebbe lasciato più tempo per quello

PARTECIPANTE 02

Io: «Come hai usato l'AI?»

Partecipante 02: «Stavo cercando di capire, mentre gli chiedevo, come poteva avvenire la pulizia del frullatore, ed è da là che mi si è accesa un po' la lampadina, quindi tecnicamente è un po' come un mezzo che ti possa dare una visione su una problematica che tu non avevi valutato.»

PARTECIPANTE 03

Io: «Nel tuo caso hai usato l'AI per riflettere?»

Partecipante 03: «Si ho usato la AI per far ricerca, si la uso sempre in questo senso.»

PARTECIPANTE 04

Io: «Come hai usato l'AI?»

Partecipante 04: «Non utilizzo tanto per trovare idee ma per validare quello che sto pensando, anche nel form ho segnato così. Si per capire se la mia direzione, avendo a che fare soprattutto con principi fisici, quando penso di non avere basi cerco di capire se quello a cui sto pensando possa essere fondato e dare una effettiva svolta positiva.

Diciamo che io ho dato l'idea e ho cercato di capire se la mia idea fosse fattibile, la fattibilità dal punto di vista della fisica in questo caso.»

PARTECIPANTE 05

Io: «Vuoi parlarmi del task, di come usi di solito l'AI?»

Partecipante 05: «Di solito l'AI la uso più in fase di validazione, cioè, penso ad un concept, lo penso bene e gli chiedo se ci possono essere magari delle cose da migliorare o da sistemare. Per quanto riguarda le immagini difficilmente la uso.»

Io: «Ma dici che non ti sembra che funzioni per quello che deve essere?»

Partecipante 05: «Quindi se la uso mi serve un pochino più per iniziare. Cioè per risolvere un tecnicismo qualcosa del genere per vedere se ci sono vie traverse per poterlo fare; in questo caso specifico, siccome mi sembra che la maggior parte dei frullatori hanno il cavo di alimentazione che passa da sopra gli ho chiesto perché e se è obbligatorio; invece io volevo che passasse sotto la mano, quindi l'ho interrogata per capire le posizioni.

Con Photoshop e Illustrator spesso ci ho provato ma non riesco a dirgli bene cosa ... Cioè provo però mi sembra tipo di parlare con ChatGPT, però l'interazione è un po' diversa, cerco di essere più puntuale possibile per avere quello che voglio, ma nonostante ci provo non riesco a ottenere dei risultati. »

Io: «Quindi ti ritrovi in dei loop?»

Partecipante 05: «No no, all'inizio ma ora mollo subito. Forse perché ho trovato la mia bolla nell'utilizzo.»

Io: «Delle strategie?»

Partecipante 05: «Sì, delle strategie e uso quelle lì.»

PARTECIPANTE 06

Io: «Come usi l'AI, per cosa ti è utile?»

Partecipante 06: «Ti dà una mano ad elaborare delle idee, quindi ti fornisce delle soluzioni prima ancora che tu possa cominciare a metterti a ragionare. La cosa positiva è che è molto immediato il risultato. Per lo più è immediato tu scrivi il prompt e lui ti dà delle risposte.

Il problema è che diciamo limita un po', non dico la creatività, ma ti porta a ragionare un po' di meno in merito a quello che potrebbero essere le varie soluzioni, questo sicuramente si riguarda quest'ambito, come può riguardare tutti gli altri ambiti.

Molto utile per velocizzare i processi in fase di concept. Per quanto riguarda appunto avere un render pressoché verosimile in un tempo così ridotto, non sarei riuscita a farlo con tool tradizionali con Rhino e quant'altro.

È come avere un collaboratore che ti aiuta e che ti dà delle soluzioni, quindi di base risponde a delle domande anche inerenti alla progettazione stessa, quindi sicuramente ti dà una mano, non solo a concepire l'idea, ma anche a trovare delle soluzioni inerenti proprio alla progettazione di dettagli di dimensioni e quant'altro, quello sì.»

Io: «Quindi lo reputi come se fosse un esperto?»

