

Oggi la maturazione, democratizzazione e diffusione delle tecnologie di Fabbricazione Digitale contribuiscono a un cambiamento di paradigma del rapporto tra progettazione, produzione e consumo. Intanto il Design Computazionale (o generativo, parametrico) è una pratica emergente che si appoggia sulla libertà morfologica e sulla flessibilità logistica offerta dalla FD. La ricerca formula l'ipotesi che il Product Design possa utilizzare e quindi valorizzare al meglio la FD e il DC sviluppando prodotti personalizzabili da un punto di vista morfologico. Per consolidare questa pratica, si elabora un approccio di concept design focalizzato sulle divergenti esigenze degli utenti, che possono determinare la variabilità del prodotto finale. L'analisi dei casi studio ha portato all'identificazione di sei principi ricorrenti di personalizzazione; per replicare questi vantaggi in modo sistemico, la ricerca offre una metodologia supportata da uno strumento cartaceo 'canvas', sperimentato attraverso varie attività didattiche. Questo strumento guida il flusso del pensiero progettuale verso un concept la cui caratteristica distintiva è proprio la personalizzabilità. Si auspica che l'approccio proposto aiuterà i Designer a creare nuove opportunità per il sistema produttivo, coerentemente alle recenti politiche di sviluppo dell'industria 4.0.

Today the maturing, democratization and diffusion of Digital Fabrication technologies, contribute to a paradigm shift in the relation between design, production and consumption. Meanwhile, Computational Design (also called generative or parametric) is an emerging practice that relies on the morphological freedom and logistical flexibility offered by DF. The doctoral research hypothesizes that the Design discipline could use and valorize better DF and CD by developing products that are personalisable from a morphological point of view. In order to consolidate this practice, the research elaborates a concept design approach focused on the divergent user needs, which can determine the variability of the final product. The analysis of the case studies led to the identification of six recurring personalization principles which can characterize the value proposition; the proposed methodology offers a systemic way of replicating these with the support of a new design tool, experimented through various didactic activities. This canvas tool guides the designers' thinking towards a product concept of which the act of personalization can be an essential element. The proposed approach might help Designers to create new economic opportunities, coherently with the recent development policies supporting Industry 4.0.

Design Computazionale e Fabbricazione Digitale:
un diverso approccio per il Design

DOTTORANDO
Viktor Malakuczi

Dottorato di Ricerca
Pianificazione, Design, Tecnologia dell'Architettura

Sapienza Università di Roma | SAPIENZA UNIVERSITY OF ROME | ciclo CYCLE XXX | nov. 2014 - oct. 2017
Scuola di Dottorato in Ingegneria Civile e Architettura | DOCTORAL SCHOOL IN CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE
Dipartimento di 'Pianificazione, Design, Tecnologia dell'Architettura' | 'PLANNING, DESIGN, TECHNOLOGY OF ARCHITECTURE' DEPARTMENT



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Dottorato di Ricerca PIANIFICAZIONE, DESIGN, TECNOLOGIA DELL'ARCHITETTURA
PHD PLANNING, DESIGN, TECHNOLOGY OF ARCHITECTURE

Coordinatore | Director
Prof. Fabrizio Tucci

Curriculum DESIGN DEL PRODOTTO
Curriculum PRODUCT DESIGN
Coordinatore Curriculum | Curriculum Chair
Prof. Lorenzo Imbesi

Design Computazionale e Fabbricazione Digitale: un diverso approccio per il Design

Definizione di un Design Tool per la comprensione
e lo sviluppo di prodotti personalizzabili

Dottorando | PhD Candidate Viktor Malakuczi
Supervisore | Supervisor Prof. Loredana Di Lucchio

Ciclo | Cycle XXX
Novembre 2014 - Ottobre 2017



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

DOTTORATO DI RICERCA

Pianificazione, Design, Tecnologia dell'Architettura

COORDINATORE

Prof. Fabrizio Tucci

CURRICULUM

Design del Prodotto

COORDINATORE CURRICULUM

Prof. Lorenzo Imbesi

Design Computazionale e Fabbricazione Digitale: un diverso approccio per il Design

Definizione di un Design Tool per la comprensione
e lo sviluppo di prodotti personalizzabili

DOTTORANDO

Viktor Malakuczi

SUPERVISORE

Prof. Loredana Di Lucchio

CICLO XXX

Novembre 2014 - Ottobre 2017

INDICE

p. 6 Introduzione

PARTE I RICERCA DESK

CAPITOLO 1 IL PROGETTO DI RICERCA - QUADRO LOGICO

- p. 11 1.1 Argomenti e macro-aree
- p. 12 1.2 Problema scientifico
- p. 13 1.3 Domande di ricerca
- p. 14 1.4 Obiettivi
- p. 14 1.5 Destinatari
- p. 15 1.6 Risultati
- p. 16 1.7 Fasi e metodi

CAPITOLO 2 PREMESSA

- p. 21 2.1 Collocazione nello scenario disciplinare
- p. 23 2.2 Scenario sociale e produttivo
- p. 24 2.3 Evoluzione verso l'on-demand design
- p. 27 2.4 Research for Design

CAPITOLO 3 APPROCCI EMERGENTI: VERSO IL PROGETTO APERTO

- p. 33 3.1 Il concetto della personalizzazione
- p. 35 3.2 Variabilità nella produzione seriale: mass customization
- p. 40 3.3 Participative design, co-design, open design
- p. 45 3.4 Intelligenza collettiva nel design
- p. 50 3.5 Prodotti tra reale e virtuale
- p. 55 3.6 Design e il nuovo artigianato digitale

CAPITOLO 4 DESIGN COMPUTAZIONALE: UN APPROCCIO AL DESIGN VARIABILE

- p. 63 4.1 Contesto di base: Fabbricazione Digitale
- p. 65 4.2 Visioni del progetto digitale
- p. 66 4.3 La diffusione della modellazione parametrica
- p. 67 4.4 Implicazioni riguardo il linguaggio
- p. 70 4.5 Implicazioni riguardo la creatività

CAPITOLO 5 CASI STUDIO: DESIGN COMPUTAZIONALE PER LA PERSONALIZZAZIONE

- p. 77 5.0 Casi studio: metodo di analisi
- p. 80 5.1 Variabilità Meccanica
 - Fisiologia/ergonomia
 - Ambiente/artefatti
 - Funzionalità/prestazioni
- p. 98 5.2 Variabilità cognitiva
 - Estetica/emotività
 - Società/culture
 - Narrativa/esperienze

CAPITOLO 6 UN'EVOLEZIONE POSSIBILE DEL DESIGN VERSO META-DESIGN

- p. 119 6.1 Design per la Fabbricazione Digitale
- p. 120 6.2 On-demand design e l'idea del meta-designer
- p. 122 6.3 Una carenza di applicazioni
- p. 123 6.4 Ipotesi di sviluppo
- p. 124 6.5 Coerenza con l'industria 4.0

PARTE II RICERCA FIELD

CAPITOLO 7 ESPERIENZE PROGETTUALI CON IL DESIGN COMPUTAZIONALE

- p. 131 7.1 Panoramica: tre workflow, tre livelli di astrazione
- p. 133 7.2 Un oggetto funzionale semplice e solido: occhiali
- p. 136 7.3 Un oggetto funzionale complesso e flessibile: scarpe
- p. 138 7.4 Un oggetto narrativo: gioielli 'vocali'
- p. 139 7.5 Designer come artigiano di algoritmi

CAPITOLO 8 SPERIMENTAZIONI PER LO SVILUPPO DI UN NUOVO STRUMENTO

- p. 147 8.1 Strumenti di analisi e di ideazione
- p. 150 8.2 Panoramica: sperimentazioni per un nuovo approccio
- p. 150 8.3 Un brainstorming sulla personalizzabilità
- p. 152 8.4 Un workshop di concept design per souvenir personalizzabili
- p. 156 8.5 Un corso di progettazione e il nuovo strumento 'canvas'
 - Punto di partenza e contesto della sperimentazione
 - Aspettative e principi dello strumento
 - La struttura del canvas
 - Il processo di lavoro
 - Le indicazioni del lavoro analitico sul canvas
 - La sperimentazione didattica
- p. 174 8.6 Uno strumento software di mappatura
 - Il principio della mappatura
 - Le assi della mappatura
 - Lo strumento della mappatura
 - Potenziale di utilizzo

CAPITOLO 9 PARAMETRIC CONCEPT CANVAS: TOOL DEFINITIVO

- p. 187 9.1 Obiettivo e target
- p. 187 9.2 Struttura, elementi, processo
- p. 190 9.3 Modulo A: tipologia di prodotto
- p. 196 9.4 Modulo B: Definizione del principio di personalizzazione
- p. 204 9.5 Modulo C. Definizione dettagliata del concept
- p. 218 9.6 I formati del canvas

CAPITOLO 10 CONCLUSIONI

- p. 225 10.1 Valutazione degli esiti e possibilità di miglioramento
 - Risultati attesi e ottenuti
 - Obiettivi raggiunti e sviluppo ulteriore
 - Risposte alle domande iniziali
 - Progresso verso la situazione ipotizzata
- p. 230 10.2 Prospettive
 - Formazione per l'Industria 4.0
 - Implementazione in ambito imprenditoriale
 - Contesto italiano
 - Prospettive per la professione

BIBLIOGRAFIA REFERENCES

Introduzione

La ricerca dottorale parte dall'osservazione della maturazione, democratizzazione e diffusione delle tecnologie di fabbricazione digitale che stanno contribuendo a un cambiamento di paradigma del rapporto tra progettazione, produzione e consumo. Si sono verificate tuttavia alcune difficoltà riguardo la sostenibilità economica di varie realtà legate alla Fabbricazione Digitale: dai produttori delle macchine ai laboratori collaborativi, fino ai designer che intendono diffondere i loro progetti digitalmente. D'altronde, il design computazionale (o generativo, parametrico) è una pratica emergente che si appoggia sulla libertà morfologica e sulla flessibilità logistica offerta dalla fabbricazione digitale. Oggi però la diffusione di questa pratica nella professione Product Design è limitata dalla difficoltà di apprendimento e dalla gamma ridotta dei campi d'applicazione. Secondo questi presupposti, la ricerca formula l'ipotesi che il Product Design possa utilizzare e quindi valorizzare meglio la fabbricazione digitale e il design computazionale, allo scopo di ottenere oggetti personalizzabili da un punto di vista morfologico. In altre parole, si ipotizza che utenti diversi abbiano esigenze divergenti verso molti prodotti, che sarebbero meglio soddisfatti ricorrendo all'utilizzo del DC e del FD; ma la professione Design al momento non è sufficientemente preparata per affrontare questo tipo di problematica in modo efficace. Per rendere lo sviluppo di oggetti personalizzabili una pratica consolidata con risultati consistenti, sarebbe necessario un approccio di concept design più focalizzato sulle divergenti esigenze degli utenti.

L'obiettivo della ricerca è dunque quello di fornire conoscenze, metodi e strumenti in grado di agevolare la progettazione di prodotti personalizzabili che permettano all'utente un intervento significativo nella finalizzazione (co-design) del progetto prima della loro produzione digitale. Considerando la già ampia disponibilità delle conoscenze tecniche, la ricerca dottorale mira supportare lo sviluppo concettuale focalizzato sulle divergenti aspettative degli utenti, che possano determinare la variabilità del prodotto finale.

Dati gli obiettivi e l'ipotesi, i principali argomenti che verranno

trattati con la ricerca desk riguardano gli approcci emergenti verso il progetto aperto e personalizzabile, le implicazioni del Design Computazionale sull'approccio progettuale e i prodotti commercializzati che evidenziano la diffusione dell'utilizzo del Design Computazionale per prodotti variabili. L'analisi dei casi studio ha portato all'identificazione di sei principi ricorrenti che motivano lo sviluppo dei prodotti personalizzabili.

Per raggiungere l'obiettivo di promuovere le capacità relative della professione Design, sono state svolte attività di sperimentazione tecnica e didattica, che hanno portato allo sviluppo di uno strumento cartaceo in grado di guidare il flusso del pensiero progettuale verso un concept la cui caratteristica distintiva è proprio la personalizzabilità.

Si auspica che tali strumenti aiuteranno i Designer - sia autonomi che dipendenti - a creare nuove opportunità per il sistema produttivo, valorizzando la Fabbricazione Digitale coerentemente alle recenti politiche di sviluppo dell'industria 4.0. Come ricaduta a lungo termine, si auspica che l'approccio elaborato possa arricchire la professione del Design con nuove competenze creative che aiutino non solo a fornire prodotti più gradevoli per gli utenti, ma anche a valorizzare le loro capacità creative nel momento della personalizzazione.

*Now consider what would happen
if the physical world outside computers
was as malleable as the digital world inside computers.*

*Personal fabrication will bring
the programmability of the digital worlds we've invented
to the physical world we inhabit*

Neil Gershenfeld (2005)

CAPITOLO 1 IL PROGETTO DI RICERCA QUADRO LOGICO

Chapter 1. Research framework

This chapter frames the doctoral research by outlining the discussed issues, the scientific problem, research questions, objectives, results and phases. Recently, Digital Fabrication (DF) and Computational Design (CD) have matured interesting technologies and consumer products, beyond a relevant scientific discourse both in Design and other disciplines. However, we note that it would be necessary to develop not only technological competences, but also new conceptual competences in order to valorize the emerging opportunities through the development of competitive products that could fully benefit from the characteristic advantages of DF.

Therefore, the following research questions were identified: Q.1 How is it possible to identify the product typologies which allow for personalization that could raise the perceived value significantly enough to involve the user in a personalization process? Q.2 How is it possible to develop a project idea in a way to cover the widest possible range of divergent user requirements? Q.3 How is it possible to offer users a more important and creative role in the definition of their objects?

The general objective of the research is providing knowledge, methods and tools that could promote designing personalisable products which allow the users a significant intervention in finalizing (or co-designing) their products before the on-demand Digital Fabrication. The specific objectives are: SO.1 directing the designer in the concept development for Computational Design; SO.2 facilitating the exploration of new application fields for CD and DF; SO.3 providing strategic guidance regarding the practical implementation of CD and DF.

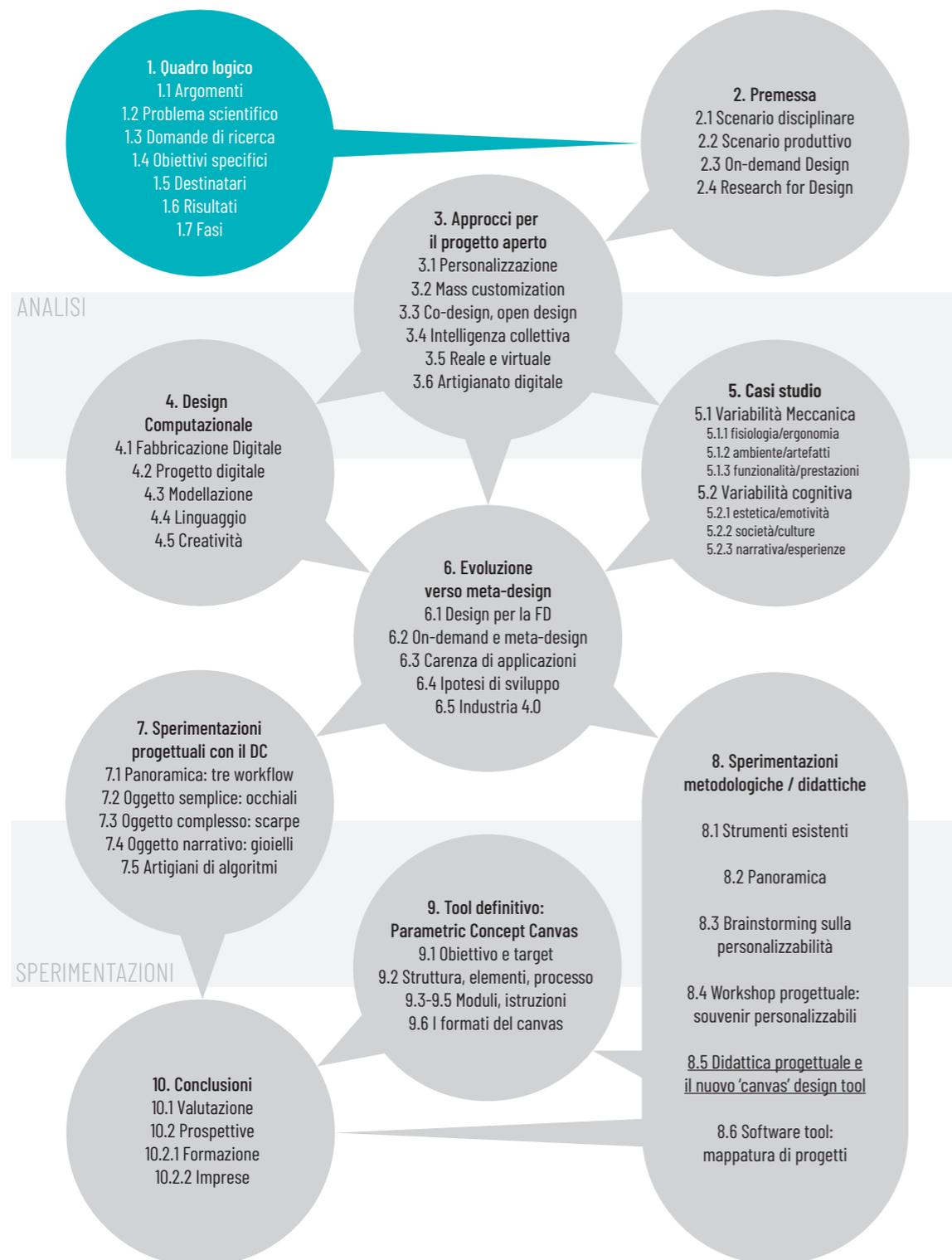
In accordance with the three specific objectives, the research aimed to produce three 'tangible' results: R.1a A new method/tool for the concept development focused on CD and DF; R.1b The experimental verification of this method/tool; R.2a A report of case studies which highlight the key advantages of the products of CD and DF; R.2b A new method/tool for identifying points of intervention for CD and DF; R.3a Possible workflows for the technical implementation of CD and DF; R.3b Experimental projects focused on the technological tools that are available today.

In questo capitolo si inquadra la ricerca dottorale delineando gli argomenti discussi, specificando il problema scientifico, e descrivendo le domande, obiettivi, risultati e fasi della ricerca. Recentemente per la Fabbricazione Digitale (FD) e per il (product) Design Computazionale (DC) si sono maturate tecnologie ed esempi interessanti, oltre a un discorso scientifico rilevante sia nel design che in altre discipline. Si nota però che, oltre alle competenze tecniche, sarebbero necessarie anche nuove competenze concettuali per valorizzare le nuove opportunità tecnologiche attraverso lo sviluppo di prodotti competitivi che potrebbero fruire pienamente dei vantaggi caratteristici della FD.

Dunque la ricerca pone le domande seguenti: D.1 Come è possibile identificare le tipologie di prodotti, di cui la personalizzazione aumenta il valore percepito, abbastanza da poter coinvolgere l'utente in un processo di personalizzazione? D.2 Come è possibile sviluppare un'idea progettuale tale da coprire la più vasta gamma possibile di esigenze divergenti dei potenziali utenti? D.3 Come è possibile offrire all'utente un ruolo più importante e creativo nella definizione dei suoi artefatti?

L'obiettivo generale della ricerca è quello di fornire conoscenze, metodi e strumenti in grado di agevolare la progettazione di prodotti personalizzabili che permettano all'utente un intervento significativo nella finalizzazione (co-design) del progetto, prima della loro produzione digitale. Gli obiettivi specifici sono: OS.1 indirizzare i designer verso lo sviluppo concettuale per il product Design Computazionale; OS.2 facilitare l'esplorazione di nuovi campi di applicazione per la DC e FD; OS.3 fornire direzioni strategiche riguardo l'implementazione del DC e FD.

Coerentemente ai tre obiettivi specifici, la ricerca ha tre risultati 'tangibili': R.1a Un metodo e uno strumento per lo sviluppo concettuale focalizzato sul DC e FD; R.1b La verifica sperimentale (didattica) del suddetto metodo/strumento; R.2a Report di casi studio, che evidenziano i vantaggi chiave dei prodotti per il DC e FD; R.2b Un metodo e uno strumento per individuare punti di intervento per il DC e FD; R.3a L'individuazione dei possibili workflow di implementazione tecnica del DC e FD; R.3b Progetti sperimentali focalizzati sugli strumenti tecnologici oggi disponibili.



1.1 Argomenti e macro-aree

La ricerca parte dall'osservazione che la maturazione delle tecnologie della Fabbricazione Digitale ha portato a una democratizzazione di qualità e costo a ogni livello, promuovendo l'utilizzo come un mezzo di produzione di beni di consumo durevole - e non solo come mezzo di prototipazione. Il conseguente sviluppo creativo delle comunità dei Maker e degli spazi collaborativi (ad esempio la rete di Fablab) rilascia un surplus cognitivo, generato da queste figure che lavorano e collaborano senza confini disciplinari e che producono senza strutture aziendali, avvicinando le pratiche e le figure della progettazione, produzione e consumo.

Il mondo della formazione di Design ha risposto a questo fenomeno attraverso vari corsi master specializzati in 'design for digital fabrication'. Se però si pensa alle numerose tipologie di prodotti di disegno industriale, oggi i prodotti digitalmente fabbricati sono presenti in una gamma relativamente ridotta. Tale presenza ridotta è dovuta alle ancora significative limitazioni, non solo di costo ma anche di qualità materiale, che penalizza maggiormente gli oggetti funzionali: in assenza di prestazioni funzionali maggiori/impossibili utilizzando la produzione seriale, la Fabbricazione Digitale difficilmente compete per l'attenzione degli utenti. Contrariamente, con il design computazionale (o parametrico, generativo, algoritmico) si può progettare automaticamente una varietà infinita di morfologie, altrimenti irrealizzabili con le consolidate tecnologie di produzione seriale, ma relativamente facili con la Fabbricazione Digitale. Quest'approccio ha quindi la potenzialità di offrire qualità distintive che, per generare prodotti economicamente sostenibili (capaci di diffondersi ampiamente e di sostenere figure professionali), devono rappresentare vantaggi reali dal punto di vista dell'utente finale.

La ricerca dottorale mira dunque alla valorizzazione reciproca tra la Fabbricazione Digitale e il Design Computazionale: tale combinazione è ampiamente riconosciuta nel campo dell'architettura, mentre risulta una pratica meno consolidata nell'ambito del product design.

La presente ricerca è collocata nell'ambito del Product Design (ICAR13) e indaga un possibile sviluppo della professione, tenendo in considerazione l'emergenza delle tecnologie di Fabbricazione Digitale che stanno cambiando la relazione tra progettazione, produzione e consumo. Si focalizzerà più specificamente sul potenziale del Design Computazionale (detto anche Parametrico o Generativo, con accezioni leggermente diverse) per la (meta-)progettazione di oggetti personalizzabili in collaborazione con l'utente finale. Come tale, la ricerca è collegata alle pratiche di *Open Design*, *Co-design* e *Participatory Design*. I prodotti personalizzabili sono stati studiati anche da un'ampia letteratura di *Mass Customization*, anche se gli studiosi appartengono più spesso al business, al management o all'ingegneria. Il Design Computazionale inoltre – come già suggerisce il nome – ha una forte componente informatica; risulta perciò spesso praticato da figure con un background misto o interamente ingegneristico, piuttosto che da designer. La Fabbricazione Digitale e il fenomeno sociale collegato (il movimento dei Maker) sono in discussione nella comunità scientifica del design, ma hanno le proprie radici e i loro fondamentali studiosi all'interno del campo dell'ingegneria. La ricerca si colloca dunque tra diverse discipline, prendendo in prestito approcci concettuali e saperi tecnici provenienti da altri campi – perlopiù dall'ingegneria informatica, dall'economia e dal marketing. Discuteremo più avanti in dettaglio i come e i perché delle relazioni che sussistono tra i campi sopracitati, a seconda dello stato dell'arte e delle tendenze sociali.

1.2 Problema scientifico

Recentemente per la Fabbricazione Digitale (FD) e per il (product) Design Computazionale si sono maturate tecnologie ed esempi interessanti, oltre a un discorso scientifico rilevante sia nel design che in altre discipline. La FD è stata usata per la sua capacità di agevolare la realizzazione di attrezzi particolari e strumenti preziosi per la industria manifatturiera; più tardi è diventata accessibile per la realizzazione di prototipi veloci e relativamente economici, dopo per sofisticati pezzi unici di arte e design. Tuttavia, i suoi prodotti non hanno ancora un ruolo particolarmente rilevante nel quotidiano per cui – oltre le limitazioni tecniche – si può sospettare anche una carenza della professione Design, che non è riuscita ancora a trovare i modi giusti per valorizzare tutte le nuove opportunità produttive, rispettando i limiti ancora rilevanti. Il Design Computazionale (DC) sembra avere una potenzialità in-

teressante per valorizzare la diffusione e la recente democratizzazione della fabbricazione digitale. Tuttavia, finora i notevoli esempi commercializzati si sono concentrati su poche categorie merceologiche, lasciando incerto il ritorno economico della specializzazione professionale necessaria allo sviluppo di progetti commercializzabili di DC. La varietà limitata delle tipologie di applicazioni del DC minaccia la sostenibilità economica delle figure specializzate, rendendo rischioso intraprendere l'oneroso percorso di apprendimento. Per migliorare questa situazione sarebbe desiderabile un ampliamento consistente dell'attuale gamma verso tipologie di prodotti ancora oggi ignorati.

Si può osservare quindi che, oltre alle competenze tecniche, esiste una carenza di competenze concettuali che impedisce l'individuazione dei punti giusti di intervento e/o lo sviluppo di prodotti competitivi che potrebbero fruire pienamente dei vantaggi caratteristici della FD. Riguardo le finalità, sia la FD che il DC sono utilizzati dalla crescente pratica della personalizzazione dei prodotti (o *mass customization*), che promette un vantaggio competitivo nel saturo mercato contemporaneo delle economie industrializzate. Dunque, la tesi affronta il problema scientifico di aumentare le conoscenze e migliorare le pratiche del Design verso un utilizzo più efficace delle nuove possibilità tecnologiche (FD e DC), mirando al miglior soddisfacimento delle esigenze personali degli utenti.

Si ipotizza che lo sviluppo di oggetti personalizzabili potrebbe essere una pratica consolidata con risultati consistenti; ciò però richiede un approccio di concept design più sensibile alle divergenti esigenze degli utenti. Nello specifico, la tesi elabora un metodo di sviluppo concettuale focalizzato sulla variabilità del prodotto finale.

1.3 Domande di ricerca

Dal problema scientifico discusso emergono le principali domande di ricerca:

- D.1 Come è possibile identificare le tipologie di prodotti, di cui la personalizzazione aumenta il valore percepito, abbastanza da poter coinvolgere l'utente in un processo di personalizzazione?
- D.2 Come è possibile sviluppare un'idea progettuale tale da coprire la più vasta gamma possibile di esigenze divergenti dei potenziali utenti?
- D.3 Come è possibile offrire all'utente un ruolo più importante e creativo nella definizione dei suoi artefatti?

1.4 Obiettivi

Nell'ottica del problema e delle domande delineate, l'obiettivo generale della ricerca è quello di fornire conoscenze, metodi e strumenti in grado di agevolare la progettazione di prodotti personalizzabili che permettano all'utente un intervento significativo nella finalizzazione (co-design) del progetto, prima della loro produzione digitale. Considerando la disponibilità già ampia delle conoscenze tecniche, la ricerca dottorale mira a elaborare un approccio allo sviluppo concettuale focalizzato sulla divergenza delle aspettative degli utenti, che possono determinare la variabilità del prodotto finale.

Obiettivi specifici:

- OS.1 indirizzare i designer verso lo sviluppo concettuale per il product Design Computazionale
- OS.2 facilitare l'esplorazione di nuovi campi di applicazione per la DC e FD
- OS.3 fornire direzioni strategiche riguardo l'implementazione del DC e FD

1.5 Destinatari

Il progetto di ricerca considera come target principale i designer – praticanti o studenti – che intendono esercitare il Design Computazionale. Si presuppone soprattutto l'interesse degli studenti di secondo livello in product design e giovani laureati in cerca di un campo di specializzazione, considerando l'impegno notevole richiesto per apprendere il DC. Con la stessa utenza finale di studenti, i docenti di design possono utilizzare lo strumento elaborato come materiale didattico. Linee guide derivate dalla ricerca potrebbero aiutare imprese o *maker*, anche senza una specifica formazione in design, a sviluppare progetti di Design Computazionale, valorizzando le loro attrezzature di Fabbricazione Digitale con un valore aggiunto elevato.

Si nota la coerenza degli obiettivi della ricerca con il Piano Nazionale Industria 4.0, che prevede la formazione di 200 000 studenti universitari, 3000 manager e 1400 dottorati legati ai temi dell'industria 4.0; il mondo della ricerca aiuterà il mondo imprenditoriale attraverso Competence Center nazionali in ambiti tecnologici polarizzati. Ciò evidenzia la rilevanza delle conoscenze mirate dalla presente ricerca, che sta cercando di rendere la professione design più capace nel valorizzare le opportunità della Fabbricazione

Digitale, che è parte fondamentale dell'industria 4.0. Nello specifico, le nuove figure professionali e manageriali avranno bisogno dell'apprendimento non solo degli aspetti tecnologici, ma anche quelli concettuali; la metodologia e gli strumenti elaborati potrebbero essere particolarmente utili per la formazione di una nuova generazione di designer in grado di affrontare le nuove sfide del sistema produttivo.

1.6 Risultati

Coerentemente ai tre obiettivi specifici, la ricerca ha tre risultati 'tangibili':

- R.1a Un metodo e uno strumento per lo sviluppo concettuale focalizzato sul DC e FD;
R.1b La verifica sperimentale (didattica) del suddetto metodo/strumento;
- R.2a Report di casi studio, che evidenziano i vantaggi chiave dei prodotti per il DC e FD;
R.2b Un metodo e uno strumento per individuare punti di intervento per il DC e FD;
- R.3a L'individuazione dei possibili workflow di implementazione tecnica del DC e FD;
R.3b Progetti sperimentali focalizzati sugli strumenti tecnologici oggi disponibili.

Il più importante contributo della ricerca sta nell'elaborazione di un metodo/strumento maggiormente adatto all'ideazione focalizzata sulla valorizzazione delle caratteristiche distintive del Design Computazionale e della Fabbricazione Digitale.

Si auspica che tali strumenti aiuteranno i Designer – sia autonomi che dipendenti – a creare nuove opportunità per il sistema produttivo, valorizzando la fabbricazione digitale coerentemente alle recenti politiche di sviluppo dell'industria 4.0.

Come ricaduta a lungo termine, si auspica che l'approccio elaborato possa arricchire la professione del design con nuove competenze creative che aiutino non solo a fornire prodotti più gradevoli agli utenti, ma anche a valorizzare le loro capacità creative al momento della personalizzazione.

1.7 Fasi e metodi

La ricerca è stata strutturata nel modo seguente:

Ricerche *desk*:

- analisi della letteratura scientifica ed esplorazione di approcci progettuali collegati
- acquisizione del know-how tecnico e confronto degli strumenti di Design Computazionale
- mappatura dei casi studio per l'identificazione delle buone pratiche replicabili
- formulazione della strategia di sviluppo verso l'evoluzione ipotizzata del design
- elaborazione di un metodo progettuale e dei relativi strumenti

Ricerche *field*:

- sperimentazione didattica per la verifica e la dimostrazione del metodo elaborato
- sperimentazione progettuale con il Design Computazionale e la Fabbricazione Digitale

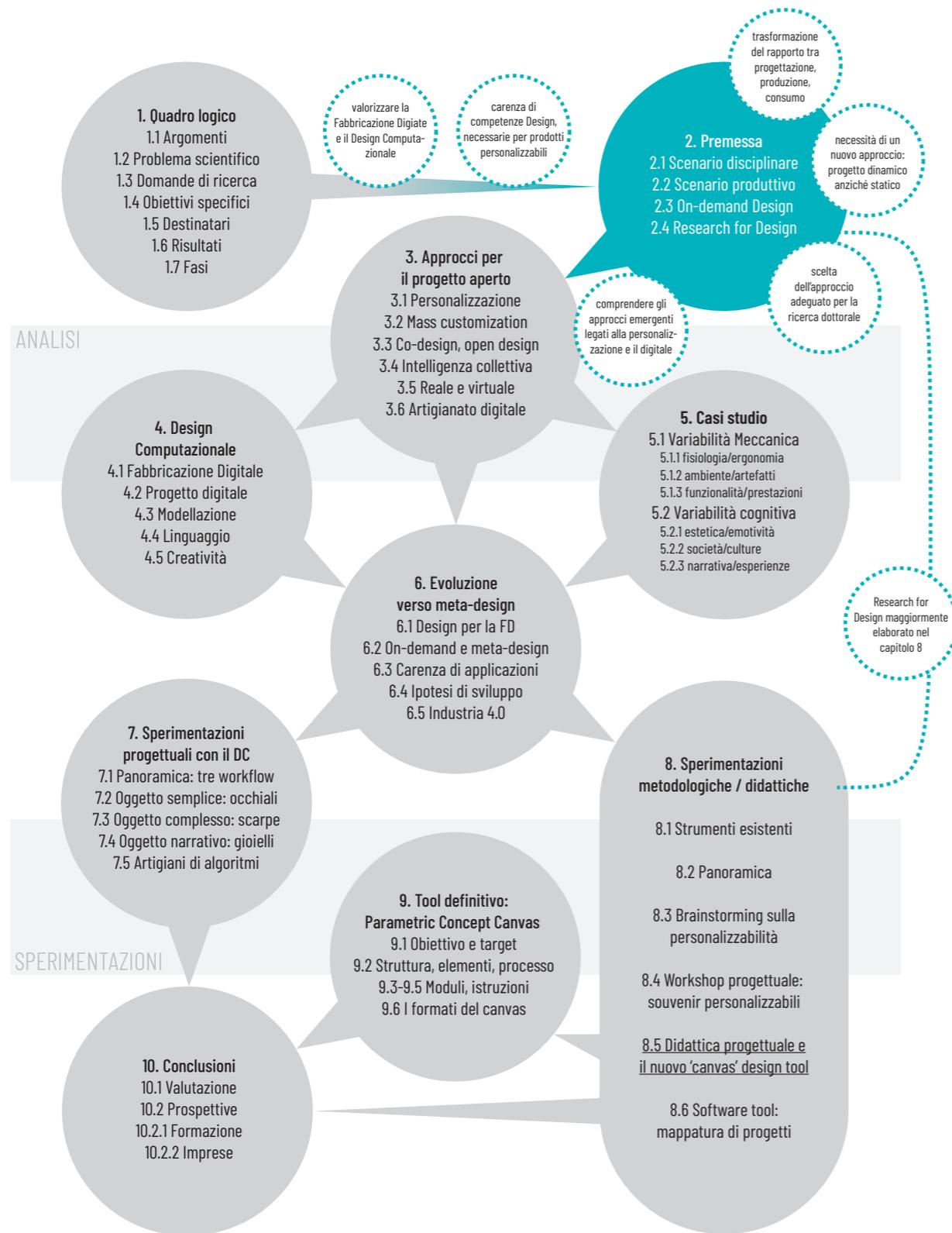
L'indagine è stata intrapresa con un approccio di ricerca-azione, dove le conoscenze raccolte, sistemate ed elaborate durante la fase desk sono state verificate e dimostrate durante una serie di workshop didattici incentrati su una variegata gamma di pubblico, formato e tematica. Infine l'esperienza è stata sintetizzata in uno strumento cartaceo in grado di guidare il flusso del pensiero progettuale verso un concept la cui personalizzabilità è la caratteristica distintiva.

CAPITOLO 2 PREMESSA

Chapter 2. Context

This chapter frames the doctoral research in the contemporary scenario of Design research and Design practice, which is becoming a generalizable discipline, ready to be applied to processes, interfaces, information artefacts, as much as to physical products. The outlined scenario is discussed according to a series of phenomena connected to the social-technological evolution which is transforming the entire production-distribution-consumption chain of many product categories, thus changing also the prospects of innovation and prefiguring significant changes at least in some niches of the Design discipline. As a consequence, we can observe a shift towards a more 'on-demand' model of design, which changes from a one-way to a two-way condition, implying that the passive consumer becomes a proactive user, to be involved in the definition of the product, which does not derive anymore from a static geometry to be replicated, but from a dynamic geometry that varies according to the (potentially creative) input of the final user. This requires a more open design approach, which focuses on the concept of product variability based on the divergence between users; therefore, we observe the necessity of updating the related design methodology, suggesting the choice of undertaking the doctoral research with a 'Research for Design' approach.

In questo capitolo la ricerca dottorale viene collocata nel paesaggio della pratica e della ricerca di Design che oggi sta diventando una disciplina generalizzabile, pronta a essere applicata tanto a processi, alle interfacce o agli artefatti d'informazione, quanto agli artefatti fisici. Si delinea uno scenario di riferimento secondo una serie di fenomeni contemporanei legati all'evoluzione tecnologica e sociale che stanno trasformando l'intera filiera di produzione-distribuzione-consumo di molte categorie di prodotti, cambiando anche le prospettive di innovazione e prefigurando quindi cambiamenti significativi almeno in alcune nicchie della disciplina design. Di conseguenza, si osserva uno spostamento verso un modello di 'on-demand design', che passa dalla condizione unidirezionale ad una condizione bidirezionale; ciò implica che il consumatore passivo diventi utente proattivo, da coinvolgere nella definizione del prodotto, che non deriva più da un progetto statico da replicare, ma da un progetto dinamico che varia secondo l'input - anche creativo - dell'utente finale. Ciò richiede un approccio di Design più aperto, che mette al centro il concetto della variabilità del progetto in base alla divergenza tra gli utenti; di conseguenza, si evidenzia la necessità di un avanzamento dal punto di vista metodologico, che suggerisce la scelta di intraprendere una ricerca del tipo *Research for Design*.



2.1 Collocazione nello scenario disciplinare

La ricerca riflette su una possibile evoluzione del Design, per cui anzitutto è importante ricordare che le finalità, le attività e i confini di questa disciplina stanno in uno stato di continua evoluzione, con opinioni spesso contrastanti. Dopo la discussione iniziata dal movimento Arts&Crafts, gli approfondimenti del Deutscher Werkbund, o il lavoro fondativo del Bauhaus, a partire dagli anni Cinquanta del secolo scorso il disegno industriale ha iniziato a maturare comunità scientifiche nei maggiori paesi industriali, portando a una pluralità di approcci scientifici-metodologici e di definizioni di raggio sempre crescente. Secondo la definizione ampia di Maldonado (1977), il design ha il ruolo di «coordinare, integrare e articolare tutti quei fattori che, in un modo o nell'altro, partecipano al processo costitutivo della forma del prodotto. E, più precisamente, si allude tanto ai fattori relativi all'uso, alla fruizione e al consumo individuale o sociale del prodotto (fattori funzionali, simbolici o culturali) quanto a quelli relativi alla sua produzione (fattori tecnico-economici, tecnico-costruttivi, tecnico-sistemici, tecnico-produttivi, tecnico-distributivi).» Questa definizione in sostanza è stata adottata dal ICSID (International Council of Societies of Industrial Design), poi recentemente aggiornata con una definizione ancora più inclusiva e trans-disciplinare:

«Industrial Design is a strategic problem-solving process that drives innovation, builds business success, and leads to a better quality of life through innovative products, systems, services, and experiences. Industrial Design bridges the gap between what is and what's possible. It is a trans-disciplinary profession that harnesses creativity to resolve problems and co-create solutions with the intent of making a product, system, service, experience or a business, better. At its heart, Industrial Design provides a more optimistic way of looking at the future by reframing problems as opportunities. It links innovation, technology, research, business, and customers to provide new value and competitive advantage across economic, social, and environmental spheres.»

Una definizione che, nel suo tentativo di includere tutte le possibili

declinazioni professionali, si limita a raccogliere una serie di campi e principi dell'agire del designer, piuttosto che definire con precisione le attività, i processi o i metodi. Ciò segnala un cambiamento importante: come nota Friedman (2008), il design sta diventando una disciplina generalizzabile, pronto a essere applicato tanto a processi, interfacce o artefatti d'informazione, quanto ad attrezzi fisici, abbigliamento, mobili o pubblicità. La moltitudine di campi ovviamente richiede competenze vastamente diverse, pur rispettando l'universalità dei principi e l'approccio umanistico citato della definizione 'ufficiale' del WDO. Questa potrebbe sembrare una situazione di confusione, se qualcuno volesse una certezza riguardo la direzione precisa nella quale il Design stia andando; d'altronde, visto come un fenomeno socio-culturale, si può osservare che il Design segue un percorso evolutivo e come tale non ha una destinazione finale, come sostenuto da Simon (1996), promotore di modelli cognitivi. In ogni caso, il trasferimento intenzionale da uno stato ad un altro apre la possibilità di una 'Scienza dell'Artificiale'.

Durante la storia della professione, il design ha avuto un rapporto fortemente oscillante rispetto all'approccio delle scienze dure, dalle quali ha iniziato a importare l'approccio sistemico negli anni Sessanta del secolo scorso, cercando di risolvere i sempre più numerosi problemi complessi dell'epoca. Questo tentativo ha portato - come racconta Cross (2007) - non solo a tante proposte e sperimentazioni, ma anche a un disinganno: alcuni dei proponenti stessi della prima conferenza seminale del 1962 (Design Methods), come Christopher Alexander e John Chris Jones, hanno successivamente negato il loro approccio precedente. Jonas (2007) osserva la crisi ripetitiva della identità (auto-percezione) disciplinare: essa viene 'risolta' ripetutamente con teorie/mode/ideologie, che eventualmente diminuiscono la capacità di svolgere i basilari compiti professionali e riportano alla iniziale condizione di crisi, o provocano ri-elaborazioni cicliche delle teorie e metodologie necessarie per lo svolgimento delle attività centrali del design. Come nota Cross (2007), l'approccio scientifico alle metodologie del design si trova in questa condizione ripetitiva di crisi a causa di una differenza fondamentale rispetto alle scienze dure: «There may indeed be a critical distinction to be made: method may be vital to the practice of science (where it validates the results) but not to the practice of design (where results do not have to be repeatable, and in most cases must not be repeated, or copied).» Osserva che, di conseguenza, molta ricerca realizzata in ambito industriale si manifesta solo come prodotto piuttosto che

come pubblicazione scientifica, o, in caso peggiore, non si manifesta neanche come prodotto ma rimane parte del patrimonio di conoscenze custodite dall'impresa stessa. Friedman (2008) sottolinea un distacco inevitabile tra teorie e pratiche: «Moving from a general theory of design to the task of solving problems involves a significantly different mode of conceptualization and explicit knowledge management than adapting the tacit knowledge of individual design experience.» La conclusione naturalmente non può essere un rifiuto del metodo scientifico, ma si evidenzia la necessità di un chiarimento per scegliere quello più adatto. Di seguito si definisce uno scenario di riferimento per poi determinare l'approccio adeguato tra quelli che la ricerca contemporanea di design utilizza: *Research about, for, oppure through Design*.

2.2 Scenario sociale e produttivo

Nello specifico, la ricerca dottorale parte dall'osservazione di alcuni fenomeni contemporanei legati all'evoluzione tecnologica e sociale che stanno trasformando l'intera filiera di produzione-distribuzione-consumo di molte categorie di prodotti, cambiando anche le prospettive di innovazione:

- la maturazione delle tecnologie della Fabbricazione Digitale ha portato a una democratizzazione a ogni livello di qualità e costo, promuovendo l'utilizzo come un mezzo di produzione di beni di consumo durevole (e non solo come mezzo di prototipazione)
- lo sviluppo creativo delle comunità dei Maker rilascia un surplus cognitivo generato dalle figure che lavorano e collaborano senza confini disciplinari e producono senza strutture aziendali (Anderson, 2012)
- lo spostamento verso l'economia a coda lunga (Long Tail economy: Anderson, 2006) ha aumentato l'attenzione verso le esigenze particolari, soprattutto grazie ai canali (online) più efficienti di distribuzione
- lo spostamento verso l'economia delle esperienze (Pine, 1999) favorisce la competitività dei prodotti con una forte narrativa personale
- c'è un'attenzione rinnovata verso le qualità artigianali (Micelli, 2011)
- la diffusione dell'approccio industria 4.0 sta rendendo *mainstream* la pratica di prodotti adattati ai singoli utenti (*mass customization*, con l'ottica della produzione di massa)

Oltre ai fenomeni osservabili al livello globale, si ricorda che a livello nazionale una delle particolarità del sistema produttivo italiano è la

prevalenza delle Piccole e Medie Imprese (PMI), responsabili per l'80% dell'occupazione e per l'54% dell'export. Oggi, considerando il mercato globale – agevolato anche dal commercio online – la competitività delle PMI produttrici di beni di consumo durevole è fortemente legata alla loro capacità di innovazione, sia di prodotto che di processo; capacità che comunque sono limitate dal livello di capitalizzazione in queste imprese.

Si può supporre che i fenomeni citati porteranno a cambiamenti significativi almeno in alcune nicchie della disciplina design. Considerando la moltitudine delle forze in atto, fare affermazioni riguardo la l'intera professione non sarebbe adeguato, ma sembra che sia diventata attuale un'indagine per nuove opportunità a favore del sistema produttivo, richiedendo anche un riesame del processo creativo per una fruizione ottimale delle nuove opportunità produttive e – di conseguenza – un riesame del ruolo del Designer e delle competenze necessarie di questa figura.

2.3 Evoluzione verso l'on-demand design

Tra i fenomeni elencati, il primo citato della Fabbricazione Digitale suggerisce un cambiamento profondo. L'idea dell'immediata trasformazione dei dati digitali in oggetti fisici non è affatto recente; è iniziata infatti all'alba delle tecnologie dell'informazione: al MIT già negli anni cinquanta hanno iniziato a sperimentare utilizzando il controllo numerico (CNC) nei macchinari di produzione sottrattiva. Sebbene per decenni lo sviluppo dei sistemi CAM (Computer Aided Manufacturing) fosse focalizzata sulla produzione di macchinari (cioè stampi costosissimi), a partire dagli anni ottanta – con la nascita delle tecnologie di produzione additiva digitale – si è aperta la possibilità di agevolare il processo di progettazione con strumenti di prototipazione rapida. L'evoluzione di queste invenzioni (STL: stereolitografia, SLS: sinterizzazione laser, FDM: deposito di materiali fusi ecc.) ha portato a una evoluzione anche in termini di fruizione: dalla mera Rapid Prototyping all'idea della Rapid Manufacturing o del Desktop Manufacturing quando si parla di macchinari facilmente utilizzabili anche da non esperti, in ambienti che tradizionalmente erano considerati luoghi del lavoro intellettuale, piuttosto che manifatturiero. La diffusione è stata velocizzata particolarmente dai progetti open source stimolati dalla visione della macchina 'auto-replicante' (*self-replicating rapid prototyper*: Bowyer, 2007) che ha ispirato non solo l'evoluzione rapida dal punto di vista tecnologico, ma ha anche fornito una visione di *empower-*

ment della capacità creativa dormiente nei cittadini, attraverso la riappropriazione degli strumenti di produzione (Anderson, 2012). Questo ravvicinamento tra luoghi e attività di progettazione e di produzione, o tra rappresentazione virtuale e manifestazione fisica del progetto ideato, ha implicazioni che influenzano profondamente le possibilità che l'impresa produttrice (o il designer) ha a disposizione. Nella produzione diretta da dati digitali e non mediata da stampi fisici:

- non è più indispensabile la serialità per una produzione economicamente sostenibile
- non ci sono più le stesse limitazioni formali (però meno rigorose)
- ci sono nuove possibilità materiali senza produrre scarti (ma con nuove limitazioni da considerare)

Riguardo il ruolo del designer, c'è innanzitutto un cambiamento del processo progettuale: un rapporto più immediato tra la forma definita dal designer e quella realizzata, dato che non è più necessario attraversare i passaggi di ingegnerizzazione che in passato potevano modificare sostanzialmente il progetto morfologico. Con l'immediatezza implicata dalle tecnologie di produzione digitale, il designer viene riportato ad una condizione simile a quella dell'artigiano, che ha un contatto diretto con il suo prodotto perché elaborato con le proprie mani. La fioritura dell'approccio artigiano è stato osservato già da McCullogh (1996): egli sostiene che utilizzando strumenti software, i designer si avvicinano all'atteggiamento dell'artigiano, poiché la pratica 'maestosa' dei programmi nel lavoro dell'artigiano digitale ha un ruolo simile a quello che l'esperienza materiale aveva per l'artigiano analogico. Quando il designer realizza il modello digitale direttamente attraverso macchine di Desktop Manufacturing, si forma un ulteriore *feedback loop* che permette uno sviluppo molto sensibile, secondo le opportunità creative che offre la tecnologia di produzione. Dal punto di vista del prodotto finale, le nuove opportunità tecnologiche implicano anche nuove opportunità progettuali, portando non solo a innovazioni di prodotto ma anche di processo. Dalla parte dell'innovazione di prodotto, la Fabbricazione Digitale permette linguaggi estetici ricchi e notevolmente diversi da quelli precedenti, più vicini allo stile architettonico del 'parametricismo' (vedi Materialise MGX[1], Nervous systems[2], Co-de-iT[3]).

D'altronde, dal punto di vista del processo, l'importanza decrescente della serialità conduce a un cambiamento sostanziale che avviene nel filare di progettazione-produzione-consumo. Il con-

1. <http://www.materialise.com/en/mgx/collection>

2. <http://n-e-r-v-o-u-s.com/>

3. <http://www.co-de-it.com>

sumo nell'area digitale assume una natura interattiva, realizzando dopo decenni la previsione di Toffler (1980) riguardo l'emergenza della figura del *prosumer*, produttore e consumatore allo stesso tempo, la cui emergenza è manifestata non solo nella diffusione capillare dei social media (Youtube, Facebook, Twitter) ma anche dal Movimento dei Maker. Inoltre, numerosi esempi del *Design for Social Innovation* evidenziano che nella società contemporanea tutti possono diventare designer e migliorare le proprie condizioni di vita (Manzini, 2015).

L'approccio più proattivo verso il consumo delle informazioni, l'ambiente costruito e le condizioni sociali prefigura la possibilità di un'apertura anche della progettazione e della produzione di beni di consumo durevole; si può quindi prevedere un cambiamento sostanziale nell'attività di Design del Prodotto.

«Il rapporto Design, produzione, consumo passa dunque, utilizzando una metafora comunicativa, da una condizione broadcasting, che è unidirezionale (da un punto per tutti i punti) di un contenuto specifico (singole competenze progettuali offerte per dare risposta alle necessità di una singola realtà imprenditoriale e sociale), ad una condizione on-demand, che è soprattutto interattiva (da un punto per un punto) dove il contenuto e le competenze sono flessibili e si conformano sulle esigenze dell'interlocutore.» (Di Lucchio, 2014)

Riassumendo i processi evolutivi menzionati, si può affermare che nell'interpretazione modernista il Designer, collaborando con l'industria di massa, deve focalizzare l'attenzione sul benessere di gruppi generali di clienti, attraverso la replica meccanica seriale della migliore soluzione possibile per un problema ben definito. Contrariamente, utilizzando la Fabbricazione Digitale, la produzione dei singoli artefatti avviene in modo indipendente, rendendo possibile la produzione di serie diversificate su richiesta (on-demand), integrando anche contributi creativi degli utenti senza una significativa perdita di efficienza, presupponendo una filiera efficace per l'elaborazione dei dati necessari. Ciò solleva la possibilità di spostare l'attenzione del Design dalle soluzioni generiche alle esigenze specifiche degli individui.

La sfida che si intende affrontare con la ricerca dottorale è quella di trovare un approccio progettuale che riesca ad approfittare pienamente delle nuove possibilità emerse, mettendo al centro il concetto della varietà significativa secondo le specificità degli utenti. Tale varietà richiede un'esplorazione dal punto di vista sia

concettuale che tecnologico, considerando che l'evoluzione recente del CAD parametrico/generativo inizia a permettere la modifica di complesse geometrie 3D non solo offline, ma anche online, aprendo nuove frontiere di innovazione funzionale e morfologica a portata di un pubblico globale.

2.4 Research for Design

«Design Research...is systematic enquiry whose goal is knowledge of, or in, the embodiment of configuration, composition, structure, purpose, value and meaning in man-made things and systems» (Archer, 1981)

La sfida individuata evidenzia una carenza della professione Design rispetto alle esigenze dell'industria e della società contemporanea. Cross (1999) suggerisce che la ricerca di design può appartenere a una delle tre categorie, secondo le persone, i processi o i prodotti coinvolti: epistemologia, prasseologia (*design praxiology*) o fenomenologia, che studiano i modi di sapere, le pratiche e i processi dei designer, o la forma e la configurazione degli artefatti. Enfatizza anche l'importanza di non imitare la cultura delle scienze dure, ma neanche trattare il design come un'arte misteriosa e inesplorabile. Tra gli approcci possibili di ricerca in design, la ricerca dottorale è categorizzabile come *Research for Design*, in quanto mira ad aumentare le capacità della professione, piuttosto che esplorare fenomeni esistenti (*Research into/about Design*) o produrre conoscenze attraverso attività di design (*Research through/by Design*). Per determinare l'approccio seguito, si utilizza il termine secondo l'interpretazione di Findeli (1998). Jonas (2007) sintetizza le caratteristiche della ricerca per il design in questo modo: «Research for design also operates from without, supporting the process selectively. The researchers serve designers as "suppliers of knowledge". The knowledge supplied is valid only for a certain period of time, because it is related to a reality that design aims to change. Examples include market research, user research, product semantics ... » Per chiarire la distinzione, si ricorda anche le caratteristiche della ricerca sul design: «Research about design operates from without, thereby keeping its object at a distance. The researchers are observers who work scientifically and try, wherever possible, not to change their object. Examples include design philosophy, design history, design criticism...» Infine, la ricerca attraverso il design: «Research through design refers to a research and design process intrinsic to design. Designers / researchers are directly involved in establishing con-

4. «The thorny one is Research for art and design... Research where the end product is an artefact – where the thinking is, so to speak, embodied in the artefact, where the goal is not primarily communicable knowledge in the sense of verbal communication, but in the sense of visual or iconic or imagistic communication»

Design of research methods for Design. Adattamento della figura 4.7 di Stappers e Giaccardi (2017).

Leggenda:

Ds: Design

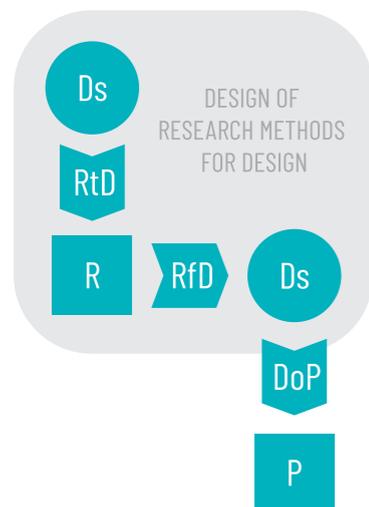
RtD: Research through Design

R: Research

RfD: Research for Design

DoP: Design of Product

P: Products



nections and shaping their research object. Examples potentially include every “wicked problem” in Rittel’s sense of the term (1992)»; contrariamente alla definizione originale di Frayling (1993), che posiziona il *Research for Design* più vicino alla ricerca artistica[4]. Considerando lo scenario di riferimento focalizzato sulla valorizzazione delle nuove tecnologie informatizzate di produzione e la società industriale che ha maturato una gamma assai articolata di esigenze, anche quest’ultimo approccio di ricerca attraverso il design potrebbe sembrare adeguato. Tuttavia si fa presente che la ricerca parte dall’osservazione che nonostante la maturazione delle possibilità tecnologiche, la diffusione della Fabbricazione Digitale nella vita quotidiana resta molto limitata: la vasta maggioranza degli artefatti acquisiti e usati sono ancora frutto di tecnologie convenzionali di produzione seriale. Tra le ricerche di design nelle tematiche di Fabbricazione Digitale e di Design Computazionale – che come vedremo sarà la chiave di lettura scelta per valorizzare la FD – prevale l’approccio di *Research through Design*: progetti sperimentali che esplorano gli aspetti tecnologici; o *Research about Design*: studio di prodotti già realizzati, del linguaggio, o del fenomeno sociale. Comunque, come notano Stappers e Giaccardi (2017), la distinzione non è sempre chiara e le tipologie di ricerca possono essere intrecciate. Ad esempio, un *Research through Design* può risultare una nuova conoscenza, che a sua volta serve come input per una ricerca che miri a fornire nuovi strumenti alla disciplina; quindi un *Research for Design*. Infatti, la ricerca dottorale è partita con la previsione a essere prevalentemente sperimentale di tipo *Research through Design*, auspicando la dimostrazione delle possibilità attraverso una famiglia di oggetti per la FD e DC. Tuttavia, all’inizio della ricerca desk si è evidenziata l’inadeguatezza del consueto approccio di *problem finding*; è diventato apparente quanto è limitata dal punto di vista tipologico la gamma delle tipologie di prodotti di cui il DC e la FD si è impegnato finora, soprattutto per quanto riguarda gli esempi commercializzati. Questo fatto ha evidenziato una carenza della professione stessa per affrontare il progetto parametrico per la produzione digitale, che ha come vantaggio chiave la sua variabilità. Progettare un progetto flessibile presenta sfide assai diverse rispetto al design ‘statico’, per cui è emersa la necessità di esplorare il cambiamento necessario durante la prima fase critica di sviluppo concettuale di prodotti per la FD e DC. Ciò implica una ricerca di natura metodologica appartenente al campo *Research for Design*.

Bibliografia capitolo 2

- Anderson, C. (2006). *The Long Tail: Why the Future of Business Is Selling Less of More*. New York: Hyperion.
- Anderson, C. (2012). *Makers: The New Industrial Revolution*. Danvers: Crown Publishing Group.
- Archer, B. (1981). A View of the Nature of Design Research. In R. Jacques, J. Powell (a cura di), *Design: Science: Method*. Guildford: Westbury House.
- Bowyer, A. (2007). The Self-replicating Rapid Prototyper – Manufacturing for the Masses, Invited Keynote Address, Proc. 8th National Conference on Rapid Design, Prototyping & Manufacturing, Centre for Rapid Design and Manufacture, High Wycombe, June 2007. Rapid Prototyping and Manufacturing Association.
- Cross, N. (1999). Design Research: A Disciplined Conversation. *Design Issues* 15(2): 5–10.
- Cross, N. (2007). From a design science to a design discipline: Understanding designerly ways of knowing and thinking. In R. Michel (a cura di) *Design Research Now*, 41-54. Basel: Birkhäuser.
- Di Lucchio, L. (2014). Design on-demand. Evoluzioni possibili tra design, produzione e consumo. In T. Paris (a cura di), *Lectures#2*, pp. 62-77. Rome: Rdesignpress.
- Findeli, A. (1998). A Quest for Credibility: Doctoral Education and Research in Design at the University of Montreal. Doctoral Education in Design, Ohio, 8–11 October 1998
- Frayling, C. (1993). Research in Art and Design. *Royal College of Art Research Papers* 1(1): 1–5
- Friedman, K. (2008). Research into, by and for design. *Journal of Visual Art Practice*, 7(2), 153-160.
- Jonas, W. (2007). From a design science to a design discipline: Understanding designerly ways of knowing and thinking. In R. Michel (a cura di) *Design Research Now*, 41-54. Basel: Birkhäuser.
- Maldonado, T. (1977). Disegno industriale. In *Enciclopedia del Novecento*. Trecciani.
- Manzini, E. (2015). *Design, When Everybody Designs*. Cambridge, MA: MIT Press.
- McCullough, M. (1996). *Abstracting Craft: The Practiced Digital Hand*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Micelli, S. (2011). *Futuro artigiano*. Venezia: Marsilio Editori.
- Pine, B. & Gilmore, J. H. (1999). *The experience economy*. Boston: Harvard Business School Press.
- Simon H. A. (1996). *The Sciences of the Artificial*. Cambridge: MIT Press.
- Stappers, P. E., Giaccardi, E. (2017). Research through Design. In AA. VV. *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction*, 2nd Ed., <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/research-through-design>
- Toffler, A. (1980). *The Third Wave*. New York: Morrow.

CAPITOLO 3 APPROCCI EMERGENTI: VERSO IL PROGETTO APERTO

Chapter 3. Emergent approaches towards the a more open design

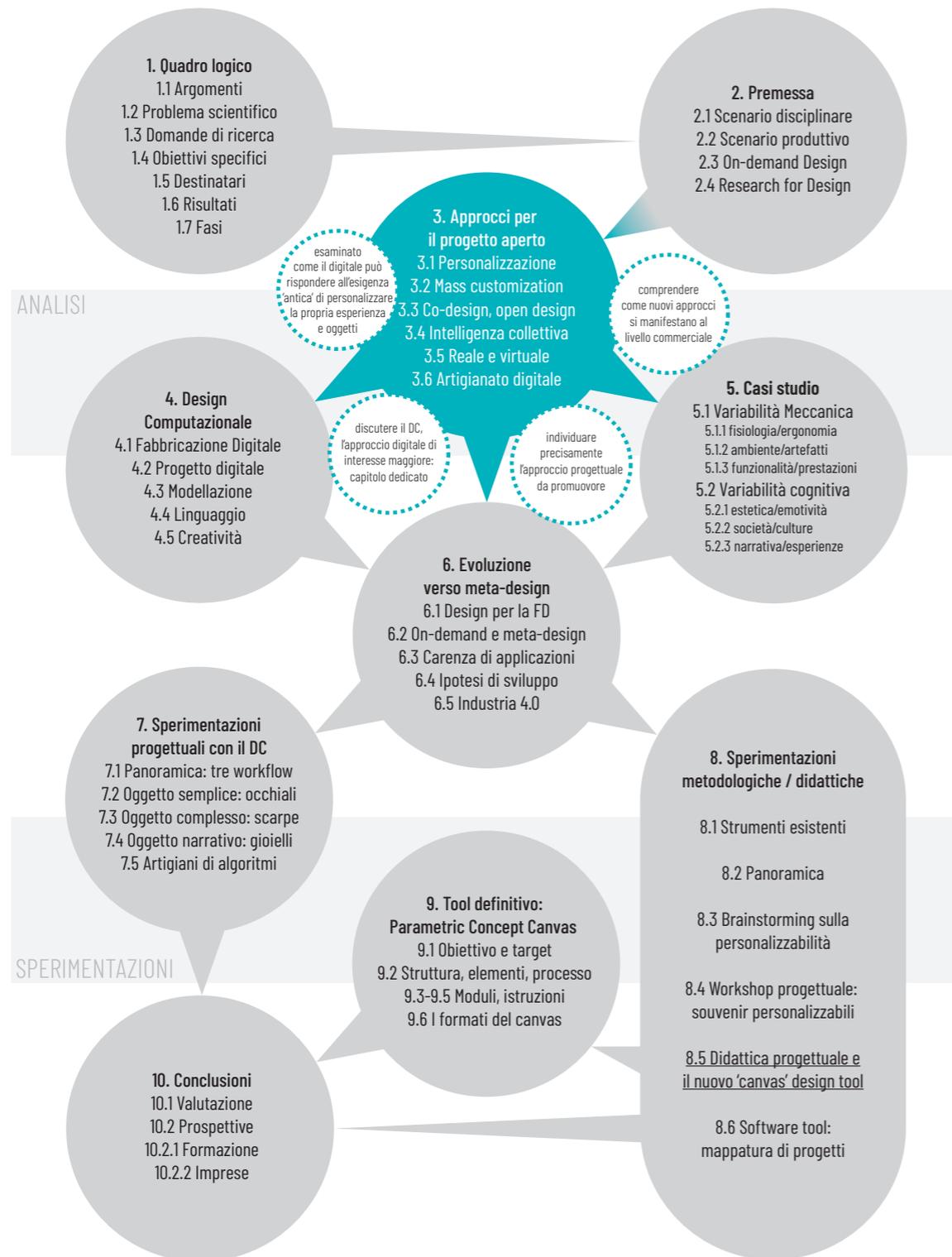
This chapter aims to explore a series of ways that can help the design practice to open itself towards the contributions of the people, especially through the virtuous use of digital technologies of fabrication and collaboration. The chapter opens by observing that the concept of personalization was fundamental for the design already in the era of invariable serial production, since consumers were always seeking products that could highlight their 'unique' personality. Therefore, as soon as the computerization of the assembly line made it possible to introduce combinations between components, the industrial practice of mass customisation have emerged, aiming to make products truly unique instead of the illusory uniqueness. This practice has generated a significant body of research both in industrial and academic context. This research underlines the importance of the development of an adequate solution space and the need for an effective way of navigating between the choices – requirements that go beyond the simple technological implementation of the diversified industrial production. The same principles are applicable also to the topic of this doctoral research. Parallely to the development of new industrial practices, starting from the 1980's also another, more profound way of user involvement has emerged: participative design is an already widely explored field of inquiry in the scientific community, which have developed numerous ramifications for various purposes. From the viewpoint of this research, the most interesting observation is that the continuous user feedback can guide an evolutionary design process on online platforms. In the Open Design literature, we will observe the emergence of the idea of the meta-designer who designs a multidimensional design space that allows the user to become a co-designer. Following this exploration of the progressively more and more inclusive design process, the next section will explore a series of manifestations of the collective intelligence in Design. Many of the already cited examples of participatory design and collective intelligence are made possible by the virtuous handling of collaborations in a virtual space; the next section discusses how real and virtual can be interwoven in order to create products and services that offer greater experiences by combing real and virtual elements. Finally, we will discuss how the innovative approaches to the digital opening can be applied also in less well-capitalised contexts, such as the SMEs, where a new level of digital artisanship can emerge thanks to the democratisation of technological tools and the growing political support.

Questo capitolo mira a esplorare una serie di modi con i quali la pratica di design può aprirsi verso contributi provenienti dal pubblico generale, specialmente grazie all'utilizzo virtuoso delle tecnologie digitali di produzione e di collaborazione.

Il capitolo si apre osservando che il concetto della personalizzazione è stato fondamentale per il design già nell'era della produzione seriale invariabile, in quanto il consumatore sempre cercava prodotti che davano importanza alla sua personalità 'unica'. Infatti, quando l'informatizzazione delle catene di montaggio ha reso possibile l'introduzione di combinazioni tra componenti, è emersa la pratica industriale di *mass customization*, allo scopo di rendere i prodotti realmente unici. Questa prassi ha generato una quantità importante di ricerca accademica e industriale. In essa si evidenzia l'importanza dello sviluppo di un adeguato spazio di soluzioni e un modo efficace di navigare tra le possibilità - oltre che alla semplice implementazione tecnica della produzione industriale diversificata. Gli stessi principi sono applicabili anche al tema specifico di questa ricerca dottorale.

Parallelamente allo sviluppo delle nuove pratiche industriali, dagli anni ottanta è emerso anche un altro modo - più profondo - di coinvolgere l'utente nel plasmare il suo ambiente costruito: il design partecipativo è stato ampiamente esplorato dalla comunità scientifica e ha sviluppato molte declinazioni con scopi diversi. L'aspetto più interessante per questa ricerca dottorale è come il feedback continuo degli utenti possa guidare processi evolutivi di design all'interno di piattaforme online appositamente sviluppate. Nella letteratura sull'open design emerge l'idea del meta-designer che, con la gestione virtuosa di numerosi variabili, progetta uno spazio multidimensionale di design che permetta all'utente di diventare co-designer.

Seguendo l'osservazione del processo progettuale sempre più inclusivo, successivamente si esplorerà una serie di manifestazioni dell'intelligenza collettiva nel Design. Molti degli esempi finora citati di design partecipativo e intelligenza collettiva sono resi possibili dalla gestione virtuosa di collaborazioni nello spazio virtuale; la prossima sezione discuterà come sta diventando possibile l'intreccio tra reale e virtuale, allo scopo di progettare prodotti e servizi che offrano un'esperienza forte dei vantaggi di entrambi. Infine si discuterà di come le nuove logiche dell'apertura digitale siano applicabili anche a contesti meno capitalizzati, come le PMI - che grazie alla democratizzazione degli strumenti tecnici e al supporto politico crescente - può osservare un emergere dell'artigianato digitale.



3.1 Il concetto della personalizzazione

«Il prodotto più richiesto oggi sul mercato, non è più una materia prima, né una macchina, ma una personalità [...] Diventa chiaro che la nozione di “personalizzazione” è molto di più di un semplice argomento pubblicitario: è un concetto ideologico fondamentale di una società che tende a integrare sempre più gli individui, “personalizzando” oggetti e credenze.» (Baudrillard, 1968)

La ricerca dottorale riflette sull’evoluzione del design secondo alcune tendenze tecnologiche e sociali emergenti, che stanno portando verso un’articolazione finissima dell’offerta sul mercato, coprendo sempre meglio le esigenze personali e sempre più particolari. In questo capitolo esploreremo alcuni approcci progettuali che recentemente hanno aiutato il design a soddisfare i sempre più articolati bisogni sopra menzionati. Innanzitutto si nota che la produzione industriale da quando è diventata competitiva ha sempre puntato sulla personalizzazione: già nel 1972 Baudrillard notava come nel sistema degli oggetti molti rispondano a una profonda esigenza di personalizzazione, anche quando si trattava di oggetti seriali: se in una tipologia di prodotti c’è una variazione qualsiasi rispetto a un modello archetipico – cioè una segmentazione del mercato – è perché ciò ‘personalizza’ la funzione tecnica dell’oggetto, donando una sensazione di importanza all’utente (o consumatore, se rispettiamo la terminologia dell’epoca; si parla infatti con tono negativo della promozione forzata del consumo). Per Baudrillard la personalizzazione era un atto anche paradossale: essa poteva significare solo una differenziazione del prodotto per adattamento a gruppi di persone – quindi non una personalizzazione vera e propria; si trattava di adesione a gruppi notati e ‘collaudati’ da un produttore industriale. Un ulteriore criticismo espresso è che «sul piano tecnologico non è concepibile un oggetto personalizzato, in un sistema industriale, che non perda, proprio nel processo di personalizzazione, la sua tecnicità ottimale. Ma il sistema produttivo in questo caso si assume la peggiore responsabilità, gio-

cando senza riserve sull'inessenziale per promuovere il consumo» (Baudrillard, 1968). Tuttavia, oggi non è più vera l'affermazione che «a livello di oggetto industriale e di coerenza tecnologica, l'esigenza di personalizzazione può essere soddisfatta soltanto nell'inessenziale». Grazie all'informatizzazione progressiva della produzione industriale, si stanno allargando i margini di variabilità dei prodotti, e la diffusione della fabbricazione digitale permette a una gamma crescente di prodotti di essere realizzati in una maniera flessibile, invece che come copie esatte.

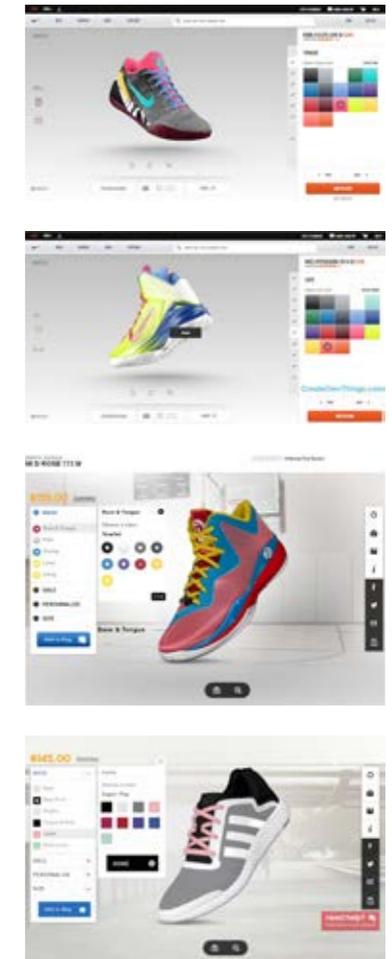
In un futuro in cui i prodotti sempre meno dovranno rispettare i vincoli imposti dalla serialità tradizionale, diventa possibile passare da una personalizzazione illusoria (cioè la segmentazione del mercato) alla personalizzazione reale e fisica di prodotti realizzati tramite la fabbricazione digitale, che elimina la necessità di realizzare numerose repliche identiche del prodotto per una sostenibilità economica. D'altronde, come nota già Baudrillard, «bisogna ammettere che anche le differenze superficiali diventano reali dall'istante in cui sono valorizzate in quanto tali. [...] Nessuna teoria dei bisogni permette di attribuire priorità assoluta a una soddisfazione piuttosto che a un'altra. Se l'esigenza di valore personale è tanto sentita che, a svantaggio di altre cose, si incarna in un oggetto 'personalizzato', come rifiutare questa sensazione, e in nome di quale essenza 'autentica' del valore?» Conclude però che, finché l'utente la considererà come fonte di soddisfazione, la differenziazione marginale dell'inessenziale deve essere considerata come autentica a prescindere. Tutelare la percezione personale dei prodotti e la totalità delle esperienze legate, includendo anche i servizi connessi, è una parte fondamentale anche dell'approccio progettuale contemporaneo. Come sottolineano Pine e Gilmore, (1999 e 2007), l'autenticità delle esperienze (fattore chiave anche di prodotti fisici) è un costrutto culturale da curare consapevolmente. Dunque, la ricerca dottorale mira a promuovere la fabbricazione digitale e il design computazionale non tanto per le loro ben esplorate possibilità di realizzare morfologie particolari, o per l'ipotizzato spostamento verso un modello economico diverso, quanto per la loro promessa di avvicinare ulteriormente i prodotti alle esigenze divergenti dei singoli utenti. Nel contesto dell'economia contemporanea, la strategia di personalizzazione si inserisce nel fenomeno del *long tail economy* (Anderson, 2006), che prevede l'intensa crescita del volume complessivo dei prodotti di nicchia, che tramite i nuovi canali di vendita online possono accedere a una varietà altrimenti non ottenibile nel

commercio tradizionale.

I prossimi capitoli esploreranno alcuni fenomeni industriali, sociali e di design che stanno contribuendo a una apertura del progetto di design verso l'utente: un avvicinamento tra i passaggi di progettazione, produzione e consumo.

3.2 Variabilità nella produzione seriale: mass customization

Come abbiamo visto, l'esigenza della personalizzazione è una necessità profonda che i mercati competitivi delle società industriali hanno cercato di soddisfare con una segmentazione crescente. Anticipando il ruolo crescentemente proattivo dell'utente (consumatore) nella società post-industriale, Toffler (1980) ha previsto l'emergenza della figura del 'prosumer' (producer-consumer) che contribuisce alla produzione dei suoi artefatti, distinguendosi dal consumatore della società industriale, caratterizzata dalla produzione, distribuzione, educazione, media e intrattenimento di massa. Mentre l'informatizzazione dell'industria proseguiva, Stan Davis (1980) ha coniato il termine *mass customization*, dopodiché il primo approfondimento, e quindi la popolarizzazione dell'approccio, è legato a Pine (1993), che ha distinto quattro categorie di customizzazione: customizzazione collaborativa, dove l'input dell'utente genera una variazione sostanziale in fase di produzione; customizzazione adattiva, dove il prodotto viene modificato direttamente dall'utente; customizzazione trasparente, dove il prodotto viene diversificato senza un momento percepibile di personalizzazione; customizzazione cosmetica, che modifica minormente l'oggetto in fase di vendita. Si nota che questa gamma di interventi è strettamente legata alle possibilità limitate di interventi della produzione di massa, realizzando poco dalla visione menzionata di Toffler (1980). Inizialmente la sfida principale era quella di gestire l'intervento nel processo industriale (ingegneria) e conquistare la fiducia dei consumatori (marketing); intanto il design rimaneva sostanzialmente invariato, focalizzandosi su interventi grafici e variazioni tra le componenti già esistenti. Infatti, ancora oggi la maggior parte degli esempi di *mass customization* accade a livello superficiale di colori e grafica; questi comunque possono ottenere un successo nel caso in cui essi permettano di distinguere quel prodotto tra altri morfologicamente identici: brand come Nike e Adidas hanno dimostrato che variazioni meramente grafiche possono essere sufficienti per indirizzare una gamma ampissima di gusti estetici. Naturalmente l'evoluzione delle tecnologie di produzione informa-



Esempi di mass customization di scarpe sportive sulle piattaforme di e-commerce dei produttori più attivi nel campo, Nike e Adidas

tizzata, come la Fabbricazione Digitale, permettono interventi sempre più profondi da parte degli utenti, fino al punto di arrivare a una 'mass customization 2.0', come Davis (2007) chiama la nuova direzione, che (similmente al web 2.0) è caratterizzato dalla sua natura bottom-up: il consumatore si trasforma in un vero e proprio prosumer (Toffler, 1980), diventa cioè un misto tra il produttore e il consumatore che non solo esprime le sue preferenze tramite una serie di variabili predefinite, ma fornisce un input indispensabile per finalizzare il prodotto.

In questo contesto, il tipo di intervento permesso dell'utente è un elemento chiave del successo. Il campo è stato ampiamente indagato da reti di collaborazione tra ricercatori accademici e industriali come il Mass Customization Knowledge Network o il MIT Smart Customization Group; a partire dal 2001, la serie biennale di conferenze Mass Customization and Personalisation Conferences (MCPC) ha raccolto numerose esperienze, raccontate soprattutto con ottica di business, management o ingegneria. Si nota che, oltre ai successi, ci sono stati anche vari flop a livelli alti, come quello di Levi Strauss (brand che oggi suggerisce la personalizzazione fai-da-te). Ciò dimostra che l'implementazione profittevole richiede una costellazione particolare di condizioni.

Riassumendo le esperienze del settore, alcuni dei più prolifici esperti della tematica hanno individuato alcune componenti ricorrenti nelle buone prassi di mass customization di successo (Salvador, Holan, & Piller, 2009):

- Solution Space development (sviluppo dei spazi di soluzione): identificare gli attributi dei prodotti lungo i quali le esigenze dei clienti divergono;
- Robust Process design (processo produttivo robusto): riutilizzare o ricombinare le risorse esistenti per realizzare prodotti diversificati;
- Choice Navigation (navigazione tra le scelte): aiutare il cliente a identificare la soluzione migliore, riducendo al minimo la complessità e l'onere della scelta.

Questi criteri sono stati dedotti dalla pratica di differenziazione di prodotti seriali presso grandi imprese di manifatturiera, ma sono risultati utili anche nel design di prodotti personalizzabili per la Fabbricazione Digitale e per il Design Computazionale. La famiglia crescente di strumenti di FD (anche a costi modesti) sta rendendo accessibile la produzione di serie personalizzate a imprese anche di dimensione e capitalizzazione modesta; per questo, il soddisfaci-

mento del secondo dei criteri elencati (processo produttivo robusto) è sempre più facilitato. Resta comunque sfidante la creazione di spazi di soluzione e di modalità intuitive di navigare tra le scelte offerte.

Solution Space

La differenza più importante tra la progettazione per la produzione di massa e per la *mass customization* sta nella natura statica del primo e la natura dinamica del secondo. Questa differenza significa che è necessario espandere il progetto da una soluzione singola, per un problema ben definito, a uno spazio di soluzioni che contiene molti possibili progetti. La produzione di massa può servire al benessere degli utenti replicando i vantaggi in copie innumerevoli, ma copia anche i difetti del progetto che oscillano dal frustrante al disastroso, sia per l'utente che per l'impresa. Per questo, la professione del disegno industriale ha sviluppato un'ossessione per la perfezione, e gli sforzi del designer sono rivolti a trovare la manifestazione fisica migliore del concept del prodotto, mirando a un singolo perfetto progetto. Contrariamente, la *mass customization* costringe il designer a rinunciare almeno in parte al controllo a favore dell'utente finale; il che può essere visto come un modo di abbassare la sua responsabilità: l'utente ha un modo di esprimere la sua preferenza, quindi deve essere felice della sua scelta. Tuttavia, il designer deve offrire un modello base desiderabile con una gamma di attributi modificabili che devono essere significativi per l'utente, oltre che tecnicamente realizzabili.

Quando i potenziali interventi dell'utente sono limitati a colori o grafica, lo sforzo necessario per definire lo spazio progettuale è limitato: il progetto resta sostanzialmente invariato e la *mass customization* di successo è più un rendimento del marketing e della logistica di produzione; il designer deve solo ipotizzare alcune opzioni attraenti. Quando l'utente può configurare un oggetto modulare composto da elementi realizzati con la produzione di massa, il designer deve operare in uno spazio progettuale più ampio e prevedere configurazioni tipiche non solo al livello estetico, ma anche al livello funzionale-ergonomico. Tuttavia, lo Spazio di Soluzioni acquisisce una profondità vera quando la personalizzazione cambia dimensioni importanti, le forme o i dettagli tecnici del prodotto. In alcuni casi, l'input dell'utente può condurre a risultati imprevedibili, ma il designer comunque deve assumersi la responsabilità di fornire risultati soddisfacenti, deve quindi fornire solo la quantità

necessaria di gradi di libertà.

Personalizzare la geometria del prodotto è un'operazione più rischiosa rispetto a quella di cambiare colore o materiali; perciò, anche se la Fabbricazione Digitale (tema della ricerca dottorale) è un'opzione ragionevole per il prodotto, il designer deve riflettere se le eventuali variazioni possano realmente aumentare il soddisfacimento dell'utente. Anche nel caso di risposta positiva, bisogna valutare se il vantaggio fornito giustifica realmente l'investimento maggiore di risorse per sviluppare lo spazio progettuale e il costo verosimilmente maggiore del prodotto finale. Per ora, le ancora significative limitazioni della Fabbricazione Digitale impongono difficoltà importanti riguardo le possibilità di personalizzazione. A prescindere della larghezza dello spazio di soluzioni, l'organizzazione (o il designer) deve offrire all'utente un'interfaccia attentamente calibrata, che verrà discussa nella prossima sezione.

Choice Navigation

Aiutare la scelta tra le varie opzioni di prodotto potrebbe sembrare un compito di marketing, ma se consideriamo che le scelte tra cui si naviga sono quelle definite nello spazio di soluzioni, vediamo come questi due siano strettamente legati. Per questo, il loro sviluppo contemporaneo è consigliabile; le possibilità di *choice navigation* e *solution space* sono reciprocamente determinanti.

In pratica, oggi le possibilità si formulano principalmente attraverso configuratori sul web, il che può essere considerata una strategia vantaggiosa per permettere una distribuzione mondiale senza alcun investimento in infrastrutture di vendita. Alternativamente, un processo di personalizzazione guidata da un venditore può essere rassicurante per gli utenti con meno confidenza nelle tecnologie digitali, specialmente per la possibilità di valutare esempi fisici presentati in un negozio fisico. Inoltre, un processo offline di personalizzazione può avvalersi delle possibilità più avanzate dei programmi CAD professionali che richiedono un computer performante, permettendo uno spazio più largo di soluzioni. Infine, il contatto diretto con gli utenti permette anche un feedback che potenzialmente può raffinare lo spazio di soluzioni e ottimizzare i parametri lasciati aperti nell'interfaccia di personalizzazione; in questo modo un negozio fisico può funzionare come un laboratorio di sperimentazione continua, o come un progetto pilota per uno sviluppo successivo di un configuratore online.

Riguardo le interfacce possibile di personalizzazione sul web, già

c'è un corpo significativo di esperienze: ad esempio, il progetto 'Configurator Database Project' [5] ha raccolto oltre mille configuratori, focalizzati soprattutto sugli interventi superficiali riguardo il colore, la grafica e i materiali. D'altronde, ancora ci sono relativamente pochi esempi di configuratori 3D, probabilmente perché la manipolazione di geometrie 3D in alta qualità e in tempo reale è ancora una funzionalità non universalmente supportata. Tuttavia l'emergenza recente di tecnologie come WebGL, CADquery, ShapeDiver, Twikit, DigitalForming ecc. prospetta la possibilità di un'implementazione sempre meno onerosa dal punto di vista informatico. Uno sviluppo particolarmente interessante è la disponibilità dei API (Application Programming Interface) dei servizi online di stampa 3D (i.Materialise, Shapeways), che permettono di collegare piattaforme di personalizzazione online stampare oggetti personalizzati con la loro infrastruttura. Questa sembra un'osservazione di natura meramente tecnica, ma in realtà implica che designer o aziende non debbano più né investire in macchinari, né gestire la logistica del prodotto fisico; diventa quindi possibile un business model completamente nuovo.

Nella discussione su Choice Navigation si nota che in tutti i casi in cui l'oggetto si adatta alla fisiologia dell'utente (personalizzazione ergonomica), l'adattamento può succedere in due modi: attraverso parametri fisici – misurati o forniti dall'utente stesso – oppure attraverso una delle tecniche di scansione 3D basata su attrezzi standard, come videocamere di profondità a infrarossi o applicazioni di fotogrammetria per smartphone. Per quanto riguarda i configuratori focalizzati sulle preferenze estetiche, sociali o narrative, la maggior parte degli esempi opera sul piano meramente estetico, offrendo pochi parametri modificabili ed eventuali input testuali o di immagine. Gli esempi più coinvolgenti spesso contengono un forte elemento narrativo, collegando il prodotto a caratteristiche dell'utente (come Makies, con cui gli utenti possono creare bambole stampate in 3D con caratteristiche anatomiche e decorative a volontà); oppure collegando il prodotto a un mondo virtuale interattivo. In alcuni casi, il processo di personalizzazione parametrica produce risultati altrimenti inottenibili, come nel caso di Makoo Jewels che trasforma un messaggio vocale in una geometria algoritmicamente generata, da trasformare in gioielli stampati in 3D con materiali metallici attraverso un codice segreto all'interno, allo scopo di poter scoprire il messaggio originale sull'interfaccia web.

5. <https://www.configurator-database.com/database>

3.3 Participative design, co-design, open design

Oggi le parole 'design' e 'designer' sono utilizzate in una varietà di modi. Nella letteratura inglese specialmente si usa non solo per indicare la disciplina disegno industriale (e le altre discipline derivate), ma intende anche la specifica attività 'creativa' dell'architetto o dell'ingegnere, cioè l'atto progettuale di prefigurazione piuttosto che di realizzazione. Oggi sia lo scopo e gli strumenti del design continuano ad ampliarsi, mentre i designer affrontano problemi sempre più complessi (a livello sociale, ambientale, imprenditoriale...) con un approccio sistemico. Come esprime Manzini (2015), «in our connected world, where everybody interacts with everyone else almost independently of time and distance, this separation of the design team from the rest of the world no longer stands. [...] So, in a connected world, all designing processes are in fact co-designing processes.»

Il successo delle prassi di design multi-, inter- o trans-disciplinari come IDEO ha dimostrato il potenziale della collaborazione di alta qualità; esperienza che loro disseminano attraverso vari medium. Alcuni esempi sono i loro *tool* gratuiti per il design (e non solo designer! ad es. Design Kit: The Human-Centered Design Toolkit, Method cards) oppure l'influente pubblicazione "Change by Design" di Brown (2009), che ha aiutato a stabilire una posizione importante per il cosiddetto Design Thinking nel discorso contemporaneo sulla progettualità. Come hanno notato Bjögvinsson, Ehn e Hillgren (2012), il Design Thinking è, in un certo senso, un proseguimento della tradizione del Participatory Design socialmente sensibile, che è emerso nei paesi scandinavi negli anni ottanta, con una retorica più articolata e attraente per il pubblico generale. Questo suggerisce che i designer, piuttosto che limitarsi a prodotti (cose), dovrebbero considerare (1) il quadro ampio del design socialmente innovativo, (2) aprirsi a sforzi collaborativi con tutti gli stakeholders (3) attraverso un approccio immediato di esplorazione e prototipazione anche di bassa definizione. Soprattutto nel contesto europeo, i principi del Design Thinking e Participatory Design hanno prodotto una quantità significativa di ricerca focalizzata sull'idea del Social Innovation - teorizzata e promossa da istituti come il Young Foundation (Murray, Caulier-Grice e Mulgan, 2010) -, oppure la rete DESIS (Design for Social Innovation and Sustainability).

D'altronde, il confine tra designer e utente si sta sciogliendo; non solo per la reciproca interazione crescente in fase di concetto o in progetti di innovazione sociale, ma anche perché i consumatori hanno una voce crescente nel diversificare la produzione secondo

le loro necessità specifiche, attraverso una modalità differente di partecipazione: come abbiamo discusso prima, la pratica ampiamente disponibile della *mass customization* coinvolge l'utente in un'esperienza più o meno 'creativa' di personalizzazione attraverso un'interfaccia intuitiva per 'navigare' in uno 'spazio di soluzioni' (utilizzando la terminologia di Piller and Tseng, 2010). Trovare un intero spazio di soluzioni, piuttosto che un'unica soluzione, può essere particolarmente stimolante, in quanto rende necessario trovare gli attributi dell'oggetto rispetto alle quali gli utenti avranno preferenze divergenti, invece che convergenti. Da una parte si lascia aperta la possibilità di intervento, che elimina la necessità di un consenso; dall'altra parte il coinvolgimento di utenti già nei primi passi concettuali può risultare molto stimolante per ampliare i confini dello spazio di soluzioni, contrastando quell'istinto del (product) designer che lo spingerebbe verso una soluzione apprezzabile da tutti, ignorando eventualmente le esigenze particolari.

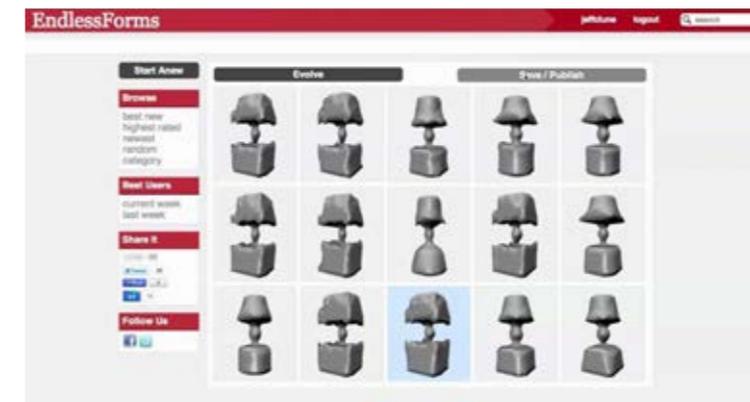
Questo approccio è osservabile anche nella letteratura sull'Open Design. De Mul (2011) enfatizza l'importanza della gestione virtuosa di numerosi variabili, sostenendo un'interpretazione della figura del designer come meta-designer che progetta uno spazio progettuale multidimensionale, predisponendo anche un'interfaccia amichevole per l'utente, in modo da poter diventare il co-designer dei propri artefatti.

Questo concetto di meta-design può essere percepito come design per designers (Fischer e Giaccardi, 2006). Sulla base del presupposto che non tutti gli usi e utenti futuri possono essere previsti nel momento della progettazione, l'approccio del meta-design crea sistemi aperti che possono essere modificati dagli utenti stessi, agendo in questo modo come co-designer durante l'utilizzo. Discutendo di sistemi informatici complessi, Fischer e Ostwald (2002) propongono il *seeding, evolutionary growth, reseeding (SER) model*: un approccio iterativo che si basa sull'idea di avviare un progetto piccolo e semplice (*seed*) con ampia potenzialità di crescita e cambiamento. Secondo questo modello, i meta-designer cominciano costruendo un progetto 'seme' incompleto o volutamente semplicistico, ma lasciano all'utente la possibilità di contribuire all'evoluzione del sistema con un numero alto di piccoli contributi. A questo punto, tornando alle attività più pianificate del meta-designer, la fase di *reseeding* avvia un miglioramento o addirittura una ristrutturazione del sistema secondo ciò che suggeriscono i contributi raccolti. Il valore pratico di quest'approccio è stato dimostrato da altri.

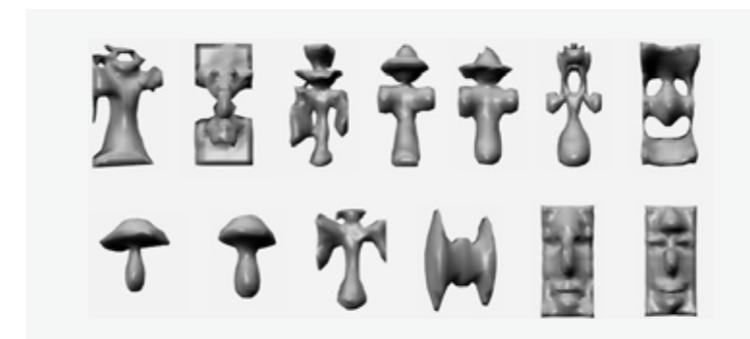
Grace et al. (2015), ad esempio, hanno applicato il modello SER allo sviluppo iterativo di NatureNet: una piattaforma partecipativa di *citizen science*; questo termine viene usato per definire l'outsourcing di attività semplici ma indispensabili per lo sviluppo scientifico, coinvolgendo un'ampia base di cittadini non esperti della materia. Fischer (2009) sostiene che quest'approccio di meta-design può essere valido non solo per artefatti virtuali (software), ma anche per molti altri campi, inclusi gli artefatti fisici: ciò è facilitato dalle tecnologie digitali, che minimizzano l'investimento iniziale e massimizzano la flessibilità logistica, permettendo un'evoluzione graduale del progetto.

Esistono numerose piattaforme di *mass customization* che usano la creatività degli utenti, da piccole realtà come Nervous Systems, Makies, Opendesk, Sketchair fino ai grandi brand come Nike o Adidas. La personalizzazione offerta da queste realtà di solito è piuttosto limitata riguardo la morfologia e la tipologia dei prodotti; limitazione dovuta sia dalle tecnologie di manifatturiera che dalle tecnologie informatiche di modellazione 3D particolarmente stringenti nel caso di programmi on-line. Ad oggi dunque non ci sono molte notevoli applicazioni del modello SER nel caso di prodotti fisici: l'evoluzione significativa (e imprevedibile) è molto difficile da gestire in modo efficace, rendendo raro l'implementazione della fase di *reseeding*.

Un esempio interessante è la piattaforma sperimentale Endlessforms.com, che permette l'evoluzione di geometrie 3D attraverso un'interfaccia che prende l'input dell'utente come una forza che guida la selezione in un processo evolutivo digitale (Clune e Lipson, 2011). Tuttavia, in assenza di forti incentivi per stimolare i contributi, non c'è stata un'attività (o comunità) significativa sul sito negli ultimi anni. Come notano Brereton and Buur (2008), la partecipazione rilevante è raggiungibile solo quando i partecipanti ricevono qualcosa di apprezzabile in cambio, per cui l'attenta calibrazione di questo scambio dovrebbe essere una considerazione importante in ogni progetto partecipativo che mira a raggiungere risultati sostenibili. Parlando della loro esperienza con un progetto di mappatura partecipativa, DiSalvo et al. (2007) ci avvisa riguardo l'illusione ricorrente di un pubblico motivato e pronto a partecipare attivamente. Al contrario, sostengono che tale pubblico va sistematicamente costruito, ordinato e mantenuto attraverso azioni e interventi mirati del designer o del ricercatore. Per fornire una base stabile alla partecipazione, dovrebbe essere chiaro che cosa tiene insieme il pubblico



La piattaforma Endlessforms.com: l'utente governa lo sviluppo delle geometrie passo per passo, scegliendo la desiderata direzione di evoluzione.



Una selezione di geometrie generate sulla piattaforma Endlessforms.com,



Alcuni esempi realizzati con diverse tecnologie di stampa 3D.
Fonte delle immagini: <https://www.shapeways.com/blog/archives/972-interview-with-jeff-clune-on-endlessforms-the-evolution-of-objects-for-3d-printing.html>

di una vera e propria comunità: ad esempio, Armstrong and Hagel (1999) classificano le comunità online secondo quattro orientamenti possibili: per transazione, interesse, fantasia e relazioni.

In ogni caso, possiamo affermare che la disciplina design ha una capacità crescente di coinvolgimento degli utenti, considerandoli sempre più sorgente di contributi creativi e avvicinando la visione già menzionata di Toffler (1980) sulla figura del *prosumer*. Elaborando ulteriormente il concetto della cultura dei consumatori che si sta spostando più verso una cultura di partecipazione, Fischer (2009) nota l'emergenza di nuovi modelli intermedi con diversi livelli di partecipazione, a seconda dell'esperienza e del talento; oltre ai *prosumer*, si possono osservare appassionati esperti, produzione sociale o collaborazione di massa. Per garantire il coinvolgimento produttivo di questa varietà di figure potenzialmente utili, sarebbe necessario un modo altamente strutturato di collaborazione. Ad esempio Hess e Pipek (2012) hanno sperimentato un sistema caratterizzato da una struttura di delegazione, organizzando i partecipanti in un 'parlamento di utenti'; esso era sorvegliato da un comitato centrale, composto dai rappresentanti dell'impresa (committente della ricerca) e dai membri prominenti della comunità degli utenti, assicurando così una voce a tutti gli stakeholder nella decisione finale.

Un altro esempio ancora più strutturato – e anche commercializzato – è quello di Quirky: una piattaforma che gestisce lo sviluppo di prodotti partendo da 'invenzioni' selezionate da una comunità online; queste idee verranno elaborate in collaborazione con un team interno di designer, ingegneri, ricercatori ed esperti di marketing. Il tracciamento preciso dei cosiddetti *influencers* è un tentativo estremamente ambizioso per quantificare i contributi, e anche un modello di crowdsourcing che potrebbe diffondersi maggiormente in futuro. Tuttavia, un criticismo che si può esprimere nei confronti delle piattaforme di crowdsourcing è che tendono a operare come sistemi di semplice raccolta dei contributi, dove i partecipanti contribuiscono con i propri interessi e abilità; le altre attività cruciali del processo progettuale (come critica, analisi, miglioramenti, estensioni, negoziazioni...) non avvengono però qui, o non sono ben supportate; di conseguenza il loro valore non è adeguatamente riconosciuto (Fischer 2009). Tale debolezza delle piattaforme di *open innovation* è spesso impostata dallo stesso proprietario dell'organizzazione che, volente o nolente, limita il dialogo tra gli utenti al momento di stabilire i canali di collaborazione in modo superficiale (Singh e Gu-

rumurthy 2013). Un'altra importante sfida per l'applicazione degli strumenti di software collaborativi durante il processo di sviluppo di nuovi prodotti è l'organizzazione di un'ecologia collaborativa sociale, che di solito non emerge automaticamente, ma che richiede uno sforzo consapevole per il coordinamento degli *stakeholder*, allo scopo di creare le condizioni ottimali in grado di garantire la loro partecipazione produttiva (Yenicioğlu e Suerdem, 2015).

3.4 Intelligenza collettiva nel design

Per molto tempo, l'intelligenza collettiva è stata presente nell'atto di creare artefatti di uso quotidiano, ma da quando il design è diventato una professione, la natura collaborativa del processo progettuale è diventata progressivamente più esplicita. Le tecnologie dell'informazione possono aiutare sia aumentando la qualità della collaborazione, sia aumentando la quantità dei collaboratori. L'intelligenza collettiva, come definisce Pierre Lévy (1997), è «una forma di intelligenza universalmente distribuita, continuamente aumentata, coordinata in tempo reale, risultando una mobilitazione efficace di conoscenze». Aggiunge anche che la base e lo scopo dell'intelligenza collettiva è il riconoscimento e arricchimento reciproco degli individui. Il termine 'intelligenza collettiva' appare in sociobiologia, scienze politiche, come anche in sistemi di *peer review*, e può manifestarsi in diversi modi tra facilitazione del consenso, tracciamento delle reputazione sociale e professionale, sistemi di votazione, social media o altri meccanismi che quantificano le attività delle masse.

Progettare artefatti per altre persone in un certo senso è sempre stato frutto dell'intelligenza collettiva: per esempio, oggetti realizzati da artigiani sono stati sempre costruiti sull'esperienza di diverse generazioni di artigiani, utilizzando il feedback dei clienti. Nel ventesimo secolo, il design è diventato una professione generalista affidandosi sulla collaborazione di specialisti e altre professioni, rendendo esplicita la natura collaborativa dello sforzo progettuale. Già Jones (1970) incoraggiava un approccio 'scatola di vetro' al design per promuovere la collaborazione, rendendo trasparente il lavoro creativo, contrariamente all'approccio 'scatola nera' che nasconde o mistifica il processo creativo. Superando ancora il concetto della scatola di vetro, Jones parla del designer come sistema auto-organizzante. Il successo delle pratiche multi-, inter- e trans-disciplinari come IDEO ha dimostrato ampiamente il potenziale delle collaborazioni di alta qualità.

Mentre il design affronta problemi sempre più complessi con un

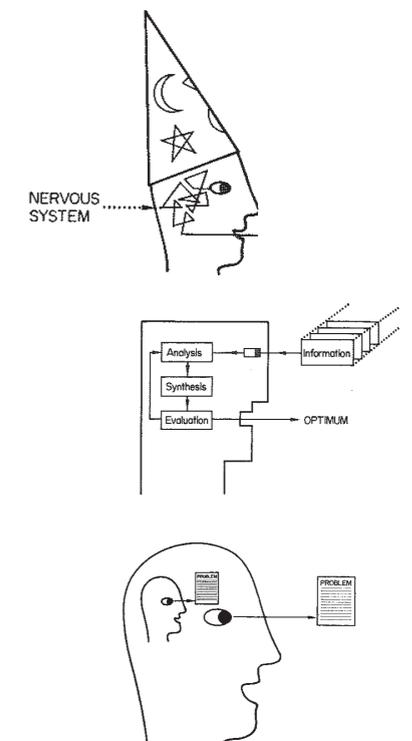


Illustrazione degli approcci progettuali 'black box', 'glass box' e 'self-organizing system' (Jones (1970), pp. 46, 50, 55)

approccio sistemico, dall'altro lato sta anche adottando nuovi strumenti intellettuali, imparando capacità satellite da altre professioni (in parte grazie al tempo risparmiato con l'utilizzo di strumenti più efficienti per le attività centrali al design, ad es. software grafici). L'espansione delle conoscenze del design (e di tante altre professioni) è agevolato da Internet, rendendo più accessibile la conoscenza e facile la collaborazione, almeno a distanza.

Come osserva Weinberger (2012), contrariamente all'epoca dell'informazione cartacea necessariamente riduzionista, con un medium illimitato come l'internet la distinzione tra informazioni (più o meno valide diventa difficile: non ci sono più canali indiscutibili della conoscenza giusta. Con la metafora di Weinberger, la persona più intelligente della stanza è la stanza stessa: la somma e la sovrapposizione di tutte le idee. Così l'intelligenza collettiva può rendere possibile risultati altrimenti inottenibili in modi sia qualitativi che quantitativi. Nel primo caso, la collaborazione stretta di un gruppo definito di persone (come designer, ingegneri, sociologi, utenti finali, investitori...) mette a sistema la conoscenza di discipline differenti, portando a una qualità di output maggiore rispetto a quella ottenibile da un qualsiasi partecipante; ciò può essere considerato un modo qualitativo di trarre benefici dall'intelligenza collettiva. La collaborazione può accadere al vivo o attraverso la semplice telecomunicazione, ma gli strumenti online di collaborazione (ad es. Trello, Asana, Basecamp etc.) hanno reso molto più semplice la gestione del flusso progettuale anche a distanza. D'altronde, nuove qualità possono emergere anche da grandi quantità di persone che collaborano in modo meno stretto ma più veloce; per un livello relativamente basso di coinvolgimento l'internet è un medium particolarmente adatto. Il costo ridotto e l'elaborazione automatizzata degli input rende possibile anche a cittadini senza competenze particolari di contribuire a progetti scientifici di alto livello: come Fold.it che utilizza *crowdsourcing* e *gamification* per risolvere problemi geometrici troppo complessi per i computer, ma adatti all'immaginazione spaziale umana (riguardo la piegatura di molecole di proteine per la ricerca biomedica). Un altro esempio che sfrutta la potente corteccia visiva degli utenti umani del web è Re-CAPTCHA (Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart), che sta aiutando a digitalizzare libri scansionati una parola alla volta, mentre gli utenti si registrano su vari siti web (anche se ormai Re-CAPTCHA comincia ad essere sostituita dal semplice pulsante "I'm not a robot").

Attraverso piattaforme che collegano i committenti con le 'masse', il *crowdsourcing* è diventato disponibile al largo pubblico sia per compiti generici (taskrabbit.com o fiverr.com), sia per progetti di design (crowdspring.com). L'utilizzo di crowdsourcing per il design era limitato soprattutto a progetti di natura grafica che ha strumenti standardizzati di produzione, come schermi e stampanti; tuttavia, con l'emergenza della Fabbricazione Digitale in affidabili centri di servizi online, la stessa logica di crowdsourcing potrebbe essere maggiormente distribuita anche nel product design. Dunque si può osservare un avvicinamento alla visione di Doug Engelbart (1962), pioniere della computazione 'interattiva' come lo conosciamo oggi, popolarizzato dal 1968 con l'influente dimostrazione sperimentale conosciuto come "Mother of all demos". Esso ha cercato di modellare un futuro con «lavoratori di conoscenza che utilizzano complessi e potenti strumenti di informazione per sfruttare la loro intelligenza collettiva» (come riassume Bret Victor, 2012).

Intelligenza collettiva per lo sviluppo aperto

Nelle società post-industriali, la specializzazione ha raggiunto livelli tali che solo una piccola percentuale dei cittadini può capire il funzionamento delle fondamentali macchine di produzione alimentare. Costruire questi macchinari è praticamente monopolio di grandi aziende, che fermano lo sviluppo con il loro patrimonio di brevetti. Il progetto Open Source Ecology (2015) mira a riacquisire il controllo sulle invenzioni fondamentali che permettono la vita moderna. Per raggiungere tale scopo immaginano un kit di sopravvivenza per un'intera civiltà.

«The Global Village Construction Set (GVCS) is a modular, DIY, low-cost, high-performance platform that allows for the easy fabrication of the 50 different Industrial Machines that it takes to build a small, sustainable civilization with modern comforts. We're developing open source industrial machines that can be made at a fraction of commercial costs, and sharing our designs online for free.» (Open Source Ecology, 2015)

Il progetto, iniziato nel 2003, è un'interessante manifestazione dell'intelligenza collettiva, che potenzia piccole comunità in tutto il mondo secondo i principi del Movimento Maker; quest'ultimo ha avuto una risonanza importante nella comunità del Design, particolarmente per quanto riguarda la rapida evoluzione ('rivoluzione') della Fabbricazione Digitale che è sempre stata molto legata ai Maker Spaces e Fablab, oltre che ai laboratori universitari.



Alcune delle macchine del Global Village Construction Set. Mentre il design è rudimentale, è notevole lo sviluppo condiviso che mira a diffondere l'essenziale sapere industriale

6. <https://www.thingiverse.com/>
7. <https://mymakie.com>
8. https://n-e-r-v-o-u-s.com/shop/search_tags.php?search=custom
9. <https://www.opendesk.cc>
10. <http://atfab.co/>
11. <http://www.sketchchair.cc/>

La nuova accessibilità economica ha permesso ai designer l'utilizzo della FD non solo per la prototipazione rapida, ma anche per la stampa 3D diretta di prodotti interi – o componenti - pronti all'utilizzo. La condivisione di modelli pronti per la stampa su piattaforme come Thingiverse[6] è stato un importante passo iniziale non solo per la produzione distribuita ma anche per il design open source, permettendo ai designer di costruire direttamente sui lavori degli altri, per poi ri-condividere gli sviluppi con la comunità.

Passando ad esempi più *mainstream*, si ricorda il fenomeno già discusso di *mass customization* che ha aperto la strada per contribuire al design dei propri prodotti, anche ai consumatori senza particolari competenze di design. Mentre questa pratica industriale non è nuova, il livello al quale arriva con la stampa 3D è qualitativamente diverso. Con progetti come le bambole Makies[7] o i gioielli di Nervous Systems[8], l'utente ha la possibilità di creare oggetti dalle morfologie uniche (inconfondibilmente legati all'utente, nel primo caso). La forma finale è influenzata da tre forze principali: la tipologia decisa dal designer, l'algoritmo (software) che definisce i dettagli esatti secondo certi parametri e la scelta dell'utente, che decide questi parametri secondo le proprie preferenze.

Oggi la stampa 3D è ancora piuttosto limitata in termini di misura e scelta di materiale, ma frese a controllo numerico permettono anche oggetti grandi per essere personalizzati e realizzati su richiesta. I mobili Opendesk[9] rappresentano alternative reali di alta qualità; essi competono con i prodotti seriali, ma introducono una filosofia Open Source nella filiera di progettazione-produzione-consumo: la piattaforma web collega designer, laboratori di maker e consumatori. I progetti da realizzare possono essere sia inoltrati al laboratorio più vicino per la produzione, sia scaricati per una ulteriore modifica o la produzione fai-da-te; in questo modo sia gli utenti finali sia i (piccoli) produttori (artigianali) ottengono un ruolo più proattivo e un'opportunità di aggiungere la loro intelligenza al prodotto finale personalizzato. Questo scopo è condiviso anche da altre piattaforme, come AtFAB[10] o Sketchchair[11]; quest'ultimo è un software che permette agli utenti di disegnare un profilo semplificato di una sedia, provarne digitalmente l'ergonomia e finalmente esportare i file CAD dei componenti da realizzare con il taglio a controllo numerico.

Gli esempi precedenti del design aperto hanno un 'flusso di intelligenza' relativamente lineare e semplice da comprendere; la piattaforma Quirky invece ha una serie di meccanismi raffinati (in parte

già accennati per le loro qualità nell'ottica del 'partecipativo'). Questo modello ibrido è caratterizzato sia dalla collaborazione stretta tra partecipanti, sia dalla grande comunità che ormai supera un milione di persone, con la peculiarità di condividere il processo progettuale tra la comunità di ideatori online e il team di esperti offline, che operano con tutta l'infrastruttura e la professionalità di uno studio di progettazione. Con questo apparato ibrido l'azienda sviluppa 'normali' prodotti per la vendita attraverso canali convenzionali, ma il processo di sviluppo è profondamente influenzato da una logica di intelligenza collettiva. Su Quirky il processo progettuale parte dalla selezione di idee (o 'invenzioni') pubblicate sui forum online, dove gli 'inventori' sono incoraggiati a elaborare le loro idee con altri membri 'influenzatori' della loro rete, per poi presentare un concept dettagliato votato dall'intera comunità. Settimanalmente gli esperti di Quirky discutono pubblicamente le dieci migliori idee da sviluppare con il team 'offline', continuando naturalmente a condividere i risultati parziali per feedback. Se e quando il prodotto riceve la luce verde dai partner di vendita, la produzione comincia e l'inventore riceve delle royalty insieme a tutti gli altri 'influenzatori', distribuiti secondo l'importanza del loro contributo, mirando così a creare gli incentivi necessari per un meccanismo sostenibile di innovazione continua, che possa premiare il valore effettivo dei prodotti messi sul mercato. Il tracciamento preciso delle influenze è un tentativo ambizioso per quantificare i contributi basati sull'intelligenza collettiva, e anche un notevole modello di crowdsourcing che potrebbe diffondersi ulteriormente in futuro.

Il futuro dell'intelligenza collettiva nel Design

Precedentemente è stata identificata una serie indubbiamente parziale di casi studio che rappresentano una gamma di approcci diversi con cui l'intelligenza collettiva può influenzare il Design del prodotto. Bisogna però notare una difficoltà: la collaborazione può appoggiarsi su una larga base di conoscenze, ma il coordinamento deve creare un consenso per raggiungere finalità progettuali, per cui i collaboratori aggiuntivi non necessariamente risultano una qualità più alta, ma possono rallentare seriamente il processo delle decisioni creative: il 'costo di transazione' aumenta facilmente insieme al numero dei collaboratori, riducendo anche l'efficienza e potenzialmente l'efficacia del processo; si rende così difficile creare soluzioni con un'identità forte. Un'ulteriore criticità che si può identificare sta nel fatto che l'affidamento al collettivo tende a riflettere

lo stato presente dell'identità della comunità, il che non necessariamente aiuta il Design a muoversi verso visioni strategiche: come nota Verganti (2009), il Design deve creare significati anche radicalmente nuovi (che nel design italiano ha un ruolo centrale), per la quale sono necessari atti anche sovversivi. Nelle sue raccomandazioni riguardo le politiche e la formazione, mirando la promozione dell'innovazione radicale di significati, Verganti (2009) suggerisce lo spostamento dell'attenzione dalla massimizzazione delle collaborazioni al come e con chi si collabora.

Per concludere quest'exkursus sull'intelligenza collettiva nel design, si nota che probabilmente resterà luogo sempre per la creatività degli individui, specialmente se i designer continueranno ad arricchirsi di nuovi strumenti sia concettuali che tecnologici; come ad esempio il nuovo paradigma di computazionale contestuale, che secondo alcuni proponenti permetterà un modo profondamente migliorato di pensare grazie all'ausilio costante e automatico dell'intelligenza della Rete (Starner, 2015).

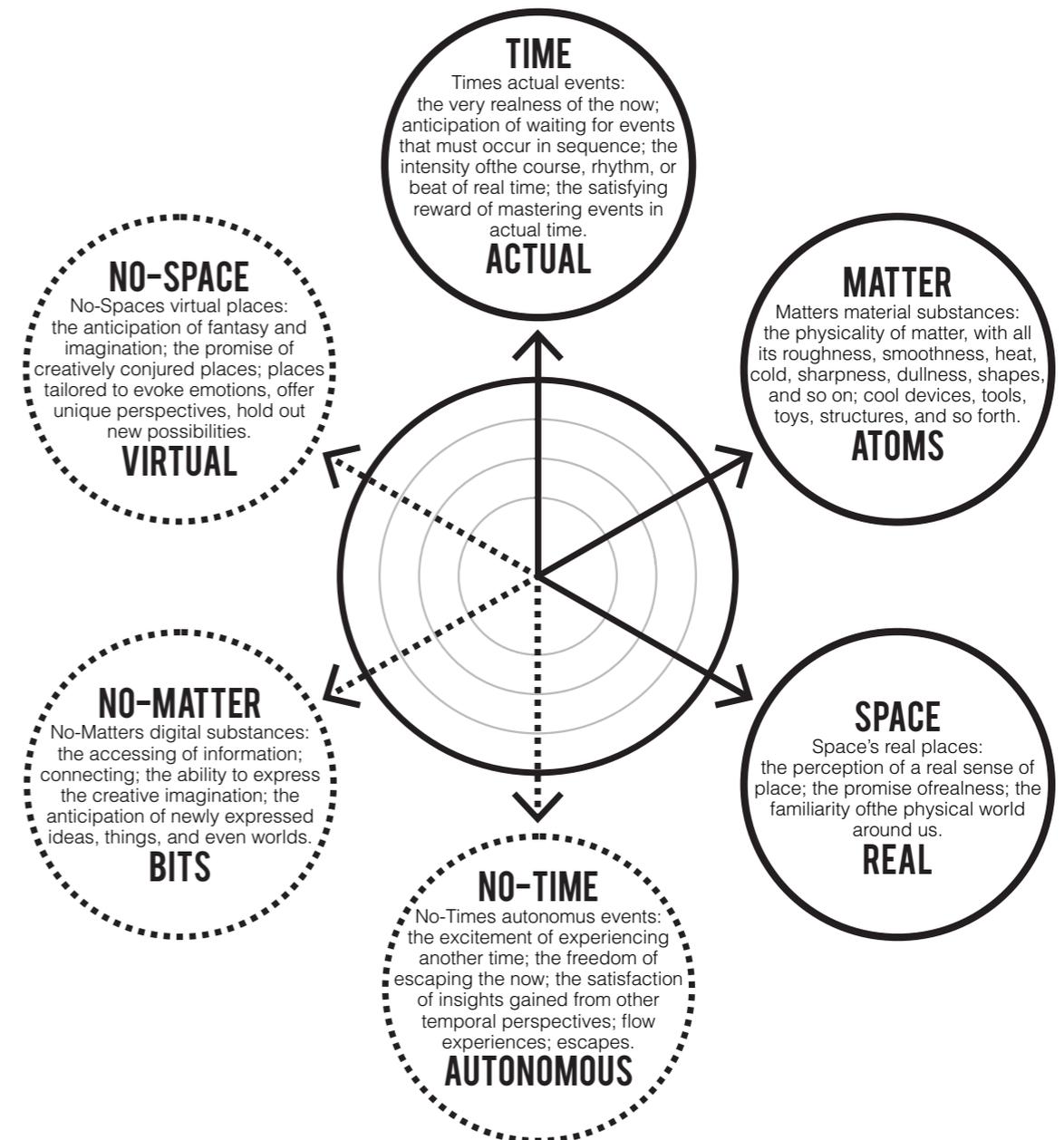
3.5 Prodotti tra reale e virtuale

Molti dei fenomeni di apertura finora accennati sono abilitati da un utilizzo virtuoso delle tecnologie digitali, che rende possibile una permeabilità tra reale e virtuale. Come nota già Maldonado (1992), usando il termine virtuale nel senso di 'illusorio',

«il virtuale non è una novità, e meno ancora – come pretendono alcuni – una stravolgente novità. Da sempre, noi umani abbiamo avuto la possibilità (e l'impellente necessità) di arredare illusoriamente il mondo. È superfluo ricordare, perché troppo ovvio, la nostra propensione a illuderci, a farci illusioni, sulla realtà, e su noi stessi, e a rendere irreali il reale, e viceversa. Mi riferisco, di preciso, alla nostra capacità affabulatoria, ossia, alla nostra attitudine a generare illusioni e a credere (e far credere) che siano reali.»

Maldonado osserva, senza allarmismo ma con tono preoccupato, come la proliferazione della virtualità potrebbe portare a una cultura dell'effimero; una previsione che oggi sembra abbastanza verificata. La diffusione del virtuale, porta anche nuove opportunità per il Design, che può progettare esperienze che oscillano virtuosamente tra reale e virtuale, creando nuovi valori altrimenti inottenibili per l'utente finale. Senza negare che l'esperienza più interessante resterà sempre (?) quello che accade nel mondo reale, Pine & Korn (2011) propongono un *framework* interessante per comprendere e

Pagina di fronte: illustrazione delle dimensioni/estremità del framework 'multiverso' di Pine e Korn (2011). Illustrazione elaborata sulla base di questo testo; il formato di diagramma radar è suggerito dagli autori per la comprensione dell'esperienza fornita da un prodotto/servizio già esistente.