Partecipante 06: «Sicuramente faccio molto affidamento a quello che mi dice dando per scontato, per appurato, che si tratta di una voce sì professionale. Non metto in discussione quello che poi effettivamente mi arriva come informazione.»

Io: «Ma questo perché hai già verificato che è attendibile o perché ti sei sempre fidata?»

Partecipante 06: «Diciamo che a livello di conoscenza generale e prendendo informazioni sul web diciamo che reputo sia attendibile senza aver bisogno di constatare l'attendibilità; che può essere un po' un pro e un contro perché magari mi affido determinate cose che mi dà, informazioni che potrebbero essere fallaci perché magari sono stata io sbagliato io a fare una richiesta specifica, quindi magari può essere che abbia interpretato travisato male delle mie richieste (e questo può essere interessante, secondo me, come topic).

Molto spesso, penso, ci sentiamo frustrati, perché non riusciamo a ricevere delle risposte che noi ci aspettiamo/dei risultati che che non ci soddisfano. Ma credo che la maggior parte delle volte sia perché non siamo in grado di chiedergli in una maniera corretta; motivo per cui bisogna essere in grado di scrivere dei prompt studiati, insomma.»

PARTECIPANTE 07

Io: «Nel completare il task, hai riscontrato anomalie o difficoltà nella realizzazione delle viste? Se sì, potresti indicarmi quali aspetti ti hanno creato problemi?»

Partecipante 07: «L'unico problema è salito quando ci metti in mezzo l'uomo, la vista con le mani, per quello ho fatto un'altra immagine con il frullatore e l'ho photoshoppata.»

Io: «Hai usato ChatGPT?»

Partecipante 07: «Ho usato solo Firefly e Photoshop.»

PARTECIPANTE 08

Ha fornito solo una scaletta dei passaggi che ha fatto dicendo che di solito utilizza l'AI nelle immagini per il fotoritocco, non in fase di concept, che in questo caso ha preferito usare l'AI per alcuni aspetti tecnici e dell'user experience e lo sketch per disegnare le forme.

PARTECIPANTE 09

Io: «C'è stata qualche difficoltà o qualcosa in particolare che è emerso?»

Partecipante 09: «Ho fatto una ricerca perché non sapevo le dimensioni, poi ho chiesto all'intelligenza artificiale se io facessi così sarebbe vantaggioso e per quale motivo o se io facessi così è scomodo? Quindi dopo ho provato rispetto alla mia esperienza personale il frullatore è difficile da inserire in tutti i contenitori che ho quindi ho pensato di farlo regolabile.»

Io: «Quindi hai usato l'AI per riflettere su come sviluppare il concept?»

Partecipante 09: «Siccome ultimamente proprio, una settimana fa, ho scoperto Adobe Firefly, ho provato a vedere se scrivendo un prompt molto casuale se veniva fuori un'immagine, poi dopo ho detto "ancora non sono esperto". Allora ho chiuso e l'ho fatto alla vecchia maniera, quindi con Illustrator.»

PARTECIPANTE 10

Io: «Hai avuto qualche difficoltà nell'utilizzo dell'AI?»

Partecipante 10: «Sì, non sono riuscito a creare immagini coerenti tra le viste, e per il poco tempo non ho trovato una strategia efficace. Dovevo partire dalla mano oppure aggiungerla utilizzando la stessa immagine con Photoshop, c'è stato poco tempo, mi è venuto in mente appena finito.»

PARTECIPANTE 11

Io: «Come hai usato l'AI?»

Partecipante 11: «Personalmente, su questo task ho usato l'AI solo nel brainstorming, probabilmente a causa del mio background incentrato sul prodotto. Per altri progetti, come quelli di game design, lo impiego in modo molto più efficace per analizzare le meccaniche di gioco e individuare eventuali errori. Quando qualcosa non funziona, non riesco sempre a capire subito dove sia il problema e quindi chiedo spiegazioni dettagliate, in modo da usarlo in maniera efficiente. Se, invece, lo strumento si limita a correggere il codice senza approfondire, non comprendo il motivo. A volte, inoltre, utilizzo un po' di brainstorming, ad esempio ipotizzando nuove dinamiche di gioco: può essere un punto di partenza per sviluppare idee interessanti, che altrimenti rimarrebbero inesprese, unendo quella meccanica alla mia visione e creando così un mix innovativo.»

Io: «La usi per generazione d'immagini?»

Partecipante 11: «Per quanto riguarda la generazione di immagini, attualmente non ne sento la necessità.»

Io: «È dovuto al fatto che hai sempre fatto sketch a mano?»

Partecipante 11: «Mmm no, semplicemente vedo che quella fase lì sia importante che la realizzi io per per visionare meglio le cose.»

PARTECIPANTE 12

Io: «Hai riscontrato qualche difficoltà?»

Partecipante 12: «Ho provato ad usare l'AI per la generazione d'immagini ma sono ancora più veloce con lo sketch per ora, il problema principale è che è difficile mantenere una coerenza tra viste. Sto provando su Midjourney a sviluppare personaggi che rimangono uguali in contesti diversi ma è ancora troppo complicato da fare. Mentre per altre cose semplifica e riduce drasticamente in tempi. Come in questo caso (mostra progetto a cui sta lavorando), qui l'ho usata sia per ritoccare il prodotto che poi per mostrare le varie versioni (con colori diversi/oggetti a contorno diversi) ed è stata utilissima, mi ha fatto risparmiare un sacco di tempo, non ho dovuto fare lo shooting e il render sembra una foto.»

PARTECIPANTE 13

Io: «Hai qualche osservazione?»

Partecipante 13: «Per me, ChatGPT funziona meglio quando ti formula i prompt per Midjourney, è bravo secondo me, a definire il linguaggio giusto che serve per ottenere immagini di buona qualità sull'altro. Le immagini invece su ChatGPT direttamente... una fatica, col prodotto ancora peggio. Krea.ai, ad esempio, ha una funzione che fa in real time l'editing.

In questo senso ChatGPT non è così avanzato come pensiamo.

[Parla del lavoro] In realtà noi siamo diventati scemi per fare delle prove, però potrebbe essere utile perché hai una progettazione che vedi man mano quello che ti cambia

Si ho difficoltà a far comprendere le mie idee all'AI, soprattutto lato richieste visive, ChatGPT non ha compreso la foto che ho inserito e non mi ha fornito ispirazioni utili, anche quando gli ho chiesto di fare l'imprinting non è riuscito.

Con Photoshop è più facile forse preparare prima le immagini e poi fare delle richieste ad esempio inserisci la mano. Ad esempio con la selezione con il lasso gli indichi dove vuoi la mano.»

PARTECIPANTE 14

Ha fornito solo una scaletta dei passaggi che ha svolto.

PARTECIPANTE 15

Io: «Come hai usato l'AI?»

Partecipante 15: «L'ho usata per ragionare sul concept, mentre cercavo su Pinterest usavo Midjourney per avere delle ispirazioni mirate, ho cominciato ad usare delle tecniche che vedo che mi sono utili, come inserire nel prompt nomi di designer famosi. Questo aiuta a indirizzare lo stile. Ho provato molte generazioni, mi serve un po' come se fosse una moodboard e da lì poi proseguo con lo sviluppo.»

PARTECIPANTE 16

Io: «Com'è andata?»

Partecipante 16: «Ho fatto un concept molto illustrativo, ho riscontrato difficoltà principalmente nel mostrare il frullatore mentre veniva utilizzato. Ho usato Image Creator (di Microsoft Bing) e questo tool non permette di riprendere la stessa immagine come ChatGPT, entrambi li uso nella versione gratuita quindi hanno delle limitazioni. Se avessi usato ChatGPT, a pagamento, per la generazione d'immagini sarebbe stato più semplice descrivere cosa andava cambiato e cosa mantenuto.»

Ringraziamenti

Tutto è iniziato per il libro Elogio della Fuga di Henri Laborit e grazie alla persona che mi ha chiesto se volessi intraprendere il percorso di dottorato. Ringrazio il professor Alberto Bassi e la professoressa Raffaella Fagnoni per la stima e fiducia che hanno riposto in me fin dall'inizio.