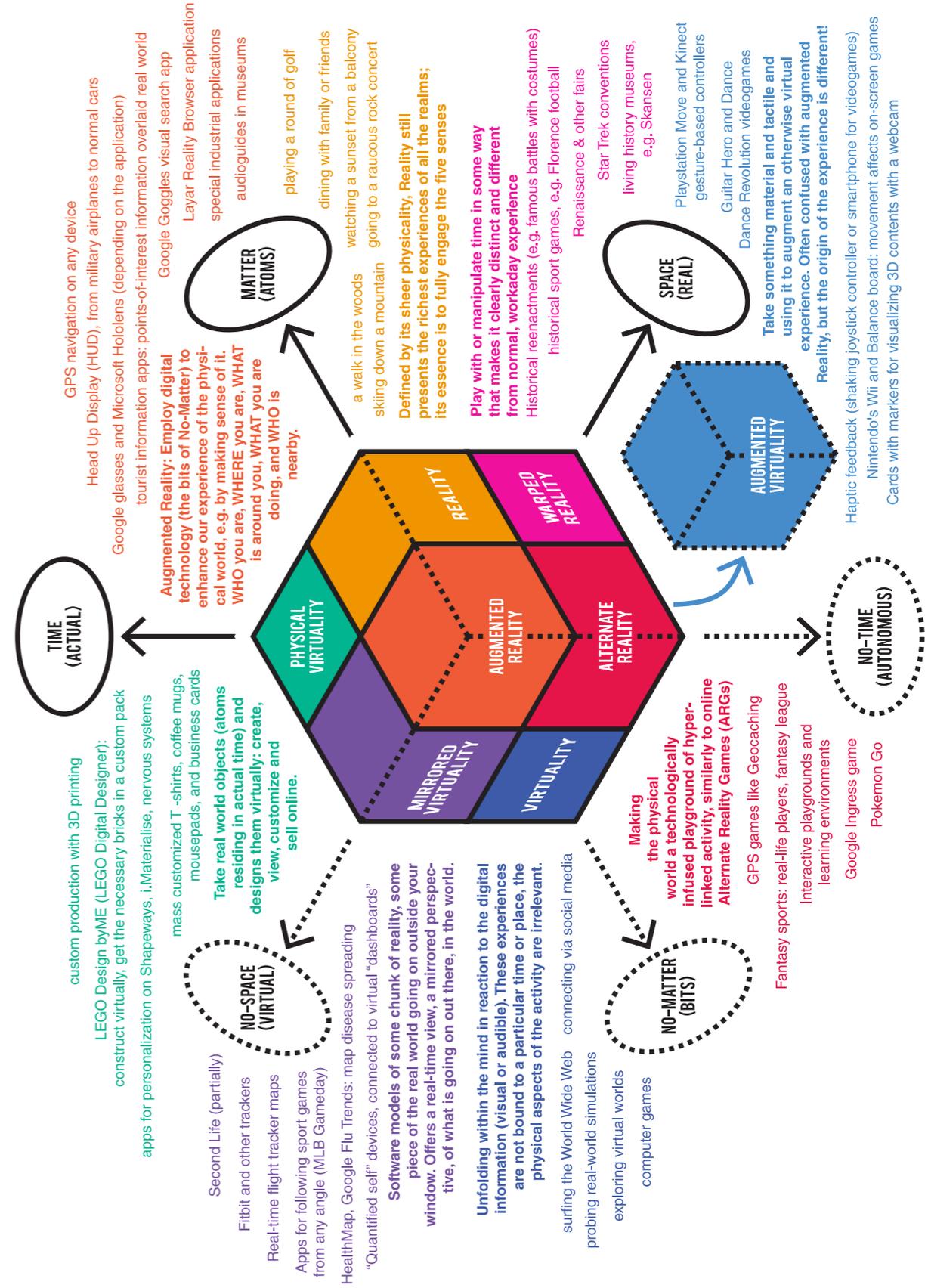


creare esperienze sulla “frontiera digitale”. Partono dall’osservazione che le esperienze umane possano essere analizzate secondo le tre dimensioni del mondo della fisica: Spazio, Materia e Tempo. Nella virtualità però queste tre dimensioni si ribaltano: l’esperienza si svolge in un non-Spazio, con non-Materia e nel non-Tempo, ossia in uno Spazio virtuale, con Materia di bit (anziché atomi) e in un Tempo autonomo.

L’osservazione chiave di Pine & Korn è che tra le due estremità di Realtà e Virtualità ci siano sfumature distinguibili attraverso il grado di virtualità delle tre dimensioni di spazio, materia e tempo. Similmente al quadrato semiotico che classifica concetti in quattro categorie secondo due opposte di due dimensioni, il framework di Pine & Korn classifica esperienze secondo tre dimensioni in $2 \times 2 \times 2 = 8$ ‘regni’ (realms), costituendo un ‘cubo semiotico’ (termine da libera interpretazione). La combinazione dello Spazio, Materia o Tempo – vero o negato – in ogni ‘regno’ permette esperienze qualitativamente diverse, che si elencano di seguito (accanto all’iniziale della dimensione, “+” o “-” indicano se la dimensione in questione è rilevante per l’esperienza o meno):

- Realtà (+S, +M, +T): definita dalla sua fisicità, permette le esperienze più ricche, coinvolgendo tutti i sensi;
- Realtà aumentata (+S, -M, +T): utilizza le tecnologie digitali (i bit della non-Materia) per aumentare l’esperienza del mondo fisico, ad esempio spiegando aspetti sconosciuti di questo;
- Realtà alternativa (+S, -M, -T): rende il mondo fisico uno sfondo per le attività di carattere virtuale, digitalmente interconnessa con un mondo di fantasia;
- Realtà deviata (+S, +M, -T): manipola il tempo in qualche modo per creare un distacco dall’esperienza quotidiana;
- Virtualità (-S, -M, -T): crea un’esperienza che riflette informazioni prevalentemente digitali, rendendo quindi irrilevanti le circostanze fisiche dell’utente durante l’esperienza;
- Virtualità Aumentata (-S, +M, -T): aumenta un’esperienza prevalentemente virtuale con qualcosa di fisico e tattile; confondibile con la realtà aumentata, qui però la virtualità domina l’esperienza;
- Virtualità Specchiata (-S, -M, +T): ricrea un pezzo rilevante della realtà nello spazio virtuale, ma in tempo reale, offrendo una prospettiva diversa;
- Virtualità Fisica (-S, +M, +T): trasforma qualcosa di virtuale in fisico, ovvero utilizza interfacce virtuali per creare oggetti reali.

Pagina di fronte: illustrazione dei ‘regni’ del framework ‘multiverso’ di Pine e Korn (2011). Illustrazione elaborata sulla base di questo testo; la rappresentazione a cubo radar è suggerita dagli autori per la comprensione dell’esperienza fornita da un prodotto/servizio già esistente e la ideazione di nuove esperienze.



L'ultimo di questi 'regni' evidenzia la rilevanza del framework riguardo la ricerca dottorale: la prevista personalizzazione attraverso il Design Computazionale per realizzare oggetti con la Fabbricazione Digitale è chiaramente una situazione dove l'esperienza parte dalla Virtualità, per poi diventare Fisica. Alcune delle esperienze possono sembrare difficili da comprendere partendo dalla descrizione estremamente sintetica di sopra; per questa ragione si include di seguito una illustrazione che chiarisce il rapporto tra le zone del 'multiverso' descritto da Pine & Korn. Questo *cheat sheet* (un elaborato grafico derivato dal libro citato, per facilitare l'organizzazione di un workshop) aiuta la comprensione delle esperienze descritte tramite numerosi esempi. Dunque, questo framework è uno strumento conoscitivo che permette la comprensione più articolata del valore percepibile di prodotti e servizi che hanno a che fare con il digitale. Un dato interessante dal punto di vista progettuale è che può anche stimolare l'evoluzione digitale di un prodotto o un servizio esistente: dopo la collocazione nel cubo, è possibile spostarlo invertendo una o più delle sue dimensioni. Tale logica di evoluzione progressiva di offerte 'reali' verso la virtualità (o viceversa, offerte virtuali verso la realtà) sembra promettente, se si considera che le tecnologie centrali della ricerca dottorale (FD&DC) fanno da ponte tra fisico e digitale.

Avendo visto in astratto come l'esperienza con prodotti (o servizi) possa essere plasmata tra reale e virtuale, si nota che oggi sempre più prodotti della realtà fisica hanno un'identità virtuale, tracciata attraverso spazio e tempo grazie all'Internet of Things, costituendo quel che Sterling (2005) chiama 'spime' (space + time), oggetto di cui l'intera storia è automaticamente registrata. Sterling prevede una diffusione capillare di questi oggetti 'intelligenti' nel futuro. Già oggi comunque è nota la diffusione del fenomeno in ambiente industriale, che fruisce sempre più il big data; ma anche al livello dei consumatori è osservabile una diffusione della 'volontà' di essere tracciati, soprattutto con la promessa della migliore salute che motiva il movimento *quantified self*. In un futuro dove oggetti del genere saranno sempre più prevalenti, saranno abbondanti anche i flussi di dati che potranno contribuire all'ottimizzazione degli prodotti e alle creazioni di esperienze digitali su misura, da coordinare con artefatti su misura.

Oltre a tecnologismi, la conoscenza digitale sempre più accurata del mondo circostante potrà permettere di stabilire anche interazioni

sempre più sofisticate e soddisfacenti attraverso una narrativa che evolve nel tempo. Chapman (2005) osserva che la maggior parte degli prodotti ha una capacità narrativa molto limitata, che si esaurisce presto dopo l'acquisto iniziale, e la mancanza di una narrativa continuamente (ri)creata contribuisce all'esaurimento dell'empatia tra l'utente e l'oggetto che, di conseguenza, viene scartato e sostituito molto prima che diventi realmente inutilizzabile. Quindi, anche con l'ottica della sostenibilità, Chapman chiama i designer a creare e possibilmente a sostenere narrative forti e variegata che possano creare prodotti emotivamente durevoli. Questo obiettivo potrebbe essere agevolato dalla permeabilità crescente tra digitale e fisico, non solo per prodotti *smart* con elettronica integrata e comportamenti dinamici, ma anche per prodotti statici, che possono essere unici e irripetibili se sfruttassero bene le opportunità digitali di fabbricazione e di servizio collegato. Per concludere questo paragrafo, si torna a Pine e Korn (2011) osservando che dal punto di vista dell'effetto finale conta poco se l'esperienza è basata su stimoli 'reali' o 'virtuali':

«The experience happens inside each person. [...] the actual experience is your internal reaction to the external stimuli staged in front of you, whether those stimuli are generated via Reality, Virtuality, or a third space anywhere in between. All experiences truly exist only in the mind. [...] There's no escaping the reality: it's really all real [...] There's no escaping the verity: it's virtually all virtual. So design for the mind no matter what you want to do with the body.»

3.6 Design e il nuovo artigianato digitale

Quest'ultimo paragrafo esamina diversi modi di apertura del progetto verso approcci inconsueti e si osserva il riavvicinamento del design all'artigianato, grazie alle nuove tecnologie, considerando anche l'importanza dell'artigianato nell'economia italiana.

La Fabbricazione Digitale e il Design Computazionale, che la ricerca dottorale mira a valorizzare, permettono un'unicità, una ricchezza morfologica e tipologica che sono valori spesso associati anche a prestigiosi prodotti di artigianato. D'altra parte, storicamente il Design (o meglio il Disegno Industriale) è nato per supportare l'industria che man mano ha sostituito gran parte dell'artigianato, spostando così l'attenzione verso valori fondamentalmente diversi: il benessere di gruppi generalizzati di clienti attraverso la replica meccanica della migliore soluzione possibile per un problema ben

definito. Shiner (2007) cerca di chiarire la vera differenza tra artigiano, design e arte attraverso quattro caratteristiche distintive: l'artigiano elabora sostanzialmente a mano (1) una gamma specifica di materiali (2) maestosamente (3) per ottenere un artefatto utile (4); per il design invece quest'ultima è l'unica caratteristica indispensabile. Ma nella pratica contemporanea, la Fabbricazione Digitale spesso agevola o sostituisce sia il lavoro manuale dell'artigiano che i processi produttivi industriali, portando il designer a una condizione sempre più simile a quella dell'artigiano. Dunque, si può immaginare un'evoluzione convergente per designer e artigiani, manifestata anche nel loro simile impegno per la sperimentazione con forme, linguaggi, funzioni e, potenzialmente, con nuovi modi di servire le esigenze dell'utente. D'altronde, in Italia, il rapporto tra design e artigianato ha radici profonde. È nota la stretta collaborazione tra artigiani e designer. Un noto esempio è Giovanni Sacchi, modellista che ha dato forma a numerosi classici del design italiano, interpretando le visioni dei designer. Il ruolo dell'artigiano 'traduttore' è quindi complementare al designer nella tradizione italiana; questo rapporto significa un partenariato piuttosto che una situazione subordinata, dove l'artigiano esegue il progetto del designer (come sarebbe tipico nella produzione industriale). Micelli (2011) nota la verosimile insostenibilità della pratica tradizionale dell'artigianato nostalgico o quello del fornitore per l'industria; sottolinea invece la necessità della specializzazione, individuando tre approcci: l'artigiano traduttore (appena descritto), l'artigiano creativo e l'artigiano adattatore. L'artigiano creativo è caratterizzato dall'unicità dei suoi rendimenti, che può essere espresso in un artigianato artistico (maestri d'arte), ma anche nel lavoro di sperimentazione presso imprese o strutture di ricerca che sviluppano prodotti innovativi da prototipare. Infine, Micelli parla dell'artigianato adattatore, che personalizza i suoi prodotti secondo le preferenze particolari dell'utente – l'esigenza che anche la già discussa *mass customization* cerca di soddisfare.

Dunque, l'apertura dell'artigianato verso collaborazioni creative con altri interlocutori può portare un valore straordinario alla società: l'artigiano è portatore di una cultura professionale, motivazioni che lo spingono a realizzare un lavoro di alta qualità; la sua pratica manuale risulta quindi anche un arricchimento delle conoscenze. Sennett (2008) nota che l'atteggiamento dell'artigiano è ugualmente applicabile e importante per una lunga serie di professioni, dal medico all'informatico. Granelli (2010) osserva infatti che anche nel mon-

do digitale serve l'atteggiamento dell'artigiano che ha una conoscenza profonda della materia (informatica) del suo lavoro, e quindi può modificarlo e adattarlo virtuosamente alle esigenze specifiche dei suoi clienti – pratica particolarmente forte nel contesto italiano, meno ricco di grandi produttori di software. Dunque esiste un modo artigianale di svolgere l'innovazione digitale, anche se questo differisce sostanzialmente dall'innovazione praticata in modo scientifico o ingegneristico: mentre questi determinano un fine da raggiungere e adattano i mezzi secondo le necessità originate dall'obiettivo prestabilito, il percorso innovativo dell'artigiano è guidato dai mezzi che ha a disposizione, e quindi realizza cose nuove grazie all'utilizzo creativo delle sue risorse, prestando il concetto del *bricoleur* da Levi-Strauss (1962). Questo atteggiamento è la caratteristica chiave del movimento Maker, ormai ampiamente diffuso anche in Italia, che si appoggia alle possibilità offerte dalla famiglia crescente di strumenti della Fabbricazione Digitale, soprattutto a basso costo, con un'ideologia dominata dalla democratizzazione dell'accesso ai mezzi di produzione. Secondo Anderson (2012) la produzione digitale è percepibile come una rivoluzione industriale che tenderà ad agire contro la globalizzazione e ad avvicinare la progettazione al luogo di produzione e di consumo. Dal punto di vista economico, l'evoluzione tecnologica e il movimento Maker ha reso ampiamente accessibile una serie di tecnologie di Fabbricazione Digitale, componenti elettroniche di controllo digitale sofisticato, sistemi hardware e software. L'ambiente creativo dei Makerspace e la rete dei Fab Lab hanno dimostrato che l'utilizzo di queste tecnologie ormai è a portata di tutti; infatti una componente fondamentale della 'retorica' dei Maker è la formazione, sia di adulti che di giovani. Di conseguenza, il movimento Maker contribuisce a una crescita di conoscenze che potrebbero alimentare un rinnovo del tessuto delle (micro)imprese artigiane, particolarmente in combinazione con le agevolazioni fiscali previste dal Piano Nazionale Industria 4.0 nel contesto italiano. Ai fini di aumentare la competitività di queste imprese, sarebbe desiderabile creare nuove qualità funzionali ed estetiche, precedentemente impossibili da realizzare, secondo le possibilità che nascono dall'incrocio dei saperi manuali e delle innovazioni digitali.

Bibliografia capitolo 3

Armstrong, A., Hagel, J. (1999). The Real Value of On-Line Communities. In D. Tapscott (a cura di), *Creating Value in the Network Economy*. pp. 173-185. Boston, MA: Harvard Business School Publishing.

- Baudrillard, J. (1968). *Le système des objets*. Paris: éditions Gallimard.
Traduzione italiana. *Il sistema degli oggetti*. Milano: RCS Libri, 1972/2009
- Bjögvinsson, E., Ehn, P. & Hillgren, P. (2012). Design Things And Design Thinking: Contemporary Participatory Design Challenge. *Design Issues* 28, 3 (Summer 2012), 101-116. DOI: http://dx.doi.org/10.1162/DESI_a_00165
- Brereton, M., Buur, J. (2008). New Challenges for Design Participation in the Era of Ubiquitous Computing. *CoDesign* 4, 2 (2008): 112.
- Chapman, J. (2005). *Emotionally Durable Design. Objects, Experiences and Empathy*. London: Eartchscan.
- Clune, J., Lipson, H. (2011). Evolving three-dimensional objects with a generative encoding inspired by developmental biology. In T. Lenaerts, M. Giacobini, H. Bersini, P. Bourguine, M. Dorigo, R. Doursat (a cura di), *Proceedings of the European Conference on Artificial Life*. pp. 141-148. Cambridge, MA: MIT Press.
- Davis, S. M. (1987). *Future perfect*. Boston: Addison-Wesley.
- Davis, S. M. (2007). *Intervista presso MCPC 2007*. Retrieved from <http://www.configurator-database.com/scientific/stan-davis-future-mass-customization>
- De Mul, J. (2011). Redesigning design. In B. Abel (a cura di), *Open design now*. Amsterdam: BIS.
- DiSalvo, C., Maki, J., Martin, N. (2007). Mapmover: A Case Study of Design-Oriented Research into Collective Expression and Constructed Publics. In R. Grinter, T. Rodden, P. Aoki, E. Cutrell, R. Jeffries, G. Olsons (a cura di), *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1249-52. New York: ACM.
- Engelbart, D. (1962). *Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework*. Stanford Research Institute Summary Report AFOSR-3223. Retrieved from <http://www.1962paper.org>
- Fischer, G. & Ostwald, J. (2002). Seeding, evolutionary growth, and reseeded: Enriching participatory design with informed participation. *Proceedings of PDC 2002*, pp. 135-143. Palo Alto, CA: CPSR.
- Fischer, G. (2009). End-User Development and Meta-design: Foundations for Cultures of Participation. In V. Pipek et al. (a cura di), *IS-EUD 2009, LNCS 5435*, pp. 3-14, 2009. Berlin: Springer-Verlag.
- Fischer, G., Giaccardi, E. (2006). Meta-Design: A Framework for the Future of End User Development. In: Lieberman, H., Paternò, F., Wulf, V. (a cura di), *End User Development*, pp. 427-457. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Gilmore, J. H. & Pine, J. B. (2007). *Authenticity: contending with the new consumer sensibility*. Boston: Harvard Business Review Press.
- Grace, K., Maher, M., L., Preece, J., Yeh, T., Stangle, A. & Boston, C. (2015). A Process Model for Crowdsourcing Design: A Case Study in Citizen Science. In J.S. Gero, S. Hanna (a cura di), *Design Computing and Cognition '14*, doi: 10.1007/978-3-319-14956-1_14
- Granelli, A. (2010). *Artigiani del digitale. Come creare valore con le nuove tecnologie*. Roma: Luca Sossella editore.
- Hess, J., Pipek, V. (2012). Community-Driven Development: Approaching Participatory Design in the Online World. *Design Issues*, 28, 3 (Summer 2012), pp. 62-76. doi: http://dx.doi.org/10.1162/DESI_a_00162
- Levi-Strauss, C. (1962). *La pensée sauvage*. Paris: Plon. Traduzione italiana. *Il pensiero selvaggio*. Milano: Il Saggiatore, 1996
- Maldonado, T. (1992). *Reale e virtuale*. Milano: Giangiacomo Feltrinelli Editore.
- Manzini, E. (2015). *Design, When Everybody Designs*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Murray, R., Caulier-Grice, J., Mulgan, G. (2010). *The Open Book Of Social Innovation*. 1st ed. UK: NESTA.
- Pine, J. B. & Gilmore, J. H. (1999). *The experience economy*. Boston: Harvard Business School Press.
- Pine, J. B. (1992). *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition*. Boston: Harvard Business School Press.
- Pine, J. B., Korn, K. C. (2011). *Infinite Possibility. Creating Customer Value on the Digital Frontier*. San Francisco: Berrett-Koehler.
- Salvador, F., de Holan, P. M., Piller F. (2009). Cracking the Code of Mass Customization. *MIT Sloan Management Review*, 50(3), 2009, pp. 70-79.
- Sennett, R. (2008). *The Craftsman*. New Haven: Yale University Press.
- Shiner, L. (2007). The fate of craft. In S. Alfoldy (a cura di), *NeoCraft: Modernity and the Crafts*, pp. 33-46. Halifax: NSCAD Press.
- Singh P. J., Gurumurthy, A. (2013). Establishing Public-ness in the Network: New Moorings for Development - A Critique of the Concepts of Openness and Open Development. In M. L. Smith, K. M. A. Reilly (a cura di), *Open Development: Networked Innovations in International Development*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Starner, T. (2015, August 12). *Wearable-technology pioneer Thad Starner on how Google Glass could augment our realities and memories*. [intervista con Stevens, T.]. Retrieved from: <http://www.engadget.com/2013/05/22/thad-starner-on-google-glass/>
- Sterling, B. (2005). *Shaping Things*. Cambridge: MIT Press.
- Toffler, A. (1980). *The Third Wave*. New York: Morrow.
- Verganti, R. (2009). *Design Driven Innovation: Changing the Rules of Competition by Radically Innovating What Things Mean*. Cambridge, MA: Harvard Business Press.
- Victor, B. (2012). *Inventing on principle*. [talk presso la conferenza CUSEC 2012]. <https://vimeo.com/36579366>
- Weinberger, D. (2012). *Too Big to Know. Rethinking Knowledge Now that the Facts aren't the Facts, Experts are Everywhere, and the Smartest Person in the Room is the Room*. New York: Basic Books.
- Yenicoglu, B, Suerdem, A. (2015). Participatory New Product Development - A Framework for Deliberately Collaborative and Continuous Innovation Design. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 195 (2015) pp. 1443 - 1452

CAPITOLO 4 DESIGN COMPUTAZIONALE: UN APPROCCIO AL DESIGN VARIABILE

Chapter 4. Computational Design: an approach to the variable design

While the previous chapter started from the concept of personalisability, and then it examined a series of possible approaches to opening up the design process, this chapter focuses more on one of the key concepts of the doctoral research. This research aims to valorise fully Digital Fabrication, recognised by the EU as a field of strategic importance; however, today DF is still viewed with exaggerated expectations, while the application fields are still rather limited. We observe that, in order to achieve a better match between products and personal user needs, it would be necessary to adopt a dynamic approach to modelling the 3D geometries; therefore, it becomes necessary to use Computational Design tools (also called parametric or generative design/modelling). Outlining the evolution and diffusion of parametric design, we observe that while the vision of working with a dynamically configurable design inspired already the early CAD pioneers, the necessary software tools only recently matured to the point where even the Product Design discipline can implement and distribute them effectively (e.g. via web). For this reason, now it is timely to carry out a research that valorises CD with a focus on personalisable product design. Today Computational Design is well known for its potential of generating aesthetic languages of such complexity that would not be possible otherwise. However, this doctoral research focuses even more on the potential renewal of the design process, which now can integrate user controlled variables. Beyond the possibility of handling such input, this chapter examines the implications regarding the designer's creativity, which is enriched with algorithms to achieve unforeseeable morphological qualities (or even geometries that are impossible to model in a traditional way). Emerges therefore the possibility of a Computational Design assisted idea generation process. This way the designer approaches the concept of workmanship of risk, which indicates the artisanal practice of working in strict collaboration with the material, letting the tools to guide the hand in order to obtain a result that benefits from the unforeseeable characteristics of the substance – which is a digital substance in this case.

Mentre il capitolo precedente è partito dal concetto della personalizzabilità e ha esaminato una serie di approcci possibili all'apertura del progetto, questo capitolo si avvicina maggiormente il tema della ricerca dottorale. Questa parte dall'intenzione di valorizzare pienamente la Fabbricazione Digitale, campo di importanza strategica al livello europeo; tuttavia la FD oggi ancora è oggetto di miti e aspettative esaltate, mentre i campi di applicazioni sono limitati. Si osserva che per soddisfare le speranze riguardo un adattamento migliore dei prodotti alle esigenze personali sarebbe necessario adottare un approccio dinamico alla modellazione delle geometrie; diventa quindi necessario l'utilizzo del Design Computazionale (o parametrico, generativo). Delineando l'evoluzione e la diffusione del design parametrico, si osserva che mentre dal punto di vista concettuale l'intenzione del progetto dinamicamente configurabile era una visione presente già all'alba del CAD, solo recentemente si sono maturati gli strumenti per adottare questa idea al design del prodotto in modo ampiamente diffondibile (ad es. sul web). Per questo è diventata attuale un'indagine per la valorizzazione del DC con una nuova ottica di product design personalizzabile. Il DC oggi è noto per le sue capacità di gestire linguaggi estetici di complessità altrimenti impossibile da ottenere; per la ricerca dottorale è altrettanto interessante il potenziale rinnovo del processo progettuale, che permette di introdurre parametri variabili dall'utente stesso. Oltre alla possibilità di gestire tale input, si esaminano le implicazioni riguardo la creatività del progettista, che si arricchisce con algoritmi allo scopo di ottenere qualità morfologiche imprevedibili (oltre che difficili da modellare). Nasce quindi la possibilità di un processo di ideazione assistita dal DC. Il designer così si riavvicina al concetto del *workmanship of risk*, che indica la pratica artigiana di lavorare in collaborazione con la materia, lasciandosi guidare dagli strumenti per ottenere un risultato che fruisce anche delle caratteristiche imprevedibili della sostanza (questa volta digitale) con la quale si lavora.



4.1 Contesto di base: Fabbricazione Digitale

Nella terminologia europea, le tecnologie abilitanti o *Key Enabling Technologies - KET* (Unione Europea, 2014) indicano sei ampie famiglie di tecnologie ritenute strategiche: micro e nanoelettronica, nanotecnologia, biotecnologia industriale, materiali avanzati, fotonica, e infine tecnologie avanzate di produzione. Questi hanno applicazioni in innumerevoli industrie e aiutano ad affrontare sfide sociali per cui si prevede che gli Stati e le Regioni che riusciranno a sfruttare al meglio i KET saranno quelli alla frontiera per creare economie avanzate e sostenibili. Tuttavia, riguardo queste tecnologie abilitanti, l'UE ha riconosciuto come sua debolezza la traduzione del suo patrimonio di conoscenze in beni e servizi commercializzabili, mentre i relativi brevetti europei spesso vengono fruiti fuori dall'Europa. Nello specifico, l'intento di valorizzare maggiormente le tecnologie emergenti di produzione si manifesta nella Smart Specialisation Strategy, che viene azionata a livello delle regioni europee con finanziamenti alla ricerca e sviluppo; in particolare la collaborazione tra accademia e imprese. Tre le tecnologie abilitanti, come accennato nella premessa, l'interesse della ricerca dottorale si focalizza in modo particolare sulla Fabbricazione Digitale, che si inserisce nel fenomeno più ampio dell'industria 4.0.

La ricerca parte dall'osservazione che la maturazione delle tecnologie della Fabbricazione Digitale ha portato a una democratizzazione a ogni livello di qualità e costo, promuovendo l'utilizzo come un mezzo di produzione di beni di consumo durevole, non solo come mezzo di prototipazione. Il conseguente sviluppo creativo delle comunità dei Maker e di spazi collaborativi (ad es. rete di Fablab) rilascia un surplus cognitivo generato proprio da queste figure, che lavorano e collaborano senza confini disciplinari e producono senza strutture aziendali (Anderson, 2012). In questo modo si avvicinano anche le pratiche e le figure di progettazione, produzione e consumo (Di Lucchio, 2012). Il mondo della formazione di Design ha risposto a questo fenomeno con vari corsi master, specializzati in *design for digital fabrication*.

Mentre visionari come Gershenfeld (2012) prevedono materiale

programmabile, ammettono anche che ciò richiederà ancora decenni di evoluzione e investimenti significativi. Lipson (2013), mentre descrive con entusiasmo gli esempi avanzati di fabbricazione digitale, sottolinea anche le implicazioni ambientali, e le ambiguità legali ed etiche. Dal punto di vista economico, Holman (2016) punta l'attenzione alla bassa percentuale di utenti che pagano per i contenuti digitali di open design, mettendo in difficoltà i creatori di tali contenuti da una parte, e la sostenibilità economica dei spazi collaborativi dall'altra. I segnali di questa ripercussione sono visibili anche a livello dei noti produttori di macchine di fabbricazione digitale, come ad esempio il marchio emblematico Makerbot che era costretto a chiudere negozi e diminuire le capacità produttive. Ricerche di mercato (Context 2016) evidenziano che la crescita non accade più grazie alla richiesta da consumatori, ma dal mercato educativo, B2B e industriale.

Inoltre, una prima mappatura dei noti progetti ideati per la fabbricazione digitale evidenzia una prevalenza di oggetti decorativi; i prodotti digitalmente fabbricati sono presenti in una gamma relativamente ridotta dell'ampia varietà di tipologie di prodotti di cui il disegno industriale si occupa. Questo probabilmente è dovuto alle limitazioni già menzionate, che penalizzano maggiormente gli oggetti funzionali: in assenza di prestazioni funzionali maggiori/impossibili con la produzione seriale, difficilmente possono competere per l'attenzione degli utenti finali.

Grazie al movimento Maker, negli ultimi dieci anni la Fabbricazione Digitale (in particolare la stampa 3D) è stata notevolmente democratizzata. La stampa popolare spesso suggerisce che la 'rivoluzione' della stampa 3D sostituirà la produzione tradizionale 'nel futuro' (poco specificato); ma quello che possiamo osservare oggi è più un'evoluzione incrementale di tecnologie inventate negli anni ottanta. Rispetto al *repertoire* della produzione seriale, queste tecnologie hanno numerose limitazioni, tra cui velocità ridotta, un consumo di energia fino a cento volte maggiore (Yoon et al., 2014): consumo maggiore di materiale, qualità di superficie minore e limitazioni riguardo la sicurezza alimentare e i componenti elettronici. Di conseguenza, oggi il designer deve valutare attentamente se l'utente del progetto ipotizzato può trarre più benefici dalla Fabbricazione Digitale (logisticamente flessibile) o dalla produzione 'tradizionale' (altamente ottimizzabile per qualità e/o costo).

Nonostante i limiti, la fabbricazione digitale sta diventando sempre più spesso una scelta progettuale sostenibile, minimizzando

la distanza tra concetto e prodotto finale. Di conseguenza, il rapporto tra progettazione e produzione cambia sostanzialmente: questi sono considerati parti separate del *workflow* industriale; con la fabbricazione digitale invece la produzione stessa diviene una parte integrata del *workflow* del progettista, sia esso ingegnere, *maker*, designer o artigiano 'avanzato'. Per garantire il successo sostenibile di questo processo rinnovato, è importante da una parte considerare le limitazioni della fabbricazione digitale, dall'altra usufruire al meglio possibile della sua caratteristica principale: l'unicità degli risultati, che può risultare una ricchezza morfologica e tipologica senza precedenti.

Per la valorizzazione di questa potenziale unicità emerge la necessità di produrre i modelli digitali unici, per cui diventa particolarmente interessante la modellazione parametrica (o generativa, computazionale), con la quale la produzione di una varietà infinita di geometrie diventa automatizzabile.

4.2 Visioni del progetto digitale

La Fabbricazione Digitale, come abbiamo visto, elimina una parte delle limitazioni imposte dalla serialità. D'altronde, fruire di nuovi gradi di libertà è possibile solo attraverso una evoluzione del modo in cui vengono prodotti i dati digitali di input, che la fabbricazione digitale materializza in seguito. In questa evoluzione, verso una fruizione piena delle possibilità del digitale, la professione di architettura ha avuto un ruolo pionieristico rispetto a design. Carpo (2015) discute di come le tecnologie digitali abbiano cambiato l'architettura, a diversi livelli, dalla formazione alla prassi e dalla gestione alle condizioni legali. Nel suo *The Alphabet and the Algorithm*, Carpo indica una pratica chiave della modernità: la produzione di copie identiche. Dal punto di vista storico, si possono individuare momenti chiave, come nel 15° secolo l'invenzione del progetto architettonico (da Leon Battista Alberti), cioè la nozione che l'edificio è una copia esatta del progetto dell'architetto. Più tardi, nella modernità (già a partire dal 19° secolo) emerse la pratica della produzione di massa di componenti dell'edificio. Tuttavia, il potere dominante dei componenti identici, nell'architettura come nel design, potrebbe terminare grazie all'emergenza delle tecnologie digitali: ciò che è digitale è anche facilmente variabile. Si passa da una variabilità basata su un alfabeto di componenti possibili a un inventario infinito di componenti, derivati in modo fluido da requisiti specifici del concreto progetto architettonico che a sua volta viene codificato



Ivan Sutherland dimostra un sistema di CAD parametrico sperimentale negli anni sessanta

non più in disegni statici ma in algoritmi flessibili. Dal punto di vista tecnico, come discute Llach (2013), questa transizione dal progetto statico al progetto dinamico richiede un modello parametrico gestito con un altissimo livello di consapevolezza, piuttosto che la manipolazione diretta di superfici, che è un approccio più popolare oggi nella professione design. La possibilità di cambiare decisioni progettuali fatte precedentemente, cambiando alcuni parametri del modello topologico completato, era un intento nato già nell'epoca pionieristica del CAD (anni sessanta), quando lo sviluppo è partito dalla convinzione profonda del potere trasformativo dei disegni digitali ben strutturati. Questo, come spiega Sutherland (1975), richiede un profondo cambiamento dell'approccio verso l'atto progettuale: «un semplice disegnatore è indifferente alla struttura del suo disegno. Penna, inchiostro, matita e carta non hanno una struttura intrinseca. Fanno solo macchie sporche sulla carta. ... Si dovrebbe pensare al Computer Aided Design (CAD) come un sistema che non produce solo esiti grafici. ... Quando la versione computerizzata del disegno sarà il documento principale da cui derivano tutte le informazioni ausiliarie ..., sarà stato creato un sistema completo di Computer Aided Design.»

4.3 La diffusione della modellazione parametrica

Ci sono voluti decenni per avvicinare la prassi professionale di architettura al livello di controllo prefigurato da Sutherland. Per quanto riguarda la professione design, finora non c'è stata una necessità assoluta - considerando che nel modello consueto della produzione seriale, il modello elaborato dal designer deve essere revisionato ed eventualmente rielaborato da capo dagli ingegneri della produzione (ad es. specialisti degli stampi per l'iniezione della plastica). Tuttavia, collegandoci più strettamente alla tematica della tesi dottorale, l'approccio del 'controllo totale' - raggiungibile attraverso i 'disegni strutturati' - è essenziale per ottenere prodotti personalizzabili in modo significativo dal punto di vista morfologico. Il primo prototipo funzionante di un programma CAD (Sketchpad di Sutherland del 1963; allo stesso tempo anche primo esempio di interfaccia grafica) aveva già incorporato concetti fondamentali della modellazione parametrica, come i vincoli geometrici o parametri modificabili a posteriori. Queste funzionalità sono diventate disponibili in programmi CAD per gli ingegneri solo a partire dal 1988 (PTC Pro/Engineer). Come il fondatore di questa impresa ha espresso (Geisberg, 1993), con la modellazione parametrica lo scopo è

creare un sistema che può essere abbastanza flessibile per incoraggiare l'ingegnere a considerare un'ampia varietà di versioni del suo progetto, con costo tendente a zero in termini di tempo. Mentre gli strumenti della modellazione parametrica sono stati commercializzati a partire degli anni novanta, prima venivano adottati solo dagli ingegneri, per cui l'integrazione profonda tra disegno, simulazione e produzione era il più profittevole.

Nella professione dell'architettura, la declinazione utilitaria della modellazione parametrica, conosciuta come BIM (Building Information Modelling), è stata introdotta negli anni ottanta con ArchiCAD; per livelli maggiori di libertà morfologica, i grandi studi di architettura hanno sviluppato le loro soluzioni, come ad esempio il software Digital Project (su una base di CATIA) di Frank Gehry, usato per il Guggenheim Museum di Bilbao nel 1997, poi rilasciato pubblicamente nel 2004. (Davis, 2013)

A partire dal 2007, Grasshopper ha democratizzato il processo progettuale delle geometrie algoritmicamente generate, grazie alla sua interfaccia amichevole che permette di manipolare le operazioni matematiche in modo visuale, governando il flusso delle informazioni tra nodi attraverso collegamenti (più) chiaramente interpretabili anche da persone con sensibilità più vicine a quelle del designer, in netto contrasto con i linguaggi testuali di programmazione (Tedeschi, 2014). Il successo dello strumento è sostenuto dall'integrazione profonda degli comandi già familiari di uno strumento CAD relativamente accessibile (Rhinoceros3D) e popolare tra designer e architetti.

4.4 Implicazioni riguardo il linguaggio

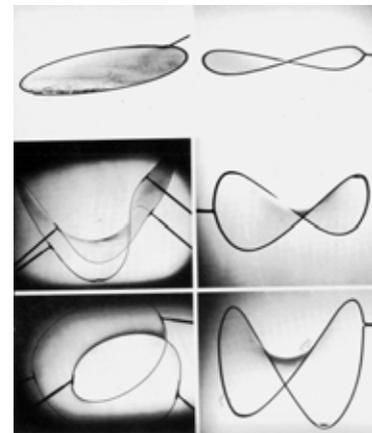
Il percorso evolutivo ha avuto motivazioni che sono andate assai oltre gli intenti originali di Sutherland: dal punto di vista di design è più interessante notare che la professione dell'architettura e del design hanno iniziato a usare le strategie di modellazione parametrica in un modo completamente diverso dal suo ruolo originale di semplice facilitatore per la realizzazione di idee prestabilite: hanno iniziato a sperimentare i linguaggi di *scripting* come un medium che permettesse la ricerca morfologica attraverso algoritmi.

«[computer] is a medium that can dynamically simulate the details of any other medium, including media that cannot exist physically. It is not a tool, although it can act like many tools. It is the first metamedium, and as such it has degrees of freedom for representation and expression never before encountered.» (Kay, 1984)

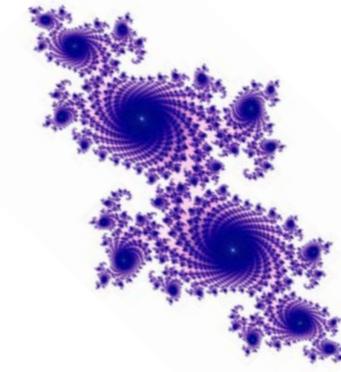
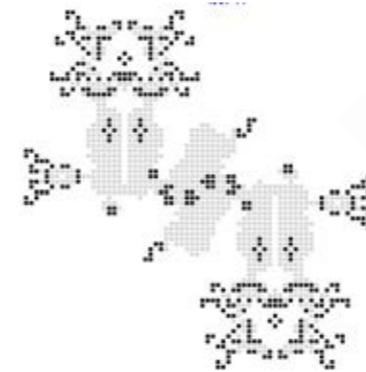


La ricerca morfologica era già stata aiutata prima dei computer da un approccio parametrico analogico (ad es. da Gaudí o Frei Otto), ma aveva uno scopo meramente quantitativo di raffinare topologie già decise. D'altronde, gli algoritmi digitali permettono anche qualità morfologiche completamente nuove. Questi spesso imitano la crescita naturale, similmente alle simulazioni matematiche di frattali (Mandelbrot set, già nel 1978), oppure 'organismi' logici governati da regole semplici in una matrice bidimensionale (Conway's Game of Life, 1970). A partire dagli anni novanta, geometrie nuove e altrimenti impossibili sono state sperimentate sia da architetti che da designer come Greg Lynn (1993) o John Maeda (2001) o più recentemente da Patrick Schumacher (2016) o Neri Oxman (2010). Tuttavia, il 'parametricismo' come stile architettonico (promosso ad es. da Schumacher) resta controverso e spesso criticato per la sua libera interpretazione delle aspettative funzionali o (presunta) mancanza di rispetto delle condizioni preesistenti. L'analisi dell'adeguatezza di uno stile estetico è fuori dalla portata della presente ricerca dottorale, ma si può notare una differenza sostanziale in questo senso tra architettura e design: rispetto all'architettura che influenza lo spazio pubblico per decenni, gli artefatti privati possono adattarsi molto più dinamicamente ai gusti estetici – anche estremi – degli individui: una parte del loro compito è infatti la distinzione del proprietario da altre persone, e chiunque può decidere liberamente se acquisire un prodotto o meno.

Nel caso specifico della ricerca, che mira a valorizzare la Fabbricazione Digitale attraverso il Design Computazionale, la possibilità di infinite variazioni (ottenibile con la ricerca morfologica algoritmica) può essere un fattore attraente, specialmente se queste variazioni sono derivate da un input approfondito dell'utente, che può stabilire una narrativa di co-creazione e assicurare la longevità emotiva dell'oggetto. Quindi dal punto di vista del product design, la potenzialità di linguaggi nuovi è solo una parte della promessa del Design Computazionale: d'altronde si prevede la possibilità di una trasformazione dell'autorità del progetto di design, condividibile con l'utente finale. Tale condivisione dell'atto creativo inevitabilmente cambia l'approccio progettuale e le possibilità creative che il designer può fruire.



Form finding 'parametrico' per strutture architettoniche leggere; sperimentazioni con strumenti analogici (Antoni Gaudí e Frei Otto)



Sperimentazioni con algoritmi che generano pattern complessi. A sinistra un pattern 'oscillatore' da Conway's Game of Life, a destra un insieme di Julia (parte di un frattale Mandelbrot)



Evoluzione del linguaggio visivo: esempi delle nuove qualità estetiche ottenibili solo grazie al pensiero parametrico in 2D e in 3D (John Maeda e Neri Oxman)



Utilizzo dell'approccio parametrico nella progettazione di prodotti, coinvolgendo l'utente in un processo di personalizzazione con finalità fondamentalmente diverse: per dare un'esperienza creativa contribuendo ad un design decorativo (gioiello di Nervous Systems) e per offrire una funzionalità precisamente corrispondente alle esigenze dell'utente (gancio Parametric U-Hook di Serge Payen)

4.5 Implicazioni riguardo la creatività

Mentre le implicazioni del design computazionale riguardo il linguaggio estetico possono essere considerate fenomeni di stili effimeri che cambieranno in continuazione, il cambiamento del processo progettuale è da una parte più difficile da avviare ma può avere un impatto più profondo dall'altra. Il concetto di rinunciare al controllo totale e lasciare aperti variabili nell'algoritmo per attori diversi dal designer stesso (siano essi flussi di dati da sensori o dall'utente finale) richiede non solo l'apprendimento di nuovi strumenti di *scripting* (testuale o visuale), ma anche un cambiamento dell'atteggiamento creativo. L'emergente creatività 'algoritmica' è stata un'area di ricerca intrapresa soprattutto nell'ambito dell'architettura, dove l'esperienza estesa ha prodotto indagini più approfondite rispetto alla disciplina di design del prodotto. Una delle sfide più importanti della ricerca sul design parametrico è comprendere il rapporto delle competenze progettuali e di programmazione (Amiri, 2011), ossia come il design parametrico riesca a supportare la creatività progettuale. Osservare le strategie personali dei progettisti durante il processo della progettazione parametrica è uno dei modi di comprendere questo rapporto. Lee et al. (2013) o Iordanova (2007) sostengono che il design parametrico possa essere non solo un sostegno per realizzare idee morfologiche 'analogiche', ma anche un stimolo in fase iniziale di concept, dove si possono generare variazioni alternando non solo parametri dimensionali ma anche le relazioni topologiche tra le superfici (Aish e Woodbury, 2005). Generando rapidamente variazioni, il progettista ottiene un modo di esprimere ed esplorare morfologie che vanno oltre a quelle che potrebbero essere generate dalla sola capacità di disegno manuale, il quale è considerato il veicolo convenzionale dell'ideazione. Comunque, questa attività di generare variazioni non è meramente una questione di creatività, ma serve anche per espandere i limiti della conoscenza riguardo tutto ciò che è possibile (Liu e Lim, 2006): espandere cioè lo spazio progettuale, fondamentale anche per la pratica di *mass customization* come precedentemente discusso (avvicinandoci alla disciplina della ricerca dottorale). Considerando la popolarità dell'approccio parametrico tra studenti e praticanti, nella disciplina architettura è emersa la necessità di comprendere le possibili strategie creative utilizzando gli strumenti di *scripting*, e di individuare tra le strategie possibili quali siano quelle più efficaci. Per loro natura, creatività e progettualità sono difficilmente inquadrabili. Lee (2014) ha sperimentato con la loro analisi attraverso la *Consensual Assessment Technique* (sostanzialmente un pannello di giuria che

valuta l'esito di un processo creativo secondo criteri predeterminati) e con l'analisi di protocollo (discussione del processo con i partecipanti). Con i linguaggi di *scripting* integrati nei software di modellazione, la programmazione sta diventando parte integrante anche del processo di progettazione, permettendo ai progettisti di adattare il proprio ambiente di lavoro alle esigenze creative, anche uscendo dalla gamma prevista di utilizzi dei propri software. Apprendendo linguaggi di *scripting* specializzati per la modellazione (come quelli integrati di Rhino, 3dsmax, Maya oppure framework aperti come Processing o Three.js), il progettista (sia architetto che designer) può passare dalla condizione passiva di utilizzatore di strumenti a creatore di strumenti propri (Burry, 2013).

Ragionando sugli strumenti pregiati e 'su misura' del progettista, ciò si può collegare alla pratica dell'artigiano che, come già nel 1996 nota McCulloch, non solo sopravvive nel mondo digitale, ma può anche prosperare: se l'artigiano digitale vede il medium digitale come un altro materiale e lascia che ciò guidi la mano, allora si riesce a ottenere il meglio da essa, rendendo la manipolazione digitale un'esperienza veramente gratificante. Si nota un altro collegamento interessante tra l'imprevedibilità osservabile di certe forme algoritmicamente generate e il concetto del 'workmanship of risk': un artigianato che utilizzi una qualsiasi tecnica/apparato in un modo da non predeterminare le qualità estetiche del risultato, ma generarle a partire dal giudizio, dalle competenze e dalla cura che l'artigiano esercita mentre lavora (Pye, 1968). Secondo questa interpretazione, prodotti progettati in modo parametrico, personalizzati e realizzati con la fabbricazione digitale, possono essere visti come parti del mondo dell'artigianato e viceversa: il mondo dell'artigianato può vedere la modellazione parametrica o algoritmica come una frontiera di innovazione che lo avvicina alle efficienze della produzione seriale, elaborando un codice per raggiungere nuove qualità estetiche.

Come ha anticipato a un livello più filosofico Maldonado (1992), «malgrado il carattere piuttosto rudimentale delle sue prime applicazioni, la *computer graphic[s]* ha aperto una nuova fase nella storia del rapporto strumentale tra pensiero e percezione: per la prima volta, infatti si sono stabilite le basi tecniche per consentire un rapporto operativo – e forse perfino euristico – tra formalizzazione logica e modellazione visiva. Bisogna segnare però che questo agevolamento tecnico non verrà a cancellare – come qualcuno potrebbe credere – il vecchio dibattito sul significato, ma al contrario, a riaprirlo con ancor maggiore virulenza.»

Bibliografia capitolo 4

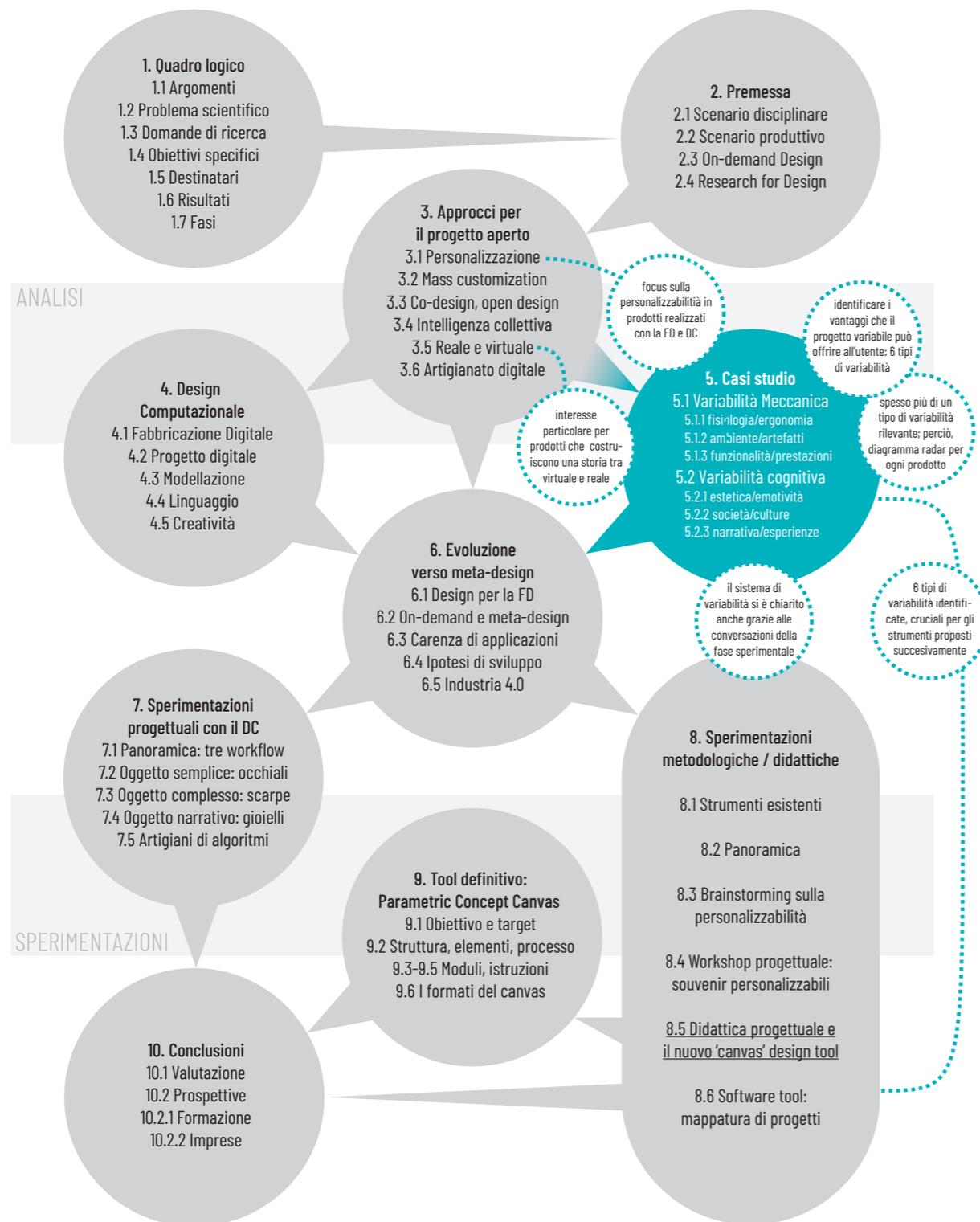
- Aish, R. and Woodbury, R. (2005). Multi-level Interaction in Parametric Design. In A. Butz, B. Fisher, A. Krüger, P. Olivier (a cura di), *Smart Graphics*, pp. 924-924. Berlin: Springer
- Amiri, F. (2011). Programming as Design: The Role of Programming in Interactive Media Curriculum in Art and Design. *International Journal of Art & Design Education*, 30, 2011, 200-210.
- Anderson, C. (2012). *Makers: The New Industrial Revolution*. Danvers: Crown Publishing Group.
- Burry, M. (2013). *Scripting Cultures: Architectural Design and Programming*. John Wiley & Sons
- Carpo, M. (2015). *The Alphabet and the Algorithm*. MIT Press, Cambridge. *Context 2016 3D printing market report*, <http://www.3ders.org/articles/20160104-global-3d-printer-market-jumps-in-2015-thanks-to-desktop-3d-printer-sales.html>
- Davis, D. (2013). *A History of Parametric*. Retrieved from <http://www.danieldavis.com/a-history-of-parametric/>
- Gershenfeld, N. (2012). How to Make Almost Anything. *Foreign Affairs*, November/December 2012, pp. 43-57
- Holman, W. (2015). Makerspace: Towards a New Civic Infrastructure. *Places Journal*, November 2015. Retrieved from <https://doi.org/10.22269/151130>
- Iordanova, I. (2007). Teaching Digital Design Exploration: Form Follows. *International Journal of Architectural Computing*, 5, 2007, 685-702.
- Kay, A. (1984). Computer Software. *Scientific American*, Volume 251, n.3
- Lee, J. H., Gu, N., Williams, A. P. (2013). Exploring design strategy in Parametric Design to Support Creativity. In: R. Stouffs, P. H. T. Janssen, S. Roudavski, B. Tunçer (a cura di), *Open Systems: CAADRIA 2013*, pp. 489-498. Singapore
- Lee, J., Gu, N., Williams, A. P. (2014). Parametric design strategies for the generation of creative designs. *International Journal of Architectural Computing*, 12(3), 263-282. doi:10.1260/1478-0771.12.3.263
- Lipson, H., Kurman, M. (2013). *Fabricated: The New World of 3D Printing*. Indianapolis: John Wiley & Sons.
- Liu, Y. T., Lim, C. K. (2006). New tectonics: a preliminary framework involving classic and digital thinking. *Design Studies*, 27, 2006, 267-307.
- Llach, D. C. (2013). Algorithmic tectonics: How Cold War Era Research Shaped Our Imagination of Design. In B. Peters, X. De Kestelieer (a cura di), *Architectural Design Special Issue: Computation Works: The Building of Algorithmic Thought*, p 16-21. Indianapolis: John Wiley & Sons.
- Lynn, G. (1993). *Folding in Architecture*. Academy Editions
- Maeda, J. (2001). *Design by Numbers*. Boston: MIT Press.
- Maldonado, T. (1992). *Reale e virtuale*. Milano: Giangiacomo Feltrinelli Editore.
- McCullough, M. (1996). *Abstracting Craft: The Practiced Digital Hand*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Oxman, N. (2010). *Material-based Design Computation*. Ph.D. thesis, MIT.
- Pye, D. W. (1968). *The Nature and Art of Workmanship*. Cambridge University Press
- Schumacher, P. (2016). *Parametricism 2.0: Rethinking Architecture's Agenda for the 21st Century*. Indianapolis: John Wiley & Sons.
- Sutherland, I. (1975). Structure in Drawing and the Hidden-Surface Problem. In N. Negroponte (a cura di), *Reflections on Computer Aids to Design and Architecture*, pp. 73-77. New York: Petrocelli/Charter.
- Tedeschi, A., Wirz, F., Andreani, S. (2014). *AAD, Algorithms-aided design*. Brienza: Le Penseur.
- Unione Europea (2014). *Horizon 2020: Key Enabling Technologies (KETs), Booster for European Leadership in the Manufacturing Sector*. [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2014/536282/IPOL_STU\(2014\)536282_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2014/536282/IPOL_STU(2014)536282_EN.pdf)
- Yoon, HS., Lee, JY., Kim, HS., Shin, YJ., Chu, WS., Ahn SH. (2014). A comparison of energy consumption in bulk forming, subtractive, and additive processes: Review and case study. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing* 1: 261. <https://doi.org/10.1007/s40684-014-0033-0>

CAPITOLO 5 CASI STUDIO: DESIGN COMPUTAZIONALE PER LA PERSONALIZZAZIONE

Chapter 5. Case studies: Computational Design for personalisation

After the analysis of marginally related topics and an overview of Computational Design, this chapter steps even closer to the objectives of the doctoral research, by analysing case studies that demonstrate best practices regarding the productive use of Computational Design and Digital Fabrication as means of creating products that can be personalised from the morphological point of view. The study of commercially available products helped to identify recurring reasons which can justify the personalisability from the user's point of view, regardless the typically higher cost, effort and time necessary to obtain the product. The systemic organization of the dominant user values helped to develop a design method for the strategic replication of these values, verified through the didactic experiments discussed in chapter 8.

Dopo l'analisi di tematiche confinanti e uno sguardo al Design Computazionale, questo capitolo si avvicina ulteriormente agli obiettivi della ricerca dottorale, analizzando casi studio che dimostrano buone pratiche riguardo l'utilizzo del Design Computazionale e della Fabbricazione Digitale, allo scopo di realizzare prodotti personalizzabili a livello morfologico. Durante lo studio dei progetti già commercializzati sono stati identificati motivi ricorrenti che giustificano la personalizzabilità dal punto di vista dell'utente. Tale messa a sistema dei valori dominanti aiuterà la loro replicazione strategica attraverso lo strumento progettuale che si elaborerà per le sperimentazioni didattiche, discusse successivamente.



5.0 Casi studio: metodo di analisi

Recentemente i software necessari per il Design Computazionale sono diventati abbastanza accessibili e facili da apprendere, andando oltre i campi di applicazione da cui erano nati (cioè l'architettura). Di conseguenza si può osservare una proliferazione di prodotti realizzati su richiesta che utilizzano il DC per offrire qualità altrimenti inottenibili con i meccanismi convenzionali della produzione seriale. Come menzionato precedentemente, la ricerca dottorale non è focalizzata sugli aspetti estetici-morfologici del DC, ma si focalizza sul cambiamento del rapporto tra designer, prodotto e utente, offrendo a quest'ultimo una possibilità di intervento nella definizione del prodotto finale.

Cercando di comprendere lo stato di avanzamento della tematica, sono state raccolte e confrontate oltre cinquanta prodotti commercializzati, includendo anche alcuni ancora in fase prototipale, ma escludendo concept o sperimentazioni mirati alla mera dimostrazione tecnologica. Sono stati inoltre esclusi i prototipi 'mediatici' senza una prospettiva realistica di commercializzazione e utilizzo quotidiano. I progetti sono stati raccolti da vari sorgenti, innanzitutto dall'osservazione continua delle riviste di design, portali online specializzati nell'*advanced manufacturing* e fiere relative (ad es. Maker Faire); inoltre sui portali core77.com, designboom.com e notcot.org sono state ricercate una serie le parole chiave legate alla tematica, cioè i termini simili a Fabbricazione Digitale, a Design Computazionale e personalizzazione. Durante l'analisi dei prodotti, l'interesse si focalizzava sulla scoperta dei possibili approcci alla trasformazione dell'input dell'utente in forme diversificate. In altre parole, si cercavano i possibili principi di personalizzazione che potrebbero giustificare il coinvolgimento dell'utente, che di solito deve investire più tempo e denaro nell'acquisto di un prodotto personalizzabile rispetto all'acquisto di un prodotto seriale.

Sono state individuate sei principi ricorrenti che possono determinare la variabilità del prodotto; tale variabilità può riguardare aspetti sia meccanici che cognitivi, offrendo quindi valori molto diversi all'utente. Dunque, ogni caso studio analizzato permetteva di



Panoramica dei casi studio analizzati successivamente. Sono stati selezionati e descritti in dettaglio tre progetti per ognuno dei sei tipi individuati di variabilità. Nota: non tutti i progetti sono categorizzabili inequivocabilmente; le variabilità secondarie sono indicate in alto a destra, sul diagramma 'radar'

identificare uno dei sei tipi di variabilità come dominante; questi sei tipi si possono dividere in due gruppi nel modo seguente:

- Variabilità Meccanica:
 - fisiologia/ergonomia;
 - ambiente/artefatti;
 - funzionalità/prestazioni
- Variabilità Cognitiva:
 - estetica/emotività;
 - società/culture;
 - narrativa/esperienze

La maggior parte dei casi studiati rende possibile la configurazione di diversi parametri che possono influenzare la percezione dell'utente a diversi livelli, per cui è stato necessario valutare il livello di variabilità secondo tutti e sei i criteri. Queste valutazioni effettuate sulla scala 1-5 sono state organizzate in un diagramma radar,

presente su ogni scheda di progetto: la forma del poligono rappresenta il carattere della personalizzabilità del progetto in esame. Per spiegare in modo sensibile il significato di ogni tipo di variabilità, le prossime pagine analizzeranno tre casi studio per ognuno. Oltre alla valutazione delle variabilità e alla descrizione sintetica, ci sono ulteriori tre informazioni chiave riguardo ogni progetto: lo Spazio di Soluzioni, la Scelta e la Fabbricazione Digitale; tre elementi fondamentali della pratica di *mass customization*, come discusso precedentemente. Anche se non analizziamo prodotti di massa diversificati, questi criteri sono utili per la discussione e la comprensione delle differenze tra gli approcci alla realizzazione del modello parametrico, l'interfaccia di personalizzazione, e il prodotto fisico finale.

Scheda riassuntiva dei casi studio

5.1 Variabilità meccanica

5.1.1 Fisiologia/ergonomia

- 5.1.1.1 Stan: trasforma una scrivania normale in uno *standing desk*
- 5.1.1.2 Wiivv: suola interna anatomica generata dalla scansione 3D
- 5.1.1.3 Feetz: scarpe realizzate interamente con la stampa 3D

5.1.2 Ambiente/artefatti

- 5.1.2.1 Highlight: lampada che illumina solo le aree selezionate
- 5.1.2.2 Parametric U-Hook: gancio open source configurabile
- 5.1.2.3 Makersleeve: custodia configurabile, assemblato dall'utente

5.1.3 Funzionalità/prestazioni

- 5.1.3.1 Free Universal Construction Kit: connettori per giochi
- 5.1.3.2 MetaformTools: accessori funzionali per divisori di spazio
- 5.1.3.3 Nintendo Switch accessori: nuovi gesti di controllo per videogiochi

5.2 Variabilità cognitiva

5.2.1 Estetica/emotività

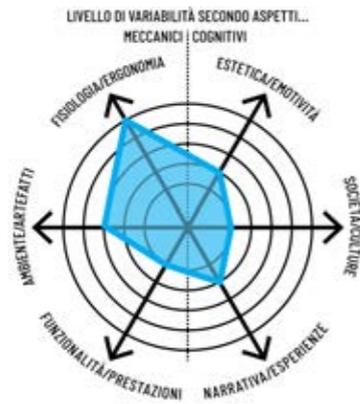
- 5.2.1.1 Cell cycle: gioielli di geometria generativa 'organica'
- 5.2.1.2 EmotiveModeler: generazione di forme da input testuale
- 5.2.1.3 Fitchwork: complementi di arredo con pattern generativo

5.2.2 Società/culture

- 5.2.2.1 Hero Forge: figurine di eroi 'fantasy' immaginati dall'utente
- 5.2.2.2 Locatable: tavolo con una mappa scelta incisa sul piano
- 5.2.2.3 Minetoys: oggetti reali dal mondo virtuale di Minecraft

5.2.3 Narrativa/esperienze

- 5.2.3.1 Copy Pastry: taglierina del biscotto derivato da una foto
- 5.2.3.2 Nicetrails: riproduzione di un paesaggio secondo il percorso GPS
- 5.2.3.3 SketchChair: sedia generata partendo da uno 'scarabocchio'



5.1.1.1 Stan

Variabilità prevalente
fisiologia/ergonomia

Descrizione

Stan è un sostegno da appoggiare sulla scrivania, permettendo l'utilizzo comodo del portatile in piedi. La contemporanea società di conoscenze richiede l'utilizzo intenso di computer da una parte significativa della popolazione, spesso otto o più ore al giorno. Allo stesso tempo c'è una consapevolezza crescente riguardo gli effetti negativi della vita sedentaria sulla salute, per cui una comunità crescente di persone cambia il tavolo normale con un *standing desk*, che però non è facilmente implementabile in uffici già arredati. Dunque, Stan offre un sostegno – ad altezza variabile - al computer e alla tastiera separata secondo le caratteristiche fisiologiche variabili dell'utente.

Spazio di soluzioni

Le possibilità di variazione sono limitate alla variazione dell'altezza e del materiale, ma è facile prevedere un'articolazione maggiore del modello parametrico per rendere possibile un adattamento migliore alle condizioni materiali (dimensioni del computer), oppure soddisfare esigenze secondarie.

Scelta

Il processo di personalizzazione avviene attraverso un'interfaccia online estremamente semplice, impostando solo tre parametri: l'altezza dell'utente, materiale (scelta tra legni) e l'eventuale grafica da incidere.

Fabbricazione Digitale

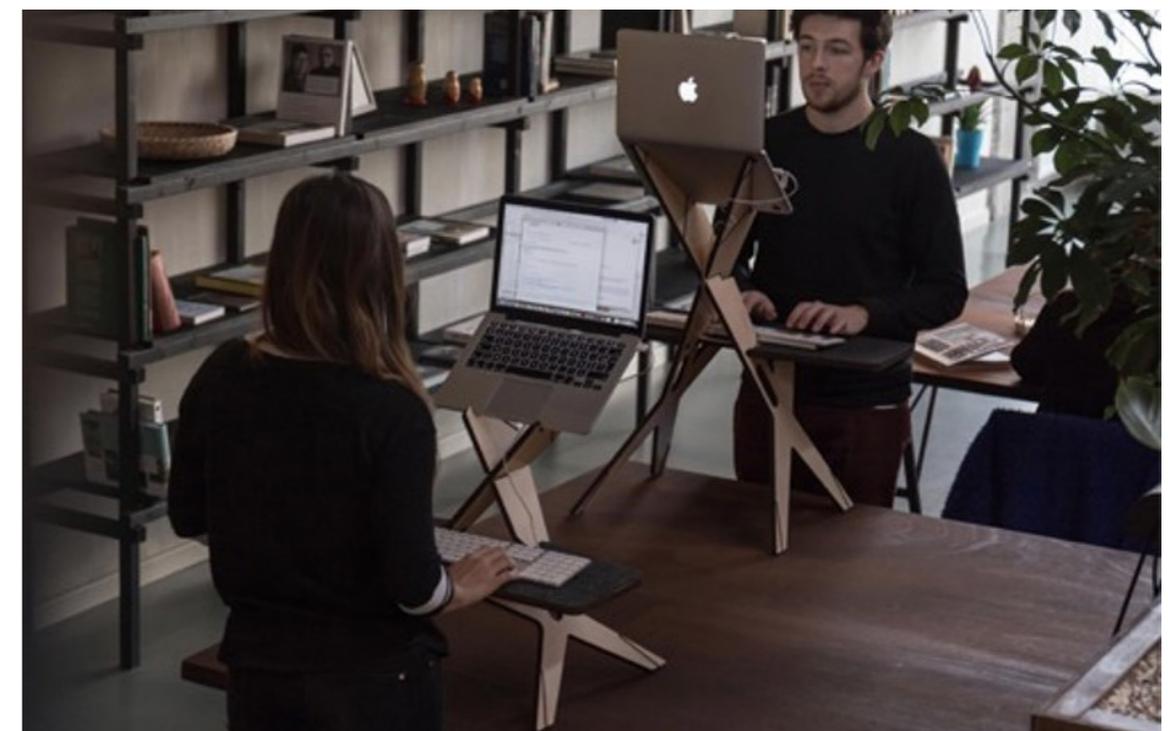
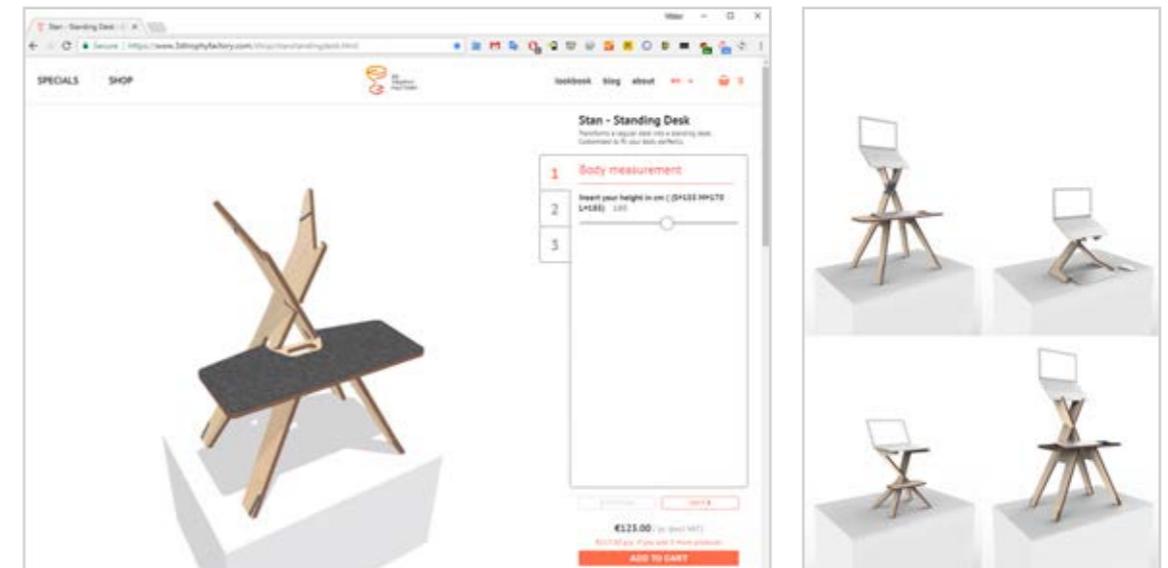
taglio laser di legno multistrato e feltro antiscivolo.

Designer

non specificato

Web

<https://www.twikit.com/standesk/>





5.1.1.2 Wiiv

Variabilità prevalente:
fisiologia/ergonomia

Descrizione:

Wiivv sostituisce la suola interna standard delle scarpe realizzate industrialmente per migliorare il comfort e le prestazioni atletiche. Il prodotto mira a sollevare problemi ortopedici che spesso conducono a problemi più gravi a ginocchia, anca e schiena. Il prodotto fornisce un supporto migliore sia all'arco mediale che al tallone, e intende competere con le prestazioni di solette realizzate a prescrizione medica, ma con un processo più celere e ad un costo più accessibile.

Spazio di soluzioni:

Le possibilità di variazione sono praticamente infinite, visto che la forma si adatta precisamente alla scansione del piede, utilizzando un'applicazione nello smartphone che rileva duecento punti di dati. D'altronde la variabilità visibile e determinabile dall'utente è ridotta agli aspetti estetici superficiali.

Scelta:

Il processo di personalizzazione avviene in due passaggi online: l'utente sceglie prima il modello base (normale o accorciato) e le caratteristiche estetiche nel browser, poi un'applicazione dedicata per smartphone guida l'utente a scattare una adeguata serie di foto.

Fabbricazione Digitale:

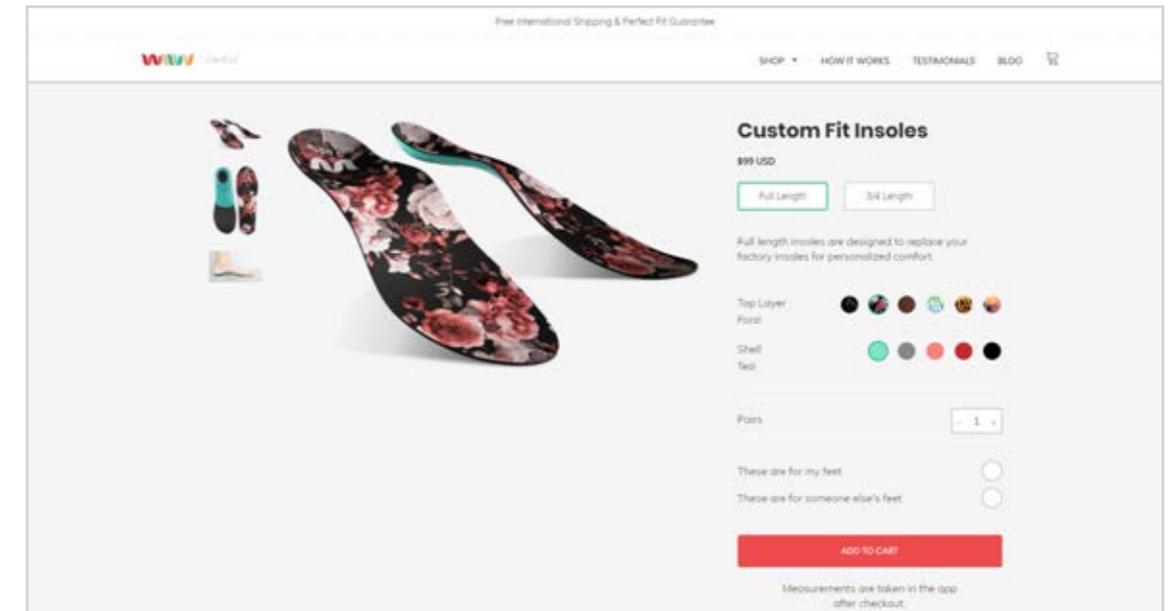
base di SLS in polvere di nylon e rivestimento in neoprene con dettagli di silicone.

Designer:

non specificato

Web:

<https://wiivv.com/products/full-length-insoles>
<https://www.kickstarter.com/projects/wiivv/base-by-wiivv-custom-3d-printed-insoles>





5.1.1.3 Feetz

Variabilità prevalente:
fisiologia/ergonomia

Descrizione:

Feetz promette il preciso adattamento fisiologico per una variegata gamma di scarpe. Da una parte è evidente che il brand non è tra i primi a sperimentano con scarpe stampate in 3D, e non è neanche la più avanzata dal punto di vista morfologico o della performance; i modelli esclusivi di Adidas, Nike o New Balance sono più interessanti. Tuttavia Feetz si è scelto come caso studio poiché è un brand interamente fondato sull'idea della calzatura stampata (quasi) completamente in 3D nel minor tempo possibile. Il linguaggio di forme, pur essendo riconoscibile, non rivela comunque la tecnologia di produzione: il design resta discreto e non intende attirare l'attenzione più del necessario.

Spazio di soluzioni:

Le possibilità della variazione dimensionale sono infinite a seconda del piede dell'utente. Al momento sono disponibili sette modelli base (cinque da donna, due da uomo) di tipologia sostanzialmente simile e proporzioni diverse; l'interfaccia web però non offre ancora la variazione fluida tra loro, quindi somiglia molto alle soluzioni tradizionali di *mass customization*.

Scelta:

Il processo di personalizzazione può avvenire sia offline attraverso una rete di negozi fisici, che online in due passaggi: prima l'utente sceglie il modello base (al) e le caratteristiche estetiche nel browser; poi un'applicazione dedicata per smartphone guida l'utente nel fare una serie di foto adeguate.

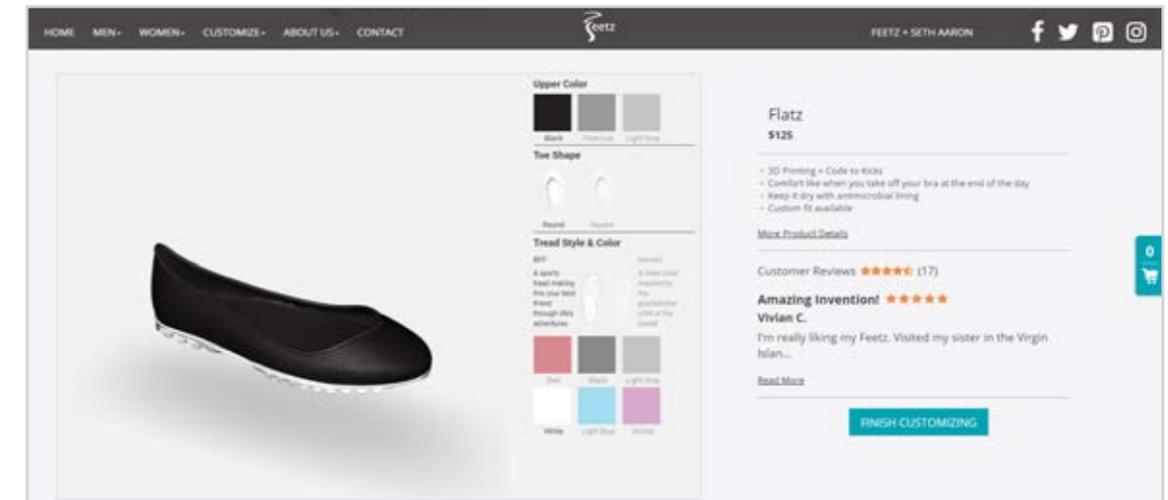
Fabbricazione Digitale:

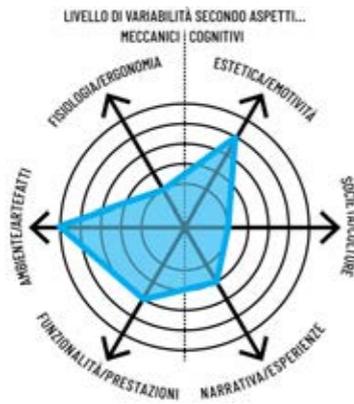
materiale proprietario, stampato in pattern appositamente sviluppati su macchine FDM adattati allo scopo.

Designer:

non specificato

Web: <https://feetz.com/>





5.1.2.1 Highlight

Variabilità prevalente
ambiente/artefatti

Descrizione

Highlight è una lampada che personalizza l'azione stessa di illuminazione in base a ciò che l'utente vuole illuminare maggiormente nella stanza. L'oggetto parte dalla riflessione che ogni spazio abitativo è diverso sia dal punto di vista architettonico, sia dal punto di vista di come viene arredato e abitato quotidianamente. Permettendo la distribuzione personalizzata della luce principale, Highlight può valorizzare gli elementi più attraenti dello spazio (ad es. un quadro sulla parete) e agevolare le attività in aree predeterminate del locale. Oltre al concetto elegante, il design dell'oggetto si distingue per la sua morfologia sofisticata, frutto di un algoritmo generativo governato dalla scelta dell'utente riguardo la luce. Si nota la differenza rispetto all'approccio decorativo che il design di questa tipologia di prodotto segue solitamente.

Spazio di soluzioni

Le possibilità di variazione sono ampie, ma la forma ricca e articolata viene determinata indirettamente in base alla scelta delle aree illuminate.

Scelta

Il processo di personalizzazione avviene in due passaggi: l'utente prima scansiona lo spazio con uno speciale strumento installabile al posto della lampadina. Successivamente, nell'applicazione web potrà indicare (dipingere) le aree dove desidera la luce.

Fabbricazione Digitale

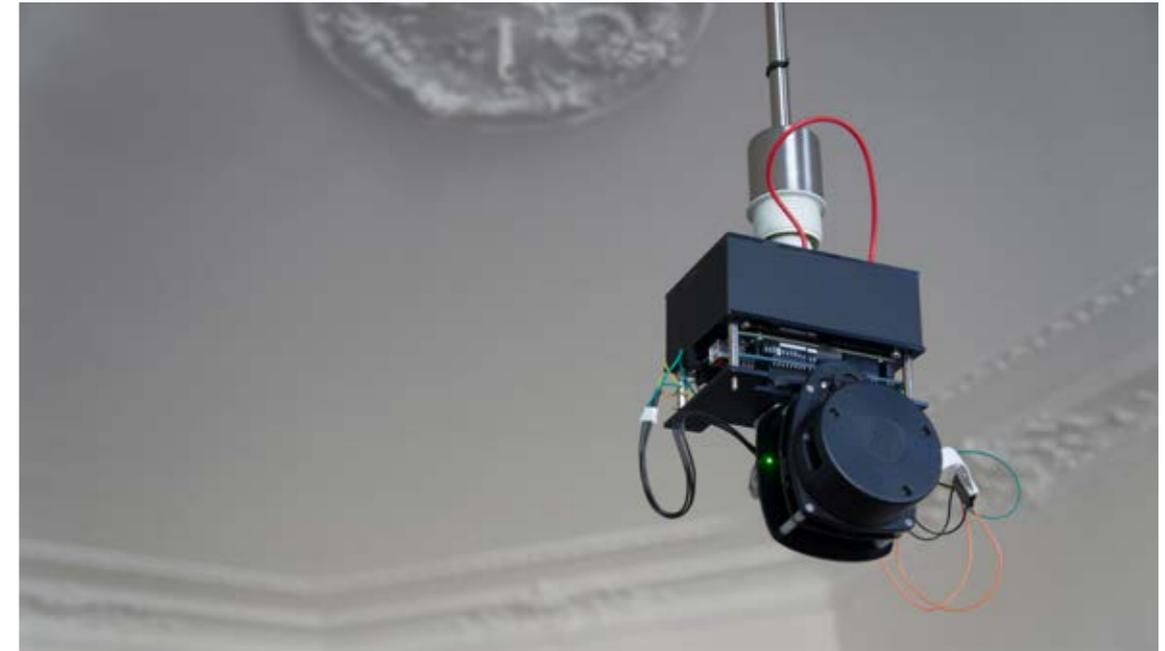
Stampa 3D a polvere di nylon bianco (SLS).

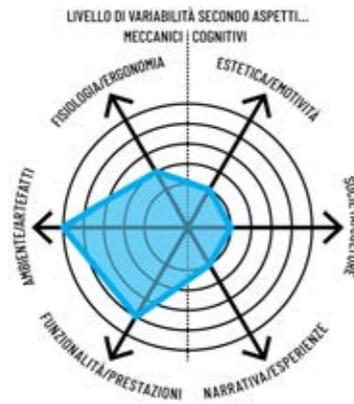
Designer

Jussi Ängeslevä, Michael Burk, Johanna Nicenboim

Web

<http://highlight.digital.udk-berlin.de/>





5.1.2.2 Parametric U-Hook

Variabilità prevalente
ambiente/artefatti

Descrizione

Il gancio Parametric U-Hook permette di personalizzare su vasta gamma un gancio performante, da realizzare con la propria stampante 3D. Mentre l'oggetto non promette prestazioni o morfologie inottenibili con prodotti di massa, rende però immediatamente disponibile un modello adatto alle specifiche esigenze dell'utente, in particolare riguardo al punto di montaggio e il peso da reggere. Il progetto è open source, quindi l'utente può liberamente configurare il prodotto e replicare il file 3D senza limiti. Il design è spartanamente funzionale; infatti il suo designer è guidato principalmente dalla missione di codificare oggetti quotidiani e diffonderli liberamente.

Spazio di soluzioni

Le possibilità della variazione dimensionale sono ampie e si possono ottenere modelli dalle proporzioni variabili per adattare l'oggetto alle condizioni d'uso (base e oggetto da sostenere).

Scelta

Il processo di personalizzazione può avvenire sia offline attraverso il programma libero OpenSCAD, che online sul sito di Thingiverse. Utilizzando questi strumenti liberi, il processo di personalizzazione non è molto *user-friendly* poiché richiede la comprensione di molti parametri, piuttosto che guidare l'utente nel gestire semplici passaggi.

Fabbricazione Digitale

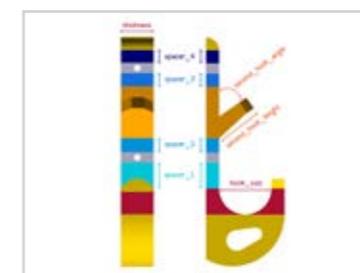
Nello spirito *open source*, il modello è stato ottimizzato per la stampa 3D rapida su qualsiasi modello FDM a basso costo.

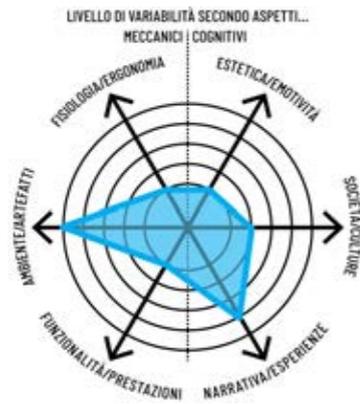
Designer

Serge Payen

Web

<http://sergepayen.fr/en/parametric-u-hook/>
https://www.thingiverse.com/apps/customizer/run?thing_id=1367661





5.1.2.3 Makersleeve

Variabilità prevalente
ambiente/artefatti

Descrizione

Makersleeve è una custodia adattabile alle dimensioni di qualsiasi dispositivo *smart*: smartphone, tablet o computer portatile. Siccome le dimensioni dell'oggetto rettangolare sono liberamente variabili, è possibile adattarla anche per altri oggetti, mantenendo comunque uno stile uniforme dell'autore, che applica lo stesso principio costruttivo anche a indumenti. Come suggerisce il nome, l'appartenenza allo spirito Maker è parte fondamentale del concept: l'utente ha il ruolo importante (anche se piccolo) di piegare la custodia che gli viene spedita smontata - a meno di non pagare un piccolo sovrapprezzo. In questo caso rimane comunque apparente il linguaggio 'da maker' dell'oggetto, che dimostra chiaramente i segni del montaggio meccanico.

Spazio di soluzioni

Le possibilità della variazione sono limitate al colore e alle dimensioni.

Scelta

Il processo di personalizzazione è estremamente semplice: si sceglie il colore, l'eventuale richiesta di montaggio e il modello del dispositivo da inserire (oppure direttamente le dimensioni).

Fabbricazione Digitale

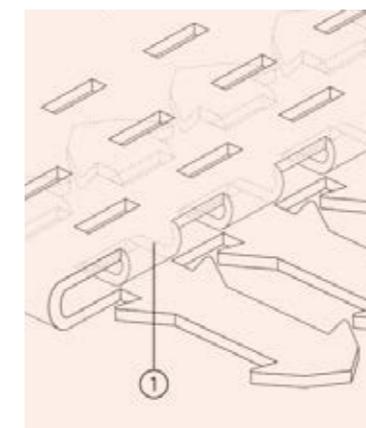
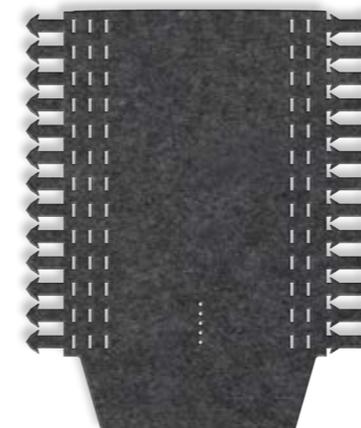
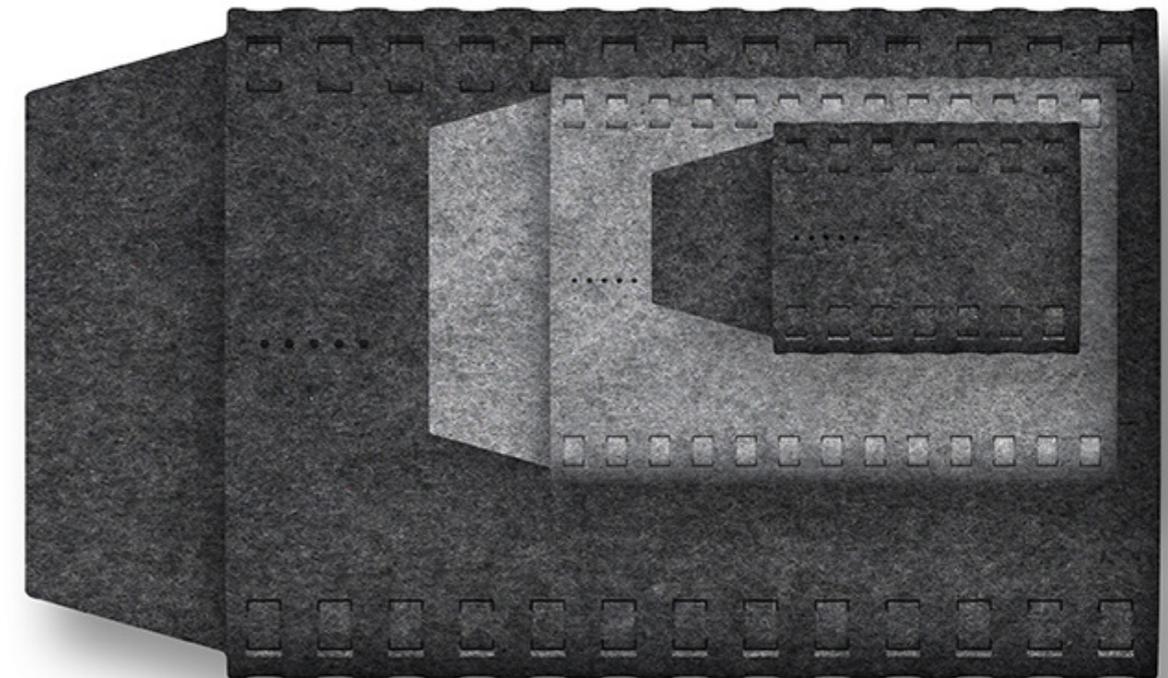
taglio laser di feltro in vari colori

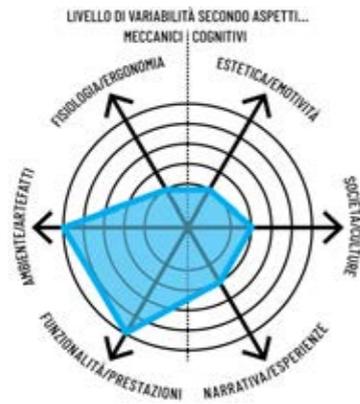
Designer

Martijn van Strien

Web

<https://www.makersleeve.com/>





5.1.3.1 Free Universal Construction Kit

Variabilità prevalente
funzionalità/prestazioni

Descrizione

Universal Construction Kit è una matrice di ottanta adattatori che rendono possibile l'interoperabilità tra dieci popolari kit di costruzione per bambini. Permettendo il collegamento tra qualsiasi degli elementi, il Kit incoraggia interazioni completamente nuove tra sistemi altrimenti isolati. Questa estensione funzionale reciproca di tutti i kit permette un gioco costruttivo ibrido radicalmente nuovo e creativo. Pur non trattandosi di un design personalizzabile si è scelto di inserirlo per via della possibile espansione funzionale di oggetti pre-esistenti, acquisendo in questo modo una nuova vita, diventando però qualitativamente diversi.

Spazio di soluzioni

Le possibilità di variazione sono limitate ad ottanta; non si tratta dunque di un vero progetto parametrico ma solo di una famiglia di oggetti, creati però con una logica combinatoria che poteva essere implementata e potenziata in modo parametrico (con uno sforzo maggiore).

Scelta

Piuttosto che una vera e propria personalizzazione, oggi la scelta avviene tra componenti già predisposti in formato STL e rilasciati in vari forum con la licenza Creative Commons.

Fabbricazione Digitale

I componenti sono riproducibili con le più comuni stampanti 3D a filo low-cost (FDM), come anche qualsiasi altro tipo di stampante più avanzata.

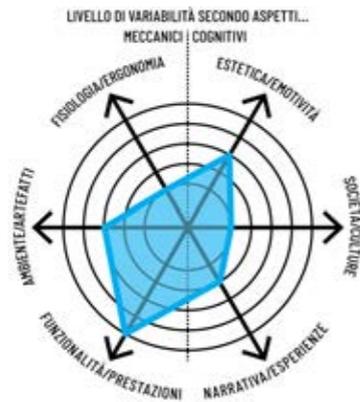
Designer

The Free Art and Technology (F.A.T.) Lab

Web

<http://fffff.at/free-universal-construction-kit>





5.1.3.2 MetaformTools

Variabilità prevalente
funzionalità/prestazioni

Descrizione

I MetaformTools sono accessori per espandere le funzionalità del HermannMiller Metaform Portfolio: un sistema di divisori di spazio per ambienti lavorativi. Si parte dall'osservazione che oltre agli strumenti essenziali del lavoro, ci si circonda spesso di altri artefatti non strettamente legati. MetaformTools mira a facilitare la personalizzazione con funzionalità aggiuntive che possono essere introdotte mantenendo una coerenza visiva. Gli elementi aggiuntivi sono stati sviluppati in stampa 3D con la più accessibile tecnologia a filo fuso, il che determina il linguaggio delle forme derivate da estrusioni. È possibile acquisire sia il prodotto fisico che il modello 3D (a prezzo ridotto). Si nota che nonostante l'utilizzo di forme semplici e di una 'semplice' tecnologia di stampa 3D, gli oggetti hanno una qualità visiva interessante grazie all'esaltazione dello spessore dei fili: la bassa risoluzione della stampa diventa un segno apprezzabile, anziché limite. Inoltre è importante notare come un oggetto semplice possa acquisire funzionalità aggiuntive con accessori funzionali.

Spazio di soluzioni

Le possibilità della variazione sono limitate e non si può parlare di design parametrico nel senso stretto, in quanto si sceglie da un catalogo di oggetti, disponibili però in un'ampia varietà di forme e dimensioni.

Scelta

Il processo di personalizzazione va dalla semplice scelta tra un'ampissima gamma di colori alla modifica del file acquisito.

Fabbricazione Digitale

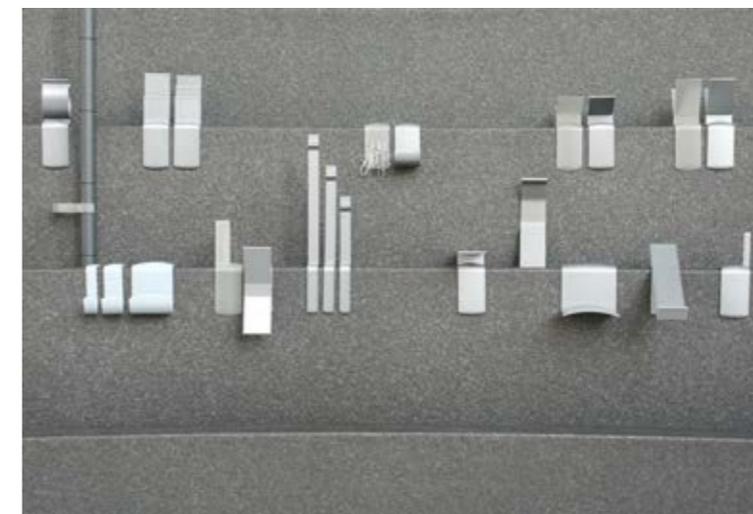
Stampa a filo (FDM)

Designer

Studio 7.5

Web

<http://www.metaformtools.com/>





5.1.3.3 Nintendo Switch accessori

Variabilità prevalente
funzionalità/prestazioni

Descrizione

Il design minimale del controller del Nintendo Switch non è ideale per certe gestualità richieste dai videogiochi. Per migliorare questa situazione, dalla comunità dei Maker sono emersi numerosi accessori in grado di migliorare le prestazioni originali del controller, ovviamente non cambiando i contenuti tecnici, ma trasformando solo la gestualità. Non si tratta di un design veramente parametrico, ma è stato incluso poiché questo tipo di intervento influenza profondamente l'utilità dell'oggetto esteso. Il principio di personalizzazione della funzionalità di dispositivi elettronici può comunque essere trasferibile in altri campi, considerando soprattutto gli esempi crescenti di open hardware.

Spazio di soluzioni

La possibilità di estensione creativa del dispositivo in questione varia su un'ampia gamma, ma non trattandosi di un modello parametrico, si può parlare solo delle potenzialità.

Scelta

Gli esempi non parametrici, quindi si effettua una semplice scelta.

Fabbricazione Digitale

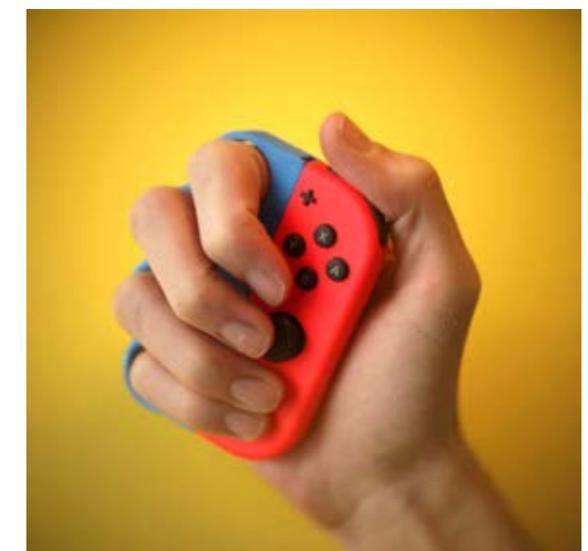
Stampa a filo (FDM)

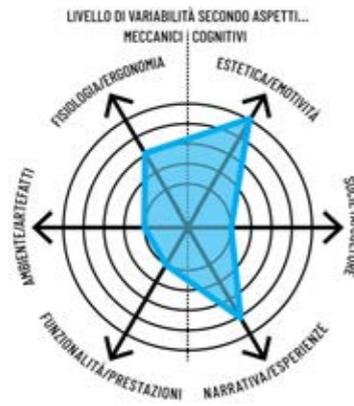
Designer

Helder L. Santos

Web

<https://helderlsantos.com/portfolio/216/>





5.2.1.1 Cell Cycle

Variabilità prevalente
estetica/emotività

Descrizione

Cell Cycle coinvolge l'utente nel progettare gioielli ispirati dai processi della crescita microbologica: un classico del product design parametrico personalizzabile, e parte di una famiglia crescente di applicazioni che permettono all'utente di diventare co-creatore di oggetti affascinanti ispirati dalla natura. Come tutti i progetti dello studio Nervous System, il design è dominato da un pattern ricco di elementi intrecciati.

Spazio di soluzioni

Le possibilità di variazione sono ampie e permettono all'oggetto di spostarsi tra varie tipologie di prodotto. Le variazioni estetiche possono portare a oggetti unici altamente distinguibili, mantenendo tuttavia la struttura cellulare; il design del prodotto (anche personalizzato) resta sempre riconoscibile come opera di Nervous System.

Scelta

Il processo di personalizzazione avviene attraverso la modifica di una base con struttura cellulare uniforme. L'utente da una parte ha modo di modificare una serie di parametri che determinano le proporzioni dell'oggetto e la densità e della struttura cellulare. Dall'altra, si può intervenire sulla forma generale attraverso una serie di punti di controllo e sulle singole cellule che possono moltiplicarsi. Si notano la complessità e la raffinatezza ottenibile da una semplice interfaccia web, risultato di un continuo sviluppo.

Fabbricazione Digitale

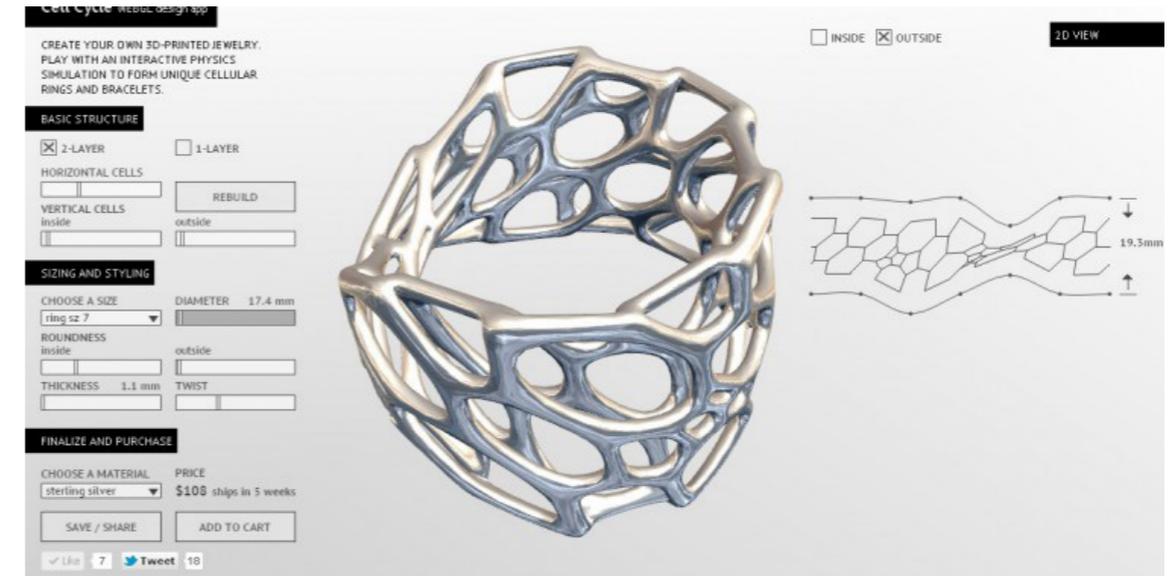
disponibile in una varietà di materiali tra nylon colorato (SLS) e metalli (cera persa).

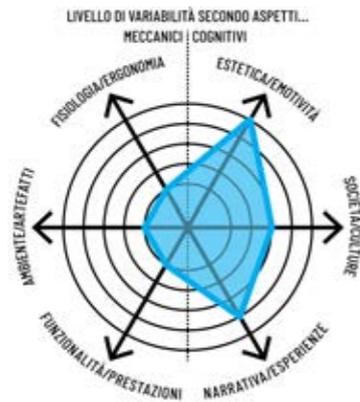
Designer

Jessica Rosenkrantz e Jesse Louis-Rosenberg

Web

<https://n-e-r-v-o-u-s.com/cellCycle/>





5.2.1.2 EmotiveModeler

Variabilità prevalente
estetica/emotività

Descrizione

EmotiveModeler è un progetto di ricerca che esplora le possibilità di generare forme in modo parametrico partendo dalle emozioni che il designer vuole esprimere. Il progetto parte dall'osservazione che le forme degli artefatti hanno un carattere emotivo a livello inconscio, e quindi si può ipotizzare una mappatura tra le caratteristiche morfologiche e le relative risposte emotive suscitate nell'osservatore. EmotiveModeler gioca con la possibilità di ribaltare l'ordine e utilizzare la risposta emotiva come input per un processo di modellazione parametrica, aiutando il designer nella fase iniziale di esplorazione di soluzioni possibili. Dunque la sperimentazione è rivolta ancora alla comunità accademica e alla disciplina del design, piuttosto che al pubblico generale; tuttavia l'approccio basato su un input testuale di stati emotivi potrebbe essere un approccio interessante anche per fornire il punto di partenza per il co-design parametrico di prodotti personalizzabili.

Spazio di soluzioni

Le possibilità sono limitate alla modifica di un modello semplice di bottiglietta. La tipologia resta invariata mentre cambiano fortemente le proporzioni e le curve del contorno. Non ci sono però particolari vincoli, si mantiene la divisione funzionale tra corpo e tappo.

Scelta

Il processo di configurazione parametrica avviene attraverso un plugin sviluppato appositamente per Rhinoceros3D.

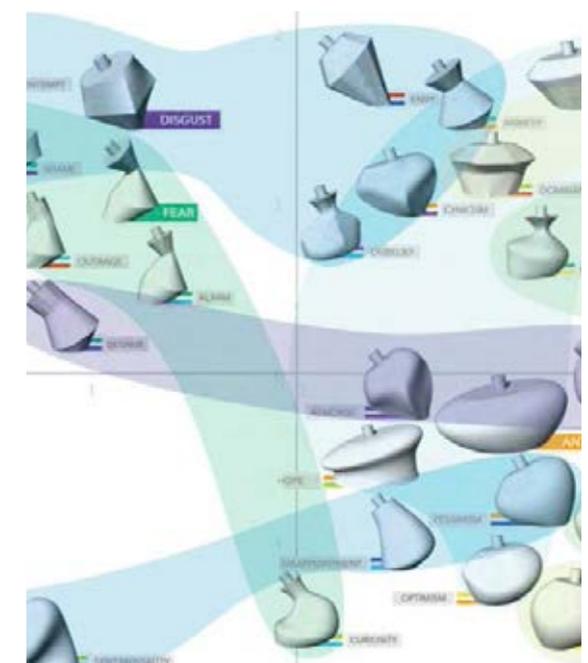
Fabbricazione Digitale

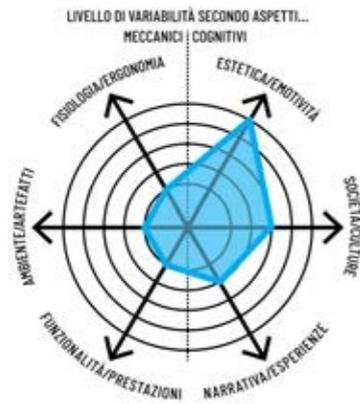
I prototipi sono stati realizzati con la stampa 3D a getto di resina fotocurabile.

Designer

Philippa Mothersill e Michael Bov

Web: <https://www.media.mit.edu/projects/emotivemodeler-an-emotive-form-design-cad-tool/overview/>





5.2.1.3 Fitchwork

Variabilità prevalente
estetica/emotività

Descrizione

Fitchwork è un marchio che offre una serie di prodotti la cui caratteristica principale è quella del pattern variabile. I prodotti offerti hanno una forma base semplice ed elegante, che viene 'rivestita' secondo le preferenze dell'utente. La gamma di pattern offerti al momento è limitata e quindi la personalizzazione non è particolarmente profonda, ma la logica di applicare pattern parametricamente variabili su oggetti dalla base relativamente semplice è una logica facilmente applicabile in altri campi. Fitchwork manca ancora di una implementazione interattiva del browser, è stato però inserito come caso studio per la coerenza del linguaggio che aiuta a costruire una forte immagine di brand.

Spazio di soluzioni

Le possibilità della variazione sono ancora ridotte, anche se il pattern generativo (ancora offline) dà la possibilità teorica di aprire ulteriori gradi di libertà.

Scelta

Il processo di personalizzazione avviene attraverso la scelta di alcune semplici opzioni tra pattern e colori.

Fabbricazione Digitale

I prodotti offerti vengono realizzati in innumerevoli possibilità di materiali tra plastiche, porcellana e metalli.

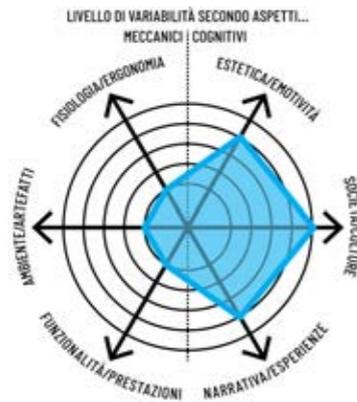
Designer

Travis Fitch

Web

<https://fitchwork.com>





5.2.2.1 Hero Forge

Variabilità prevalente
società/culture

Descrizione

Hero Forge permette agli appassionati del fantasy (o fantascienza, steampunk, ecc.) di immaginare i loro eroi e realizzarli fisicamente in forma di figurine stampate in 3D. Questo servizio di personalizzazione si basa sulle comunità legate a mondi immaginari, popolati da personaggi mitici spesso esagerati, con le quali i giocatori spesso si identificano. Hero Forge offre la possibilità di rafforzare ulteriormente questo legame attraverso una manifestazione fisica degli avatar. Questi sono configurabili scegliendo sia le proprietà fisiologiche, sia gli accessori caratterizzanti da un repository di centinaia di oggetti.

Spazio di soluzioni

Le possibilità della variazione sono ampissime. Le proporzioni del corpo sono modificabile fluidamente, mentre per la posa ci sono oltre venti possibilità. La possibile scelta tra centinaia di accessori genera innumerevoli combinazioni caratteristiche, anche se i singoli oggetti hanno uno stile determinato.

Scelta

Il processo di personalizzazione avviene online attraverso un'interfaccia 3D dove il modello - in grigio e con uno sfondo sfocato rappresentativo del genere scelto - si modifica in tempo reale. La configurazione è intuitiva nonostante le numerose opzioni, grazie all'organizzazione gerarchica che permette un'esplorazione 'divertente'. Si offrono accessori di stili diversi che però non sono risultano combinabili, garantendo così la coerenza con il mondo immaginario scelto.

Fabbricazione Digitale

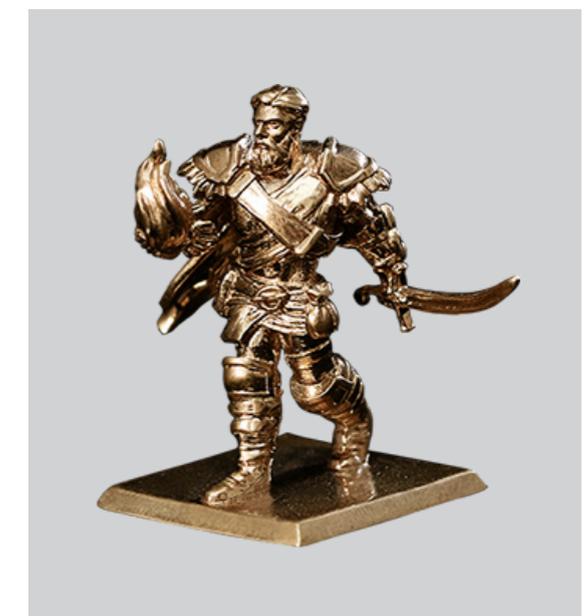
nylon SLS, resina (adatta alla decorazione manuale), acciaio inossidabile grezzo (a polvere), bronzo lucido (a cera persa).

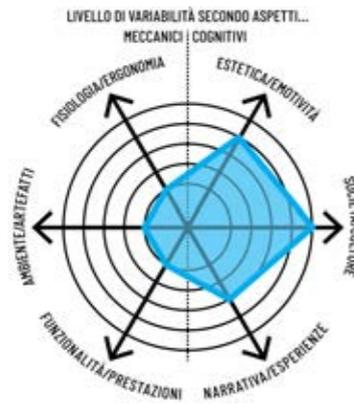
Designer

non specificato

Web

<https://www.heroforge.com/>





5.2.2.2. Locatable

Variabilità prevalente
società/culture

Descrizione

Locatable è un tavolo su cui è possibile esprimere l'apprezzamento verso un luogo. Le piante delle città, oltre al loro valore decorativo, possono dichiarare un senso di appartenenza. L'occhio che scorre sulla mappa di una città conosciuta richiama alle esperienze vissute nei suoi luoghi. Il concept del tavolo Locatable è estremamente semplice: l'utente può scegliere qualsiasi dettaglio del globo che verrà visualizzato sul piano del tavolo acquistato. Il ruolo letteralmente centrale del tavolo in numerose attività suggerisce come questo oggetto possa facilitare l'avvio di conversazioni, anche tra sconosciuti. Viene rafforzata dunque la funzione sociale del tavolo, oltre alla funzione decorativa. Il progetto è nato dal programma di ricerca "Beyond Prototyping".

Spazio di soluzioni

Le possibilità della variazione sono limitate alla scelta della grafica incisa sul piano.

Scelta

Il processo di personalizzazione avviene attraverso la semplice ricerca della città che si intende visualizzare sul tavolo; è possibile spostare la mappa e scegliere il livello di zoom con i consueti gesti usati su Google Maps. Oltre a questo, si può scegliere il materiale e lo spessore del piano. La piattaforma è ancora in fase prototipazione e momentaneamente lavora su ordinazione e non pubblica neanche alcun preventivo.

Fabbricazione Digitale

incisione con la fresa a CNC, strade riempite con resina trasparente. Operazione di tipo artigianale.

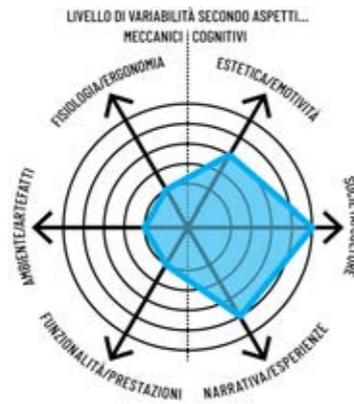
Designer

Jussi Ängeslevä

Web

<http://locatable.me/>





5.2.2.3 Minetoys

Variabilità prevalente
società/culture

Descrizione

Minetoys offre agli appassionati del videogioco Minecraft di materializzare le loro creazioni (al momento limitati per vincoli tecnologici). Minecraft è un videogioco senza una narrativa convenzionale o scopi predefiniti, almeno nella sua versione originale che ha costruito un *fanbase* di oltre cento milioni di persone. Il videogioco si basa sull'idea di costruire interi mondi partendo da semplici cubi testurizzati; grazie alla sua semplicità, l'esperienza creativa è stata abbastanza avvicinabile, anche senza un talento o competenze particolari. Minetoys trae benefici dalla comunità già esistente e offre un esempio interessante di come i contenuti generati nel web 2.0 potrebbero essere manifestati nella realtà fisica. Dal punto di vista stilistico si nota come l'estetica digitale 'nativa' dei pixel colorati continua a evolvere anche quando i vincoli tecnologici non la rendono più indispensabile: la primitività morfologica mette in evidenza la narrativa creata dalla specifica subcultura.

Spazio di soluzioni

Le possibilità della variazione sono al momento limitate per motivi tecnologici (servizio in via di sviluppo). Il prodotto personalizzabile principale è l'avatar di Minecraft. Scenari più complessi possono essere costruiti sotto una campana di vetro, ma la delicatezza dei materiali limita i dettagli più precisi. **Scelta:** Il processo di personalizzazione consiste nella semplice importazione del modello da Minecraft.

Fabbricazione Digitale

stampa multicolore a getto di inchiostro su polvere di gesso.

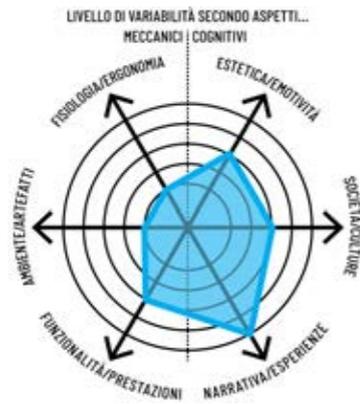
Designer

non specificato

Web

<http://www.minetoys.com/>





5.2.3.1 Copy Pastry

Variabilità prevalente
narrativa/esperienze

Descrizione

Copy Pastry introduce l'elemento ludico nell'esperienza del fare i biscotti in casa. Il prodotto aiuta a rendere momenti speciali ancora più divertenti. L'idea originale era la riproduzione realistica di ritratti in formato biscotto, che sarebbe stato molto interessante con l'utilizzo di metodi artigianali. Un ulteriore campo di applicazione sono gli eventi aziendali di catering, dove ad es. il logo riprodotto in formato biscotto diventa elemento di *brand identity*. Sebbene il servizio non è stato implementato in un modello parametrico vero (il sito non visualizza l'anteprima 3D), il principio di creare una narrativa intorno ad un oggetto utilitario, integrando contenuti forniti dall'utente, potrebbe però funzionare anche altrove.

Spazio di soluzioni

Le possibilità della variazione sono illimitate all'interno del volume massimo di 15x10x1 cm. Il contorno interno e esterno sono derivati da una fotografia fornita dall'utente.

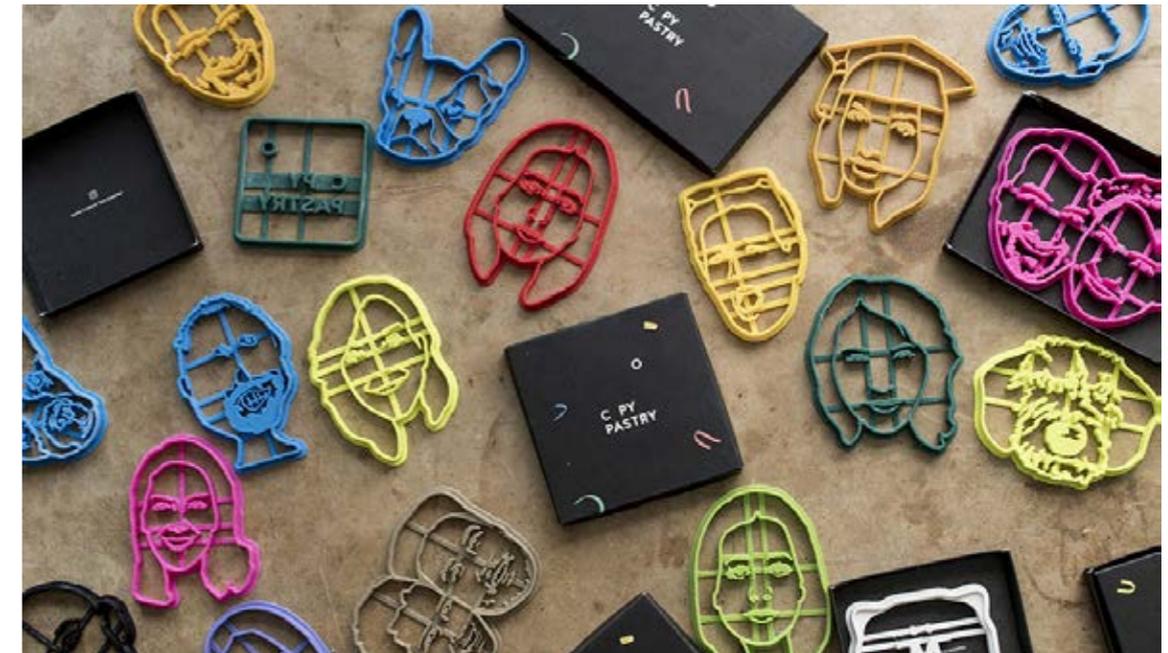
Scelta

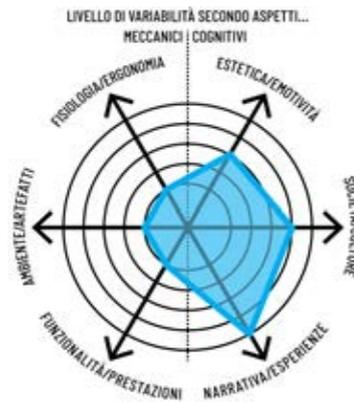
Il processo di personalizzazione avviene attraverso la consegna di un'immagine con un'eventuale indicazione riguardo la parti di maggiore interesse. Il servizio è sostanzialmente un artigianato digitale, dove i gestori elaborano 'manualmente' ogni ordine per assicurare il risultato soddisfacente. In questo caso la previsione dei risultati che derivano da una grafica richiede l'occhio di un esperto, per cui è difficilmente automatizzabile.

Fabbricazione Digitale
stampante a filo FDM

Designer
Kriszti Bozzai

Web
<https://copypastry.net/>





5.2.3.2 Nicetrails

Variabilità prevalente
narrativa/esperienze

Descrizione

Con Nicetrails gli appassionati della montagna possono mantenere un ricordo del percorso (o possono prepararsi alla prossima impresa). Mantenere souvenir delle esperienze vissute è un'abitudine diffusa dei viaggiatori, che possono così ricordare a momenti specifici del viaggio. Oltre ai momenti specifici, per gli appassionati del trekking è particolarmente importante la complessità del percorso, con tutte le sue prospettive in continuo cambiamento. Il concetto interessante applicabile anche altrove è il tracciamento continuo di un'attività rilevante per l'utente, dati che poi possono essere applicati su un oggetto fisico, in questo caso una sorta di trofeo.

Spazio di soluzioni

Le possibilità di variazione sono determinate dal paesaggio che si intende ricordare.