Ringrazio i miei relatori Michele Sinico e Simone Spagnol, e il correlatore Michele Zannoni per la disponibilità e i suggerimenti lungo il percorso.

Ringrazio Enrico Giordano e Guglielmo Zanni dell'azienda Makarenalabs s.r.l. per la base teorica e pratica che gentilmente hanno voluto trasmettermi.

Grazie alla commissione di dottorato e ai professori che mi hanno permesso di fare le osservazioni esplorative all'interno dei loro corsi e workshop.

Ci sono state persone che senza obblighi hanno contribuito alla realizzazione della tesi, ma soprattutto mi hanno fatto crescere, a queste persone va tutto il mio affetto.

Alla professoressa Maddalena Dalla Mura che con pazienza e cura mi ha accompagnata in questi tre anni, a lei è dedicata questa tesi.

A Corrado Loschi, Ramin Razani e Alberto de Simone per le riflessioni e gli aggiornamenti continui, per riportarmi sempre alla pratica del design con sguardo professionale.

Alla professoressa Alessandra Bosco per essere riuscita a rassicurarmi ed essere un punto che mi riporta a San Marino e mi fa sentire a casa.

A Mirco Piccin per il supporto nel lato pratico della tesi, per aver sempre avuto toni leggeri e avermi fatto ridere anche quando non c'era nulla da ridere.

Alle reviewer Silvia Gasparotto e Maria Luce Lupetti che oltre ad aver revisionato la tesi, mi hanno spinto a fare meglio.

A Gabriele Pezzini che mi ha fatto ragionare e avere uno sguardo critico e attento.

Ai dottorandi che mi hanno accompagnata in questo percorso, ai momenti in cui c'è stato un confronto e un conforto sincero, ai momenti intimi e a quelli in compagnia!

Grazie ad Arianna Cremona che oltre a sapere il colore giusto, mi ha aiutata più di quanto pensa.

Ringrazio i miei genitori che hanno saputo trasmettermi non le piccole virtù, ma le grandi.

Sono stati quelli che prima di tutti mi hanno insegnato che l'attenzione è la forma più alta di amore, e che l'amore si trasmette dedicando il proprio tempo.

Ringrazio Silvia perché mi è stata vicina sempre e mi ha ascoltata quando urlavo e anche quando non avevo più voce; perché mi mostra la vita da una prospettiva che non riuscirei a vedere se non ci fosse lei, e spesso questa visione mi calma e mi rende felice.

Questa tesi parte dai primi anni di scuola elementare, quando mentre costruivo robot di cartone grigio fantasticavo sul progettarne uno che parlasse, non ripetendo i miei stessi pensieri ma volendo che avesse prospettive altre.

Grazie alla maestra Mara Mocellin che ha saputo stimolare la mia fantasia, alla professoressa Stefania Meneghetti che mi ha fatto capire la geometria e il processi con cui si possono dimostrare le cose e i fatti senza doverle misurare, ma mettendole in relazione tra loro.

Nella mia tesi di quinta superiore avevo iniziato a ragionare sul processo creativo, credo che quella voglia di scoprire ci sia sempre stata e non la perderò mai, perché è l'unica cosa preziosa che sono, e non possiedo.

I momenti più belli del dottorato sono stati i momenti di vera ricerca, momenti intimi di lettura e di ragionamento, ringrazio chi li ha resi possibili scrivendo i libri che mi hanno trasmesso concetti, domande e relazioni a cui non sarei riuscita ad arrivare da sola.

Ringrazio Chiara Valerio, perché ha scritto Tecnologia è religione, e mi ha consigliato Quello di cui la natura non ha bisogno di Derek Bickerton; Elena Esposito per Comunicazione Artificiale che mi ha fatto scoprire L'impensato di N. Katherine Hayles; gli autori di Autopoiesi e cognizione. La realizzazione del vivente che hanno ricollegato il tutto. Ringrazio Wallace.

Ringrazio anche e soprattutto chi sottoponendosi agli esperimenti ha reso possibili le riflessioni e la dimostrazione della tesi, siete stati preziosi.

P.S. ringrazio zio Franco, il mio fan numero uno.