Scelta

Il processo di personalizzazione avviene nel browser, caricando le coordinate GPS (.gpx), ottenibile da applicazioni per il tracciamento o da dispositivi specializzati. L'interfaccia online proietta il percorso sul modello 3D del paesaggio, ricavato da fotografie satellitari.

Fabbricazione Digitale

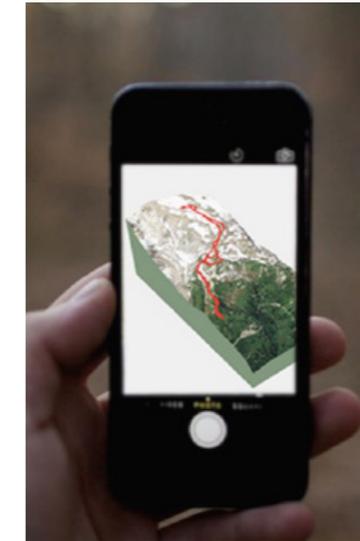
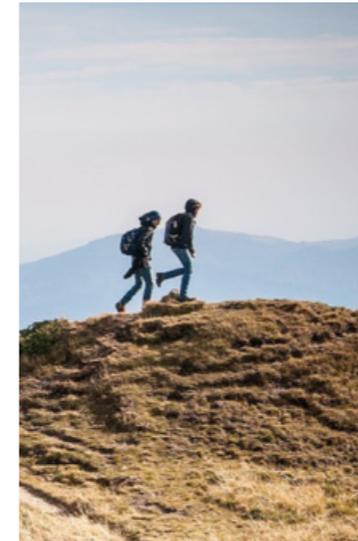
stampa multicolore a getto di inchiostro su polvere di gesso.

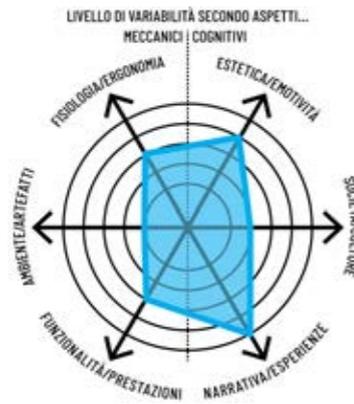
Designer

Bernat Cuní

Web

<https://www.nicetrails.com>





5.2.3.3 SketchChair

Variabilità prevalente
narrativa/esperienze

Descrizione

SketchChair offre la possibilità ludica di progettare una sedia semplicemente scarabocchiandola sullo schermo. L'applicazione offline è gratuita e open source e parte con l'intenzione di democratizzare la progettazione di prodotti, in questo caso semplici strutture stabilite da una matrice di incastri perpendicolari. Questo rende possibile anche la progettazione di altri mobili come poltrone, tavoli o letto. L'utente ottiene un file pronto per la produzione utilizzando la tecnologia e i materiali a sua scelta. Il frutto dell'esperienza creativa può diventare così un oggetto di uso quotidiano, ma anche oggetto di orgoglio considerata la narrativa del co-design.

Spazio di soluzioni

Le possibilità della variazione sono ampie in quanto l'utente può disegnare il profilo senza vincoli particolari. La struttura reticolare resta inoltre un elemento riconoscibile del design.

Scelta

Il processo di personalizzazione avviene attraverso un software open source disponibile per Windows, Mac o Linux. L'utente prima disegna 'a mano' la sedia lateralmente e poi svolge un test ergonomico, utilizzando un manichino virtuale che simula il funzionamento statico e dinamico del oggetto.

Fabbricazione Digitale

con qualsiasi strumento di taglio CNC a disposizione dell'utente. Per mobili la scelta tipica è legno e fresa CNC.

Designer

Greg Saul

Web

<http://www.sketchchair.cc/>
<https://www.kickstarter.com/projects/diatom/sketchchair-furniture-designed-by-you>

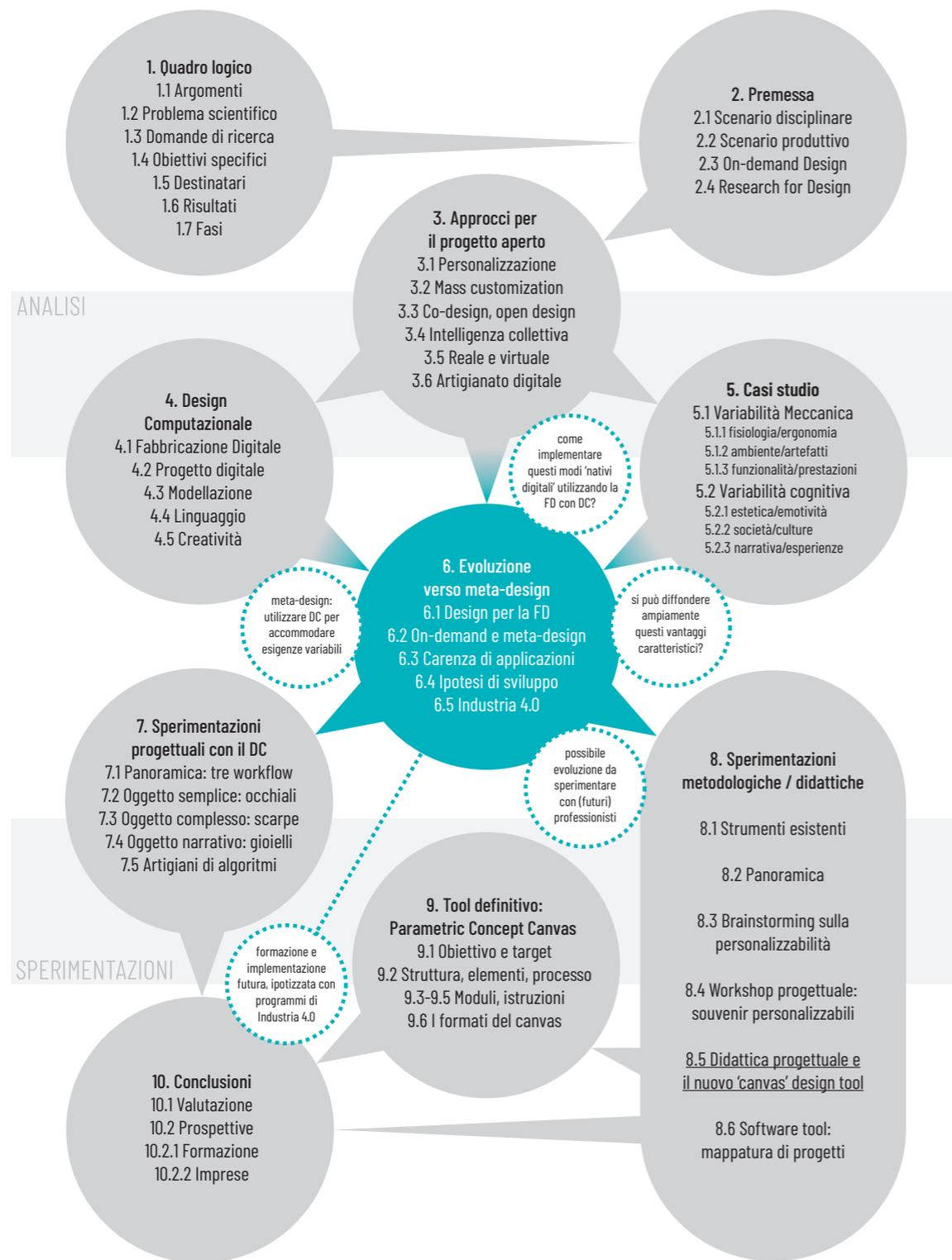


CAPITOLO 6 UN'EVOLUZIONE POSSIBILE DEL DESIGN VERSO META-DESIGN

Chapter 6. A possible evolution of Design towards Meta-Design

This chapter closes the phase of desk research by hypothesizing a possible future development of the Design profession. It starts observing that there is a gap between the hopes and reality regarding the impact of Digital Fabrication in the everyday life; the reason for this, beyond technological limitations, could be a competence shortage on behalf of the Design profession, which has not yet managed to find the right ways for valorizing the new manufacturing opportunities (while respecting the still relevant limitations). While the aim of using DF varies from discipline to discipline, for Design the most interesting opportunity seems to be the possibility of reinforcing the match between the user's desire and the product characteristics, which can be obtained through an on-demand design approach, that enters in dialogue with every single user. This requires a project with open variables and therefore a meta-designer who don't design a single object, but a multidimensional design space with an easy to use interface for the user/co-designer. So, the scientific literature has already foreseen a development of the professional practice, but on a practical level, there are still few personalisable everyday products; while the reason for this shortage cannot be determined precisely, the Design discipline could make a more conscious effort to widen strategically the range of products that (at least try to) benefit from DF and CD. This chapter hypothesizes that the development of personalisable products could be a profitable niche design practice with consistent results, but this would require a concept design approach which is more sensible to the divergent user needs. From here we derive the doctoral research's strategy to elaborate a method for concept development with a focus on the variability of the final product. Finally, this chapter highlights the coherence with Industry 4.0: an approach which is strongly supported by recent policies which foresee the training of a significant mass of professionals, preparing them for the fruition of the related technological opportunities. The strategy outlined in this chapter will guide the subsequent experimental phase, which will lead to the development of the Parametric Concept Canvas tool, the most important tangible result of doctoral research, explained in detail in chapter 9.

Questo capitolo chiude la prima fase *desk* della ricerca, ipotizzando un possibile sviluppo futuro della professione Design. Si parte osservando che esiste un divario tra le speranze e la realtà riguardo l'impatto della Fabbricazione Digitale nel quotidiano; il motivo, oltre alle limitazioni tecnologiche, potrebbe essere una carenza della professione Design, che non è riuscita a trovare i modi giusti per valorizzare queste nuove opportunità produttive, rispettando i limiti ancora rilevanti. Mentre la finalità auspicata dell'utilizzo della FD cambia tra discipline, per il Design sembra particolarmente interessante il possibile rafforzamento tra i desideri dell'utente e le caratteristiche del prodotto, ottenibile con un approccio di tipo *on-demand* design, che entra in dialogo con ogni singolo utente. Ciò richiede un progetto con variabili aperte e quindi un meta-designer che non progetta un singolo oggetto, ma uno spazio multidimensionale con il quale l'utente 'co-designer' può interagire. Dunque, la letteratura scientifica ha già previsto un arricchimento della pratica professionale ma, a livello pratico, i prodotti quotidiani personalizzabili sono pochi; sebbene il motivo non possa essere determinato con certezza, dal punto di vista della disciplina si può fare uno sforzo per ampliare strategicamente la gamma dei prodotti che valorizzano la FD e il DC. Dunque si ipotizza che lo sviluppo di oggetti personalizzabili potrebbe essere una pratica consolidata con risultati consistenti, ma richiede un approccio di concept design più sensibile alle divergenti esigenze tra gli utenti. Da qui si deriva la strategia di elaborare un metodo di sviluppo concettuale focalizzato sul concetto della variabilità del prodotto finale. Viene evidenziata infine la coerenza con l'industria 4.0: approccio fortemente supportato dalle politiche di sviluppo che prevedono la formazione di una massa significativa di professionisti per la fruizione delle relative opportunità tecnologiche. La strategia articolata in questo capitolo guiderà la fase successiva di sperimentazioni, che condurranno poi allo sviluppo del *tool* Parametric Concept Canvas, risultato tangibile più importante della ricerca dottorale, spiegato in dettaglio nel capitolo 9.



6.1 Design per la Fabbricazione Digitale

Come abbiamo notato, la Fabbricazione Digitale è stata usata per la sua capacità di agevolare la realizzazione di attrezzi particolari e di strumenti preziosi per la manifattura; più tardi è diventata accessibile per la realizzazione di prototipi veloci e relativamente economici e, in seguito, per sofisticati pezzi unici di arte e design.

Nella professione Design, così come nel media 'popolare', la FD – in particolare la stampa 3D – è stata accolta con aspettative altissime (e spesso naïve) per la sua (presupposta) potenzialità rivoluzionaria. Tuttavia, le promettenti sperimentazioni iniziali non sempre hanno garantito la diffusione (quindi fruizione economicamente sostenibile) delle innovazioni tecnologiche. Mentre è indubbia la democratizzazione dell'accesso alla FD a partire dal progetto RepRap (dal 2005), è altrettanto evidente la loro marginalità come strumenti di produzione di oggetti quotidiani; di conseguenza siamo ancora lontani dal realizzare la promessa di una produzione diffusa, su richiesta, senza magazzini e senza scarti, come previsto dai più entusiasti promotori dell'*advanced manufacturing*, come Neil Gershenfeld (2012) o Chris Anderson (2012). Nell'innovazione tecnologica è noto il fenomeno della diffusione interrotta dopo una fase di entusiasmo, a causa della delusione verso i primi prodotti commercializzati; successivamente si è soliti passare per una fase di ricalibrazione delle aspettative, allo scopo di arrivare ad un uso produttivo sostenibile. Lo spesso citato (seppur approssimativo) grafico di 'Gartner hype cycle' visualizza in modo sensibile la fluttuazione dell'opinione pubblica riguardo le nuove tecnologie; come esprime la (cosiddetta) legge di (Roy) Amara, «we tend to overestimate the effect of a technology in the short run and underestimate the effect in the long run». Nel caso della Fabbricazione Digitale, se i suoi prodotti non hanno ancora un ruolo particolarmente rilevante nel quotidiano, come uno dei motivi dello sviluppo lento si può individuare la FD non abbastanza performante per 'materializzare' prodotti quotidiani in modo conveniente.

D'altronde si può sospettare anche una carenza della professione Design, che non è riuscita a trovare i modi giusti per valorizzare le

nuove opportunità produttive, rispettando i limiti ancora rilevanti. Dunque possiamo affermare che, oltre alle competenze tecniche, esiste una carenza di competenze concettuali che impedisce l'individuazione dei giusti punti di intervento, dove i vantaggi caratteristici della FD potrebbero essere fruiti adeguatamente.

6.2 On-demand design e l'idea del meta-designer

Riguardo l'impatto della FD sul sistema produttivo, si aspetta uno spostamento multi-laterale; infatti, la comunità accademica, imprenditoriale e il movimento dei maker lavorano tutti per obiettivi differenti, ad esempio:

- imprese potenti già esistenti sperano di servire meglio i loro clienti e restare nella loro posizione di leadership;
- governi regionali sperano di (ri-)potenziare il locale apparato manifatturiero per aumentare l'occupazione e le relative tasse, catalizzando l'innovazione nelle Piccole e Medie Imprese;
- i Fab Lab e Makerspace promuovono l'apprendimento delle tecnologie e l'auto-sufficienza nelle comunità locali attraverso la riappropriazione degli strumenti di produzione.

Dal punto di vista del Product Design, la ricerca dottorale è particolarmente interessata all'idea di progetti altamente variabili secondo le preferenze e i contributi creativi degli utenti individuali; ciò sembra un'evoluzione logica della professione design, la quale ha gradualmente volto la sua attenzione da prodotti generici per masse a prodotti di nicchia per comunità sempre più piccole. Ad un livello più generale, come implicazione di una serie di fenomeni nel sistema produttivo e nella società contemporanea, oggi si può identificare la promessa di una trasformazione del rapporto tra design, produzione e consumo attraverso l'emergenza del design on-demand (Di Lucchio, 2014). Di conseguenza, emerge la necessità di produrre dati digitali per tale produzione differenziata.

Il design computazionale può essere considerato utile per questo motivo: un modello matematico attentamente strutturato può permettere la differenziazione del progetto secondo l'input degli utenti, che possono esprimere le loro preferenze, presupponendo un'interfaccia adeguata per l'intervento dell'utente. Questa è una forma piuttosto diversa del design computazionale rispetto a quella che si è soliti usare per generare geometrie complesse che forniscono prestazioni particolari (l'approccio del ingegnere) o per generare geometrie affascinanti con una ricchezza estetica altrimenti inottenibile (l'approccio degli architetti e artisti).

Come discusso precedentemente, per distinguere tra le sfumature dell'approccio con cui viene utilizzata la modellazione parametrica, si utilizzano vari termini alternativi, tra design parametrico, generativo, computazionale e algoritmico. Siccome la tesi dottorale si interessa più alla diffusione ampia del fenomeno (DC per FD), piuttosto che alla diramazione in brache specializzate, successivamente useremo maggiormente il termine generico design/modellazione 'computazionale'.

Dalla prospettiva del Design, l'attenzione si focalizzerà sul potenziale di queste tecnologie nel servire meglio le necessità e le preferenze degli utenti, dando la possibilità di intervenire in modo significativo sul prodotto prima della realizzazione attraverso la fabbricazione digitale. Tale approccio è più vicino alla pratica industriale di *mass customization*, ben esplorata anche nella letteratura accademica. Come discusso più in dettaglio precedentemente, praticare quest'approccio con successo richiede tre elementi fondamentali (Salvador, Holan, & Piller, 2009): un processo produttivo flessibile, uno spazio di soluzioni ben definito e un modo intuitivo di navigare tra le scelte possibili, minimizzando l'onere della scelta. Riflettendo sul cambiamento del ruolo del designer, Jos De Mul (2011) fa un'osservazione interessante riguardo l'importanza della gestione virtuosa di numerose variabili:

«The designer [...] should become a metadesigner who designs a multidimensional design space that provides a user-friendly interface, enabling the user to become a co-designer, even when this user has no designer experience or no time to gain such experience through trial and error.»

Questo implica che creare una moltitudine imprevedibile di prodotti necessita di un approccio differente rispetto alla progettazione di una soluzione singola. La diversità tra utenti non dovrebbe essere circumnavigata, ma considerata come una risorsa essenziale per creare artefatti autenticamente personali. La fiducia nella capacità creativa degli utenti (anche non esperti nella progettazione) è fondamentale anche per filosofie e pratiche come il Design Partecipativo e l'Open Design. Tuttavia, come nota Cruickshank (2014), è fondamentale guidare adeguatamente gli utenti (co-progettisti), evitando di limitare il grado di libertà ad una semplice scelta tra opzioni predisposte dal designer; ciò risulterebbe una personalizzazione più illusoria che reale. D'altronde, anche un supporto minore del necessario può limitare i potenziali contributi creativi, poiché avere carta bianca può risultare difficile anche per designer esperti.

6.3 Una carenza di applicazioni

Ricordando che uno degli obiettivi della presente ricerca è l'ampliamento dell'adozione delle pratiche di Design Computazionale per la Fabbricazione Digitale, si nota la necessità di un lavoro sistematico per identificare cosa e perché dovrebbe essere diversificato. Come sarebbe possibile andare oltre alla semplice customizzazione estetica e aumentare il valore dei prodotti in modo significativo, coinvolgendo ogni utente nel processo di progettazione? Considerando la gamma ridotta di esempi disponibili che usano la FD per ottenere una personalizzazione 'profonda', oltre ai limiti tecnologici, si possono ipotizzare almeno altri due motivi:

(1) Forse la personalizzazione 'profonda' dei prodotti quotidiani non è un valore particolarmente importante per la maggior parte delle persone, considerando la già ampia disponibilità di scelta. Infatti, una scelta eccessiva può introdurre incertezza nel processo di decisione, e quindi diminuire le vendite e rendere meno soddisfatti i consumatori; Schwartz (2004) indica tale ansia come 'il paradosso della scelta'. Altri studi hanno trovato che tale decrescita della motivazione non è universalmente vera, ma che c'è una forte oscillazione a seconda delle condizioni specifiche di scelta (Scheibehenne, 2010). Come avvertono Pine e Korn (2011), «customers do not want choice, they just want exactly what they want. Your job is to present the possibilities to them in a way that they can figure out what they want-even if they do not know what that is or cannot articulate it».

(2) Inoltre, potrebbe essere che le conoscenze della professione Design oggi non siano adeguate nel trovare prodotti per i quali la personalizzazione sarebbe necessaria. Infatti, anche progettare oggetti aperti alle modifiche dell'utente (prima della produzione) è un problema inconsueto per il product design, più abituato a identificare l'esigenza dominante e soddisfarla con una soluzione unica.

Da quando è emersa la figura professionale del designer all'inizio del ventesimo secolo, è stato sempre un intermediario tra industria e vita quotidiana degli utenti; a volte introducendo innovazioni tecnologiche nella società, altre volte cercando di risolvere i problemi delle persone; a volte dando maggior ruolo al valore funzionale, altre volte a quello simbolico. Nello scenario presente della professione design che include una gamma sempre maggiore di attività e finalità, è difficile individuare una tendenza prevalente, ma in generale si può osservare un'attenzione maggiore ai metodi che si rivolgono intorno alla figura dell'utente, esaminando i suoi bisog-

ni con una vocazione di tipo sociale. Quest'attenzione all'utente si manifesta in numerosi metodi e strumenti, elaborati sia dalla comunità accademica sia da grandi agenzie di consulenza (ad es. IDEO), raccolti in varie piattaforme e libri.

Tuttavia lo sviluppo di nuovi prodotti di successo non necessariamente parte da un gruppo predefinito di utenti da promuovere. Il committente del designer è spesso l'azienda che produce un determinato prodotto, da migliorare o riprogettare, rendendo necessaria un'indagine attraverso vari segmenti del mercato potenziale. Altre volte ancora l'azienda committente non ha neanche un prodotto specifico, ma mira a valorizzare le sue conoscenze, innovazioni o risorse tecnologiche – situazione che la letteratura di business/marketing definisce come *Technology Push*, ossia una soluzione in cerca di problema, contrariamente alla *Market Pull* che cerca una soluzione a un problema dell'utente. Esiste un dibattito vivo riguardo il punto di partenza ideale; Alexander Osterwalder, il promotore dell'ormai molto diffuso Business Model Canvas, sostiene che nonostante la credenza diffusa, lo sviluppo di un prodotto innovativo di successo non deve necessariamente partire da un'utente specifico; importante però che finisca con un prodotto che aiuti le attività, elimini le difficoltà e porti vantaggi rilevanti all'utente. Sorge quindi una domanda: come sarebbe possibile ampliare strategicamente la gamma dei prodotti che valorizzano la FD e il DC?

6.4 Ipotesi di sviluppo

Considerando la facile accessibilità delle conoscenze tecniche riguardo la FD e il DC, si può riformulare la domanda nel modo seguente: come sarebbe possibile agevolare lo sviluppo concettuale di nuovi prodotti personalizzabili secondo le possibilità tecnologiche contemporanee e per le sensibilità contemporanee degli utenti? Questa ricerca è partita dall'assunto che la FD possa essere valorizzata più adeguatamente attraverso prodotti personalizzabili utilizzando il DC. In cerca dell'azione più efficace per sviluppare oggetti personalizzabili è stato osservato che le conoscenze tecniche per modellare oggetti con la DC o realizzarli con la FD, sono entrambe ampiamente esplorate dalla comunità accademica e dalla comunità dei Maker; molti dei risultati sono facilmente reperibili online e vengono aggiornati continuamente. Perciò, volendo contribuire al corpus di conoscenze della professione Design, si è ritenuto opportuno affrontare il problema dell'atto creativo che porta a un progetto variabile. Questo suggerisce la necessità di una ricerca sul metodo

progettuale – in particolar modo sul concept design – fase cruciale che determina se un prodotto personalizzabile incontrerà le esigenze realmente divergenti degli utenti, o se renderà solamente la loro scelta più onerosa.

Si ipotizza dunque che lo sviluppo di oggetti personalizzabili potrebbe essere una pratica consolidata con risultati consistenti, ma richiede anche un approccio di concept design più sensibile alle esigenze divergenti tra gli utenti. Nello specifico, si mira a elaborare un metodo di sviluppo concettuale focalizzato sul concetto della variabilità del prodotto finale. Per verificare e dimostrare questa possibilità, è stata svolta una serie di sperimentazioni didattiche (descritte nei capitoli seguenti), che ha portato allo sviluppo di uno strumento cartaceo in grado di guidare il flusso del pensiero progettuale verso un concept in cui la personalizzabilità è una caratteristica distintiva. A lungo termine si auspica che l'approccio elaborato possa arricchire la professione del design con nuove competenze creative che aiutino non solo a fornire prodotti più gradevoli agli utenti, ma anche a valorizzare le loro capacità creative nel momento della personalizzazione.

«The past few centuries have given us the personalization of expression, consumption, and computation. Now consider what would happen if the physical world outside computers was as malleable as the digital world inside computers. If ordinary people could personalize not just the content of computation but also its physical form. [...] Industrial production would merge with personal expression, which would merge with digital design, to bring common sense and sensibility to the creation and application of advanced technologies.» (Gershenfeld, 2005)

6.5 Coerenza con l'industria 4.0

L'obiettivo della ricerca di elaborare nuovi strumenti concettuali per la valorizzazione della FD è particolarmente rilevante se si considera che recentemente l'industria 4.0 è diventata centrale per le politiche di sviluppo economico. Il termine Industria 4.0 indica una tendenza dell'automazione industriale che integra alcune nuove tecnologie produttive per migliorare le condizioni di lavoro e aumentare la produttività e la qualità produttiva degli impianti. Il termine è promosso dal piano industriale del governo tedesco (2011), ma si è diffuso per indicare il concetto del smart factory, che prevede l'introduzione di sistemi ICT a diversi livelli e scopi, tra cui la customizzazione dell'offerta dei produttori e la flessibilità logistica della produzione.

Questo fenomeno tecnologico contribuisce ad uno spostamento notevole del rapporto tra progettazione, produzione e consumo, coinvolgendo sempre più l'utente finale ('consumatore') nelle fasi precedenti per ottenere prodotti più soddisfacenti. Si nota che il termine industria 4.0 viene spesso scambiato con una certa leggerezza col termine 'quarta rivoluzione industriale', anche se non è facile individuare un unico criterio qualitativo che permetta questa denominazione; si tratta piuttosto di uno sviluppo quantitativo di una moltitudine di tecnologie. Perciò, se la nuova famiglia di tecnologie '4.0' rappresenta realmente una rivoluzione o si tratterà di un'evoluzione fluida è ancora una questione discussa (difficile da giudicare dal punto di vista del design); Garbee (2016) cita vari casi di decenni passati in cui veniva 'proclamata' la quarta rivoluzione. Dall'altra parte, il World Economic Forum e il suo fondatore Klaus Schwab (2017) sostengono che si tratta di una vera rivoluzione industriale; Brynjolfsson e McAfee (2014) vanno ancora oltre sostenendo che i cambiamenti industriali sono realmente diversi perché in quel che chiamano il *Second Machine Age*, si automatizzeranno molte delle attività cognitive, sostituendo gli umani in molte professioni, contrariamente alle rivoluzioni industriali precedenti che hanno 'semplicemente' amplificato le capacità produttive umane.

In ogni caso oggi, grazie all'evoluzione (democratizzazione) delle tecnologie di fabbricazione digitale e di Internet of Things (IoT), i principi della Industria 4.0 stanno diventando applicabili anche in ambienti produttivi poco capitalizzati, come la piccola, micro e nano imprenditoria, fortemente presente nel tessuto imprenditoriale italiano. L'importanza strategica dell'Industria 4.0 ormai è ampiamente riconosciuta, come dimostra il Piano Nazionale Industria 4.0 Ministero dello Sviluppo Economico, 2017), che prevede la formazione di 200 000 studenti universitari, 3000 manager e 1400 dottorati legati ai temi dell'industria 4.0; il mondo della ricerca aiuterà il mondo imprenditoriale attraverso Competence Center nazionali in ambiti tecnologici polarizzati. Questo quadro di previsioni evidenzia la rilevanza delle conoscenze mirate dalla ricerca presente, che sta cercando di rendere la professione design più capace a valorizzare le opportunità della Fabbricazione Digitale, parte fondamentale dell'industria 4.0. Nello specifico, le nuove figure professionali e manageriali avranno bisogno dell'apprendimento non solo di aspetti tecnologici, ma anche di quelli concettuali; la metodologia e gli strumenti elaborati potrebbero essere particolarmente utili per la formazione di una nuova generazione di designer in grado di affrontare le nuove sfide del sistema produttivo.

Bibliografia capitolo 6

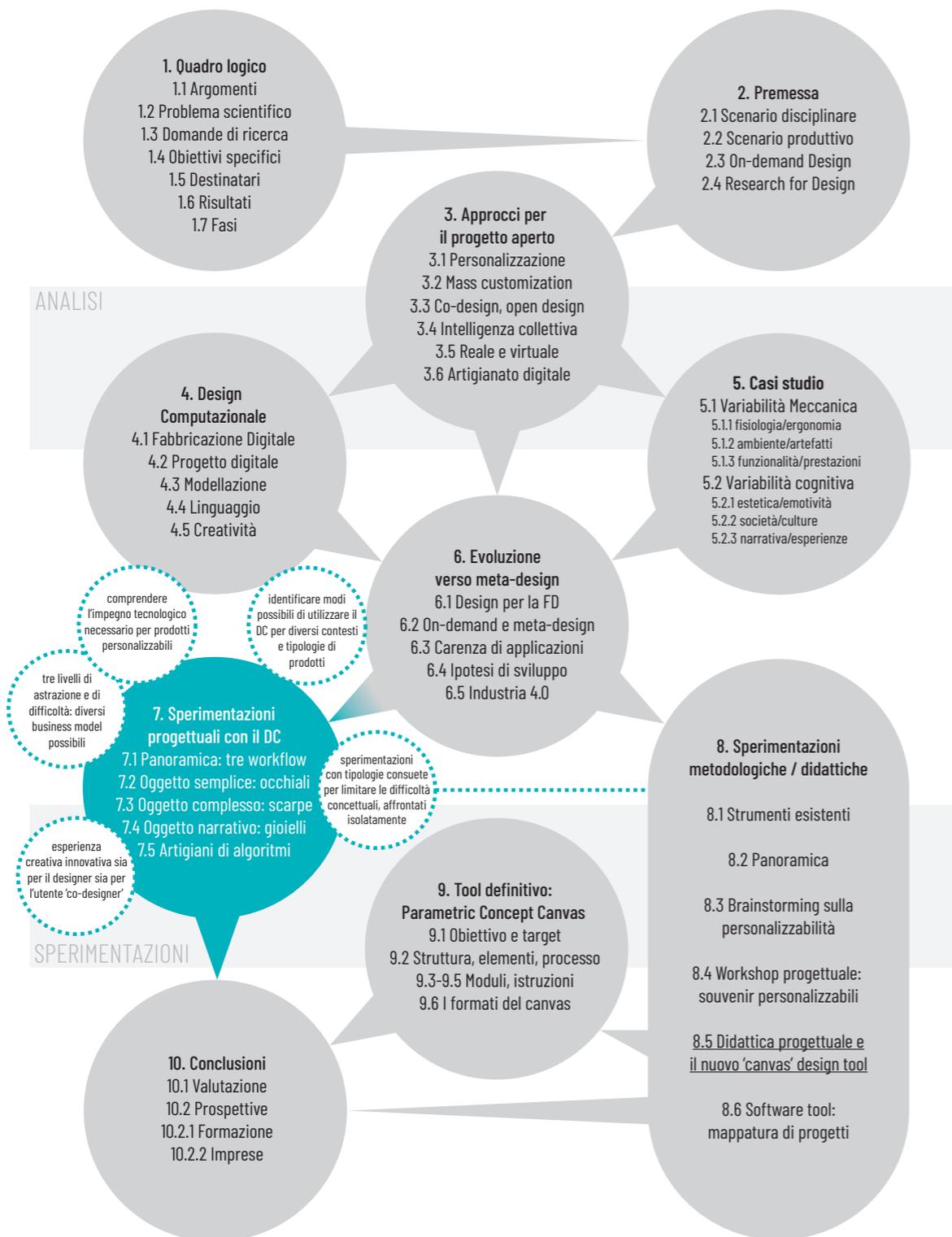
- Anderson, C. (2012). *Makers: The New Industrial Revolution*. Danvers: Crown Publishing Group.
- Brynjolfsson, E., McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York: Norton & Company.
- Cruickshank, L. (2016). *Open design and innovation*. London: Routledge.
- De Mul, J. (2011). Redesigning design. In B. Abel (a cura di), *Open design now*. Amsterdam: BIS.
- Di Lucchio, L. (2014). Design on-demand. Evoluzioni possibili tra design, produzione e consumo. In T. Paris (a cura di), *Lectures#2*, pp. 62-77. Roma: Rdesignpress.
- Garbee, E. (2016). *This Is Not the Fourth Industrial Revolution*. Retrieved from http://www.slate.com/articles/technology/future_tense/2016/01/the_world_economic_forum_is_wrong_this_isn_t_the_fourth_industrial_revolution.html
- Gershenfeld, N. (2005). *Fab: The Coming Revolution on Your Desktop--from Personal Computers to Personal Fabrication*. New York: Basic Books.
- Gershenfeld, N. (2012). How to Make Almost Anything. *Foreign Affairs*, November/December 2012, pp. 43-57
- Ministero dello Sviluppo Economico (2017). *Piano Nazionale Industria 4.0*. http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/Piano_Industria_40.pdf
- Pine, J. B., Korn, K. C. (2011). *Infinite Possibility. Creating Customer Value on the Digital Frontier*. San Francisco: Berrett-Koehler.
- Salvador, F., de Holan, P. M., Piller F. (2009). Cracking the Code of Mass Customization. *MIT Sloan Management Review*, 50(3), 2009, pp. 70-79.
- Scheibehenne, B., Greifeneder, R., Todd, P. M. (2010). Can There Ever be Too Many Options? A Meta-Analytic Review of Choice Overload. *Journal of Consumer Research*. 37: 409-425. doi:10.1086/651235
- Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. US: Crown.
- Schwartz, B. (2004). *The Paradox of Choice - Why More Is Less*. New York: Harper Perennial.

CAPITOLO 7 ESPERIENZE PROGETTUALI CON IL DESIGN COMPUTAZIONALE

Chapter 7. Experiences with Computational Design

This chapter opens the field research phase with the description of three practical experiences which were instrumental to acquiring the technical know-how which is necessary for the practice of Computational Design for Digital Fabrication. These three activities help to demonstrate three possible approaches which can be followed for elaborating a personalisable 3D model. The three described projects belong to different product categories: eyeglass frames, shoes and jewellery; categories chosen because they allow to focus on the technical aspects rather than the validity of the personalization need, which is already well recognised and practiced in the respective fields. The most important observation of this chapter is that according to the modelling tool used, the way the designer think can be more or less abstract; the projects helped to distinguish between three levels of abstraction: 'simple' parametric solid modelling (Solidworks), generative modelling through a visual scripting language (Grasshopper), and generative modelling through textual code writing with a generic programming language (Javascript). The increasing level of abstraction implies, on one hand, an increasing level of difficulty of implementation, while, on the other hand, greater possibilities of diffusion through digital channels and of creating engaging experiences. Accordingly vary also the mode of interacting with the market, thus influencing the business model that can be hypothesized already in the concept design phase. Therefore, the awareness regarding the different options of Computational Design is essential already during the conceptual development of personalisable products.

Questo capitolo apre la descrizione delle attività di ricerca *field* con sperimentazioni progettuali volte all'acquisizione del *know-how* tecnico indispensabile per la pratica del Design Computazionale per la Fabbricazione Digitale. Queste attività dimostrano vari approcci che il designer può seguire per elaborare un modello parametrico personalizzabile. Verranno descritti tre progetti realizzati in tre categorie diverse di prodotti: occhiali, scarpe e gioielli; categorie scelte perché permettono di concentrare l'attenzione sugli aspetti tecnici piuttosto che sulla necessità di personalizzazione, già ben riconosciuta e praticata nel campo. Come contributo più importante, si osserva che a seconda dello strumento di modellazione utilizzato, il pensiero progettuale del designer deve essere più o meno astratto; i progetti raccontati hanno permesso di distinguere tre livelli di astrazione tra modellazione parametrica solida (Solidworks), modellazione generativa con un linguaggio di *scripting* visivo (Grasshopper), e modellazione generativa con codice testuale in un linguaggio versatile (Javascript). Il livello crescente di astrazione implica da una parte la crescente difficoltà di implementazione, dall'altra possibilità crescenti per la diffusione attraverso canali digitali. Di conseguenza varia anche la modalità con cui il prodotto può interagire con il mercato, influenzando il business model che il designer può ipotizzare nella fase di concept design. Dunque, la consapevolezza riguardo le possibilità di diversi strumenti di design computazionale è essenziale già nella fase di sviluppo concettuale.



7.1 Panoramica: tre workflow, tre livelli di astrazione

Si ricorda che il terzo Obiettivo Specifico della ricerca dottorale è fornire direzioni strategiche riguardo l'implementazione del product Design Computazionale per la Fabbricazione Digitale. Queste tecniche progettuali e produttive portano non solo opportunità interessanti, ma anche sfide notevoli, considerando le conoscenze specializzate da ottenere. Da una parte, la pratica del Design Computazionale al momento non è ancora un campo di studi approfondito durante il percorso formativo di design, al contrario dell'architettura, dove gli strumenti parametrici godono di un'attenzione maggiore grazie alla loro potenzialità morfologiche. Considerando le restrizioni funzionali, produttive ed economiche più stringenti, l'approccio parametrico è molto meno diffuso nella professione del design, evidenziata anche dalla relativa scarsità di letteratura scientifica e divulgativa (in confronto alla progettazione parametrica per l'architettura o per l'ingegneria).

Dunque si è deciso di fare un confronto pratico degli strumenti possibili nell'ottica specifica del Product Design, per comprendere le possibilità offerte e il grado di difficoltà che questi strumenti rappresentano. Questo capitolo presenterà due sperimentazioni progettuali relativamente semplici e un caso studio più complesso (svolto in collaborazione con una società start-up). Dal punto di vista tipologico gli oggetti coprono una gamma di accessori a stretto contatto con il corpo; le possibilità del DC sono state usate nel modo seguente:

- occhiali: la tipologia di prodotto è funzionale e deve svolgere un compito semplice, rispondendo ad aspettative meccaniche medie. Il progetto sperimentale utilizza il DC per ottenere una forma maggiormente equilibrata con il volto dell'utente, sia per motivi estetici che ergonomici;
- scarpe: la tipologia di prodotto è funzionale e prevede una complessità maggiore, richiedendo una costruzione flessibile e prestazioni meccaniche più elevate. Il progetto sperimentale utilizza il DC per ottenere nuove qualità estetiche variabili, nonché la produzione rapida on-demand;



- gioielli: la tipologia di prodotto è decorativo e quindi le aspettative meccaniche sono minime. Il progetto descritto utilizza il DC per creare una narrativa di personalizzazione trasformando un messaggio vocale in una forma unica.

Queste tipologie di oggetti sono già ampiamente affrontate nella pratica del design per la FD, in parte con approccio parametrico. Ciò significa che non si tratta di innovazioni radicali, tuttavia la loro adeguatezza per il DC e FD è immediatamente comprensibile, risultando adeguati anche per una sperimentazione focalizzata sugli aspetti realizzativi, anche se non rappresentano una innovazione tipologica significativa.

I tre progetti rappresentano un ventaglio di complessità dal punto di vista del DC. Lo strumento adeguato che si è trovato per ognuno di loro implica un diverso livello di astrazione:

(1) Livello di astrazione basso: modellatore parametrico solido (ad es. Solidworks, usato per gli occhiali). In questo caso il processo di modellazione rimane vicino al modo convenzionale: il modello si definisce attraverso una serie di passaggi, che vengono registrati nella *model tree*. Attraverso la strutturazione attenta di questo albero logico, il designer può predisporre il modello alla personalizzazione: questo però avviene in un ambiente software professionale che non può essere gestito direttamente dall'utente finale, quindi la scelta di business model si vincola alla modalità 'artigianale' dove il designer esperto accompagna l'utente nel processo di personalizzazione.

(2) Livello di astrazione medio: programmazione visiva in un software desktop (ad es. Grasshopper, usato per le scarpe). In questo caso il processo di modellazione si basa su di un convenzionale software di modellazione (Rhinoceros 3D), ma si aggiunge un toolbox in grado di automatizzare la sequenza di passaggi, particolarmente utile per processi ripetitivi. Similarmente al caso precedente, si possono modificare i parametri numerici di input e le geometrie base (ad es. curve). L'interfaccia di Grasshopper permette di svolgere varie operazioni logiche in modo visivo e quindi relativamente facile da approcciare anche senza competenze informatiche avanzate. Il software può interagire facilmente con altri software esterni, è possibile quindi sviluppare interfacce amichevoli anche per l'utente finale che vuole personalizzare il suo oggetto. Questo è possibile sia offline che online attraverso varie piattaforme che possono creare un ponte tra il browser e Grasshopper (seppure con prestazioni limitate; esempi: ShapeDiver, Speckle).

I tre progetti realizzati con Design Computazionale a diversi livelli di astrazione (strumenti illustrati alla pagina di fronte)



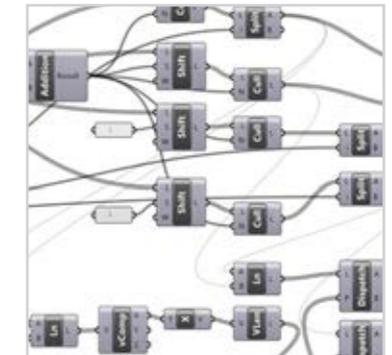
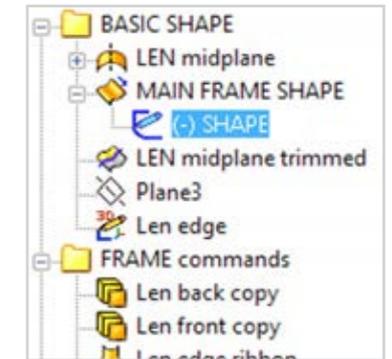
Ciò apre possibilità di business model più ambiziosi, accedendo ad un mercato potenzialmente mondiale.

(3) Livello di astrazione alto: programmazione convenzionale per web (Javascript con il framework Three.js, usato per i gioielli). In questo caso il processo di modellazione viene completamente cambiato. L'utilizzo di framework di programmazione testuale richiede una pianificazione accurata degli passaggi, la gestione esplicita di decine o centinaia di variabili, capacità matematiche per il calcolo (vettoriale) delle coordinate di ogni vertice e la pazienza di rintracciare e risolvere problemi tecnici a volte difficilmente comprensibili, particolarmente in ambiente web, dove gli standard sono in evoluzione continua. Tale sforzo è giustificabile quando si intende trattare di prodotti personalizzabili dall'elevata complessità geometrica, soprattutto se è necessario l'utilizzo di un flusso corposo di dati input. La programmazione diretta di geometrie permette di ottenere prestazioni elevate e animazione in tempo reale. Si nota che questo tipo di modellazione difficilmente può essere praticata in modo diretto: è consigliabile cominciare con un modello statico e/o parametrico 'da prototipo', realizzato con un livello di astrazione minore, ad es. Grasshopper. Tale *proof of concept* può aiutare la strutturazione adeguata del software, che può essere molto performante e quindi coinvolgente anche in ambiente web, aumentando le possibilità della diffusione mondiale.

Alla fine del capitolo si riflette sul cambiamento implicato da questa evoluzione di strumenti, che tendono a portare il designer ad una condizione di artigianato contemporaneo, sviluppando competenze e un'elevata esperienza per operare il materiale digitale, e comprendendo profondamente il suo funzionamento.

7.2 Un oggetto funzionale semplice e solido: occhiali

La montatura parametrica di occhiali 'Bézier' è stata progettata per praticare e confrontare i possibili flussi di lavoro per la personalizzazione digitale. Si mirava a determinare il *workflow* minimo che permette l'adattamento di un prodotto semplice alle necessità dell'utente. La categoria merceologica degli occhiali è eccellente per dimostrare il potenziale della personalizzazione 3D, perché nonostante l'ampia varietà di prodotti disponibili sul mercato, trovare il modello ideale può diventare un processo lungo e frustrante che finisce con compromessi. In questo campo, l'approccio *taylor-made* potrebbe soddisfare le combinazioni a volte particolarissime tra le esigenze psicologiche e fisiologiche, presupponendo un *Solu-*



```
tempC = 1-braceletEdgesSmoothingMesh;
//tempC = 1;

//var f = FrameCountRingPathRes;
var lStore = 1;
l = ( 1 + Math.floor(sectionRotation*ringPathRes);

temp =
  pointsLoftSection[0].points[] * loftSection
  pointsLoftSection[1].points[] * loftSec
  pointsLoftSection[2].points[] * loftSec
  pointsLoftSection[0].points[] * loftSec;
//if(smoothedPoints.length == 100) clog(temp);
temp = temp*temp*temp*ampLitude;

var tempHeightSectionMulti =
  loftSectionMultipliers[0][0] * ringHeightSec
  loftSectionMultipliers[1][1] * ringHeight
  loftSectionMultipliers[2][2] * ringHeight
```

I tre livelli di astrazione discussi, in corrispondenza con i tre progetti realizzati (illustrati alla pagina opposta)

Pagina di fronte, in alto: nuvola di punti ripresa dalla telecamera a infrarossi durante la scansione 3D; ricostruzione del mesh dell'utente con il prodotto personalizzato; model tree del software SolidWorks.

Pagina di fronte, in basso: prodotto realizzato con la stampa 3D, tecnologia SLS, verniciato nero..

tion Space con una varietà di dimensioni sufficientemente ampia: misure della testa, forma del volto, larghezza del naso, asimmetrie eventuali per l'adattamento ergonomico e anche parametri estetici che dipendono dal gusto dell'utente, come la forma della lente o la larghezza delle aste. Partendo da questi parametri, innanzitutto è stato necessario definire la topologia del modello, possibile da sperimentare velocemente già in un modellatore "statico" come Rhinoceros. Questo software può supportare anche la generazione algoritmica di geometrie attraverso il *plugin* Grasshopper, intuitivo linguaggio visivo di programmazione, che permette di sperimentare con le proporzioni o generare automaticamente variazioni dimensionali della stessa topologia di superfici. Purtroppo i dettagli fini della montatura degli occhiali (ad es. raccordi) richiedono un livello di controllo maggiore di quello possibile con Grasshopper. Dunque, per l'iterazione finale del modello 3D, si è scelto di usare SolidWorks, modellatore parametrica in modo "nativo", in quanto mantiene l'intero storico della costruzione del modello in una lista di passaggi (chiamato *model tree* - albero di costruzione), al fine di consentire la messa a punto retrospettiva dei parametri inseriti.

Il *workflow* elaborato è stato dimostrato presso la Maker Faire Roma 2015 e 2016, dove l'oggetto è stato personalizzato rapidamente attraverso il ben strutturato *model tree* di SolidWorks, sufficiente per un processo di adattamento guidato dal designer stesso. Non è di certo un modo particolarmente elegante di *Choice Navigation*, ma può essere fruttuoso se il designer/artigiano/maker svolge personalmente l'adattamento alle esigenze dell'utente, similmente a un sarto. Nel caso degli occhiali, il 'nastro di misura' era la scansione 3D, che permetteva anche la prova virtuale prima della stampa 3D. Durante i due demo di Maker Faire è stata realizzata la scansione 3D della testa del volontario utilizzando un comune sensore di profondità [12], il che ha permesso di fare una prova virtuale grezza con i partecipanti.

Il valore funzionale del prodotto risultante dal processo è stato sperimentato con un prototipo stampato in polvere di nylon con la tecnologia SLS (tramite il servizio online Shapeways). Dopo oltre due anni di utilizzo quotidiano, l'oggetto resta perfettamente funzionante; si nota l'adattamento ergonomico perfetto e il peso leggero rispetto agli modelli di apparenza comparabile. Un'area dove la tecnologia di produzione SLS ha mostrato la sua debolezza è la qualità di superficie: a causa della natura porosa, c'è un visibile cambio di

12. Asus Xtion Pro Live; videocamera a infrarossi, tecnologia di luce strutturata identica al Kinect di prima generazione. Si avverte che la seconda generazione del Kinect, nonostante la tecnologia più robusta del tipo 'tempo di volo', si è dimostrata meno performante nel caso specifico. Il software utilizzato era 'ReconstructMe'.



colorazione e di lucidità laddove l'oggetto è a diretto contatto con la pelle. Inoltre, la frizione alta con la superficie stampata impedisce la pulizia con i soliti panni lenti; fortunatamente il contatto giornaliero con l'acqua e sapone non ha modificato le proprietà meccaniche dell'oggetto.

7.3 Un oggetto funzionale complesso e flessibile: scarpe

Oggi le tecnologie di fabbricazione digitale hanno un ruolo crescente nella produzione seriale delle calzature. Similarmente agli occhiali, la categoria merceologica delle scarpe si presta a prodotti parametricamente modificabili, come anche per la Fabbricazione Digitale: i maggiori produttori di scarpe sportive sono all'avanguardia nelle sperimentazioni con stampanti 3D, come Carbon, forse la più avanzata macchina di stereolitografia oggi, in grado di elaborare a velocità alte un'ampia gamma di materiali con prestazioni meccaniche-chimiche elevate. Combinando ciò con geometrie porose, parametricamente adattate alla fisiologia dell'utente, aziende come Nike o Adidas risultano le prime in quanto offerte high-tech. Tuttavia il loro approccio complesso genera necessariamente un costo elevatissimo, che può essere accessibile solo da una ristretta cerchia di utenti. Contrariamente, in questo caso l'obiettivo era la sperimentazione con un modello dalle prestazioni adatte alle quotidiane attività urbane, piuttosto che alle attività sportive.

Il focus era, quindi, la possibilità di una produzione on demand di un modello minimalista, ma comunque variabile, per proporzioni, dettagli e materiale/colore, cioè i fattori estetici più evidenti. Si è posto l'obiettivo di impostare un workflow che permettesse all'utente di entrare in un negozio, partecipare al processo di personalizzazione guidata di tipo *tailor-made*, e uscire dal negozio con il prodotto finalizzato. Tale obiettivo oggi non è realizzabile con la stampa 3D, quindi la scelta della tecnologia di produzione è ricaduta sul taglio laser, capace di un'elaborazione sufficientemente rapida per una personalizzazione in tempo reale. La scelta del taglio laser permette l'utilizzo di un'ampissima gamma di materiali, ma determina anche il fatto che il modello parametrico non può risultare semplicemente una geometria tridimensionale, ma deve prevedere uno sviluppo in piano, e soprattutto deve permettere una modalità di montaggio rapido. Dunque, come ulteriore obiettivo si è posto quello di progettare scarpe dal minor numero possibile di componenti: suola e tomaia. La sfida principale era infatti l'unione rapida dei due pezzi, che è stata risolta utilizzando un'incastro particolare, montabile



Il processo di montaggio da lastre piane a una forma tridimensionale, senza collanti.



senza strumenti o materiali aggiuntivi, come avviene nel caso di mobili IKEA. La tomaia richiede una piegatura facilitata per garantire un comodo utilizzo; tale flessibilità è ottenuta con una modulazione della morbidezza del materiale. Il prototipo è stato realizzato con schiume EVA di spessore e durezza diversa, ma si presuppone la possibilità di un procedimento identico con una varietà di tessuti non-tessuti, cuoio o sughero.

Il modello parametrico in questo caso richiede operazioni computazionali più avanzate rispetto agli occhiali, dunque si è scelto di utilizzare Grasshopper come piattaforma. Questo linguaggio di programmazione visiva permette non solo una prototipazione rapida delle soluzioni con gli strumenti standard di Rhinoceros, ma anche un *workflow* ibrido, dove alcuni passaggi sono realizzati dal designer (in modalità artigiano digitale), mentre i passaggi più meccanici sono aggiunti da un algoritmo generativo.

I suddetti requisiti funzionali pongono una serie di sfide principali alla modellazione parametrica:

- l'adattamento alla fisiologia dell'utente e la diversificazione delle proporzioni è un passaggio necessariamente laborioso, in quanto richiede l'inserimento delle dimensioni fisiche rilevanti. In questo passaggio, un modello base viene modificato attraverso alcuni punti chiave del modello parametrico; una serie di superfici e tagli vengono poi generati automaticamente;
- lo sviluppo bidimensionale (da superficie con curvature nello spazio a curve in piano) è ancora un passaggio non permesso da Grasshopper. Quindi è necessario interrompere il flusso computazionale e utilizzare un comando di Rhinoceros; da un operatore esperto questo passaggio non chiede più di due minuti;
- la modulazione della morbidezza è risolta con un pattern che rende il materiale più poroso e quindi morbido làdove sarà esposto alla piegatura forte e ripetuta di ogni passo;
- la 'cucitura' ad incastro tra tomaia e suola è risolta dal modello parametrico automatico. In questo caso, il materiale scelto dall'utente durante la personalizzazione potrebbe modulare il dimensionamento del pattern di montaggio.

7.4 Un oggetto narrativo: gioielli 'vocali'

Il seguente caso studio riguarda un progetto realizzato in collaborazione con un'azienda start-up e quindi non appartiene strettamente alla ricerca dottorale, ma ha fornito un'esperienza progettuale importante per la ricerca; il ruolo dell'autore era principalmente lo sviluppo

dell'algoritmo generativo. Makoo Jewels è un'applicazione web che trasforma messaggi vocali in geometrie 3D algoritmicamente generate, successivamente stampate in vari materiali metallici per ottenere gioielli unici: si utilizza un codice segreto che consente all'utente (beneficiario del regalo) di scoprire il messaggio vocale originale sulla piattaforma web. Questo è un esempio complesso che dimostra come si possono trarre benefici dal Design Parametrico non solo a livello tecnico ma anche a livello concettuale: si crea un'innovazione morfologica altrimenti impossibile da ottenere all'interno di uno Spazio di Soluzioni multi-dimensionale (voce, sette parametri legati alla forma, materiale e misure), offrendo all'utente un'esperienza creativa in tempo reale (Choice Navigation) e promuovendo anche un coinvolgimento post-acquisto (scoperta del messaggio vocale) per garantire la longevità emotiva dell'oggetto.

In questo caso, si è seguito un workflow molto diverso rispetto all'esempio precedente, dato che il progetto mirava fin dall'inizio alla creazione di un'applicazione web in grado di automatizzare pienamente il processo di personalizzazione, esternalizzando perfino gli sforzi logistici tramite un servizio online di stampa 3D (Shapeways).

La prima simulazione del design concept è stata realizzata nel modellatore statico Rhinoceros, dopodiché lo sviluppo del design si è spostato direttamente nella finestra del browser, tramite il codice JavaScript. L'algoritmo che affidabilmente trasforma la voce in una geometria 3D, che non sia solo estetica ma anche stampabile, ha richiesto un'evoluzione graduale attraverso numerosi iterazioni, ottimizzando non solo l'algoritmo stesso ma anche la lista dei parametri utili da richiedere all'utente. In contrasto con lo sviluppo lento del software, l'intervento principale dell'utente è la voce effimera, un input irripetibile che rafforza l'unicità del prodotto e la sua conseguente connessione emotiva.

7.5 Designer come artigiano di algoritmi

La manipolazione diretta di algoritmi – filtrati con la sensibilità estetica – permette qualità altrimenti inottenibili, come dimostrano varie sperimentazioni degli ultimi due decenni, da John Maeda a Neri Oxman. Riguardo le esperienze progettuali descritte (particolarmente l'ultima), è interessante notare che governando l'evoluzione del software, il designer/sviluppatore può ottenere un senso simile a quello di plasmare un materiale reale. Come nota McCullough (1996), l'approccio dell'artigiano non solo sopravvive nel mondo digitale, ma può anche prosperare: se l'artigiano digi-



Una selezione delle morfologie ottenibili con la piattaforma Makoo Jewels

Pagina di fronte, in alto: piattaforma di personalizzazione che trasforma un messaggio vocale in una forma in tempo reale

tale vede il medium digitale come un altro materiale e lascia che ciò guidi la mano, allora si riesce ad ottenere il meglio da essa, rendendo la manipolazione digitale un'esperienza veramente gratificante. Così l'artigiano digitale, che elabora algoritmi generativi, si avvicina all'apprezzato concetto di *workmanship of risk*, definito come un artigianato che abbraccia l'incertezza della lavorazione «utilizzando qualsiasi tipo di tecnica o apparecchio che non predetermini la qualità del risultato, che resta dipendente dal giudizio, abilità e cura esercitata durante il lavoro del creatore» (Pye, 1968). Secondo questa interpretazione, un designer con l'attitudine di un artigiano può vedere gli algoritmi come materiali da elaborare con la stessa cura e la stessa curiosità che applicherebbe sul materiale fisico; di conseguenza, i prodotti disegnati e personalizzati parametricamente per la fabbricazione digitale possono essere visti come parte del mondo dell'artigianato tanto quanto del mondo del design. Infatti, come nota Sennett (2008), l'atteggiamento dell'artigiano è ugualmente applicabile e importante per una lunga serie di professioni, dal medico all'informatico. Granelli (2010) osserva che anche nel mondo digitale serve l'atteggiamento dell'artigiano che ha una conoscenza profonda della materia (informatica) del suo lavoro, e quindi può modificarlo e adattarlo virtuosamente. Con le dinamiche contemporanee del digitale, non è sempre applicabile l'idea del metodo predefinito (definibile) verso un obiettivo prestabilito; non sempre funziona la progettualità ben organizzata che segue una ricetta, per usare la metafora del 'riso verde' di Munari (1981). Si può osservare che emerge anche una maniera diversa di progettare, assimilabile all'approccio degli hacker, maker o, come esprime Levi-Strauss (1962), *bricoleur*, che lascia guidare il percorso progettuale dai mezzi che ha a disposizione (piuttosto che dall'obiettivo prestabilito), e quindi realizza cose nuove con l'utilizzo creativo delle sue risorse esistenti. Questo è un approccio applicabile al mondo del software: quando si parte da risorse digitali, queste sono facili da replicare e modificare ma difficili da ricreare, e quindi il procedimento può assumere un carattere 'opportunistic': si cerca di fruire le risorse a disposizione al massimo e proseguire il più velocemente possibile, considerando la competizione intensa che può rendere presto obsoleto il risultato di uno sviluppo lento. I frammenti di software già sviluppati costituiscono il patrimonio dello sviluppatore - un capitale che si cerca di utilizzare al meglio possibile. A volte ciò significa seguire un approccio evolutivo piuttosto che progettuale, tornando all'idea del *bricoleur*: anziché decidere un punto di arrivo,

Pagina di fronte, in basso: esempi del prodotto realizzato con la stampa 3D di metalli (acciaio infuso con bronzo; argento a cera persa). Il codice visibile all'interno dell'anello rimanda al messaggio vocale originale.



si prosegue in una direzione generale, scegliendo ad ogni 'incrocio' la strada che offre risultati più promettenti e immediati. Questa filosofia si rispecchia nel mondo di software dove esiste il paradigma del *lean development* e di procedere attraverso un *minimum viable product* (MVP), da evolvere gradualmente secondo le esigenze emergenti dei primi utenti, mantenendo il prodotto eternamente in versione *beta*. Con il Design Computazionale che viene realizzato su richiesta attraverso la Fabbricazione Digitale, anche i prodotti fisici possono diventare questione di software, come è accaduto in molti ambiti: Andreessen (2011) osserva la natura 'invasiva' del software ("software is eating the world"), citando una serie di industrie che nei due decenni passati sono state travolte da imprese software, in grado di ottimizzare drammaticamente i flussi di risorse, fornendo così agli utenti prodotti e servizi migliori in tempi più brevi e a costo più basso. Così come il software ha dato la possibilità di mutamento illimitato della grafica 3D 'dentro' il computer, con la Fabbricazione Digitale accessibile si potrà fare anche con il design di prodotti fisici, permettendo non solo miglioramenti funzionali e organizzativi, ma anche un rinnovo del linguaggio (Manovich, 2013).

Un tale cambiamento di prospettiva però non arriva in modo intuitivo al designer, ma richiede lo sforzo di elaborare algoritmi o disegni digitali ben strutturati, diversamente da «un semplice disegnatore indifferente alla struttura del suo disegno. Penna, inchiostro, matita e carta non hanno una struttura intrinseca. Fanno solo macchie sporche sulla carta». Invece, come suggerisce Sutherland (1975), «la versione computerizzata del disegno dovrebbe essere il documento principale da cui derivano tutte le informazioni ausiliarie». Quest'idea, nata mezzo secolo fa, ha potenzialità interessanti non solo per ingegneri e architetti (che la stanno adottando già dagli anni novanta) ma anche per il nuovo ambiente creativo di designer, maker e artigiani: l'utilizzo maestoso dei strumenti di progettazione parametrica-algoritmica non è semplicemente una competenza tecnica realizzativa, ma può aiutare a generare una varietà interessante anche dal punto di vista concettuale.

Bibliografia capitolo 7

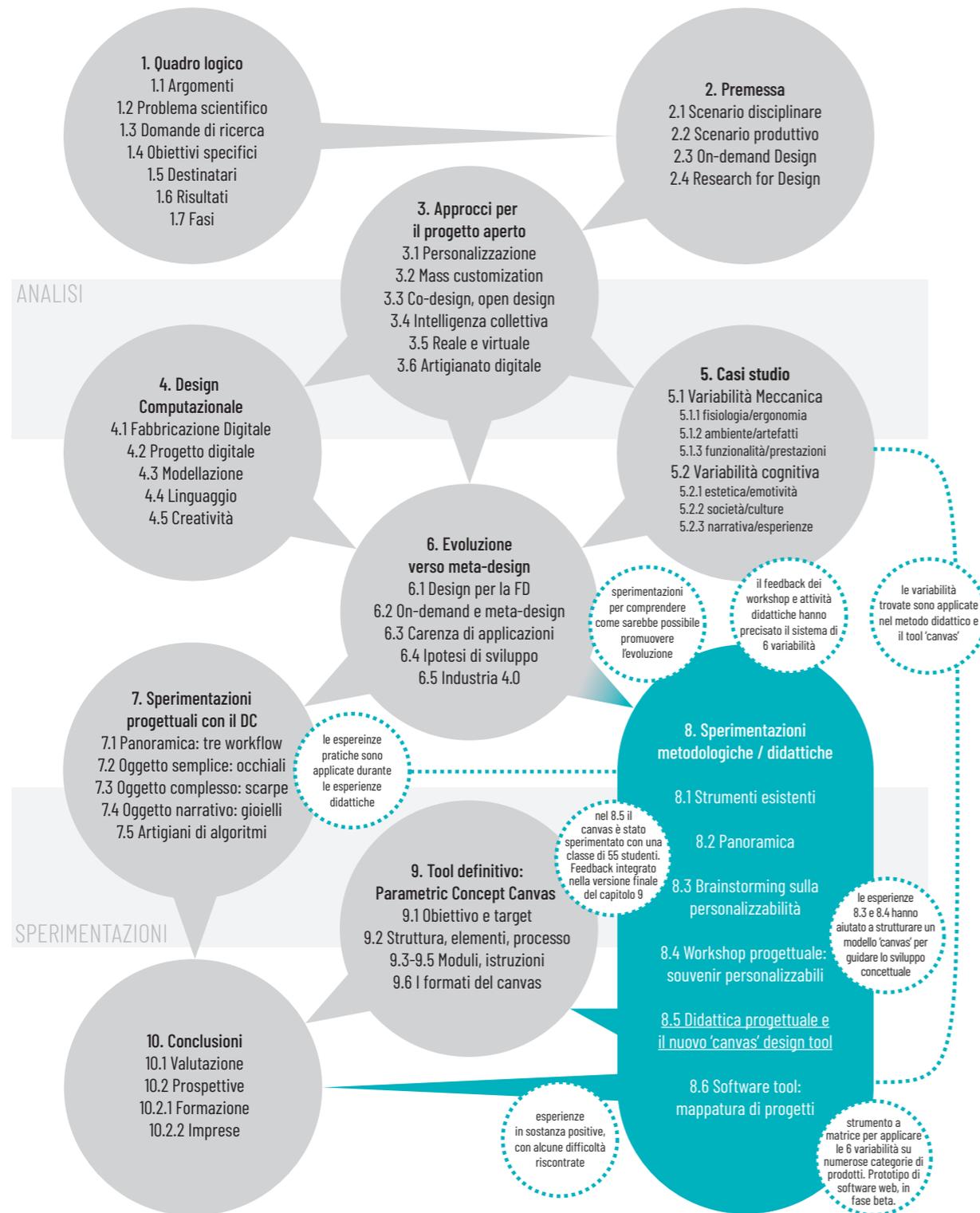
- Andreessen, M. (2011). Why Software Is Eating the World. In *The Wall Street Journal*, August 20, 2011 <http://online.wsj.com/article/SB10001424053111903480904576512250915629460.html> This
- Granelli, A. (2010). *Artigiani del digitale. Come creare valore con le nuove tecnologie*. Roma: Luca Sossella editore.
- Levi-Strauss, C. (1962). *La pensee sauvage*. Paris: Plon. Traduzione italiana. *Il pensiero selvaggio*. Milano: Il Saggiatore, 1996
- McCullough, M. (1996). *Abstracting Craft: The Practiced Digital Hand*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Manovich, L. (2013). *Software takes command: extending the language of new media*. New York: Bloomsbury Academic.
- Munari, B. (1981). *Da cosa nasce cosa*. Roma: Laterza.
- Pye, D. W. (1968). *The Nature and Art of Workmanship*. Cambridge University Press
- Sennett, R. (2008). *The Craftsman*. New Haven: Yale University Press.
- Sutherland, I. (1975). Structure in Drawing and the Hidden-Surface Problem. In N. Negroponte (a cura di), *Reflections on Computer Aids to Design and Architecture*, pp. 73-77. New York: Petrocelli/Charter.

CAPITOLO 8 SPERIMENTAZIONI PER LO SVILUPPO DI UN NUOVO STRUMENTO

Chapter 8. Experimental development of a new design tool

This chapter of key importance describes the didactic/methodological experimentation through which a set of design tools were developed, based on the previous analysis of scientific literature, case studies and technology-focused design experiments. Let's remember that chapter 6 has foreseen the emergence of the Meta-Designer and we have formed the hypotheses that the development of personalisable objects could become a well-defined and productive niche of the Design profession, but this would require a concept design approach which is more focused on divergent user needs. In order to demonstrate this possibility, the doctoral research have produced a new design tool that facilitates a dedicated concept design method, focusing on the variability of the product to be designed. The explanation of the development process starts from a synthetic literature review regarding the methods and tools which can be useful for facilitating the conceptual phase of design: we will identify some interesting examples, but also observe that none of these is particularly adequate to guide the designer's thinking process according to the declared aim of the doctoral research. After this overview, we will describe three workshops with widely different theme, scale and participants; the followed approach and the relative tools used have varied accordingly. The last one was the most relevant teaching experience, which helped to test a prototype of the proposed design tool; the gathered feedback has helped to reformulate parts of the canvas and to develop the final version which will be discussed in detail in chapter 9. Finally, this chapter describes a software tool that was developed during the research to help mapping case studies and identifying new points of intervention on the vast landscape of existing product typologies, many of which could benefit from the characteristic advantages of Computational Design and Digital Fabrication.

Questo è un capitolo chiave che descrive le sperimentazioni didattiche e metodologiche con i relativi strumenti elaborati, basandosi sulla precedente analisi di letteratura, casi studio e progetti elaborati con un focus tecnico. Si ricorda che il capitolo 6 ha previsto l'emergere della figura di meta-designer e ha formulato l'ipotesi che lo sviluppo di oggetti personalizzabili potrebbe diventare una pratica consolidata con risultati consistenti, ma richiede un approccio di concept design più sensibile alle esigenze divergenti tra gli utenti. Per dimostrare questa possibilità, è stato elaborato un metodo e un *tool* di sviluppo concettuale focalizzato sul concetto della variabilità del prodotto finale; questo capitolo descrive il percorso che ha portato a tale risultato. Si parte da una sintetica revisione di letteratura riguardo i metodi e gli strumenti utili per l'agevolazione della fase concettuale del design: si identificano alcuni esempi interessanti, ma si osserva anche che nessuno di questi è particolarmente adatto nel guidare il pensiero progettuale secondo gli obiettivi della ricerca. Successivamente si descrive l'esperienza di tre workshop con tema, impostazione, scala e pubblico diversi; di conseguenza la strategia formativa si è manifestata in tre approcci operativi (e strumenti didattici) diversi. L'ultimo workshop didattico svolto con oltre cinquanta studenti ha avvicinato maggiormente gli obiettivi formativi della ricerca, valutando sul campo il prototipo dello strumento proposto; il feedback raccolto ha aiutato a riformulare parti del *canvas* e a ottenere la versione definitiva che verrà descritta nel capitolo 9. Infine, si descrive uno strumento informatico sviluppato appositamente per la mappatura di casi studio e l'individuazione di nuovi punti di intervento, ossia tipologie di prodotti che potrebbero fruire i vantaggi caratteristici per il DC e la FD.



8.1 Strumenti di analisi e di ideazione

Di fronte alla crescente complessità dei problemi affrontati dalla professione Design, John Chris Jones (1970) ha individuato due approcci principali di affrontare il processo creativo, e ha sostenuto quello trasparente della 'scatola di vetro', piuttosto che l'approccio della 'scatola nera' che tende a miticizzare il processo creativo (o, meglio ancora della 'scatola di vetro', Jones parla del designer come sistema auto-organizzante). Da quell'epoca pionieristica che ha fondato il discorso consapevole sui metodi di design (ad es. la Scuola di Ulm, 1953-68, o Jones e Thornley, 1962), la comunità scientifica e professionale ha cercato di evolvere l'idea di articolazione e gestione trasparente dei passaggi creativi attraverso una pluralità di metodi. Ad esempio, l'agenzia di design IDEO utilizza una serie di strumenti cartacei per rendere trasparente ed efficace i suoi approcci alla ricerca e collaborazione interdisciplinare, che hanno condotto a una riconosciuta capacità di innovazione, sia di prodotto che di servizio. Le sue figure chiave sono promotori dell'approccio Design Thinking, cioè l'applicazione di strategie creative in una gamma ampia di situazioni anche fuori della professione tradizionalmente considerata come design (Brown, 2009), sostenendo che l'approccio da designer può donare la "confidenza creativa" anche a persone che non si considererebbero creativi (Kelley, 2013); approccio peraltro paragonabile a livello italiano a quello di Bruno Munari (1981). L'approccio dell'IDEO non si manifesta solo nella loro pratica di consulenza, ma svolge anche attività divulgative attraverso l'alta formazione [13] e la pubblicazione di una serie di strumenti semplici e facili da apprendere per agevolare una serie di approcci alternativi e complementari per le diverse fasi del lavoro progettuale, tra ispirazione, ideazione e implementazione (IDEO, 2015). Il target ampio al quale tali metodi e strumenti sono indirizzati ha determinato anche la semplicità degli strumenti in questione: l'intenzione della semplificazione si manifesta in descrizioni chiare di volume limitato (max. 400 parole), articolati in pochi passaggi. Tra i metodi descritti molti sono agevolati da strumenti ad hoc, che li aiutano ad essere il più possibile autosufficienti, cioè funzionanti anche senza spiegazioni

13. <https://dschool.stanford.edu/resources/>, <https://www.ideo.com/>

esterne, grazie a domande ampiamente interpretabili ma che comunque guidano un processo mentale adatto allo scopo specifico del metodo in questione. Questo approccio è stato una ispirazione importante per lo strumento che vedremo successivamente. Tuttavia, è importante notare che per quanto possa essere evidente il successo del modello di IDEO, i *mindsets*, metodi e strumenti descritti sono intesi come suggerimenti tra cui il team (di professionalità eterogenee, se possibile) deve scegliere a seconda della natura del progetto. Dunque non si tratta di un processo sistemico mirato a risolvere un determinato tipo di problema e neanche di un processo per l'utilizzo universale in qualunque situazione progettuale.

D'altronde, la presente ricerca dottorale ha come focus il supporto del design nella valorizzazione della Fabbricazione Digitale; come discusso precedentemente, nello specifico si focalizza sulla possibilità di rendere variabili una moltitudine più ampia possibile di prodotti attraverso il design computazionale. Dunque, dal metodo/strumento ideale si aspetta l'agevolazione di un processo di trasformazione dal progetto statico a quello dinamico, secondo le possibilità specifiche del DC e FD. Questa è un'esigenza peculiare per cui non si è trovato uno strumento specifico, ma la revisione della letteratura scientifica sui metodi e strumenti di design (Hanington, 2012; Visocky O 'Grady, 2006; Tassi, 2008; Kuma, 2012 e raccolte online[14]) ha evidenziato alcuni approcci interessanti che sono stati considerati successivamente per componenti degli strumenti elaborati.

- Personas (sintesi della ricerca sugli utenti in profili sintetici)
- Kano Analysis (valutazione dell'impatto degli singoli attributi sulla percezione dell'utente)
- Key Performance Indicators (divergenza di aspettative relative al progetto)
- Lotus Blossom Idea Generation (analisi "espansiva" di una sfida progettuale attraverso esempi eccellenti)
- Value Proposition (il valore del oggetto per l'utente secondo tre aspetti: attività svolte, difficoltà, vantaggi)
- Customer Journey Map (mappatura delle diverse situazione/fasi d'uso)
- Evaluation Matrix (confronto di idee diverse)

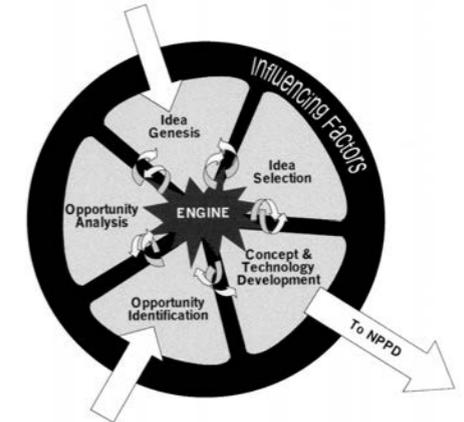
Come menzionato prima, la ricerca dottorale si focalizza sullo sviluppo concettuale, soprattutto nella fase iniziale di *problem finding* durante lo sviluppo di nuovi prodotti (NPD: New Product Development) è un momento notoriamente incerto, chiamato anche *fuzzy*

front end of innovation. Cercando di eliminare il 'fuzzy' (confusione), lo spesso citato Koen et al. (2001) ha esaminato il processo di sviluppo di nuovi prodotti in varie aziende, individuando un modello composto da cinque passaggi di interazione reciproca: analisi di opportunità, identificazione di opportunità, genesi di idee, selezione di idee, e infine sviluppo concettuale e tecnologico. Questi passaggi sono piuttosto generici, si tratta comunque di una divisione che si rifletterà nello strumento progettuale sviluppato.

D'altronde, riguardo l'utilizzo di approcci più formali, Keinonen (2006) nota sia la difficoltà che la potenziale utilità, particolarmente nel caso di progetti dalla realizzabilità incerta:

«Within the industrial design community there is some mistrust of formal approaches that do not exactly match the designers' requirements. However, in the same team there may be individuals who can take comfort from well-defined approaches during the stressful concept creation process when the results are on the borderline of being achievable. Therefore, the methods should be clearly defined to give the guidance needed, but at the same time they must be transparent in order to ensure that using the method does not become the primary focus of the work. The method should allow the team to follow the approach, but at the same time let the team and its individual members focus on the content of the project. The method must support the process without focusing too much attention on itself.»

Uno strumento che soddisfa questo approccio è, infatti, ampiamente usato nella comunità imprenditoriale: il Business Model Canvas di Osterwalder (2010) fornisce una struttura ben definita all'ideazione e valutazione di modelli imprenditoriali, incitando l'utente del *canvas* a considerare una serie di fattori fondamentali per lo sviluppo di un prodotto (o servizio) profittevole. Il formato *canvas*, che offre una disposizione logica degli elementi comunicanti e un ampio spazio vuoto (da riempire con post-it), si è dimostrato particolarmente efficace in un'ampia varietà di ambienti, a partire dall'elaborazione concettuale dei nuovi prodotti di imprese start-up, fino alla verifica e allo sviluppo dell'offerta di grandi imprese. Un derivato del Business Model Canvas (o meglio, sua parte integrante) è il Value Proposition Canvas (Osterwalder e 2014): formato ancora più semplice che stimola la discussione articolata del valore percepito del prodotto oltre alla funzionalità palesemente dichiarata (jobs: attività), indagando le difficoltà (pains) e i vantaggi (gains) dal punto di vista di diversi profili di utenti.



New Concept Development Model, proposto da Koen et al. (2001) per chiarire la relazione tra le attività della fase iniziale dello sviluppo concettuale, il cosiddetto 'fuzzy' Front End of Innovation

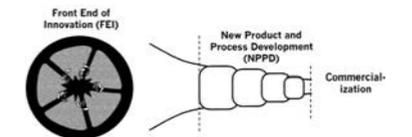
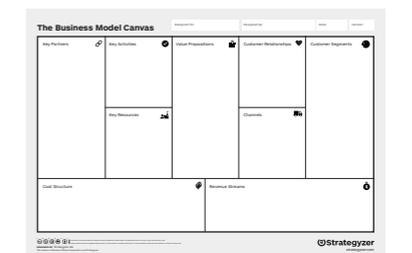


Illustrazione del flusso di lavoro dall'iniziale fase concettuale allo sviluppo del prodotto/processo e fino alla commercializzazione. Koen et al. (2001) notano che mentre la prima fase di 'fuzzy' FEI è composta da passaggi interdipendenti, dopo il lavoro diventa più lineare, quindi prevedibile. Pertanto ritengono che anche la delicata prima fase vada strutturata con molta attenzione, piuttosto che affidata alle intuizioni inaffidabili.



Business Model Canvas di Osterwalder (2010). Strumento ampiamente diffuso in ambito imprenditoriale, disponibile presso il sito <https://strategyzer.com/canvas>

14. <http://www.servicedesigntoolkit.org/downloads-success.html>
<http://www.servicedesigntools.org>
<http://www.designkit.org>

8.2 Panoramica: sperimentazioni per un nuovo approccio

Sulla base dei casi studio precedentemente descritti e delle sperimentazioni di natura tecnica, l'esito principale della ricerca dottorale è la proposta di un nuovo impianto metodologico. I nuovi approcci e strumenti sviluppati mirano ad agevolare il futuro ampliamento di possibili campi di applicazione attraverso la sperimentazione didattica-metodologica con particolare focus sullo sviluppo concettuale di nuovi prodotti. Considerando la varietà delle possibili situazioni progettuali, sono stati individuati diversi livelli di intervento, che richiedono diversi approcci progettuali.

Dunque, si è svolta una serie di sperimentazioni metodologiche a diversi livelli:

- esplorazione di idee riguardo la personalizzabilità: discussione/workshop accademico con un approccio incrementale, 'hackerando' concettualmente progetti già esistenti;
- esplorazione di una tipologia specifica di oggetti: workshop progettuale internazionale dal titolo "Design your Roman Holiday", con la tematica del Souvenir personalizzabile;
- esplorazione di varie funzionalità ampiamente definite: corso di un semestre per studenti del terzo anno della laurea magistrale; titolo "Design Post-Serie", tipologia di prodotto a libera scelta, rispettando una parola chiave (azione) ad estrazione casuale;
- esplorazione di sistemi predefiniti di oggetti, cioè tassonomie di categorie merceologiche: strumento informatico sviluppato appositamente per l'esplorazione di nuovi campi di applicazione e la registrazione delle osservazioni realizzate.

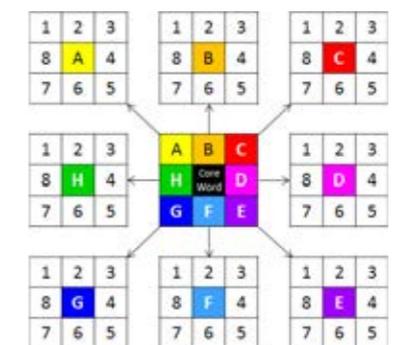
Questa gamma di esplorazioni è servita a provare una varietà di approcci e strumenti, dal primo workshop dal formato relativamente libero all'atelier progettuale fortemente guidato da uno strumento canvas articolato, fino allo strumento informatico volutamente restrittivo della terza attività.

8.3 Un brainstorming sulla personalizzabilità

In questo paragrafo si descrive il primo confronto di natura metodologica della ricerca dottorale, svolta nell'occasione di una conferenza il cui tema generale era l'apertura del progetto, esplorando i possibili motivi che oggi stanno aprendo il design verso soggetti non-designer (conferenza internazionale della serie Cumulus, titolo "Open Design for E-Very-Thing", 2016). Per interpretare questa tematica è stato proposto un workshop di tre ore per la discussione di come un progetto preesistente potrebbe essere aperto verso gli

utenti. Durante questo workshop, i partecipanti erano chiamati a scegliere un progetto (un proprio progetto precedente, prodotto sul mercato o semplicemente una tipologia di prodotti) e valutare la possibilità di personalizzazione (o apertura) secondo una serie di fattori. Al momento, i casi studio di questo workshop non hanno ancora condotto al chiarimento dei sei tipi di variabilità discussi nel capitolo 5, ma è stata ipotizzata una gamma molto più ampia di possibili motivi di personalizzazione, organizzati in tre aree: adattamento (simile alla Variabilità Meccanica), identità (simile alla Variabilità Cognitiva) ed esperienze (che nel sistema finale fa parte della Variabilità Cognitiva). In ogni area sono state identificate sei parole chiave con sei domande/suggerimenti per stimolare la metamorfosi del progetto originale 'statico' in un progetto personalizzabile 'dinamico' e aperto per interventi dell'utente finale. Dato che le sei domande erano molto varie, era previsto che non tutti fossero ugualmente validi, e quindi l'utilità di ogni domanda poteva essere registrata in un campo specifico del format distribuito. Lo scopo della discussione stessa era identificare quali fossero le direzioni dove sembrava maggiormente possibile l'implementazione dell'idea di personalizzazione in progetti che oggi fanno parte del quotidiano.

Per identificare visibilmente le direzioni che stimolano maggior interesse nei partecipanti, è stato preparato un template grafico da riempire, ispirato dalla tecnica di brainstorming chiamata 'Lotus Blossom'. Questa tecnica, praticata su una griglia rettangolare, parte da un'idea o da problema centrale, intorno al quale si identificano otto concetti (idee, aspettative, problemi) collegati. Espandendo la mappa di brainstorming, ogni concetto laterale sarà il 'seme' di un nuovo brainstorming, sviluppando un massimo di otto sotto concetti per ogni concetto derivato dall'idea centrale. Il formato preparato per il workshop segue un approccio strutturale simile, ma praticabile su tre fogli standard A4, uno per ognuna delle tre aree tematiche; come detto sopra, i concetti sono predefiniti in base al progetto di partenza. Mentre la disposizione grafica del template è stata apprezzata dai partecipanti, il workshop ha evidenziato numerosi problemi con questo primo tentativo di ideazione guidata. Innanzitutto si nota che il numero dei partecipanti era minore del previsto (quattro persone), e neanche la finestra temporale a disposizione non ha favorito il lavoro intenso che sarebbe stato auspicabile (ultimo pomeriggio della conferenza). Con queste condizioni, il format proposto aveva il problema generale di essere troppo oneroso da compilare: la necessità di leggere diciotto domande e riflettere



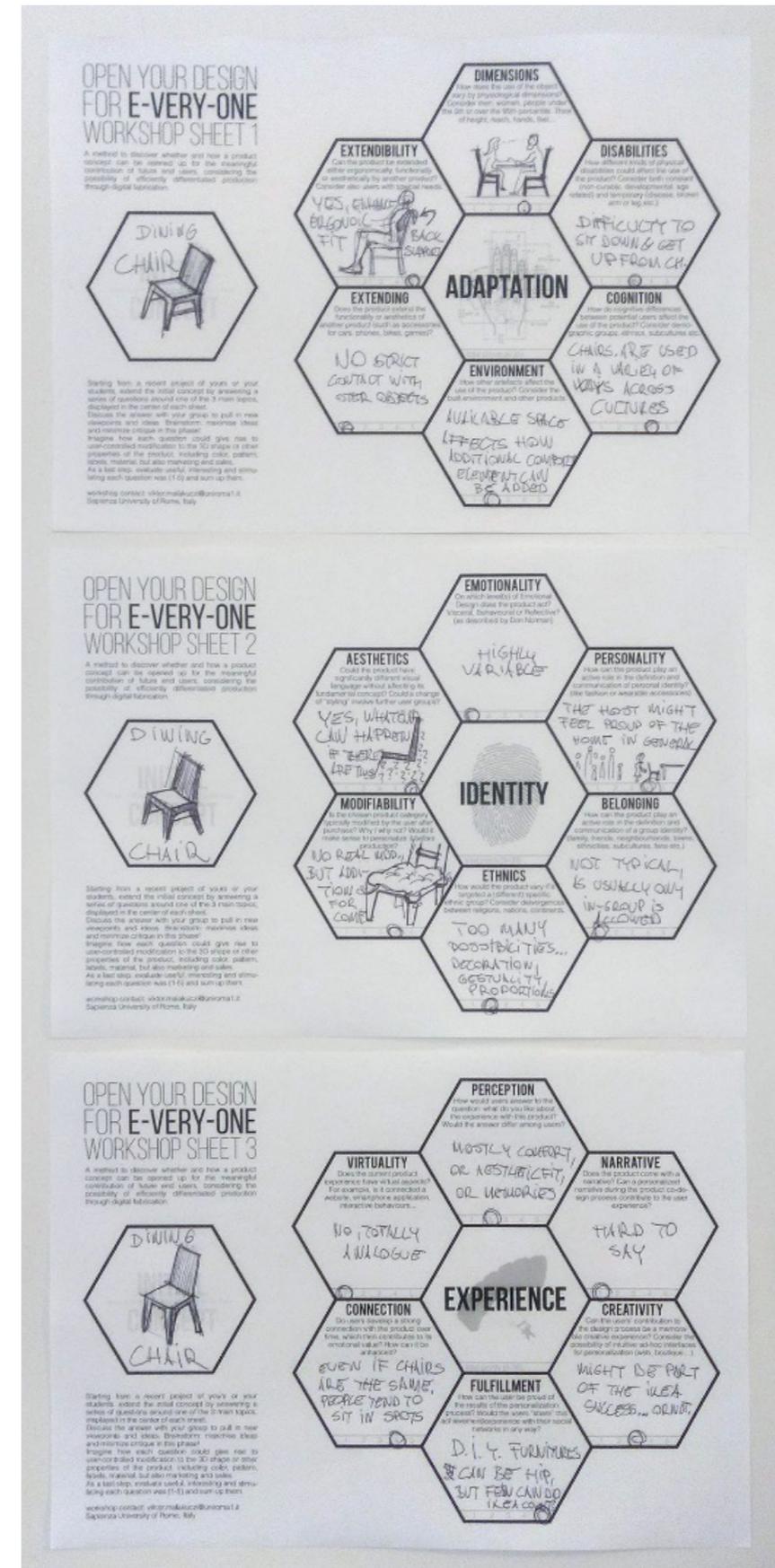
Tecnica di ideazione 'Lotus Blossom'.
Ogni quadrato corrisponde ad una nota post-it.

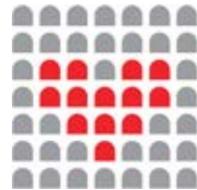
sulle implicazioni progettuali forse poteva agevolare il lavoro autonomo di studenti in classe o professionisti in studio, mentre il formato workshop presso una conferenza con accademici più esperti ha deviato il processo verso una conversazione libera, seppur fruttifera. Oltre alla questione quantitativa già menzionata, i partecipanti hanno osservato problemi riguardo la natura divergente delle domande (un misto tra domande “come” e domande a risposta sì/no), la problematicità dei suggerimenti troppo precisi (non aperti), la presenza di concetti che si sovrapponevano e problemi relativi all’organizzazione in tre gruppi logicamente non abbastanza distinti. Dunque il workshop ha condotto al rifiuto del formato di brainstorming-espansione, sostituito da un formato *canvas* che promuove l’analisi da diversi punti di vista, anziché l’immediata ideazione in modalità ‘hacker’. Il workshop ha inoltre dato motivazione per l’analisi approfondita dei casi studio con un focus sull’identificazione del sistema delle variabilità, già discusso nel capitolo 5.

Pagina di fronte: un esempio delle schede compilate durante il primo workshop.

8.4 Un workshop di concept design per souvenir personalizzabili

Questa sperimentazione didattica è servita a comprendere alcune delle difficoltà nel trasmettere e nel condurre un processo progettuale focalizzato sulla personalizzabilità. A questo punto la ricerca dottorale non aveva ancora sviluppato un metodo o strumento maturo; di conseguenza, sia il lasso di tempo dedicato sia il numero degli studenti coinvolti sono stati limitati. All’inizio del marzo 2017 è emersa la possibilità di tenere un workshop internazionale di quattro giorni per ventiquattro studenti presso Sapienza Università di Roma. Il workshop, dal titolo “Design your Roman Holiday”, mira ogni anno a migliorare l’esperienza turistica (campo di grande importanza economica e sociale per Roma) con un gruppo di studenti stranieri - dalla provenienza sempre diversa - da uno dei membri della collaborazione interuniversitaria “Carousel”. Durante l’edizione 2017 gli studenti del corso di laurea magistrale Master of Science in Product Design della Sapienza hanno collaborato con gli studenti Norvegesi del corso di laurea triennale in Product Design di Oslo and Akershus University College of Applied Sciences. Oltre all’autore, i mentori del workshop erano il Prof. Einar Stoltenberg di Oslo, Alex Coppola e Maria Zolotova dall’università ospitante. Coerentemente con il tema della ricerca dottorale e della serie di workshop del Carousel, il tema scelto è stata la progettazione di Souvenir personalizzabili attraverso il Design Computazionale e





la Fabbricazione Digitale, estendendo il solito titolo del workshop a "Design your Roman Holiday *Memories*". I souvenir spesso sono considerati una categoria merceologica inflazionata per colpa dell'ampia offerta di artefatti economici di bassissima qualità materica ed estetica, spesso prodotti di massa, che suscitano polemiche da secoli. Oggi emerge la seguente domanda: considerando le nuove tecnologie, come si potrebbe rendere gli oggetti della memoria più rappresentativi dell'esperienza vissuta? Abbiamo chiesto agli studenti di immaginare souvenir contemporanei e personalizzabili, tramite il DC e la FD.

Come preparazione, gli studenti (in gruppi misti di quattro persone, due Italiani e due Norvegesi) hanno esaminato il concetto dell'oggetto della memoria attraverso una mappatura e un'analisi dei loro souvenir personali, aiutando a chiarire le idee sul possibile valore da offrire agli utenti. La mappatura non è stata vincolata da un formato predefinito, mentre si è chiesto l'utilizzo di post-it e l'integrazione di foto stampate dei souvenir da analizzare. I partecipanti erano invitati a esplorare liberamente la disposizione degli elementi nella struttura logica più adeguata. In retrospettiva si nota che, nonostante i risultati progettuali soddisfacenti, la mappatura in formato completamente libero ha rallentato il lavoro, avviando discussioni non sempre fruttifere; tale osservazione è stata fondamentale per l'elaborazione dello strumento *canvas* della prossima sperimentazione didattica.

Per l'ideazione successiva all'analisi, abbiamo consigliato due approcci opposti: partire da una tipologia di oggetto e trovare il modo di personalizzarlo in modo parametrico, oppure partire da un parametro variabile dell'esperienza turistica e trovare oggetti su cui applicare questa variabile. Dopo una fase di ideazione, sfidante per la richiesta variabilità dei progetti, i gruppi hanno sviluppato sei concept, con un livello di dettaglio naturalmente limitato dal tempo disponibile.

Sotto elenchiamo un riassunto per ogni concept elaborato:

HEARTBEAT trasforma la variazione del battito cardiaco in una manifestazione fisica dell'esperienza vissuta, similmente alla colonna Traiana; l'oggetto è però interpretabile con un'applicazione che ricorda i momenti più emozionanti della vacanza.

ROMAP registra, usando il GPS, il percorso del turista, trasformandolo in una mappa tridimensionale personalizzata, ricordando così i percorsi e i monumenti visitati.



MOSAIC permette di costruire un paesaggio virtuale ludico, un mash-up visualizzato con la realtà aumentata in base al percorso dell'utente e delle foto scattate.

ALEA rende le decisioni del gruppo più facili e ludiche utilizzando un dado "guida", realizzato in anticipo in base agli interessi dei turisti.

PASTAROMA è uno scolapasta che può assumere varie forme e pattern derivate dai tratti visivi caratteristici della città, configurate o caricate dall'utente.

SAMPIETRINI invita l'utente a staccare un frammento di un sampietrino messo a disposizione nel negozio. La pietra diventa preziosa se racchiusa nel gioiello che segue la forma del frammento, customizzabile in base alle preferenze dell'utente.

(le illustrazioni a destra seguono l'ordine di descrizione)

I concept elaborati hanno coperto un'ampia gamma di approcci, sia per il principio di personalizzazione, sia per la tipologia dell'oggetto risultato:

- da oggetti utilitari a ludici/decorativi con una narrativa particolare
- attraverso un'esperienza di personalizzazione che può andare dall'automatico-computazionale al creativo-proattivo
- realizzati in momenti diversi: prima, durante o dopo la visita
- dalla tipologia stabilita a una completamente nuova

Il workshop ha portato ad alcune osservazioni e sfide importanti da tenere in considerazione:

- la comprensione dell'esatta ampiezza delle possibilità tecnologiche
- la scelta del punto di partenza e del giusto incentivo per l'utente
- la previsione della gamma di morfologie potenziali generato dalla gamma dei possibili input dell'utente
- la discussione del progetto flessibile, più complicato delle revisioni progettuali su prodotti seriali

Queste osservazioni sono state fondamentali per l'elaborazione di un metodo più articolato. Nello specifico, durante il workshop è emersa la necessità di uno strumento in grado di indirizzare il flusso di discussione e motivare gli studenti a considerare un'ampia varietà di fattori che altrimenti verrebbero ignorati con l'approccio consolidato del designer.

Dunque, in questo capitolo abbiamo visto come una tipologia di prodotti che potrebbe sembrare banale o dozzinale possa offrire la possibilità di ipotizzare un'ampia gamma di prodotti interessanti che altrimenti sarebbero impossibili senza Fabbricazione Digitale e Design Computazionale.



8.5 Un corso di progettazione e il nuovo strumento 'canvas'

8.5.1 Punto di partenza e contesto della sperimentazione

L'esperienza del workshop precedentemente descritto è stata promettente, ma ha anche evidenziato la difficoltà di condurre il flusso di pensiero progettuale verso una moltitudine di morfologie possibili, piuttosto che una soluzione unica. Inoltre, la tipologia di oggetti 'souvenir' ha condotto il pensiero progettuale verso prodotti che operano su un solo tipo di variabilità: quella che riguarda la narrativa, cioè la trasformazione delle esperienze personali in una forma accattivante di un prodotto più o meno utile. D'altronde, sono stati naturalmente trascurati altri approcci importanti come l'adattamento alla variabilità funzionale o ergonomica, che non è particolarmente rilevante durante un lavoro sugli oggetti di memoria. Dunque, si è deciso di fare un'esperienza successiva a scala maggiore, in tempi più larghi e tema meno restrigente, ma con un workflow più guidato e motivazioni più forti per l'esplorazione complessiva delle possibilità progettuali. Nello specifico, questa sezione descrive uno strumento didattico e lo dimostra attraverso il resoconto di un corso di atelier progettuale al terzo anno di un corso di studi di primo livello in design del prodotto.

Si sottolinea che il *tool* è stato aggiornato successivamente, integrando le osservazioni dell'esperienza didattica; la versione definitiva è descritta nel capitolo 9.

8.5.2 Aspettative e principi dello strumento

Per rendere possibile la trasmissione di un approccio progettuale molto differente da quello consolidato, è stato sviluppato, con una classe grande di cinquantacinque studenti (divisi in diciotto gruppi di lavoro di due/tre persone), uno strumento *canvas* che guida i passaggi del pensiero progettuale e contiene una parte significativa delle domande e delle istruzioni che normalmente i docenti devono discutere. Oltre a facilitare le revisioni e a rendere più efficiente il lavoro dei docenti, questo strumento didattico semi-autosufficiente promette di essere un aiuto utile per diffondere un approccio progettuale anche in assenza di un esperto del metodo. Il *canvas* sviluppato è uno strumento cartaceo ispirato al Business Model Canvas, oggi ampiamente diffuso nell'ambiente aziendale, dalle micro-imprese start-up alle più grandi società di successo. Allo stesso modo, il *canvas* proposto mira a fornire una struttura flessibile e uniforme alle osservazioni di analisi e alle idee proget-

tuali, aiutando lo sviluppo comprensivo e ricordando al designer di considerare una serie di fattori chiave che potrebbero sostenere il successo di un prodotto personalizzato attraverso il Design Computazionale, per la realizzazione con la Fabbricazione Digitale. Si suggerisce l'utilizzo di note post-it standard (piuttosto che scrivere direttamente sul *canvas*) per promuovere la compilazione 'coraggiosa' dei campi predisposti per le caratteristiche chiave del progetto, mantenendo la possibilità di correggere i problemi più tardi. L'autore è consapevole dei rischi del cosiddetto post-it design (denominazione sarcastica), la quale, tentando di obiettivizzare un processo progettuale soggettivo, frammenta le decisioni e degrada il designer ad un ruolo meramente amministrativo (Manzini, 2015). Tuttavia si sostiene che guidare il flusso di pensieri in modo sistemico può condurre a una comprensione più completa del problema progettuale sul quale si lavora.

La struttura logica del *canvas* è derivato dal suo obiettivo di guidare il processo progettuale partendo dalla scelta di una tipologia di prodotto e arrivando al concept di un prodotto variabile. Per far ciò, il *canvas* predispone una serie di campi per l'analisi secondo diversi punti di vista. Quello più importante e specifico per la Fabbricazione Digitale e il Design Computazionale deriva dalle osservazioni dei casi studio precedenti, strutturato in base al ruolo dell'elemento variabile che rende necessario l'utilizzo di tali tecnologie. Dunque la colonna vertebrale del lavoro analitico sul *canvas* è l'esame della tipologia di prodotto scelta in accordo ai sei fattori variabili che potrebbero rendere desiderabile la personalizzazione del prodotto - fattori derivati dai casi studio analizzati nel capitolo 6. Si aggiungono inoltre tre fattori tecnologici che potrebbero permettere (o inibire) la stessa:

- Variabilità Meccanica: fisiologia/ergonomia; ambiente/artefatti; funzionalità/prestazioni
- Variabilità Cognitiva: estetica/emotività; società/culture; narrativa/esperienze
- Requisiti di Manifattura: materiali/meccanici; forma/struttura; componenti speciali

Ad ognuno dei nove aspetti dei tre gruppi corrisponde una domanda quantitativa, che chiede di valutare approssimativamente la variabilità sotto vari aspetti; valutazioni alte indicano maggior probabilità di concept variabili secondo il parametro in questione. I tre gruppi di criteri possono essere visti anche come una reincarnazione della *triade vitruviana*: una formula che riassume le tre cat-



Pagina di fronte: la prima versione sperimentata del canvas. Nota: la versione finale e migliorata si descrive in dettaglio nel capitolo 9.

egorie che deve soddisfare l'architettura: *firmitas* (solidità), *utilitas* (funzione, destinazione d'uso) e *venustas* (bellezza).

Mentre il sistema di criteri sopra elencati è la colonna vertebrale del lavoro analitico sul canvas, questo viene completato da vari framework e strumenti visivi già ampiamente utilizzati dai designer e dalle imprese:

- il framework attività-difficoltà-vantaggi (jobs-pains-gains) del Value Proposition Canvas (collegato al Business Model Canvas), per analizzare la ragion d'essere della tipologia di prodotti;
- la tecnica delle *personas* per costruire profili (immaginari) di utenti secondo specifiche osservazioni;
- storyboard dell'ipotizzato processo di personalizzazione;
- diagramma 'radar' per rappresentare i requisiti di fabbricazione digitale.

I campi relativi sono disposti sul *canvas* in modo tale da suggerire un procedimento approssimativamente corrispondente all'ordine normale di lettura: da sinistra a destra, dall'alto in basso. Tuttavia, non è stato possibile stabilire un ordine rigorosamente lineare di esecuzione; non è tuttavia da considerarsi un problema grave, perché anche nella prassi del designer i passaggi progettuali possono essere fortemente interconnessi e quindi non rigorosamente lineari. Importante però è la prossimità degli elementi interagenti, criterio che è stato rispettato al massimo possibile.

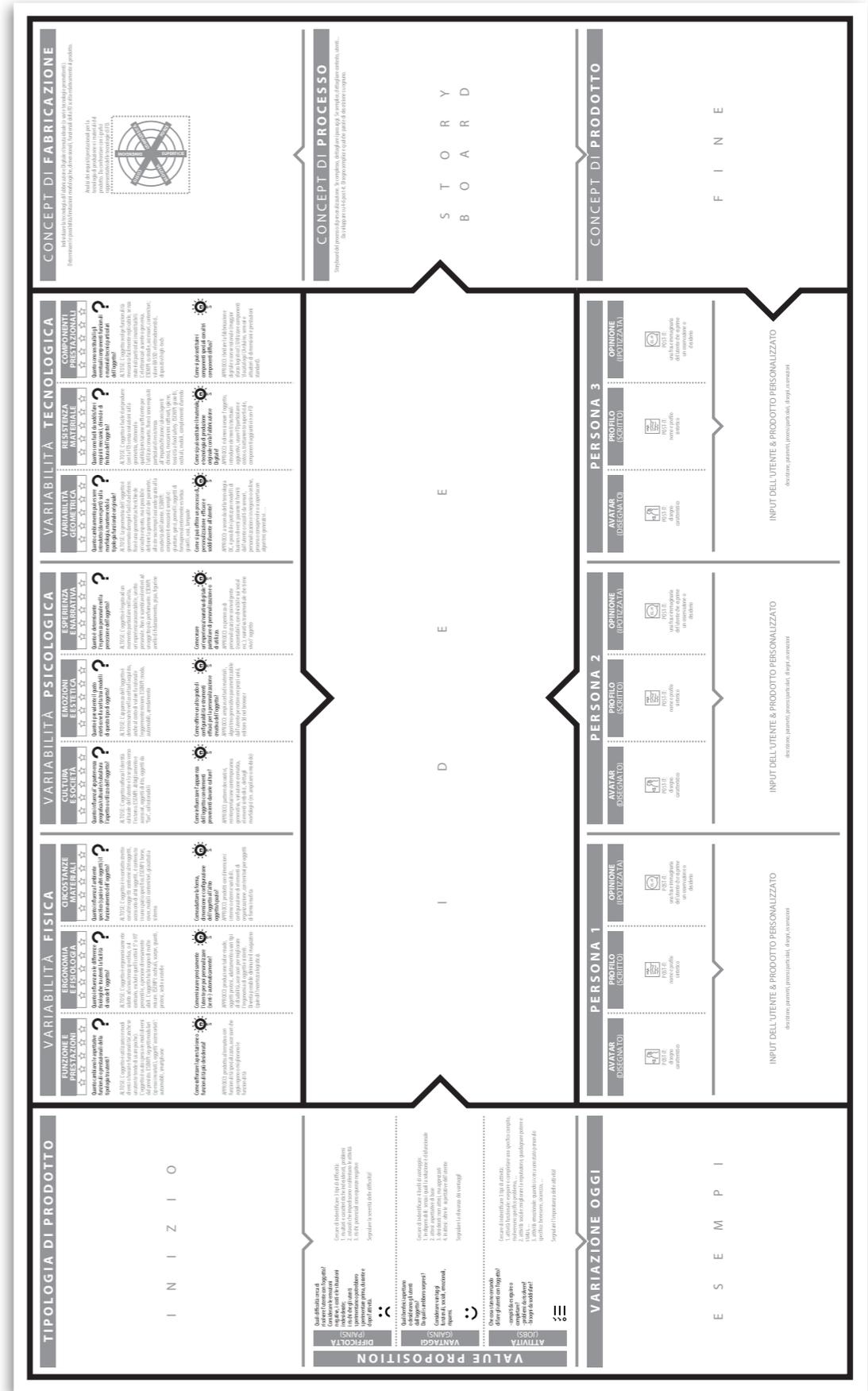
8.5.3 La struttura del canvas

Secondo le aspettative e i principi precedenti è stato elaborato un formato che contiene una serie di campi che dà indicazioni più o meno precise: da quelli laterali che richiedono una compilazione precisa di domande mirate a quello centrale che suggerisce un utilizzo completamente libero.

Sotto si elencano i contenuti dei quindici campi quadrati, raggruppati in cinque unità logiche:

Colonna sinistra: la tipologia di prodotto di partenza

- campo superiore: punto di partenza del canvas. Definizione della categoria scelta di prodotti. Disegno rappresentativo di un prodotto archetipico.
- campo centrale: analisi jobs-pains-gains della tipologia del prodotto
- campo inferiore: variazione della tipologia di prodotto oggi esistenti. Esempi di modelli di marchi diversi (disegni/foto)



Colonna destra: il concept design che risulta dal canvas

- campo inferiore: descrizione del concept, disegno del risultato medio, gradi di libertà
- campo centrale: storyboard del processo di personalizzazione
- campo superiore: descrizione del processo ipotizzato di fabbricazione digitale: aspettative (diagramma radar), tecnologie individuate, materiali, criticità

Area centrale superiore (tre campi): la variabilità possibile della tipologia di prodotto, secondo i tre gruppi di nove parole chiave descritte precedentemente

- campo sinistro: Variabilità Fisica: funzione e prestazioni, ergonomia e fisiologia, circostanze materiali
- campo centrale: cultura e società, emozionale ed estetica, esperienza e narrativa
- campo destro: libertà geometrica, resistenza materiale, componenti speciali

Area centrale inferiore (tre campi): analisi dei personas e dei progetti esempi che dimostrano come la variabilità del concept di prodotto elaborato può essere desiderabile a diversi individui (immaginari: personas)

- campo sinistro/centrale/destro: prima/seconda/terza persona analizzata. Descrizione del profilo sopra (i target potenziali del prodotto) e ipotesi dei prodotti personalizzati sotto

Area centrale (tre campi): circondato dai altri campi di analisi e sintesi

- tre campi indifferenziati, uno spazio vuoto da riempire con idee, interagendo con tutti gli altri campi

L'utilizzo del *canvas* proposto è stato sperimentato in una classe di 55 studenti, fatto che limita il tempo dedicabile ai singoli studenti. Considerando questo – e anche la possibilità di utilizzo senza un *mentor* esperto presente – si è deciso di preparare un format grafico al più possibile 'autosufficiente', cioè contenente istruzioni molto dettagliate riguardo la corretta compilazione.

Il formato grafico è governato da tre restrizioni principali: la dimensione dei post-it tipici (76x76 mm o 3x3 pollici), una tipica larghezza massima della carta per plotter (circa 900 mm o 36 pollici), e la portabilità in borse tipiche per portatili da 15 pollici. Tali circostanze hanno compromesso le dimensioni dei campi: 265x265 mm, portando a un canvas di 139 x 86 cm. Si nota infine che il canvas descritto è la prima versione dello strumento, aggiornato secondo il feedback raccolto durante il corso.

La versione definitiva del *canvas* (che si trova nel prossimo capitolo 9) ha introdotto una serie di cambiamenti; qui è stato descritto e illustrato il *canvas* originale per contestualizzare l'esperienza del workshop che verrà raccontato nel paragrafo 8.5.5.

8.5.4 Il processo di lavoro

L'input principale del canvas è la scelta di una tipologia di prodotti, che può arrivare da varie sorgenti stimolanti: la sperimentazione didattica che descriveremo successivamente è partita da parole chiave (azioni) associate casualmente ai gruppi di studenti. Tuttavia è possibile anche partire dai risultati del software di mappatura, appositamente sviluppato per la presente ricerca dottorale, che individua potenziali punti di intervento in tassonomie preesistenti di prodotti (ad es. cataloghi di imprese o tassonomie per il commercio; vedi paragrafo 8.6).

Il designer parte inserendo la tipologia pre-scelta nel campo superiore/sinistro del canvas e procede inserendo esempi esistenti (prodotti seriali) della tipologia. La tipologia di prodotto viene analizzata attraverso le attività che l'utente svolge con l'oggetto, le difficoltà che potrebbe avere durante l'utilizzo, e i vantaggi che mira a ottenere. Questo tipo di analisi si basa sul framework *jobs-pains-gains* del Value Proposition Canvas, sebbene non venga seguita in modo stretto, ma implementato parzialmente^[15].

Successivamente si compilano gli altri campi analitici dell'area superiore e inferiore: la valutazione delle variabilità e dei personaggi (costruiti), non necessariamente in quest'ordine. I campi finora menzionati hanno contenuti piuttosto definiti, da riempire secondo domande e suggerimenti dettagliati, integrati direttamente nel format grafico del *canvas*, per stimolare il pensiero analitico in numerose direzioni.

La seguente area centrale dovrà essere compilata in maniera più libera, con idee che emergono durante la definizione degli altri campi. L'area centrale non ha spazi predefiniti per i post-it: questi possono essere organizzati in modo libero, utile per segnalare collegamenti tra loro o tra gli altri campi circostanti.

Infine, il risultante concept di prodotto deve essere cristallizzato nelle colonne a destra, preferibilmente partendo dalla definizione del processo di personalizzazione (storyboard) e proseguendo con l'ipotesi morfologica e produttiva (campo inferiore e superiore), per poi ipotizzare i frutti di personalizzazioni dei tipici utenti rappresentati dalle *personas* nell'area inferiore.

15. lo strumento di Osterwalder (2014) sottolinea l'importanza di analizzare prodotti specifici (e non tipologie) e utenti di segmenti specifici. Tuttavia lo spazio disponibile ha reso necessario una implementazione parziale, che comunque può essere utile in preparazione ad un modello di business funzionante.

Il risultato desiderato del lavoro sul *canvas* è un concept di prodotto ben ragionato in tutti i suoi aspetti rilevanti, specialmente riguardo la sua desiderabilità per gli utenti ipotizzati. Dunque, come output si aspetta un concept abbastanza maturo per il successivo sviluppo in un modellatore parametrico e la prototipazione attraverso la Fabbricazione Digitale. D'altronde, il *canvas* può essere utile anche per aiutare il designer (o la sua organizzazione) a confrontare diversi concept alternativi. Anche se questi concept appartengono a categorie diverse di prodotti, la completezza del *canvas* può indicare se e quale idea abbia la 'munizione', non solo per sopravvivere alla successiva modellazione (parametrica) e prototipazione (con la FD), ma anche per diventare un prodotto desiderabile con alto potenziale di successo sul mercato. Inoltre, l'output del *canvas* può aiutare a raffinare anche il lavoro di mappatura svolto con il software che vedremo in un altro capitolo: l'elaborazione di un concept dettagliato sul *canvas* potrebbe verificare o falsificare i risultati preliminari ottenuti dalla valutazione attraverso il software.

8.5.5 La sperimentazione didattica

Come accennato precedentemente, il metodo proposto di *concept development* attraverso un modello *canvas* è stato sperimentato con una classe di studenti in design del prodotto. Successivamente descriviamo l'esperienza della prima parte concettuale del corso semestrale 'Atelier di Product Design', tenuto con gli studenti della laurea triennale in design del prodotto della Sapienza Università di Roma (docente responsabile: Prof.ssa Loredana Di Lucchio, co-tutor: Alex Coppola).

Il corso del titolo 'Design Post-Serie' mira a preparare gli studenti ad un ambiente culturale e produttivo dove il mercato è estremamente segmentato e ha un'offerta ampissima in tutte le categorie di prodotti. Per promuovere la competitività in tale ambiente, il corso si è focalizzato sul concetto della personalizzabilità dei prodotti e ha cercato di fornire competenze sia tecniche che concettuali per lo sviluppo di prodotti personalizzabili con il Design Computazionale per la produzione attraverso la Fabbricazione Digitale. Oltre agli obiettivi formativi, il corso ha avuto da una parte come obiettivo di ricerca la verifica di un metodo e di uno strumento di sviluppo concettuale (il *canvas* precedentemente descritto), dall'altra parte la dimostrazione che il DC e la FD sono applicabili alla più ampia varietà di prodotti.

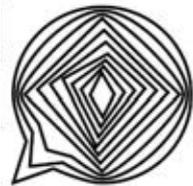
Workshop di problem finding: 'warmup canvas'

Al fine di stimolare l'esplorazione di un'ampia gamma di tipologie di prodotti, non è stato assegnato un tema progettuale specifico, ma i diciotto gruppi di lavoro hanno estratto sei parole chiave: sei azioni su dieci, derivati dalla mostra "Neo Preistoria: 100 Verbi", tenuta presso La Triennale di Milano (Branzi, 2016). Dunque la classe di cinquantacinque studenti è stata divisa in sei macro-gruppi, ognuno dei quali era composto da tre gruppi di lavoro con due/tre studenti. Come primo passo, si è richiesto a ogni studente di portare (fisicamente) un oggetto che aiutasse a svolgere l'azione associata al proprio macro-gruppo. Gli oggetti hanno aiutato ad avviare una discussione riguardo il significato della parola chiave/azione, i diversi oggetti che potessero aiutare lo svolgimento di tali azioni, le circostanze relative, i 'parenti' degli oggetti scelti; infine ogni gruppo di lavoro ha scelto uno degli oggetti portati o nuovamente scoperti come tema progettuale da portare avanti.

Il lavoro analitico dei macro-gruppi è stato svolto durante una giornata di workshop, guidato da un template per garantire il livello di approfondimento alto e uniforme di tutti i prodotti scelti, appartenenti all'azione selezionata per il macro-gruppo. In questa tabella ogni prodotto scelto ha una riga in cui vengono posizionati i post-it contenenti le relative osservazioni. Questa tabella è stata sviluppata appositamente per lo specifico corso didattico che partiva da parole chiave e macro-gruppi di studenti; dal punto di vista della ricerca dottorale lo strumento ha dunque un'importanza secondaria e viene quindi discussa a un livello di dettaglio minore.

Come primo passaggio, tutti gli studenti hanno fatto una riflessione autonoma sugli oggetti, cercando di esplorare la divergenza delle aspettative: ogni studente ha registrato su di un post-it osservazioni riguardanti l'oggetto, problemi e proposte, sia funzionali che estetiche. Visto che il corso era incentrato sulla personalizzabilità, questa prima esercitazione ha mirato a mantenere la massima varietà di opinioni, piuttosto che creare una sintesi; abbiamo perciò esplicitamente chiesto un lavoro autonomo, e opinioni anche riguardo gli oggetti di altri gruppi del macro-gruppo.

Successivamente, i gruppi di lavoro hanno discusso le opinioni raccolte e hanno proceduto esplorando (su tre post-it) tre tipi di circostanze dei loro oggetti scelti: l'utente tipico dell'oggetto (la gamma di utenti possibili), gli ambienti d'uso (tipici ed estremi) e gli altri oggetti in contatto, collaborazione o simbiosi. Appoggiandosi alla conoscenza sempre più profonda, sui successivi tre post-it gli studenti



hanno analizzato i parenti degli oggetti raccolti: la tipologia 'genitore' (categoria di prodotti alla quale appartiene, per funzionalità o circostanze), gli oggetti 'fratelli' per somiglianza di funzionalità o di circostanze e le categorie dei 'zii': categorie allo stesso livello dei 'genitori'. Quest'ultima in particolare si è dimostrata un'esercitazione piuttosto difficile per alcuni gruppi, tuttavia ha aiutato a chiarire l'appartenenza tipologica per molti, fondamentale per il proseguimento del lavoro di sviluppo degli spazi di soluzione adeguati. Infine, distillando le osservazioni e il lavoro analitico, ogni gruppo ha identificato una tipologia di prodotti su cui proseguire con il lavoro del semestre; la scelta tipicamente è ricaduta sulla tipologia di prodotto che ha raccolto la maggior divergenza di opinioni (quindi maggior potenziale di personalizzazione), ma in alcuni casi la discussione delle categorie 'parenti' ha portato a opzioni più promettenti. È stata chiesta la registrazione della scelta su tre post-it: il nome e il disegno sintetico della tipologia di prodotti, la motivazione della scelta e due/tre alternative di tipologia.

**Workshop di analisi e ideazione:
il prototipo del Parametric Concept Canvas**

Il workshop di *problem finding* descritto precedentemente è servito per fornire l'input necessario al workshop successivo con cui si è cominciato a sperimentare con la prima versione dello strumento Parametric Concept Canvas. Siccome l'articolazione del *canvas* e il workflow relativo è stato già descritto, ci si limita qui alla discussione dell'esperienza del workshop. Ognuno dei diciotto gruppi ha avuto a disposizione un *canvas* su cui lavorare durante i tre giorni operativi del workshop, divisi approssimativamente nel modo seguente:

- giorno 1: indicazione e compilazione della colonna sinistra relativa alla tipologia di prodotto e riga superiore di analisi
- giorno 2: compilazione della riga inferiore delle *personas* e il campo centrale delle idee
- giorno 3: elaborazione dello storyboard, raffinamento delle idee e presentazione del concept 'embrionale' per l'intera classe

Come di consueto, durante gli atelier progettuali le abilità dei singoli studenti/gruppi ha determinato il ritmo di proseguimento, così come anche la scelta della tipologia del prodotto. Comunque, nonostante le differenze evidenti di qualità, lo stato di avanzamento al termine dei tre giorni è stato abbastanza uniforme tra i gruppi; meno di un quinto degli gruppi ha dimostrato severe deficienze rispetto alla media.

AZIONI STRATEGICHE DEL GRUPPO	ASPETTATIVE DIVERGENTI NEL MERCATO/PROBLEMI/PRODOTTE, SU FUNZIONALI E RELATIVE (DEI COLLEGATI IN ALTERNATIVA)								CIRCOLI/ANZI DELL'OGGETTO/DISCUSSIONE			PARENTI DELL'OGGETTO/DISCUSSIONE			SCELTA
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	1	2	3	
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															





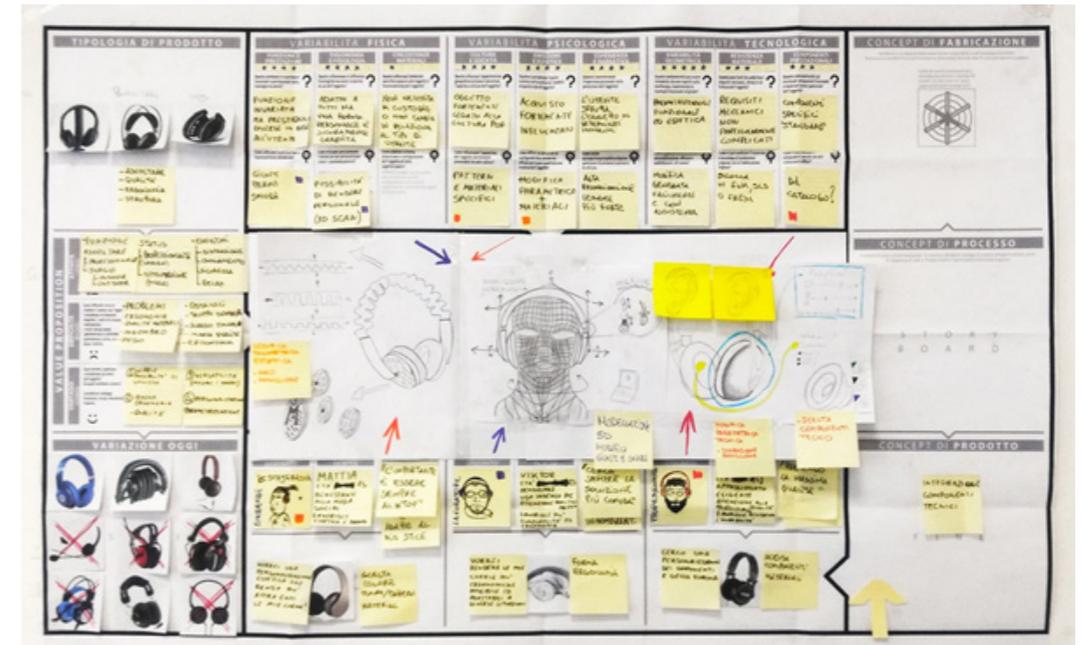
Dunque il proseguimento consistente senza blocchi severi è un vantaggio immediatamente osservabile rispetto all'esperienza del workshop precedente sui souvenir, dove l'assenza di una struttura predisposta ha portato alcuni gruppi a libere discussioni poco fruttuose. In questo caso il formato definito ha aiutato gli studenti a identificare autonomamente i loro blocchi mentali (resi visibili), e potendo quindi rivolgersi alla docenza per chiarimenti. Per la docenza era relativamente facile identificare i gruppi problematici da aiutare, semplicemente osservando lo stato di avanzamento della mappa. La discussione articolata in molte domande specifiche costituisce una piattaforma unica di pensiero e rende facile saltare da un progetto all'altro, fatto che può aiutare a dividere efficientemente l'attenzione tra un numero alto di studenti.

D'altronde il workshop ha fatto emergere alcune (preziose) osservazioni negative, da considerare per lo sviluppo futuro dello strumento (infatti la proposta migliorativa del prossimo capitolo integra queste osservazioni):

- difficile applicabilità di alcune domande su alcune tipologie di prodotti;
- difficoltà di ragionamento in termini di variabilità (piuttosto che semplice miglioramento);
- suggestioni a volte mal interpretate, come limitazione piuttosto che come stimolo;
- elaborazione a volte meccanica (e non critica) dei campi.

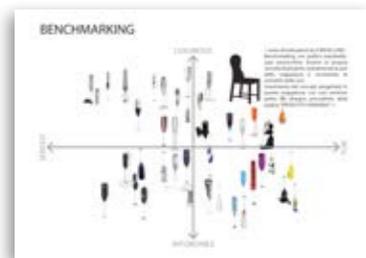
Quindi a livello generale si può affermare che il *canvas* ha svolto la sua principale funzione di avviare la discussione nella direzione desiderata; tuttavia si nota la difficoltà degli studenti nel cambiare la prospettiva dallo sviluppo di soluzioni uniche (che rispondono a problemi specifici) a spazi di soluzione ampi (che rispondono a esigenze variabili). Siccome la ricerca è partita con la consapevolezza di questa difficoltà, non è sorprendente osservarla sul campo, ma potrebbe indicare che per affrontare questo tipo di problematica "variabile" è necessaria una preparazione professionale maggiore di quella degli studenti del terzo anno. Nello specifico, sarebbe stato utile una praticità maggiore con gli strumenti progettuali come le *personas* o gli *storyboard* da una parte, e una conoscenza maggiore degli strumenti tecnici dall'altra. Per corsi didattici nel futuro si ritiene necessaria una preparazione anticipata degli studenti dal punto di vista della modellazione parametrica. Per quanto riguarda lo strumento *canvas*, centrale alla ricer-

Pagina di fronte: alcuni esempi dei canvas compilati durante il workshop. Nota: le competenze carenti di Design Computazionale e il tempo limitato a tre giorni non ha permesso la cristallizzazione dei concept nella terza colonna. Grazie all'osservazione del lavoro, si è deciso di ristrutturare alcuni parti del canvas.



ca dottorale, le precedenti osservazioni negative hanno stimolato una ristrutturazione e semplificazione del *canvas* che verrà discusso nel capitolo 9 "Parametric Concept Canvas: tool definitivo".

Tutte le immagini: template delle schede A4, fornito ai studenti per guidare lo sviluppo morfologico secondo gli obiettivi del corso e della ricerca.



Step successivi all'ideazione

Durante il workshop precedentemente descritto, il lavoro progettuale è arrivato all'individuazione delle opportunità progettuali (al campo centrale del *canvas*), ma a causa del proseguimento più lento del previsto, non era possibile la cristallizzazione del concept nell'ultima colonna del *canvas*. Dunque, la definizione precisa dei prodotti ipotizzati era svolta nelle settimane successive di revisioni (e non più workshop), il che ha reso opportuno un formato più convenzionale di presentazione: schede/slide anziché il *canvas*. Inoltre, il maggior tempo a disposizione ha reso possibile elaborati grafici più dettagliati: cinque schede, delle quali le prime due illustrano la ricerca che poi porta alle decisioni morfologiche:

- **benchmarking**: una raccolta ragionata di prodotti concorrenti oggi presenti sul mercato. Si consiglia di individuare di due fattori importanti che permettano la mappatura cartesiana dei progetti, facilitando il posizionamento strategico dell'idea progettuale.

- **riferimenti morfologici**: una raccolta di oggetti senza vincolo tipologico (eventualmente anche forme naturali o grafiche) al fine di indirizzare la scelta dell'adeguato linguaggio di forme

Successivamente sono state elaborate altre tre schede per chiarire le idee degli studenti riguardo la composizione logica del prodotto. Sebbene l'obiettivo della personalizzabilità implichi un prodotto di geometria variabile, non tutti i componenti devono essere personalizzabili, perciò si distingue tra componenti varianti, invariati e l'interfaccia tra loro, elementi che erano segnalati attraverso un codice a colori nelle prossime schede:

- **Prodotto variabile**: concept morfologico completo del prodotto con una personalizzazione 'tipica'. Si è richiesto l'illustrazione in stile IKEA: assonometria da un angolo che rende il prodotto chiaramente comprensibile, utilizzando due spessori di linea e distinguendo con i colori tra varianti, invariati e interfaccia.
- **I componenti del prodotto**:
 - **invarianti**: gli elementi non personalizzabili del prodotto: componenti tecnici indispensabili per il funzionamento ma non realizzabili con la FD; parti del prodotto che non devono essere personalizzati, quindi possono essere realizzati

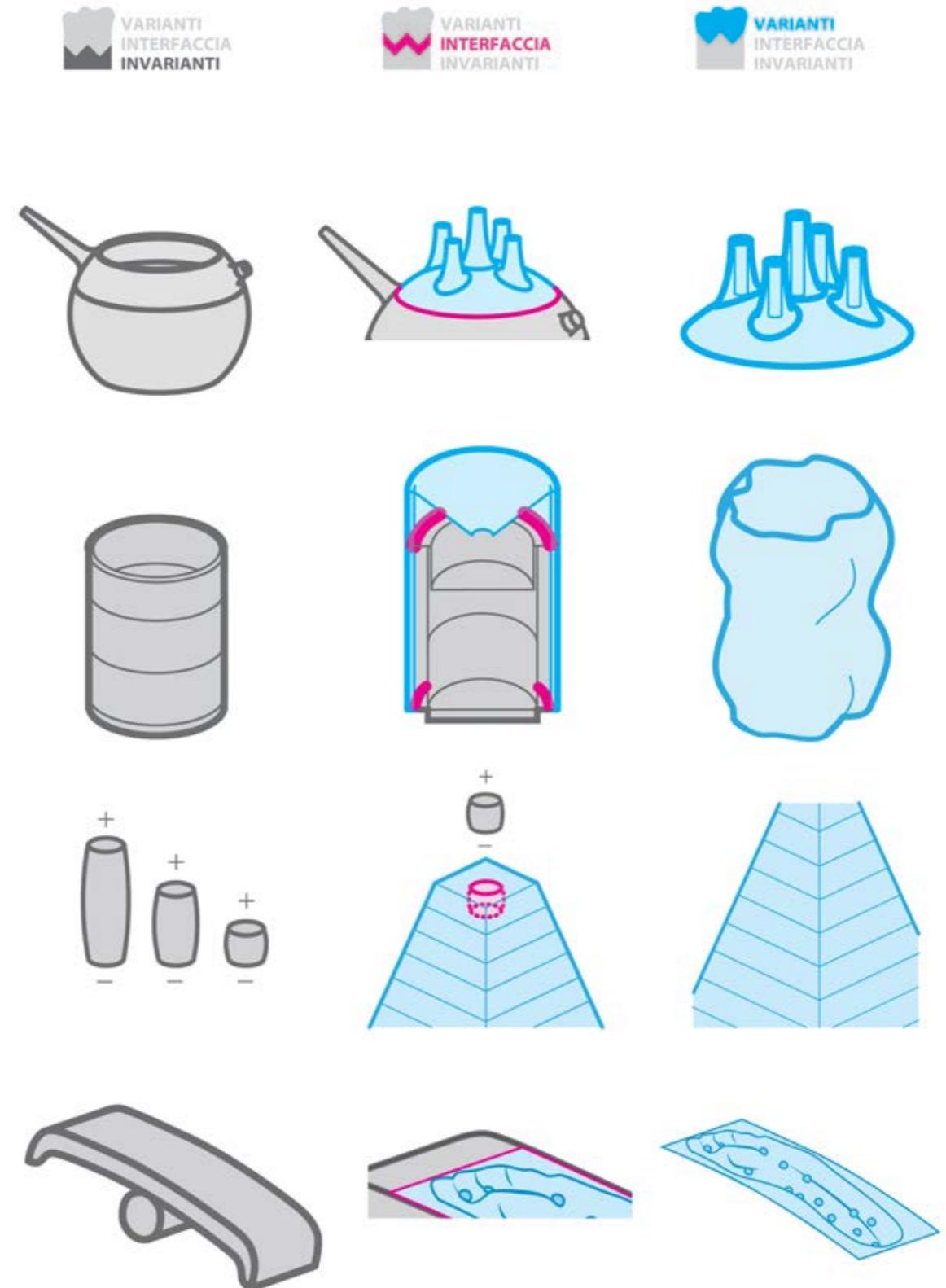


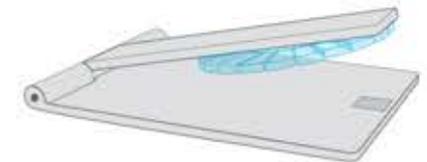
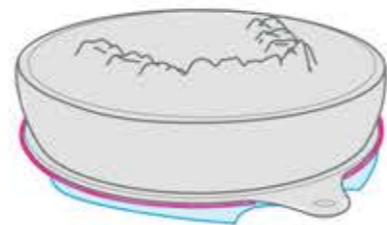
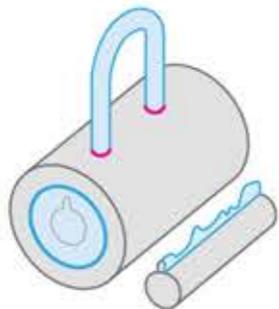
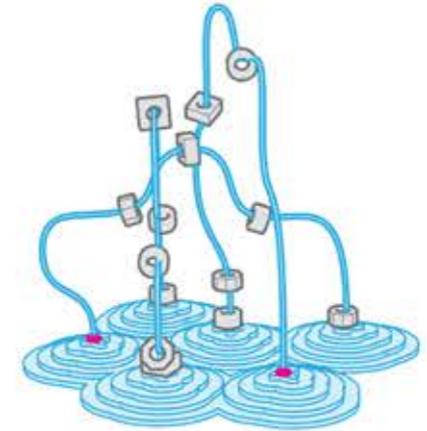
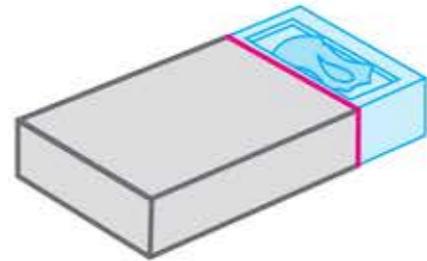
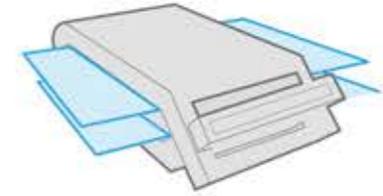
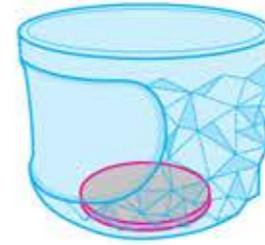
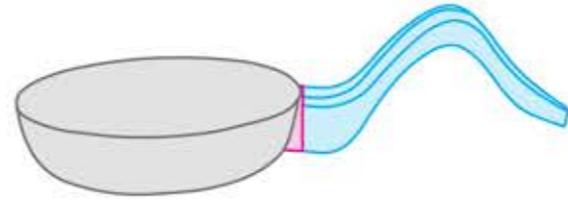
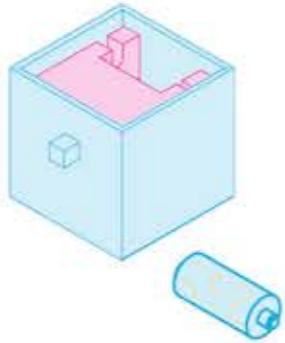
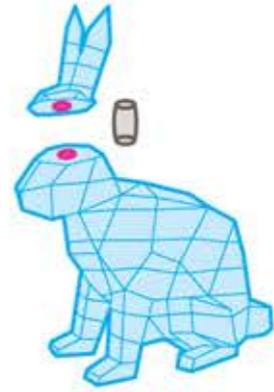
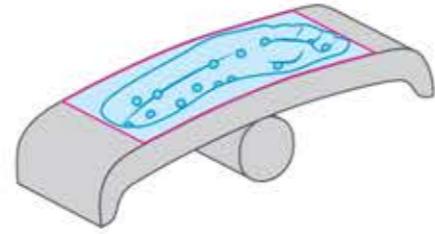
Pagina di fronte: selezione del materiale elaborato dagli studenti.
Illustrazioni estratte dalla scheda "Componenti del prodotto"

in modo seriale 'convenzionale'; eventuali componenti da catalogo.

- varianti: gli elementi varianti del progetto: la parte del prodotto che può essere personalizzato; si consiglia di specificare il tipo di input che si aspetta dall'utente, e una prima ipotesi riguardo il materiale ottimale e la tecnologia di FD.
- interfaccia: la soluzione di continuità, cioè l'interfaccia tra elementi varianti e invariati del progetto: questa scheda evidenzia la linea/superficie di contatto, componenti/materiali di collegamento; possono essere utili disegni e sezioni diversi per la spiegazione chiara della soluzione ipotizzata.
- Prodotto personalizzato: immaginando le esigenze particolari delle *personas* costruiti sul *canvas*, su questa scheda si ipotizzano i possibili prodotti personalizzati.

L'elaborazione di queste cinque schede ha portato i concept degli studenti ad un livello di sviluppo sufficiente per affrontare la fase di modellazione parametrica attraverso Rhinoceros3D e il linguaggio di programmazione visiva Grasshopper. Questi sono strumenti tecnici consolidati con una separata prassi di insegnamento, perciò la presente ricerca dottorale non discute in dettaglio le fasi successive di modellazione e prototipazione.





8.6 Uno strumento software di mappatura

La disciplina del design opera utilizzando una moltitudine crescente di materiali, processi e strumenti di progettazione e produzione, che però non sempre trovano l'ampia diffusione auspicata, a causa della mancanza di applicazioni economicamente sostenibili. Nello specifico, questa ricerca dottorale indaga il potenziale reale del Design Computazionale per la Fabbricazione Digitale. Questo capitolo presenterà un metodo di esplorazione strutturata dell'utilità potenziale del design computazionale attraverso varie categorie merceologiche. Il metodo proposto è stato messo in pratica attraverso un nuovo software, sviluppato *ad hoc* per la mappatura dell'applicabilità di vantaggi caratteristici su una gamma di categorie di prodotto, organizzate in una lista gerarchica, manipolabile dinamicamente. La matrice risultante permette di individuare promettenti punti di intervento, indirizzando l'ideazione successiva.

La ricerca dottorale mira a valorizzare la FD attraverso il (co-) Design Computazionale (o parametrico/generativo/algoritmico) per ottenere prodotti personalizzabili. In questo campo, i pochi esempi commercializzati si concentrano su una gamma ristretta di categorie merceologiche, sollevando alcune questioni: Qual è il reale potenziale del DC nel design del prodotto? Il DC è applicabile e vantaggioso per un'ampia gamma di prodotti, o la pratica rimane limitata in pochi campi? I futuri designer potranno fruire un'eventuale specializzazione in DC?

Si osserva che affrontare queste domande richiede un metodo inconsueto, un approccio inverso rispetto al solito lavoro progettuale che tende a partire da contesti, utenti o funzionalità predefinite, elaborando ipotesi migliorative, con un approccio tendente al *Market Pull*. Contrariamente, la valorizzazione massima di una nuova tecnologia (e la necessaria conoscenza a per praticarla) richiederebbe la massimizzazione dei campi di applicazione con un approccio fortemente *Technology Push*. L'organizzazione che ha investito nel perfezionare una tecnologia produttiva (FD) o il designer che ha investito nell'acquisizione di competenze (DC) hanno una forte necessità di valorizzare le loro risorse materiali e mentali. Tale valorizzazione richiederebbe lo sviluppo di nuovi prodotti, ma siccome la FD ha ancora severe limitazioni e la pratica del DC è relativamente onerosa, fin oggi sono pochi i prodotti commercializzati, come evidenzia la loro bassa presenza nell'ambiente quotidiano.

Emerge dunque la necessità di un ampliamento strutturato dell'attuale gamma verso tipologie di prodotti ancora oggi ignorati. Per comprendere l'eventuale potere trasformativo di un'innovazione di manifattura, sarebbe utile un'indagine capillare che considera sistemicamente sia un'ampia gamma di tipologie di prodotti, sia una serie di criteri abilitanti o inibitori, dovuti ai vantaggi e limitazioni caratteristiche delle nuove tecnologie in questione. Una mappatura del genere potrebbe contribuire sia al chiarimento dell'ampiezza e delle possibili tendenze di evoluzione, sia all'ideazione di nuovi prodotti commercializzabili.

Si nota che l'indagine di cui si parla non è parte della 'solita' fase di ideazione, ma della fase embrionale di identificazione di opportunità, seguita dall'analisi di opportunità, genesi di idee, selezione di idee, e infine sviluppo concettuale e tecnologico, riprendendo il modello proposto da Koen (2001) per strutturare il cosiddetto *fuzzy front end of innovation*. Mentre un designer può considerare in modo intuitivo e rapido un'ampia varietà di possibilità in un ambito circoscritto, in questo caso la trasversalità desiderabile per una valorizzazione ottimale suggerisce la necessità di una mappatura accurata. Tale mappatura potrebbe contribuire sia al chiarimento dell'ampiezza e delle tendenze possibili dell'evoluzione della FD e del DC, sia all'ideazione di nuovi prodotti commercializzabili.

8.6.1 Il principio della mappatura

La mappatura – potenzialmente edificante per il progresso della FD e DC – deve dare l'opportunità di esplorare efficientemente una serie di tipologie di prodotto, esaminando la presenza di una serie di criteri abilitanti: l'incrocio di queste due serie suggerisce il formato di matrice. La matrice è uno strumento utile soprattutto quando la quantità degli elementi da esaminare supera quello che si gestisce facilmente 'in testa'. Ad esempio, nella raccolta di metodi di Kuma (2012), circa 20% dei metodi è praticato con un qualche tipo di tabella, presente in tutte le fasi strategiche, creative o realizzative. Tra queste tabelle si possono distinguere quelle con campi limitati da utilizzare con un approccio qualitativo e quelle con campi potenzialmente illimitati, veri matrici da usare con approccio più quantitativo per scoprire pattern o raggruppamenti significativi tra gli elementi. Questi ultimi sono più interessanti per questa ricerca che cerca modi di ampliare la gamma delle applicazioni di nuove tecnologie. Inoltre, si possono distinguere matrici asimmetriche che nascono dall'incrocio di due liste per val-

utare una serie di elementi secondo una serie di criteri, e matrici simmetriche che si incrociano con una lista per scoprire pattern interessanti e raggruppamenti logici. Sotto si illustrano brevemente queste due categorie.

Matrici asimmetriche: Come primo esempio si riporta il *Pugh matrix* (Pugh, 1991), utilizzato per la comparazione di concept (colonne) secondo una serie di criteri (righe). Nello specifico, la comparazione avviene segnalando in ogni cella della matrice se la corrispondente matrice concept è meglio (+1), peggio (-1) o equivalente (0) rispetto a una soluzione *baseline* (o datum; ad es. prodotto competitore già esistente). La somma delle colonne segnala qual è il concept più promettente; la disposizione visiva permette di comprendere in modo rapido e visivo i punti di forza e debolezza di una serie di concept. Ciò aiuta a indentificare concept complementari che – nel caso di compatibilità – possono essere combinati; dunque il *Pugh matrix* serve non solo per la decisione tra alternative, ma anche come stimolo per un ulteriore sviluppo. L'utilità di questo approccio è evidente soprattutto nel caso di progetti che devono rispondere a molte aspettative che possono essere soddisfatte con numerose soluzioni diverse. La matrice di decisione (o *weighted decision matrix*) può essere praticata anche con una valutazione numerica più accurata (ad es. 1-5), in cui ad ogni criterio verrà assegnato un peso che modula la valutazione inserita. Naturalmente la scelta definitiva viene presa dal progettista, la cui intuizione potrebbe differire dal risultato dell'analisi quantitativa. In questo caso può essere necessaria una riflessione sull'importanza inizialmente associata ai fattori di valutazione. Questo principio può essere applicato per valutare una serie di idee progettuali (generati con qualsiasi tecnica) per determinare quale corrisponde meglio alle esigenze del mercato e dell'impresa, costituendo un *Concept Evaluation map*.

Matrici simmetriche: Come esempio, uno strumento diffuso per la progettazione di sistemi complessi (ad es. aviazione) è *Design Structure Matrix*, che permette la scoperta di raggruppamenti logici tra numerose componenti di un sistema (Eppinger & Browning, 2012). Questa matrice è diagonalmente simmetrica, cioè riporta la stessa lista sull'asse verticale e orizzontale; ogni paio di componenti viene valutato per secondo l'intensità di interazione tra loro, dopodiché le righe e colonne vengono riorganizzate in modo

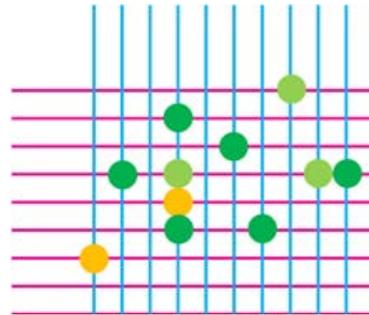
tale da avvicinare le righe/colonne che hanno valutazioni simili. Ciò permette la formazione di gruppi logici tra gli elementi che nel prodotto finale dovrebbero essere disposti in prossimità. La tecnica del *Concept Grouping Matrix* applica lo stesso principio per scoprire raggruppamenti logici tra prodotti esistenti, idee progettuali, aspettative, osservazione degli utenti ecc.

Dunque, le matrici possono essere utilizzate in numerosi modi, ma dalla letteratura esaminata non è emerso un caso d'uso particolarmente adatto all'ampliamento progressivo della gamma di applicazioni per una tecnologia. Discutendo la fase concettuale del product design, Keinonen e Takala (2006) notano come le industrie (particolarmente ingegneristiche) hanno fatto tradizionalmente affidamento a varie metodologie a matrice per valutare i loro progetti; d'altronde nella comunità del disegno industriale esiste una sfiducia verso gli approcci formali, che però possono dare un supporto confortante nel caso di progetti al limite del possibile. Come avvertenza, gli autori notano anche vari motivi che possono rendere inadeguato un metodo di valutazione a punteggio per lo sviluppo concettuale di nuovi prodotti: la difficoltà di quantificazione, il rischio di soluzioni mediocri, la mancanza di struttura logica e la necessità di un'indagine onerosa. Nonostante ciò, si ipotizza che un approccio a matrice possa stimolare l'indagine sistemica, perché la registrazione visiva in una matrice offre un feedback visivo rapido riguardo il progresso.

La valorizzazione di una tecnologia in campi precedentemente ignorati richiede uno sforzo mentale significativo che nella maggioranza delle categorie di prodotto considerati non produce concept particolarmente promettenti. Tuttavia è importante catalogare anche le difficoltà riscontrate, perché ciò permette di individuare non solo le direzioni giuste dove c'è una maggiore potenzialità, ma anche quelle sbagliate, dove il progettista deve affrontare difficoltà maggiori. La matrice è uno strumento che può portare al riconoscimento di pattern interessanti in punti di intervento promettenti, sforzandosi anche di considerare categorie di prodotto meno promettenti, da cui ne consegue una più affidabile e accurata esplorazione.

8.6.2 Le assi della mappatura

Considerando l'alto numero di categorie di prodotti all'interno dell'articolatissimo mercato contemporaneo, una mappatura dei potenziali campi di applicazione non può pretendere di essere



La logica della mappatura: in azzurro i criteri abilitanti relativi alla tecnologia, in magenta la lista di tipologie di prodotti delle quali la valutazione è rappresentata dai cerchi.

onniscoprensiva, ma è più utile scegliere un'area circoscritta e decidere un livello di approfondimento in base alle risorse umane a disposizione; si può arrivare ad avere un'esplorazione omogenea più o meno dettagliata nel settore di maggiore interesse, è fondamentale quindi la scelta adeguata degli elementi da esaminare con le risorse necessariamente limitate. Considerando la lista dei prodotti e la lista dei criteri come le assi di una mappatura cartesiana, l'utilità di questo tipo di indagine dipende da due fattori principali:

- (1) la completezza della lista dei prodotti esaminati
- (2) la rilevanza della lista dei criteri di valutazione

(1) La lista dei prodotti esaminati è utile a chi sta eseguendo l'esplorazione, se permette di considerare i campi inattesi; quindi idealmente si parte da una lista obiettiva preesistente, ma estendibile. Secondo lo scenario nel quale si trova il progettista si possono immaginare varie sorgenti: considerando un committente che vende una gamma di prodotti specializzati (ad es. attrezzatura sportiva), si può partire da una lista gerarchica dei prodotti venduti da valutare ed espandere laddove necessario; considerando un committente con risorse produttive (come appunto le macchine di FD) ma senza canali di vendita diretta, si può partire da tassonomie esistenti di categorie di prodotto: ci sono varie liste gerarchiche a volte estremamente dettagliate per la tracciabilità del commercio.

Quelle pubblicate da enti internazionali, come lo Standard International Trade Classification internazionale o il Combined Nomenclature (Eurostat, 2017), seguono le necessità delle dogane, delle tasse e delle statistiche, e quindi hanno una struttura basata sulle industrie e sui materiali, piuttosto che l'utilizzo.

D'altra parte, il Google Product Taxonomy (2017) è inteso per agevolare le campagne di pubblicità degli operatori di e-commerce, e come tale contiene prodotti di rilevanza economica, organizzati in una struttura logica focalizzata sull'uso; perciò questa tassonomia è relativamente facile da navigare, nonostante le oltre cinque mila categorie strutturate in cinque livelli gerarchici. Ciò suggerisce che la valutazione secondo questa tassonomia sarà facilitata dal raggruppamento tematico, quindi gli elementi con potenzialità simile finiranno vicini tra di loro, per questo lo strumento (che si descriverà prossimamente) è stato sperimentato con il Google Product Taxonomy.

(2) Dall'altra parte, una efficace mappatura richiede una lista ragionata di criteri di valutazione che permettono di individuare i fattori abilitanti e quindi facilitare l'applicazione delle innovazioni di processo da promuovere. Si utilizzeranno i fattori già individuati che determinano la competitività dei casi studio analizzati in un capitolo precedente (e dunque gli stessi fattori usati per il *canvas* descritto nel paragrafo precedente). Qui si ricordano i sei tipi di variabilità organizzati in due gruppi:

- Variabilità Meccanica: fisiologia/ergonomia; ambiente/artefatti; funzionalità/prestazioni
- Variabilità Cognitiva: estetica/emotività; società/culture; narrativa/esperienze

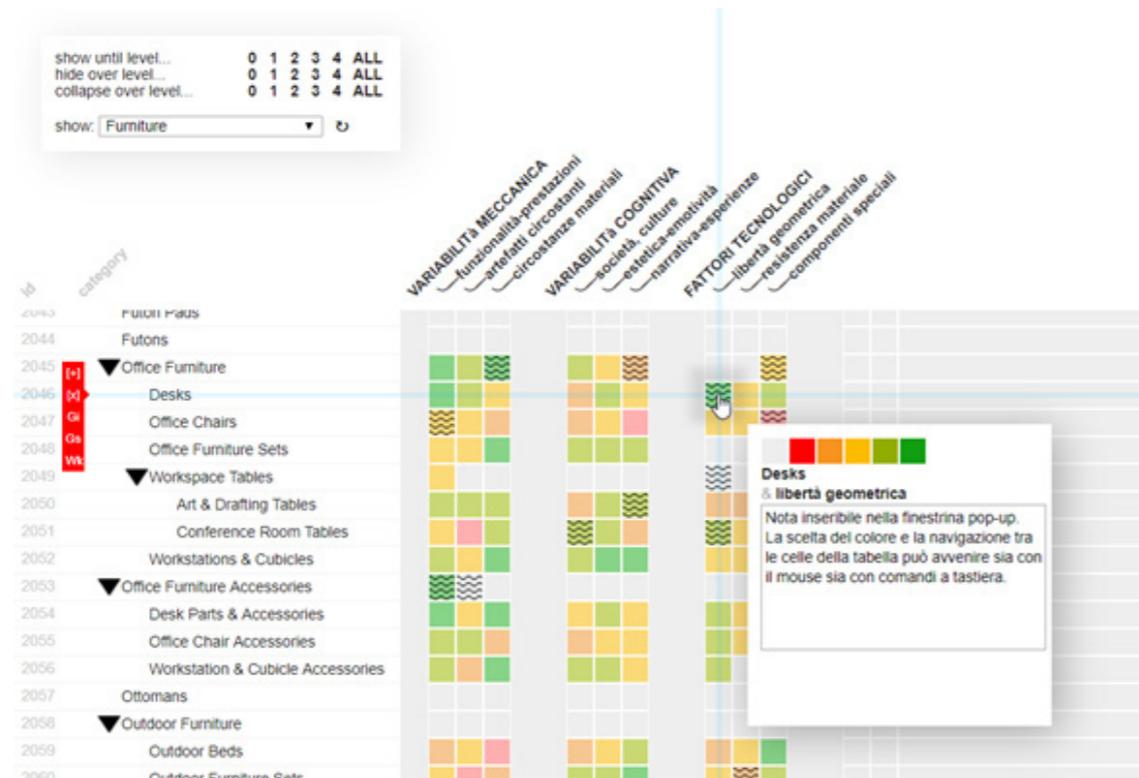
Oltre a questi fattori abilitanti dal punto di vista dell'utente, sono stati individuati tre fattori fondamentali dal punto di vista produttivo:

- Requisiti di Manifattura: materiali/meccanici; forma/struttura; componenti speciali

Così si compone un insieme di nove criteri abilitanti da valutare, ognuno a seconda della domanda quantitativa che spiega meglio le parole chiave; valutazioni alte indicano maggior probabilità di concept. Si nota però che la descritta logica di valutazione a matrice potrebbe essere applicata anche a un'altra tecnologia da valorizzare, utilizzando un altro sistema di criteri abilitanti che può essere dedotto similmente da casi studio o, diversamente, considerando le specificità della tecnologia da promuovere.

8.3.6 Lo strumento della mappatura

Considerando l'alto numero di elementi da esaminare, la mappatura richiede non solo criteri ben scelti da confrontare, ma anche uno strumento efficace che minimizza il tempo necessario per la compilazione, mentre massimizza la qualità delle osservazioni che si possono fare. I metodi a matrice menzionati precedentemente possono essere praticati tramite comuni software come Excel, o altri più specializzati. Tuttavia, si osserva che nessuno di questi strumenti è particolarmente indicato alla gestione di migliaia di categorie di prodotti organizzati in gerarchie, dove ogni categoria dovrà essere valutata secondo i nove criteri sopra descritti per individuare i promettenti punti di intervento, possibilmente annotandone anche le motivazioni. Ciò suggerisce la necessità di uno strumento specifico in grado di agevolare il workflow di compilazione e analisi della matrice. Per colmare



questa carenza, è stato sviluppato uno strumento web sperimentale, con le funzionalità seguenti:

- costruzione di una lista gerarchica di prodotti
- importazione di classificazioni esistenti di prodotti
- visualizzazione variabile della lista gerarchica (completa, minimizzata, nascosta) per una visione di insieme
- approfondimento rapido dei prodotti convocando la ricerca Wikipedia, Google (web/immagini) o Pinterest
- possibilità di costruire una lista gerarchica di criteri di valutazione
- inserimento rapido delle valutazioni e note testuali (comandi da tastiera)
- organizzazione delle righe (prodotti) secondo i criteri di valutazione (colonne)

Lo strumento di mappatura è stato finora sperimentato dall'autore stesso, partendo dalla Google Product Taxonomy come data-

base esterno. La compilazione di alcune macro-categorie merceologiche ha generato una serie di idee progettuali interessanti ma ha evidenziato anche alcune carenze funzionali dello strumento, per cui non risulta ancora pronto per un utilizzo pubblico, solo all'utilizzo in ambiente controllato (versione *beta*).

Naturalmente la mappatura delle possibilità è solo il primo passaggio verso la valorizzazione di una nuova tecnologia; per il passo successivo di sviluppo concettuale approfondito, la ricerca dottorale ha sviluppato un *tool* specifico, il Parametric Concept Canvas, che è infatti il risultato principale della ricerca dottorale (descritto in dettaglio nel prossimo capitolo 9, mentre la sua evoluzione attraverso la sperimentazione didattica è stata già descritta nel precedente capitolo 8.5).

8.6.4 Potenziale di utilizzo

Dunque, partendo dall'osservazione delle difficoltà iniziali nel valorizzare le tecnologie emergenti, è stato presentato un modo alternativo di affrontare la ricerca di un punto di partenza per la progettazione focalizzata sulle possibilità di una tecnologia da valorizzare. La mappatura dei vantaggi caratteristici su una gamma di prodotti attraverso uno strumento web può servire sia al singolo progettista in cerca di idee progettuali che a organizzazioni in cerca di applicazione delle loro risorse e competenze avanzate. Operando su una piattaforma web, un'evoluzione futura dello strumento potrebbe permettere l'elaborazione (e verifica) collaborativa della mappatura con un approccio di crowdsourcing per ottenere banche di idee più comprensive di quelle che i singoli partecipanti potrebbero ottenere.

Mentre l'elaborazione strutturata di matrici non è necessariamente adatta alle sensibilità di ogni designer, l'adattamento di un simile metodo rigoroso può offrire una comprensione preziosa delle possibilità realistiche e la flessibilità mentale necessaria per l'utilizzo creativo delle nuove tecnologie in contesti inattesi; capacità in grado di aumentare il valore strategico della figura del designer. A proposito della flessibilità, si ricorda l'importanza della revisione perpetua del metodo di lavoro: come esprime già Jones (1970), è importante superare non solo il modello del designer come 'scatola nera' (artista), ma anche il modello come 'scatola di vetro' (scienziato), per arrivare ad un'auto-percezione del designer come un 'sistema auto-organizzante'. A un livello più generale, si chiude osservando che di fronte alle sfide tecnologiche

e sociali in continua evoluzione, probabilmente non basterà scegliere tra i metodi preesistenti: questi devono essere compresi, ma forse ancora più importantemente adattati, modificati, combinati o ricreati secondo il problema specifico affrontato dal progettista.

Bibliografia capitolo 8

- Branzi, A. e Hara, K. (2016). *Neo Preistoria: 100 Verbi*. Lars Muller Publishers.
- Brown, T. (2009). *Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. New York: Harper Collins.
- Eppinger, S., Browning, T. (2012). *Design structure matrix methods and applications*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Eurostat (2017). *Combined Nomenclature*. http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/nomenclatures/index.cfm?TargetUrl=LST_NOM_DTL&StrNom=CN_2017
- Google (2017). *Product Taxonomy*. <https://support.google.com/merchants/answer/6324436>
- Hanington, B., Martin, B. (2012). *Universal Methods of Design*. Beverly: Rockport Publishers.
- IDEO (2015). *The Field Guide to Human-Centered Design*. Retrieved from <http://www.designkit.org>
- Jones, J. C. (1970). *Design Methods: seeds of human futures*. London: John Wiley & Sons.
- Jones, J. C., Thornley, D. (a cura di) (1962). *The Conference on Design Methods: papers presented at the conference on systematic and intuitive methods in engineering, industrial design, architecture and communications*. London: Pergamon Press.
- Keinonen, T., Takala R. (2006). *Product concept design: a review of the conceptual design of products in industry*. London: Springer-Verlag.
- Kelley, T. (2013). *Creative Confidence: Unleashing the Creative Potential Within Us All*. New York: Harper Collins.
- Koen, P., Ajamian, G., Burkart, R., Clamen, A., Davidson, J., D'Amore, R., Elkins, C., Herald, K., Incorvia, M., Johnson, A., Karol, R., Seibert, R., Slavejkov, A., Wagner K. (2001). Providing clarity and a common language to the 'fuzzy front end'. *Research Technology Management*, 44(2):46-55
- Kuma, V. (2012). *101 Design Methods: A Structured Approach for Driving Innovation in Your Organization*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Manzini, E. (2015). *Design, When Everybody Designs*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Munari, B. (1981). *Da cosa nasce cosa*. Roma: Laterza.
- Osterwalder, A., Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*. Wiley.
- Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G., Smith, A., Papadacos, T. (2014). *Value Proposition Design: How to Create Products and Services Customers Want*, John Wiley & Sons.

- Pugh, S. (1991). *Total Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering*. Michigan: Addison-Wesley.
- Tassi, R. (2008). *Design della comunicazione e design dei servizi. Il progetto della comunicazione per l'implementazione*.
- Visocky O'Grady, J., Visocky O'Grady, K. (2006). *A designer's research manual: succeed in design by knowing your client and what they really need*. Gloucester: Rockport Publishers.

CAPITOLO 9 PARAMETRIC CONCEPT CANVAS: TOOL DEFINITIVO

Chapter 9. Parametric Concept Canvas: the final tool

The most important tangible result of the doctoral research is the Parametric Concept Canvas tool that, coherently with the previously gathered knowledge and experiences, offers a new, more explicit and effective approach for designing personalisable products. Therefore, even though this tool is an evolution of the previously described one, an entire chapter is dedicated to the detailed description of the final version of the canvas, as well as the recommended method for working with it.

The previously discussed didactic experience has helped to discover various issues with the first version of the canvas, especially regarding hard-to-comprehend concept, overly specific instructions and sometimes unclear workflow. Therefore, some fields of the canvas needed to be restructured, maintaining the initial logic but changing the proportions of the effort to be dedicated to the macro-areas; the most significant changes are postponing the discussion of technological aspects and adding further fields for detailing better the resulting concept. Moreover, the instructions on the canvas were reduced and simplified in order to avoid the observed misunderstandings.

Finally, to allow the widest possible diffusion, the language of the canvas was changed from Italian to English and various small formats were provided for when the large-scale canvas is unpractical.

Il risultato tangibile più importante della ricerca dottorale è lo strumento Parametric Concept Canvas che, in coerenza alle esperienze svolte e alle conoscenze raccolte, offre un nuovo approccio – auspicabilmente più efficace – per affrontare progetti di design personalizzabile. Perciò, pur trattandosi di un’evoluzione dello strumento descritto precedentemente, si è deciso di dedicare un capitolo separato al *canvas* definitivo e alla relativa metodologia consigliata.

Rispetto alla versione precedente dello strumento, la sperimentazione didattica raccontata ha aiutato a sollevare alcune problematiche riguardo i concetti a volte difficili da comprendere, le istruzioni eccessivamente dettagliate e il flusso di lavoro non sempre chiaro. Di conseguenza, alcuni campi del *canvas* sono stati ristrutturati, mantenendo la logica originale ma cambiando le proporzioni delle energie da dedicare alle macro-aree; il cambiamento più significativo è la posticipazione della discussione degli aspetti tecnologici e l’aggiunta di ulteriori campi per dettagliare meglio il concept definitivo. Inoltre, le istruzioni fornite sono state semplificate, cioè ridotte al minimo indispensabile per evitare i fraintendimenti osservati. Inoltre, le istruzioni fornite sono state semplificate, cioè ridotte al minimo indispensabile per evitare i fraintendimenti osservati.

Infine, per rendere possibile una diffusione maggiore, la lingua del *canvas* è stata cambiata dall’italiano a inglese, e sono stati elaborati vari formati piccoli per quando il *canvas* di scala grande risulta poco pratico.



9.1 Obiettivo e target

Il Parametric Concept Canvas è uno strumento che accompagna il designer a sviluppare un prodotto personalizzabile attraverso il Design Computazionale producibile con la Fabbricazione Digitale. Da una parte si rivolge a organizzazioni e a designer praticanti, con un focus particolare sui professionisti già in possesso di strumenti (e quindi conoscenze) tecnici da valorizzare, in cerca di campi di applicazione potenzialmente fruttiferi. Dall'altra parte si rivolge a studenti di design, che svolgeranno la loro carriera nello scenario di un mercato saturo ed estremamente articolato; in questo contesto, si ipotizza che uno dei modi possibili di essere competitivi sarà quello di soddisfare le particolari esigenze degli individui grazie all'utilizzo dei sempre più potenti e sofisticati strumenti tecnici di DC e di FD. Per il target dei progettisti, l'obiettivo principale dell'utilizzare il 'Parametric Concept Canvas' è quello di facilitare lo sviluppo di concept di prodotti personalizzabili validi. Inoltre, il formato articolato del *canvas* permette la comparazione olistica dei concept elaborati, facilitando la scelta tra le idee, ossia l'identificazione dei relativi punti di forza e debolezza. Il *canvas* parte da una tipologia di prodotti da personalizzare; dunque del metodo proposto non fa parte l'ideazione preliminare, che può variare molto secondo la situazione del progettista; ad esempio, nel caso di studenti, la scelta è determinata da un programma didattico, mentre un brand deve considerare la sua visione strategica in coerenza con i suoi prodotti già esistenti.

9.2 Struttura, elementi, processo

L'aspettativa principale dallo strumento (e approccio) proposto è facilitare il processo di trasformazione da un prodotto (oggi) statico a una geometria dinamica, mutabile, adattabile all'utente, secondo le possibilità del Design Computazionale e la Fabbricazione Digitale. Similmente allo strumento diffuso Business Model Canvas, il *tool* proposto mira a fornire una struttura flessibile ma uniforme alle osservazioni analitiche e alle idee di design, aiutando un comprensivo sviluppo concettuale e un obiettivo confronto tra le idee, ricordando il designer a considerare una gamma di fattori importanti che possono sostenere il successo di un prodotto personalizzabile.

Dunque, la struttura logica del PCC è stata derivata dal suo obiettivo di guidare il processo di design dalla scelta di una tipologia di prodotti al concept di un prodotto variabile. Per fare ciò, il *canvas* offre una serie di campi per l'analisi secondo numerosi aspetti. Tra questi il più rilevante è il sistema di sei variabilità in due gruppi, aspetti derivati dai casi studio che sono stati categorizzati secondo le variabilità che determina il valore percepito di questi prodotti. Dunque, la colonna portante del lavoro sul *canvas* è l'analisi della tipologia scelta di prodotti secondo i sei tipi di variabilità che potrebbero rendere desiderabile la personalizzazione:

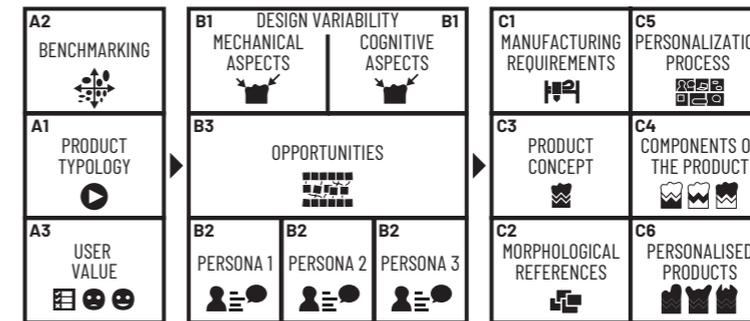
- Variabilità Meccanica: fisiologia/ergonomia; ambiente/artefatti; funzionalità/prestazioni
- Variabilità Cognitiva: estetica/emotività; società/culture; narrativa/esperienze

Ad ognuno dei sei fattori corrisponde una domanda quantitativa che chiede di valutare approssimativamente quanto l'aspetto in questione determina il valore percepito del prodotto; nel caso di valutazione alta, l'utente è maggiormente motivato a scegliere un prodotto personalizzabile secondo questo aspetto. La diversità attuale all'interno della tipologia di prodotto può indicare se ci sono già requisiti divergenti, ma il designer deve considerare anche la possibilità di esigenze non soddisfatte sul mercato attuale di prodotti seriali.

Mentre il sistema di sei variabilità ha un ruolo chiave nel lavoro sul PCC, è completato da altri framework e strumenti visuali: costruzione di *personas*, referenze organizzate in *moodboard*, *user journey/storyboard*, oppure l'esame del valore percepito attraverso l'analisi *jobs-pains-gains* (attività-difficoltà-guadagni) derivato dal Value Proposition Canvas. I campi collegati del *canvas* sono organizzati approssimativamente in ordine di lettura, da sinistra a destra, dall'alto a basso. Non è stato possibile stabilire un ordine di esecuzione strettamente lineare, ma gli elementi interagenti sono stati tenuti il più vicino possibile. I campi del *canvas* sono raggruppati in tre moduli logici, da completare sequenzialmente se possibile:

Modulo A. Definizione della tipologia di prodotto: decidere della portata adeguata dell'attività; analizzare i prodotti esistenti all'interno della tipologia scelta (*benchmarking*); chiarire i possibili valori offerti all'utente attraverso l'analisi *jobs-pains-gains*.

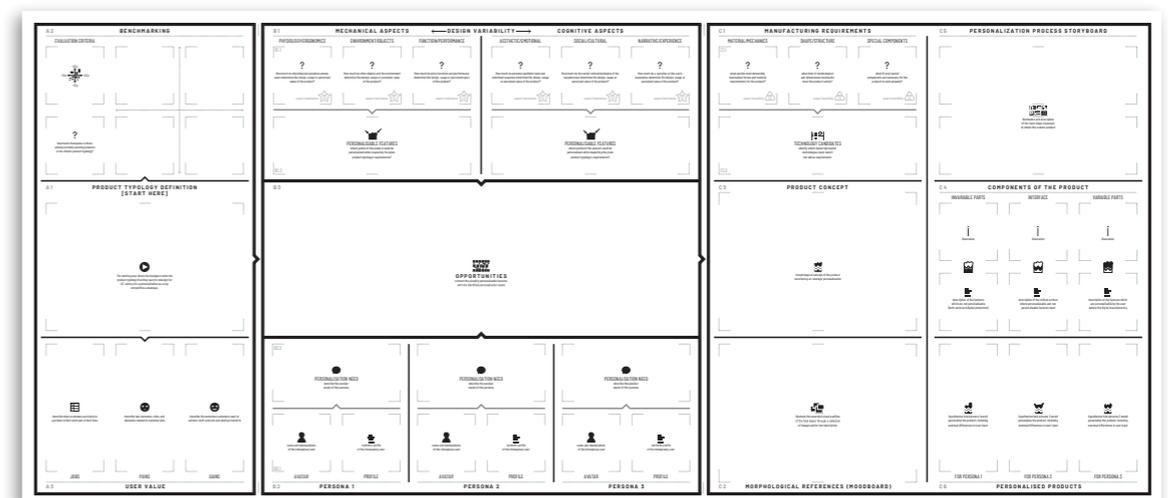
Modulo B. Definizione del principio di personalizzazione: valutare la rilevanza dei sei principi precedentemente discussi; comprendere i componenti personalizzabili del prodotto; costruire *personas* che rappresentino gli utenti potenziali e le loro esigenze di personalizzazione; identificare opportunità di design considerando tutti i fattori valutati in questo modulo.



Schema logico del canvas, composto da tre moduli, a sinistra (A), nel centro (B) e a destra (C). I prossimi paragrafi dettagliano ogni campo. Si nota che la stessa struttura logica è stata applicata a diversi formati adatti a diversi contesti d'uso, discussi nell'ultimo paragrafo del capitolo.

Modulo C. Definizione dettagliata del concept: analizzare i requisiti di fabbricazione identificando opzioni di FD; raccogliere riferimenti morfologici (*moodboard*); cristallizzare il concept del prodotto sulla base delle opportunità precedentemente identificate; distinguere tra gli elementi variabili e invariabili del design; definire il processo di personalizzazione attraverso uno storyboard; ipotizzare risultati possibili della personalizzazione secondo le tre *personas* precedentemente costruite. Si auspica che sistemare il flusso dei pensieri possa condurre a una comprensione più completa del problema, particolarmente importante quando si lavora con principi relativamente inconsueti come la variabilità del progetto e la divergenza delle esigenze. Per promuovere la compilazione 'coraggiosa' del formato, si suggerisce l'utilizzo delle note post-it di dimensioni standard (piuttosto che scrivere sul *canvas*), mantenendo la possibilità di correzioni a posteriore.

Canvas da stampare in formato grande 1500 x 650 mm. Le prossime pagine spiegano ogni campo in dettaglio.



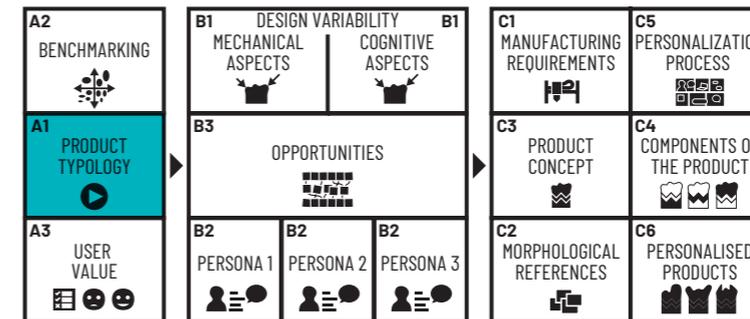


9.3 Modulo A: tipologia di prodotto

A1. Definizione della tipologia di prodotto

Questo campo è il punto di partenza dove il designer inserisce la tipologia di prodotto sulla quale vuole lavorare, offrendo la possibilità di personalizzazione come principale vantaggio competitivo. Si inseriscono il nome della categoria di prodotto, una breve descrizione delle caratteristiche principali della tipologia e il motivo della scelta. Si consiglia di illustrare la tipologia di prodotti attraverso un tipico esempio che aiuti a comprendere la struttura generale dell'oggetto. La tipologia di prodotti dovrebbe essere ben definita ma non troppo restrittiva: i prodotti della tipologia scelta devono essere direttamente confrontabili e ci dovrebbe essere allo stesso tempo sul mercato una varietà di prodotti concorrenti marcatamente diversi dal punto di vista del design; ciò indica la divergenza delle esigenze e quindi una necessità di personalizzazione. Ad esempio, sarebbe sbagliato scegliere la tipologia "arredamento": renderebbe la discussione troppo ampia per essere efficace. La scelta "sedia" sarebbe migliore, ma l'ideale sarebbe focalizzarsi ancora di più su una varietà funzionale come "sedia da ufficio" o "sedia da sala da pranzo". L'origine e la motivazione della scelta dipende dalla situazione lavorativa del designer: si può partire dal catalogo del cliente, dai problemi evidenziati dalla ricerca di mercato, dalla ricerca etnografica, da un brainstorming, o semplicemente da una intuizione progettuale da verificare.

Sebbene il canvas sia uno strumento generico che funziona con un'ampia varietà di prodotti, non tutte le tipologie porteranno a risultati interessanti – in questo caso si può sospettare che la tipologia scelta non sia adatta allo sviluppo di prodotti personalizzabili, o perché le esigenze non siano abbastanza divergenti, o perché gli elementi necessariamente invarianti non lascino abbastanza gradi di libertà per la personalizzazione.

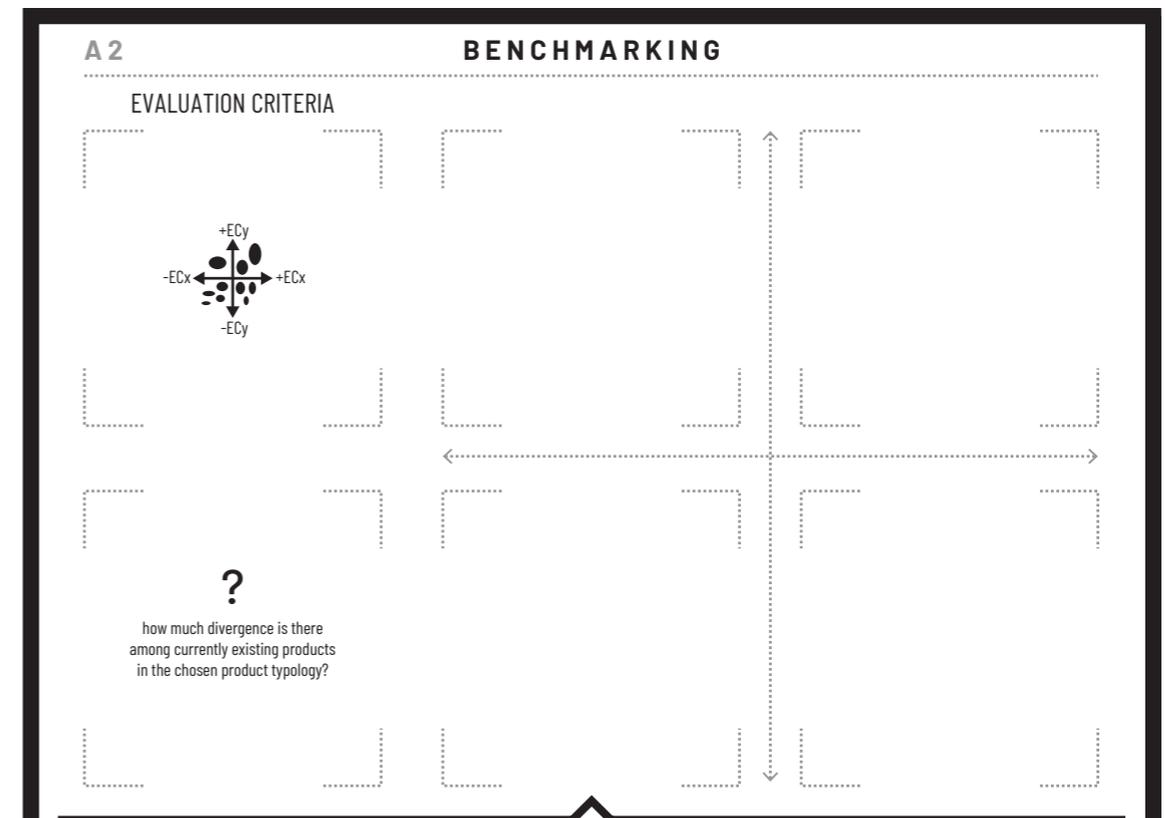
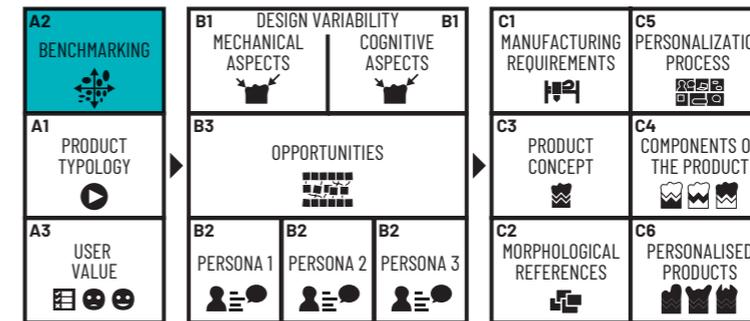




A2. Benchmarking (mappatura)

Questo campo serve a esplorare la varietà presente all'interno della tipologia di prodotto scelta, attraverso una serie di esempi (foto o disegni) organizzati a seconda delle tendenze osservabili nella categoria in questione. Gli importanti criteri di valutazione devono essere nominati. Questa mappatura dovrebbe evidenziare quanta divergenza sussista tra i prodotti sul mercato, indicando dunque la già esistente esigenza di personalizzazione. Si consiglia di focalizzare l'attenzione sulle differenze in termini di utilizzo, di ergonomia o di linguaggio di design, piuttosto che di prestazioni tecniche, qualità o prezzo.

I due formati di *canvas* di dimensioni grandi (per l'utilizzo con post-it) suggeriscono una mappatura 'cartesiana', individuando due assi di aspetti fondamentali (entrambi gli assi hanno due valori opposti alle estremità). La mappatura dell'offerta del mercato attuale potrebbe rivelare nuove opportunità progettuali. Invece i formati compatti del *canvas* (da stampare in A4 o in A3) non hanno uno spazio sufficiente per la mappatura cartesiana con immagini/disegni, quindi si consiglia una sintesi scritta delle tendenze osservabili nella tipologia di prodotto. Si nota inoltre che a prescindere dal formato scelto, la mappatura cartesiana non è sempre fruttuosa, può quindi essere sostituita da una logica più adeguata.



A3. Il valore offerto all'utente

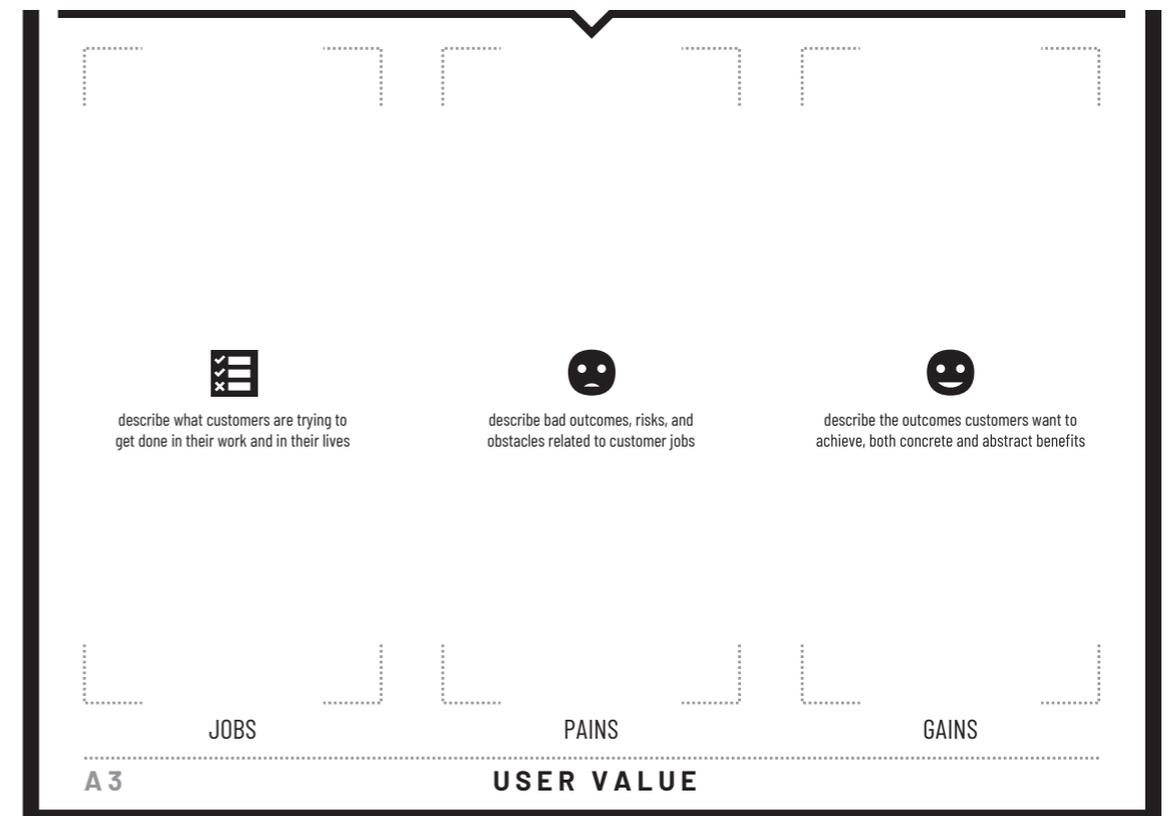
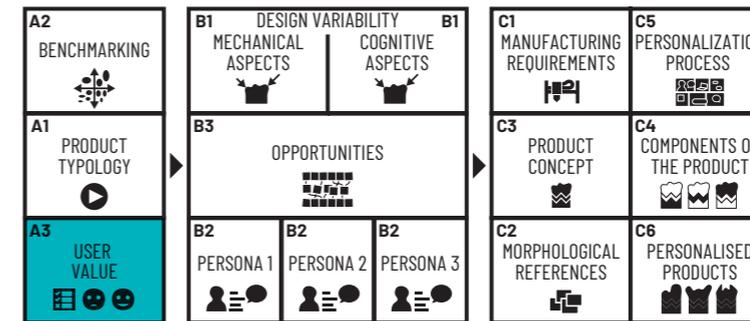
Questo campo aiuta a chiarire la ragion d'essere della tipologia di prodotto attraverso l'analisi delle attività svolte con l'oggetto, le difficoltà che gli utenti possono riscontrare durante l'utilizzo e i vantaggi che sperano di ottenere. Tale analisi registra sia le aspettative basilari che le aspirazioni più avanzate (e meno esplicite) dell'utente.

Il designer deve cercare di compilare un elenco il più completo possibile, considerando la varietà di profili di utenti diversi. Successivamente, l'adiacente campo "Personas" darà spazio ad un'analisi più dettagliata delle esigenze e delle aspirazioni di utenti più specifici. D'altronde, questo lavoro successivo potrà rendere necessario un aggiornamento della lista di attività, difficoltà e vantaggi.

Questi tre aspetti sono derivati dal Value Proposition Canvas descritto da Osterwalder (2014), che lo propone come uno strumento complementare al suo Business Model Canvas ormai ampiamente diffuso. Tuttavia, a differenza dell'uso da lui proposto, nel *canvas* non c'è ancora una precisa 'proposta di valore' e neanche un preciso profilo di utenti da analizzare; infatti, lo scopo del *canvas* è l'agevolazione dello sviluppo di prodotti adattabili a vari profili di utenti. Pertanto, campo serve a delineare una panoramica delle potenziali attività, difficoltà e vantaggi (jobs, pains, gains) legati alla tipologia di prodotti. Osterwalder (2014, pp. 10-17) offre descrizioni e suggestioni più comprensivi di questi tre aspetti, che possono essere riassunti nel modo seguente:

- Le attività (jobs) descrivono ciò che l'utente cerca di fare nel suo lavoro o nella sua vita: un compito da svolgere, un problema da risolvere, un'esigenza da soddisfare.
- Le difficoltà (pain) descrivono tutte le cose che disturbano l'utente prima, durante o dopo lo svolgimento delle attività, o addirittura ne impediscono lo svolgimento. Si possono elencare anche possibili rischi e risultati negativi delle attività mal svolte.
- I vantaggi (gains) descrivono i risultati e i benefici che l'utente vuole ottenere. Alcuni vantaggi sono indispensabili, altri solo attesi o desiderati; altri ancora potrebbero essere piacevoli sorprese. I vantaggi elencati possono includere vantaggi funzionali, benefici sociali, emozioni positive.

Si nota che sul sito strategyzer.com sono liberamente disponibili le schede "Customer Jobs/Pains/Gains Trigger Questions" che contengono ulteriori suggestioni riguardo le possibili attività, difficoltà e vantaggi.





9.4 Modulo B: Definizione del principio di personalizzazione

B1.1 Variabili di design

Area di importanza chiave, dove si analizza quanto i sei aspetti variabili (derivati dai casi studio del capitolo 5) determinano la forma, l'utilizzo e il valore percepito dei prodotti appartenenti alla tipologia scelta. Ognuno di questi aspetti sono valutati su una scala da 1 a 5 secondo una domanda specifica, e le motivazioni sono registrate su una nota post-it.

Aspetti meccanici:

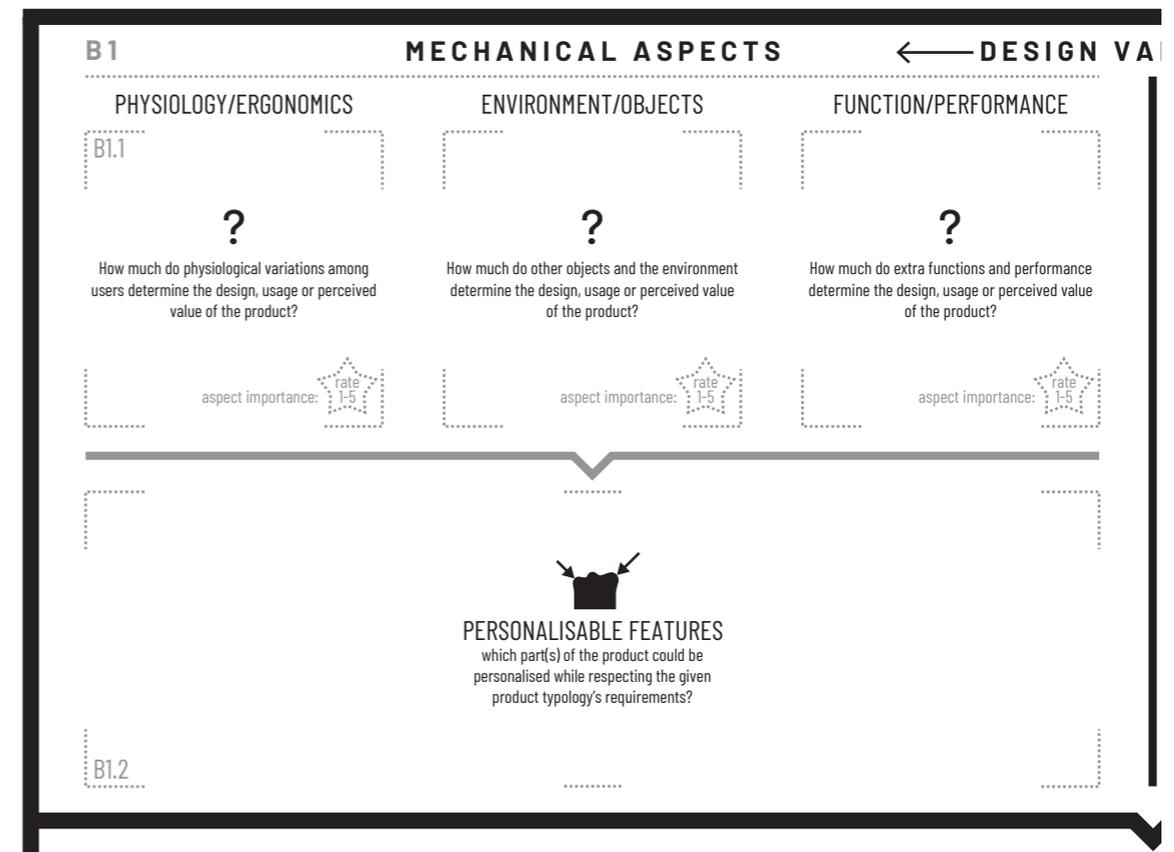
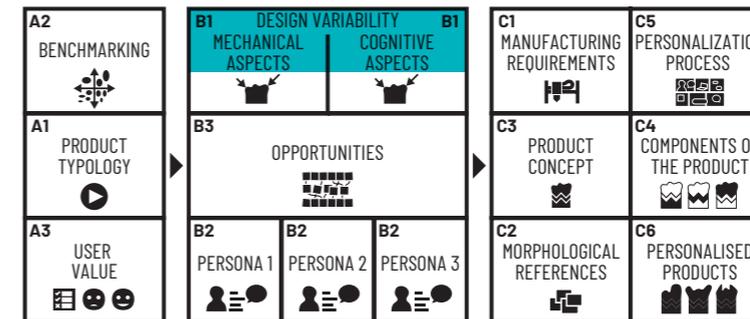
- fisiologia/ergonomia: Quanto sono determinanti le differenze fisiologiche/ergonomiche per il design, l'utilizzo o il valore percepito del prodotto?
- ambiente/artefatti: Quanto sono determinanti gli altri artefatti o l'ambiente circostante per il design, l'utilizzo o il valore percepito del prodotto?
- funzionalità/prestazioni: Quanto sono determinanti le eventuali funzionalità aggiuntive o prestazioni 'fuori norma' per il design, l'utilizzo o il valore percepito del prodotto?

Aspetti cognitivi:

- estetica/emotività: Quanto sono determinanti le differenze del gusto estetico e della risposta emotiva dell'utente per il design, l'utilizzo o il valore percepito del prodotto?
- società/culture: Quanto sono determinanti l'appartenenza sociale e culturale dell'utente per il design, l'utilizzo o il valore percepito del prodotto?
- narrativa/esperienze: Quanto sono determinanti la narrativa costruita o l'esperienza personale dell'utente per il design, l'utilizzo o il valore percepito del prodotto?

Questo campo si appoggia sulla capacità di analisi critica del progettista, che dovrebbe basarsi sulle osservazioni dei campi precedenti del *canvas* (A2 e A3). Si nota che le esigenze divergenti non sempre sono soddisfatte dai prodotti sul mercato, quindi le domande possono essere interpretate in modo libero e creativo, specialmente nel caso degli aspetti cognitivi.

Come punto di partenza della valutazione, i prodotti sul mercato dovrebbero essere considerati come referenze. Quando tra loro sussiste una variazione significativa, dovrebbe essere relativamente



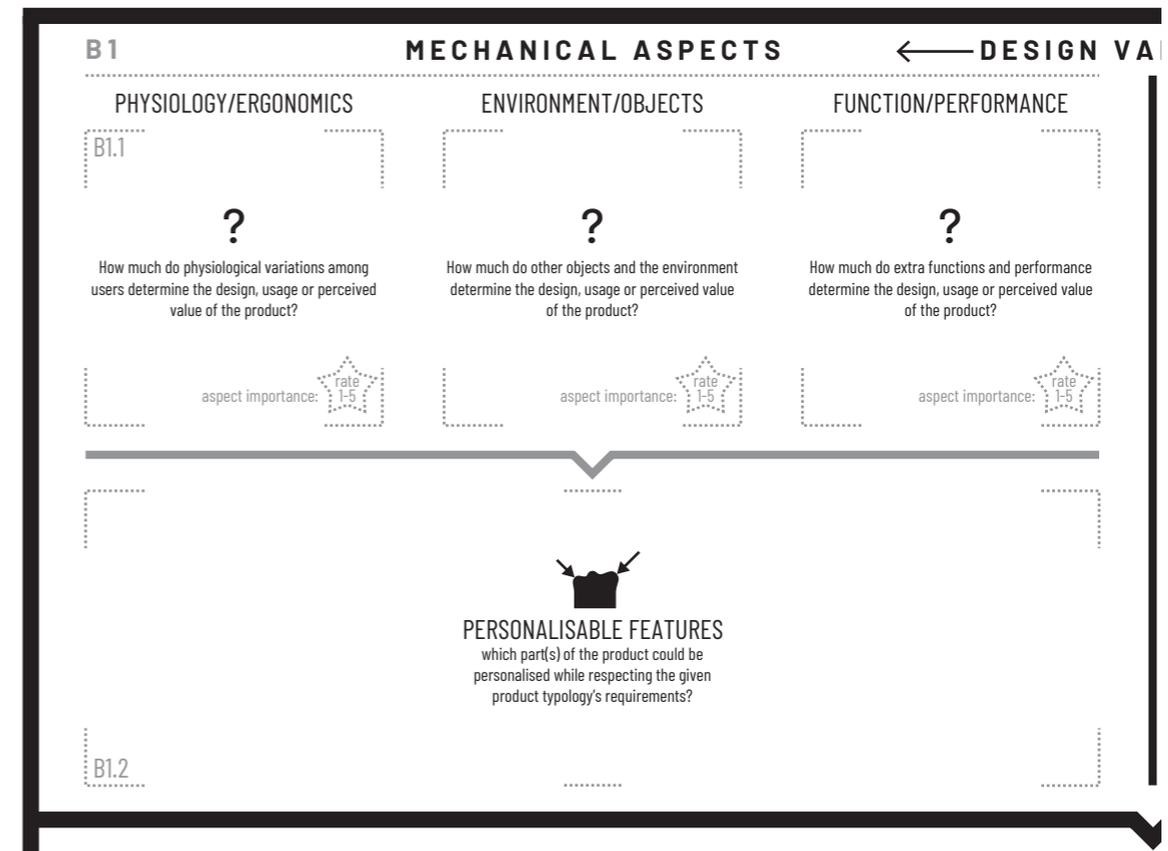
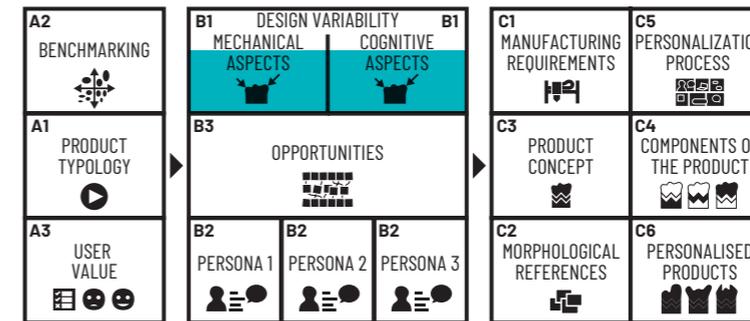
facile identificare gli aspetti dominanti riguardo i quali l'offerta del mercato si diversifica. Inoltre, ci sono alcuni fenomeni che possono indicare l'esistenza di esigenze non soddisfatte da prodotti seriali: la produzione artigianale su misura, accessori estetici o funzionali, decorazioni e altre modifiche fai-da-te sul prodotto già acquistato. Dunque, anche quando il design dei prodotti sul mercato varia poco, ci possono essere differenze significative nell'utilizzo del prodotto o nel suo valore percepito, giustificando lo sviluppo di prodotti personalizzabili.



B1.2 Componenti personalizzabili

In questo campo si riflette su come gli aspetti variabili più interessanti (valutati nel B1.1) potrebbero influenzare la geometria del prodotto, rispettando i requisiti funzionali della tipologia in questione. Per comprendere quali componenti del prodotto possono essere personalizzati, si consiglia di indicare le parti interessanti su di un disegno schematico del prodotto.

Basandosi sulla precedente valutazione sulla scala da 1 a 5, è sufficiente considerare gli aspetti più interessanti, mentre quelli con valutazioni basse possono essere ignorati. È possibile quindi che uno dei due campi B1.2 rimanga vuoto; il che può essere considerato normale e indica che la tipologia data non è adeguata alla personalizzazione secondo gli aspetti meccanici o cognitivi. Tuttavia, se le valutazioni restano basse per entrambi, ciò probabilmente indica che la tipologia scelta non è adeguata alla personalizzazione. In questo caso, comunque si consiglia di proseguire con la costruzione delle *personas* nel campo B2, facendo emergere eventualmente nuove idee riguardo gli aspetti variabili; altrimenti il designer sarebbe costretto a ripensare l'iniziale scelta di tipologia.





B2. Personas

B2.1 Profilo e avatar

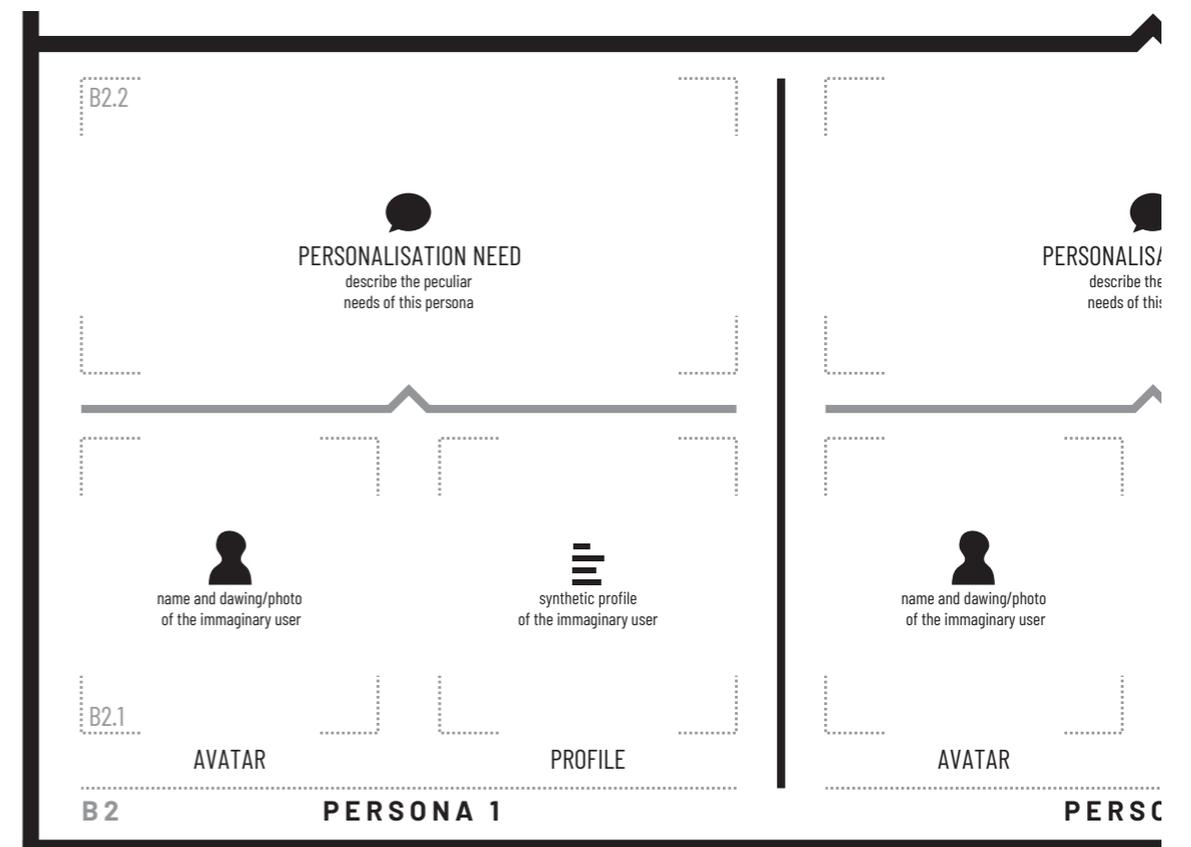
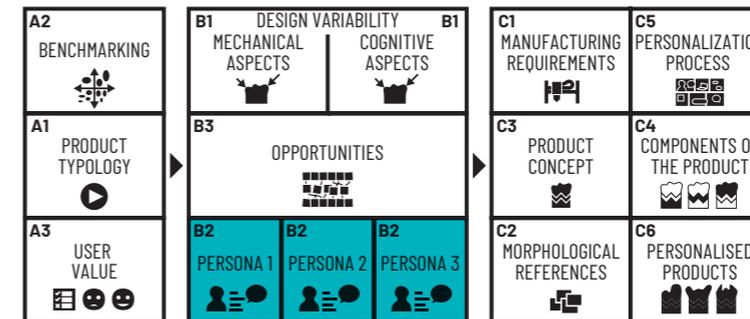
Per comprendere se le esigenze degli utenti sono sufficientemente divergenti da giustificare un prodotto personalizzabile, in quest'area il designer costruisce tre utenti immaginari secondo la tecnica ampiamente diffusa delle *personas*: tecnica di costruzione di profili di utenti immaginari, prima descritta da Jenkinson (1994) per supportare il lavoro di marketing. Questo metodo parte idealmente da una raccolta di dati relativi agli utenti reali per poi sintetizzare personaggi fittizi che rappresentino il profilo demografico, l'ambiente fisico-sociale, gli obiettivi, competenze, le attitudini e i comportamenti di un ipotetico gruppo di utenti. Cercando di creare empatia verso questi gruppi di utenti per poi far emergere osservazioni qualitative, il designer inventa dettagli personali e aggiunge un avatar evocativo (disegno o foto), rendendo la 'persona' una figura realistica alla quale si può rivolgere il progetto. Le tre *personas* costruite non solo aiutano la fase successiva di ideazione (campo B3), ma durante l'ultimo step del lavoro sul *canvas* (campo C6) aiuteranno a verificare il *concept*, immaginando come i tre *personas* costruiti potrebbero personalizzare il prodotto.

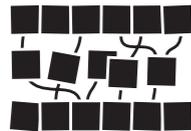
Siccome il lavoro sul PCC è focalizzato sul progetto personalizzabile, i *personas* costruiti dovrebbero avere aspettative marcatamente diverse riguardo alla tipologia di prodotti.

B2.2 Necessità di personalizzazione

Dopo la costruzione delle *personas*, il designer inserisce idee riguardo le loro esigenze più particolari, quelle che potrebbero motivare la persona (immaginaria) a impegnarsi nel processo di personalizzazione e pagare un prezzo (probabilmente) più alto rispetto ai prodotti di serie.

Si nota che il campo *personas* è posizionato vicino al campo A3 "Il valore offerto all'utente"; infatti, la varietà delle possibili attività, difficoltà e vantaggi registrati qui dovrebbe essere rispecchiato anche nei profili delle *personas* e i loro bisogni individuati. D'altronde, nuovi elementi emersi nel B2 potrebbero richiedere l'aggiornamento del campo A3.

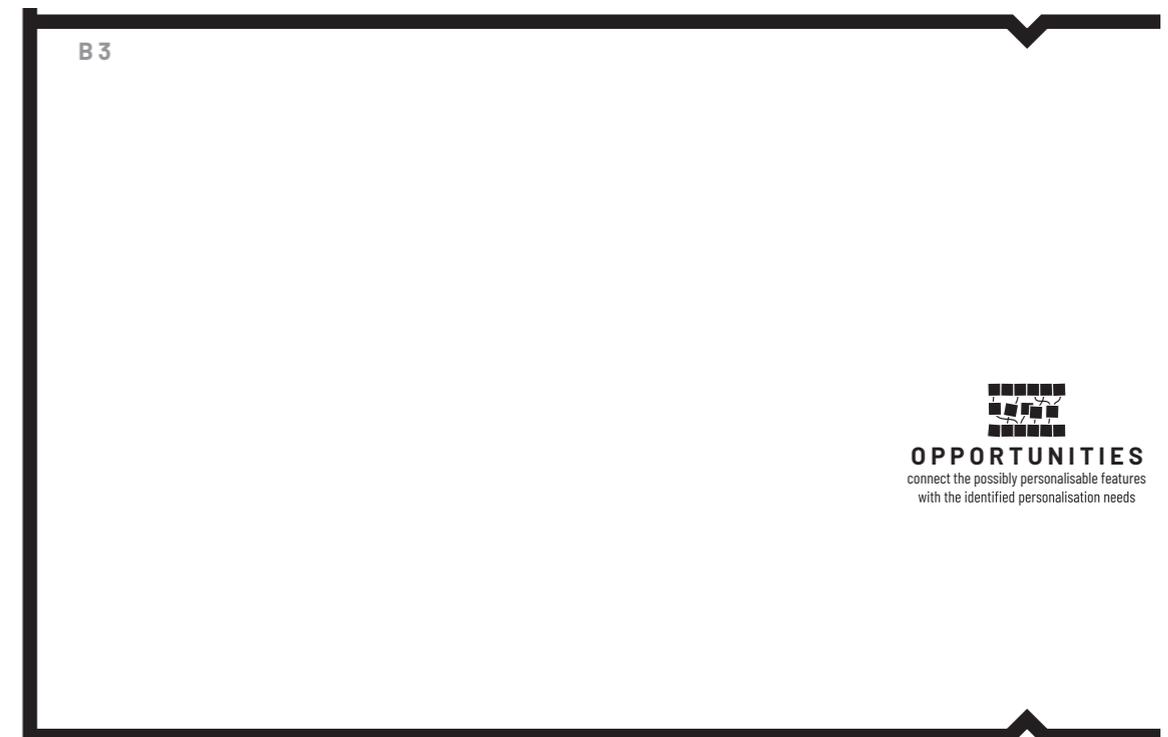
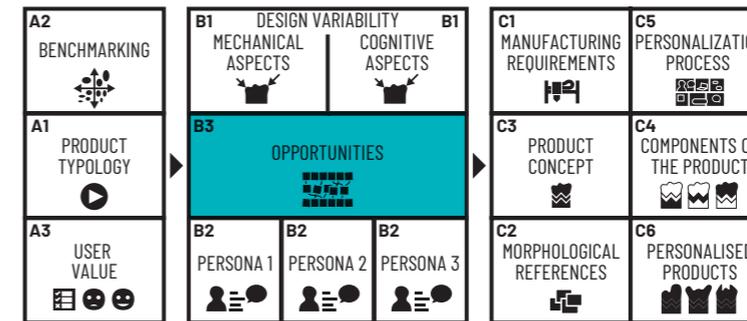




B3. Opportunità

In quest'area il designer collega le componenti potenzialmente personalizzabili (B1.2) con le identificate esigenze di personalizzazione (B2.2). L'ampio spazio non strutturato stimola la generazione di idee senza vincoli particolari, permettendo di dedicare il numero necessario di post-it per spiegare ogni idea, collegando idealmente le osservazioni precedenti in modo visivo, ad esempio con il nastro di carta post-it. Il designer dovrebbe provare a identificare quali componenti personalizzabili hanno i legami più forti con le necessità delle *personas*, ottenendo così un'idea più definita riguardo la configurazione desiderabile della morfologia del prodotto finale. In questa fase comunque non è ancora necessario definire il concept con precisione; è importante però mappare tutte le opportunità progettuali, focalizzando l'attenzione sui collegamenti possibili.

Se una necessità di personalizzazione (B1.2) e la relativa variabile di design (B1.1) sono fortemente connesse alle esigenze di ogni *persona*, ciò indica che un prodotto è probabilmente personalizzabile per tale aspetto variabile. Tuttavia, idee buone di personalizzazione possono emergere anche a prescindere delle tre *personas* costruite, naturalmente troppo restrittive per rappresentare accuratamente tutti gli utenti potenziali. D'altronde, le *personas* potrebbero dare idee per componenti personalizzabili o variabili di design precedentemente non rivelati nel campo B1. Dunque, il designer dovrebbe trattare il B3 come un campo di brainstorming libero che può portare lontano dalle idee di partenza.



OPPORTUNITIES
connect the possibly personalisable features
with the identified personalisation needs



9.5 Modulo C. Definizione dettagliata del concept

C1.1 Requisiti di fabbricazione

In questo campo si avvicina alla dimensione tecnica del progetto, analizzando i requisiti di fabbricazione (digitale o meno) relative alla tipologia scelta e considerando anche le opportunità progettuali individuate. Per facilitare la discussione, tali requisiti sono divisi secondo tre aspetti:

- materiali/meccanici: Quali sono le maggiori forze meccaniche, i requisiti chimici e di finitura che determinano la scelta di materiale?
- forma/struttura: Quali requisiti strutturali, dimensionali e morfologici determinano la complessità geometrica del prodotto?
- componenti speciali: Quali (eventuali) componenti speciali (ad es. elettronica) sono necessari per rendere possibile il corretto funzionamento?

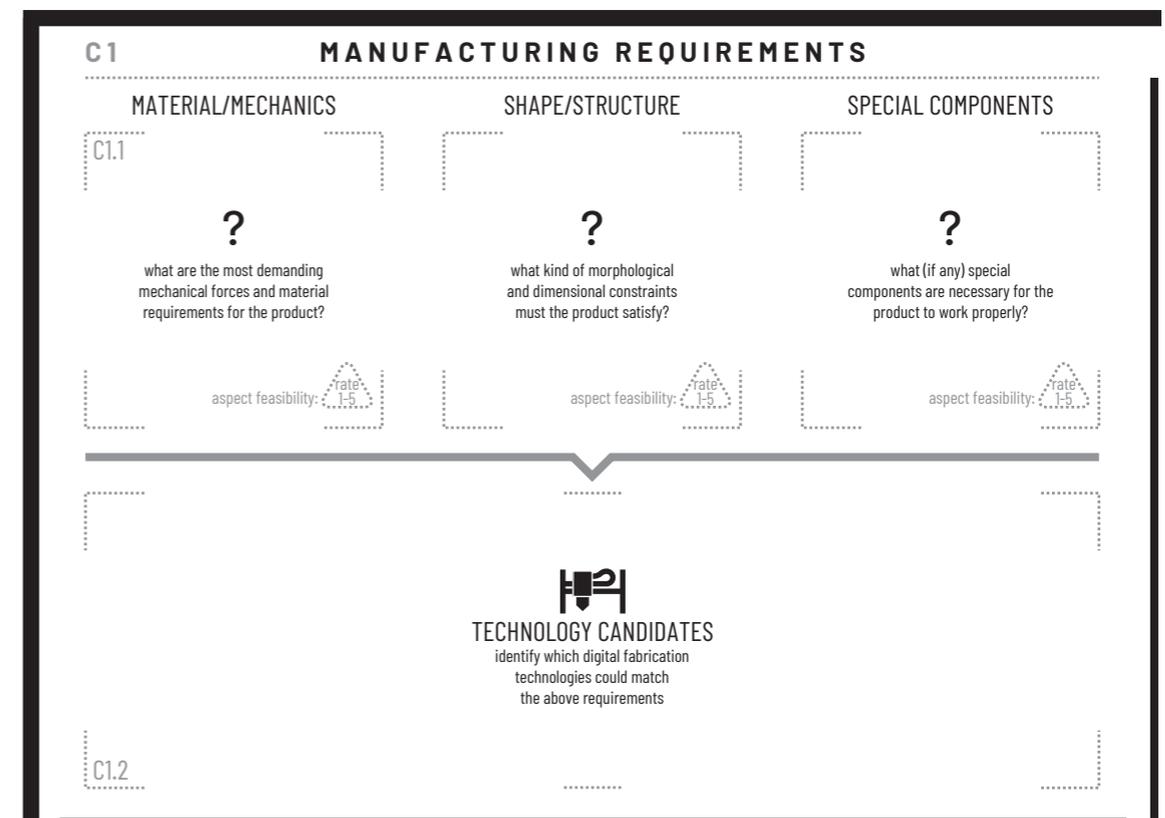
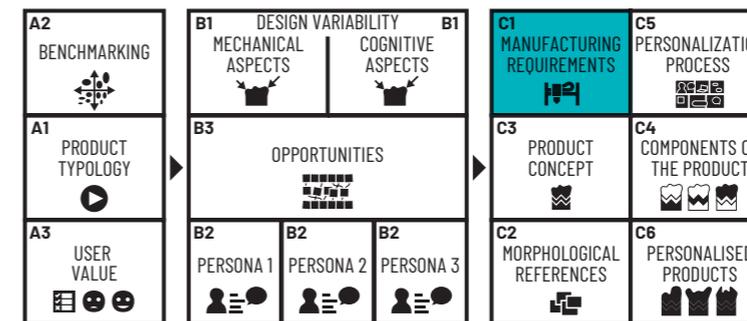
Similarmente al campo adiacente B1.1, oltre alle osservazioni verbali si richiede anche la valutazione numerica su scala da 1 a 5, dove i valori più bassi indicano requisiti più difficili da soddisfare, quelli più stringenti che determinano le prestazioni minime accettabili, determinando la scelta della tecnologia di produzione.



C1.2 Candidati di tecnologia

In questo campo, si identificano le tecnologie di Fabbricazione Digitale che possono soddisfare i requisiti prima elaborati. Si presuppone almeno la conoscenza delle caratteristiche fondamentali delle più importanti tecnologie di FD che operano con principi diversi, come il taglio 2D da lastre piane (laser, plasma, waterjet, plotter di taglio, fresa 2.5D); la produzione 3D sottrattiva da blocchi (fresa CNC a tre o più assi, tornio CNC) oppure la produzione 3D additiva (a filo, resina, polvere, ecc.). La conoscenza pratica e l'accesso diretto a queste tecnologie è auspicabile ma non indispensabile, considerando che oggi vari servizi online offrono informazione comprensiva e preventivi istantanei per le tecnologie di FD principali.

Oltre ai componenti prodotti con la FD, l'oggetto potrebbe includere componenti che devono essere realizzati necessariamente con la manifattura seriale per motivi economici o per i requisiti di materiali speciali; anche queste componenti/tecnologie/materiali dovrebbero essere elencati. L'opzione scelta in questo campo determina anche la logistica, i tempi e i costi della produzione, come anche il modo ragionevole di produzione e il business model in generale.



Perciò, quando il *canvas* viene usato in ambito imprenditoriale, anche la disponibilità delle attrezzature da valorizzare può condizionare la scelta della tecnologia di produzione. Dunque, il campo C1.2 aiuta ad articolare meglio il concept finale ed eventualmente tornare indietro alla fase di ideazione, o perfino rivalutare la scelta iniziale della tipologia di prodotto. Tra la tecnologia di produzione e la morfologia da ottenere c'è una forte influenza reciproca, quindi i contenuti del campo C1 non sempre sono possibili da compilare senza una ipotesi morfologica più precisa, perciò potrebbe essere necessario revisionare la scelta fatta quando i campi successivi (soprattutto C3 e C4) saranno già completati. Sebbene si consiglia di elencare una serie di opzioni al primo approccio, la versione finale del *canvas* dovrebbe chiarire qual è la scelta più adeguata. Come riferimento sotto si elencano una serie di tecnologie di FD (organizzate in famiglie) che si potrebbero considerare come candidati:

Taglio 2D da piano

- Tecnologia: laser, waterjet, CNC router, CNC plotter
- Materiali: ampissima gamma, ma limitazioni con la tecnica più diffusa (laser)
- Forza: veloce, affidabile, molti materiali ottenibili.
- Debolezza: limitazioni morfologiche e di spessore, necessità di ottimizzazione di nesting, imperfezione del verticale

Fresa 3D da blocco

- Tecnologia: fresa 3 o più assi, tornio cnc
- Materiali: solidi, ma non troppo (complica l'elaborazione). Problema con materiali flessibili (ad es. gomma) o facili da sciogliere (ad es. termoplastiche)
- Forza: qualità materiale ottenibile, oggetto solido
- Debolezza: tempo e costo potenzialmente alto, spreco di materiale, limitazione di morfologia

Stampa 3D a filo

- Tecnologia: FDM: varie macchine economiche e costosi, relativamente facili da modificare o costruire per materiali o dimensioni diversi
- Materiali: ampia gamma di plastica, argilla, filamenti ibridi
- Forza: accessibilità degli macchinari, costo, continua sperimentazione
- Debolezza: tempo, adesione tra gli strati, qualità superficie, supporto, postproduzione, risultato da sperimentare

Stampa 3D a polvere

- Tecnologia: SLS: sinterizzazione o scioglimento a laser, diretto a indiretto grazie a binder
- Materiali: tipicamente plastica, ceramica, sandstone, metallo; costi e limitazioni variabili
- Forza: libertà morfologica, no supporto, ottimizzabile per serie, disponibilità economica presso servizi online
- Debolezza: superficie ruvida, porosità, tempi dei servizi, insostenibilità per volume di produzione piccolo

Stampa 3D a liquido

- Tecnologia: stereolitografia o getto di resina
- Materiali: resine foto indurabili speciali, diverse proprietà meccaniche e colori, anche uso mediato (cera persa)
- Forza: superficie liscia, varietà di materiali, possibilità mischiare resine per calibrare colore o proprietà
- Debolezza: costo materiale elevato, supporto necessario, post-produzione a vari passi, fragilità delle resine standard

Tecnologie ibride, ad es.

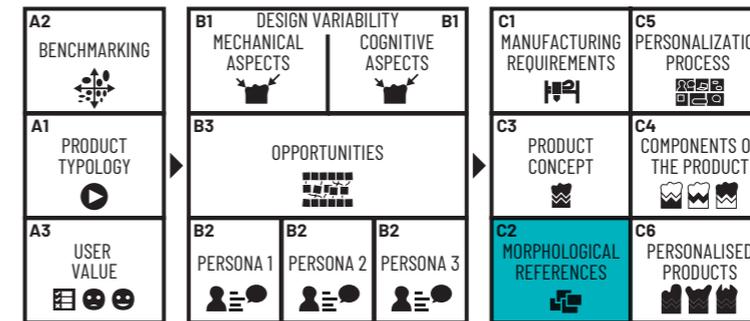
- fresa + termoformatura
- stereolitografia + cera persa
- stampa a filo + colata silicone



C2. Riferimenti morfologici (moodboard)

Questo campo illustra le qualità visive attese dell'oggetto finale attraverso una collezione di immagini e/o descrizioni testuali. I riferimenti morfologici dovrebbero essere coerenti con la gamma di personas costruiti precedentemente nei campi B2. Sebbene lo scopo del PCC è ottenere un progetto variabile che preveda un input significativo (anche creativo) da parte dell'utente, il designer comunque deve definire quanto rendere ampie le possibilità di modifiche (cioè lo spazio di soluzioni) e il linguaggio di design dal quale parte il processo di personalizzazione.

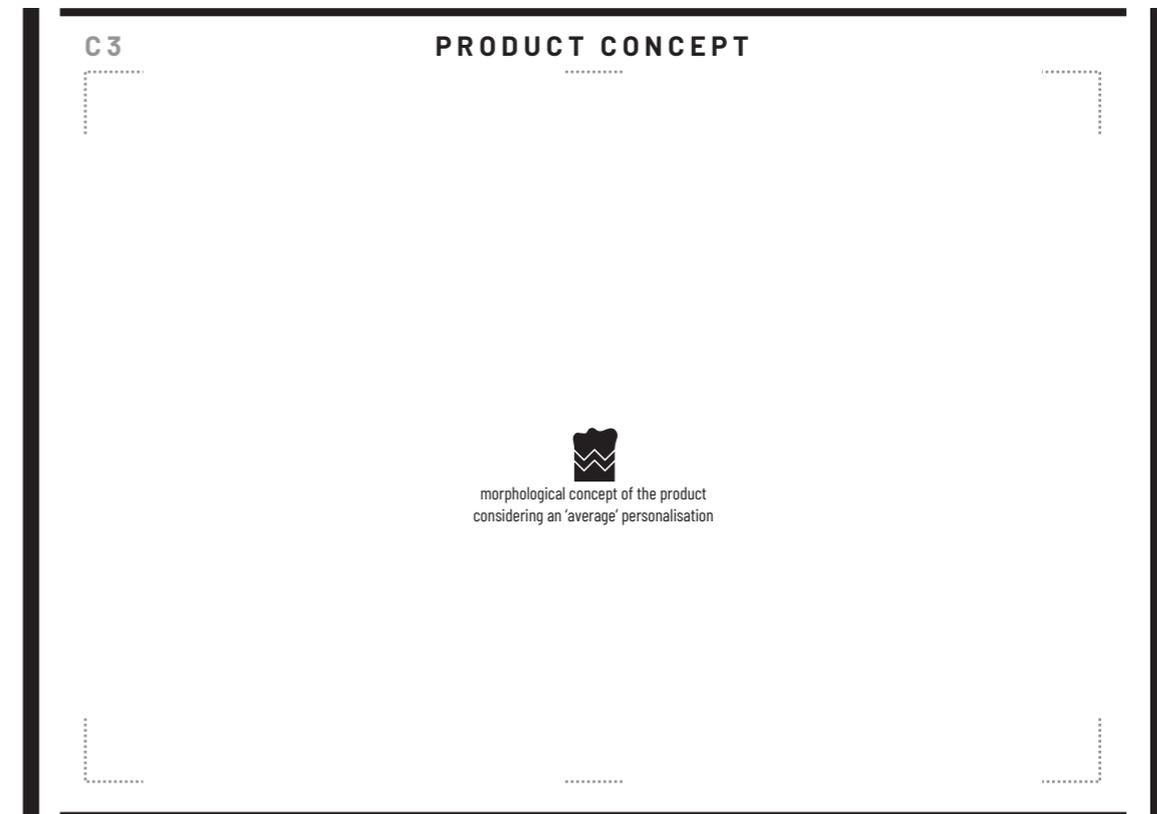
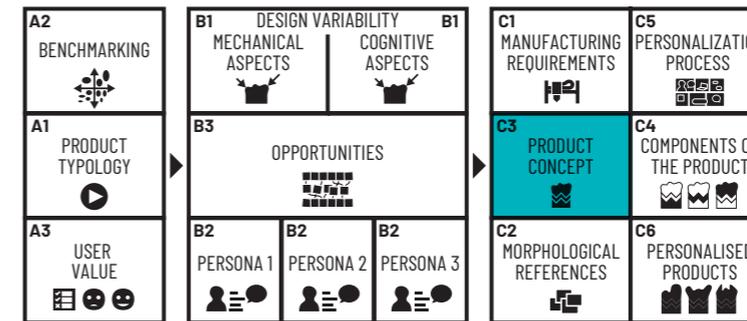
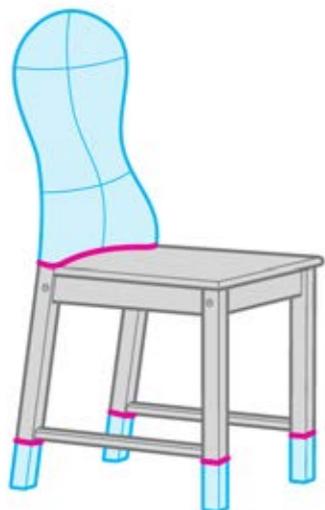
Quando gli aspetti meccanici sono prevalenti per la personalizzazione, il linguaggio morfologico iniziale probabilmente continuerà a dominare il valore estetico dell'oggetto finale. Se però c'è una forte componente cognitiva nel concept di personalizzazione, allora il contributo (creativo) dell'utente può avere una maggiore importanza nella definizione del carattere estetico del prodotto. I riferimenti visivi raccolti in questo campo dovrebbero aiutare sia a dar forma alle parti invariabili del prodotto, sia a ottenere una visione del principio geometrico dell'input trasformabile dagli utenti in geometrie dalla qualità estetica uniformemente più alta. Se il designer o il suo cliente intende creare una brand identity forte, anche un input creativo significativo può essere trasformato in un design fortemente riconoscibile, ma è necessario uno sforzo consapevole nel definire la qualità visiva che si vuole ottenere.





C3. Product concept

Questo campo contiene il concept morfologico del prodotto, considerando una personalizzazione 'media'. Sulla base del precedente lavoro di analisi e di ideazione, si illustra il progetto generale nel modo più dettagliato possibile, fornendo un'anteprima del prodotto finale. Le idee raccolte nell'adiacente campo B3 sono sintetizzate (selezionando e/o combinando i migliori) e filtrate secondo i requisiti di produzione (C1) e la visione estetica (C2). Come menzionato precedentemente, le possibilità morfologiche e la tecnologia di produzione si influenzano reciprocamente, quindi dopo questo campo potrebbe essere necessario aggiornare il C1. Il disegno del concept dovrebbe essere sufficiente per iniziare la modellazione CAD, è perciò necessario arrivare ad un livello di dettaglio che illustra non solo la configurazione generale dei volumi, ma anche il collegamento delle superfici che compongono la forma. Può essere necessario elaborare più di una vista, ma non c'è bisogno di disegni tecnici 'corretti', in quanto lo spazio sul *canvas* è troppo ristretto per tale scopo.



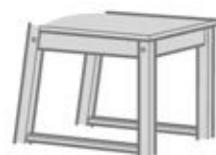
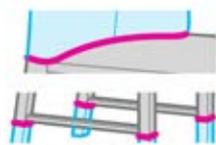
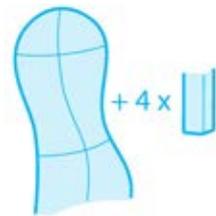


C4. I componenti del prodotto

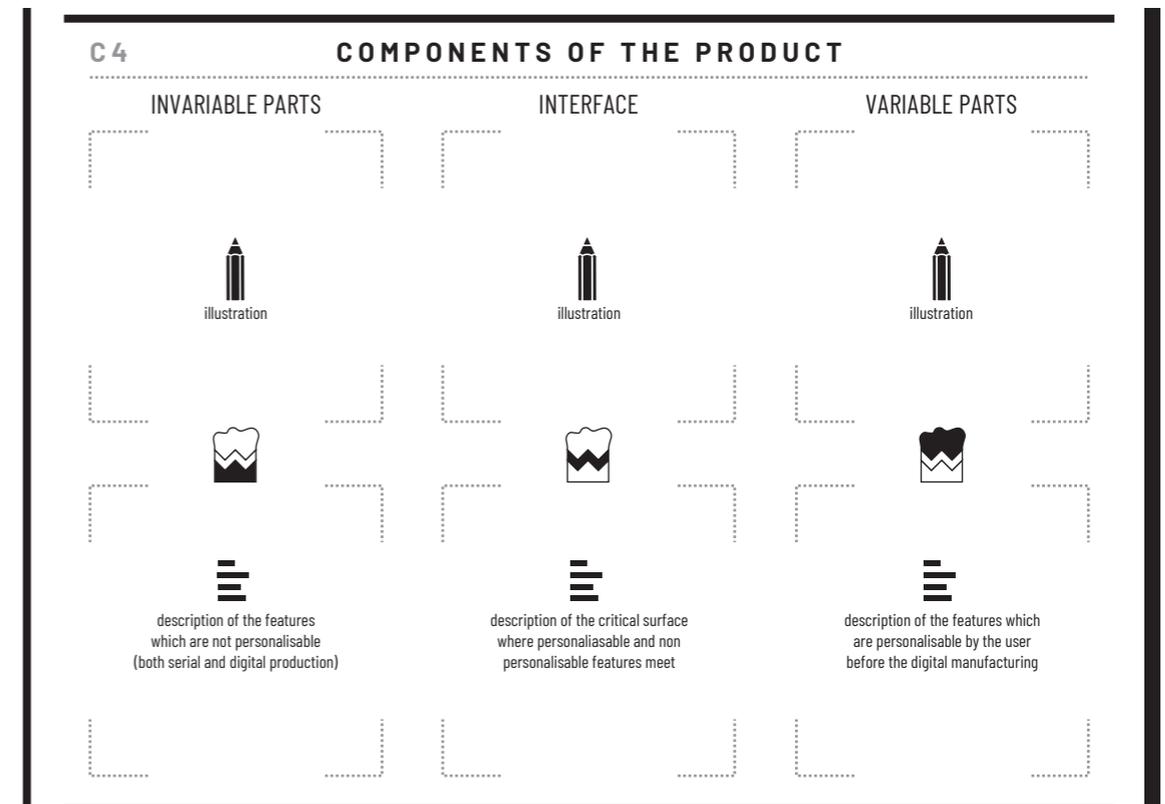
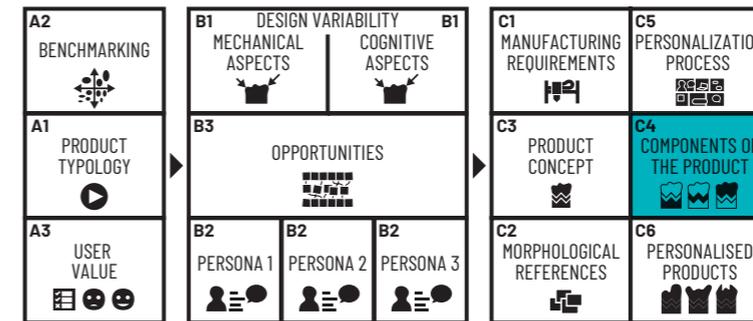
Illustrando ulteriormente il concept delineato nel campo C3, in questo campo si chiarisce quali sono le parti variabili e invariabili del prodotto, evidenziando anche l'interfaccia in cui si incontrano.

Le parti variabili sono quelle personalizzabili attraverso il Design Computazionale (parametrico/generativo), da realizzare con la Fabbricazione Digitale.

Le parti invariabili invece sono quelle non personalizzabili: o perché devono avere una forma specifica per il corretto funzionamento dell'oggetto, o perché la possibilità di personalizzazione non cambierebbe il valore percepito del prodotto. Le componenti invariabili possono essere prodotte sia con la Fabbricazione Digitale sia con la produzione seriale 'convenzionale'; quest'ultima può essere necessaria per ottenere certe prestazioni di materiali (ad es. proprietà meccaniche, resistenza chimica o al calore) o per rendere possibile funzionalità avanzate (ad es. elettronica). Se un componente è ottenibile attraverso la manifattura sia digitale che convenzionale, bisogna esaminare se il business model ipotizzato permetta un significativo investimento iniziale nella produzione seriale per il costo unitario minore, o se sia più vantaggioso mantenere la flessibilità logistica grazie alla FD; anche se questo implica un costo maggiore per componente. Infine, in questo campo si descrive l'interfaccia dove le parti variabili e invariabili si incontrano. Siccome l'interfaccia collega superfici (variabili e invariabili), è possibile rappresentarlo attraverso una linea.



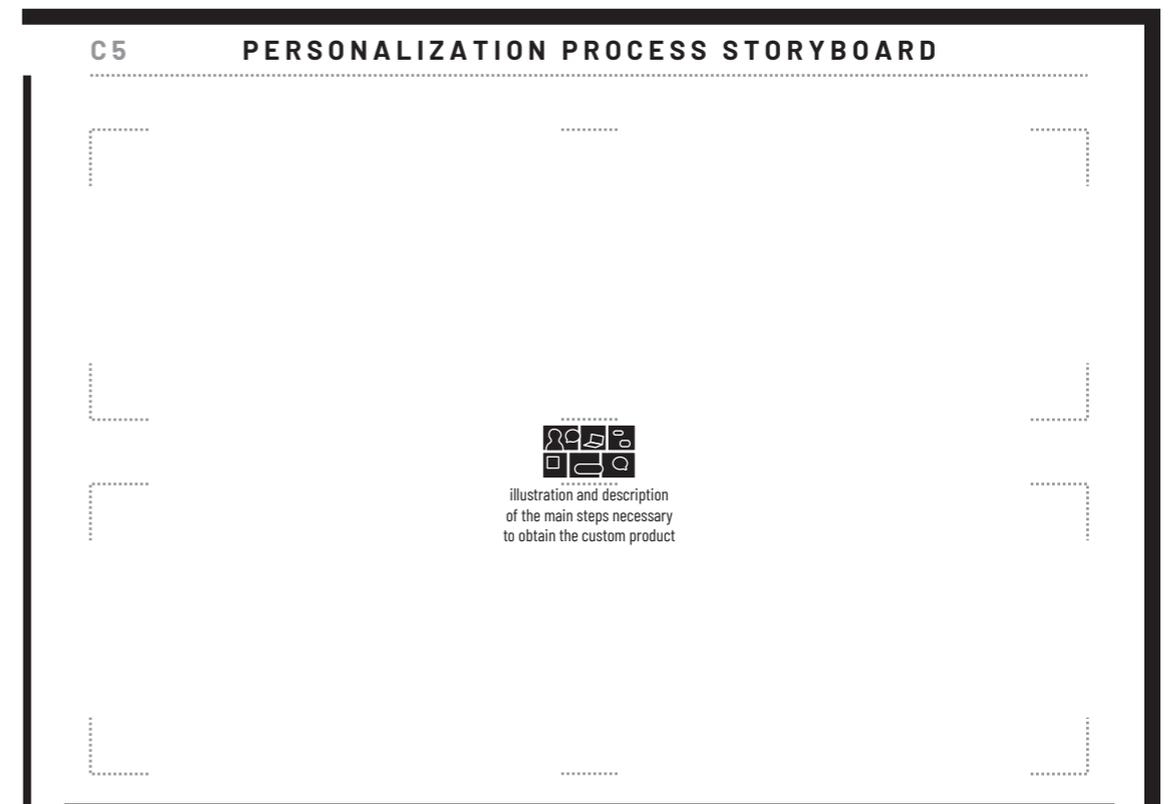
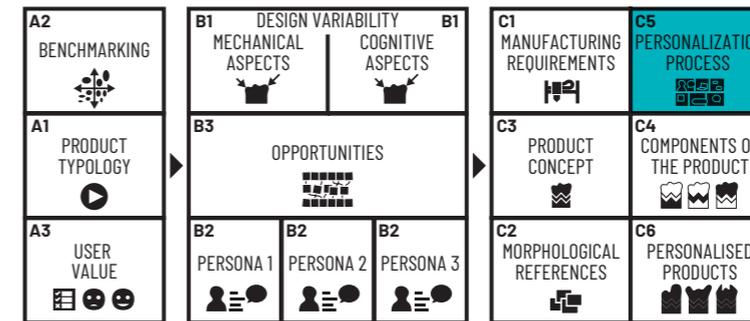
Si nota che la distinzione tra variabili e invariabili significa una differenza più logica che fisica: il volume di un singolo componente (realizzato con la FD) può essere delineato da superfici sia variabili che invariabili. Tuttavia, queste superfici dovrebbero essere differenziate chiaramente per facilitare la fase successiva di modellazione parametrica. Si consiglia di distinguere le tre categorie logiche attraverso un codice a colori (ad es. grigio: invariabili, ciano: variabili, magenta: interfaccia) per facilitare la comprensione e la comunicazione del progetto. Nel caso delle versioni compatte del canvas, si può limitare il lavoro alla descrizione testuale.





C5. Processo di personalizzazione

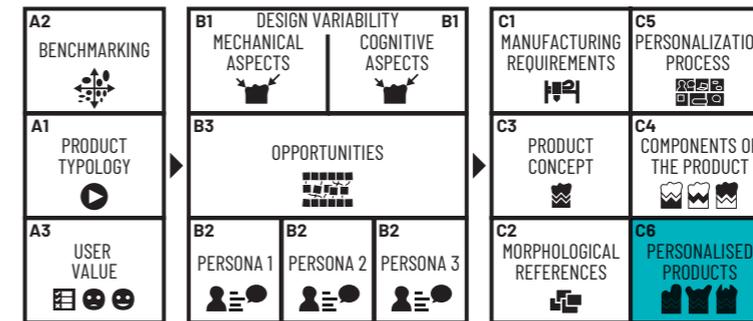
Questo campo illustra e descrive i passaggi necessari per ottenere il prodotto personalizzato. Sulla base di una delle *personas* costruite nel campo B2, lo storyboard comincia con la necessità di personalizzazione e prosegue mostrando l'utente in interazione con il sistema di personalizzazione, che può operare sia online nel browser o sullo smartphone, sia offline in un negozio fisico. Si consiglia di illustrare l'input principale dell'utente e qualsiasi azione importante richiesta dallo staff del venditore. Infine, lo storyboard dovrebbe indicare il modo e i tempi di consegna e le eventuali interazioni tra utente e produttore dopo l'acquisto, ad es. l'integrazione con servizi digitali aggiuntivi che estendono l'esperienza del prodotto.





C6. Prodotti personalizzati

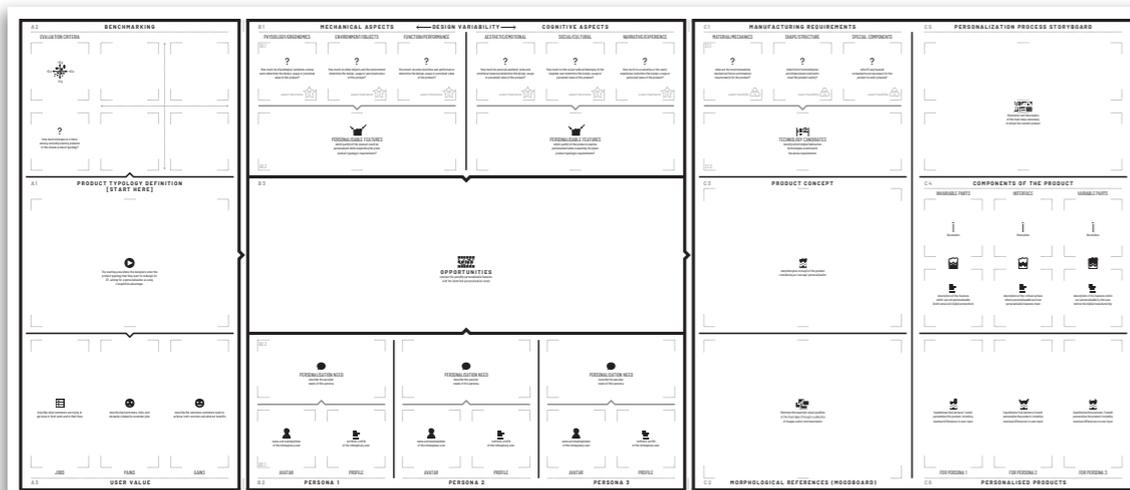
Questo campo illustra e descrive brevemente tre ipotesi del prodotto, personalizzato per i tre *personas* del campo B2. Se la personalizzazione prevede un input creativo dalla parte dell'utente (e non solo una misurazione o scansione anatomica), allora bisogna descrivere anche le differenze significative tra i contributi creativi degli diversi utenti. Dunque qui si svolge un esperimento mentale del concept elaborato: se l'idea di prodotto è valido e i *personas* sono ben costruiti, allora le tre forme conseguenti dovrebbero essere marcatamente diverse, evidenziando come la personalizzazione genera un valore altrimenti inottenibile per l'utente. I disegni possono aiutare con l'inizio della modellazione 3D di anteprime realistiche del prodotto personalizzato e a strutturare adeguatamente il modello parametrico, tenendo a mente le difficoltà potenziali.



Conclusione del workflow

Per concludere la descrizione delle differenti aree del *canvas* e i relativi passaggi, si nota che il processo non è necessariamente lineare, perché nuove idee emergenti potrebbero stimolare una rivisitazione dei passi precedenti. Infatti, quando il *canvas* è completato, è consigliabile controllare la coerenza di tutti i campi e colmare le eventuali carenze. Il risultato del lavoro potrebbe anche essere la smentita dell'ipotesi originale di lavorare sull'iniziale tipologia di prodotto, soprattutto in ambito imprenditoriale dove spendere tempo con idee subottimali ha un costo molto maggiore rispetto all'ambito didattico, dove invece anche il lavoro su idee 'folli' può sviluppare le capacità progettuali, con un rischio relativamente minimo. Riguardo le tempistiche, considerando le esperienze didattiche svolte, si consiglia di dedicare almeno cinque giorni alla (prima) compilazione accurata del *canvas* di grande formato con un gruppo di lavoro. Naturalmente l'esperienza crescente o il lavoro autonomo sui formati compatti del *canvas* può diminuire il tempo necessario per arrivare a una decisione conclusiva riguardo il proseguimento del progetto – andando avanti o ritornando alla scelta di tipologia. Nel caso positivo, il designer avrà un concept sufficientemente maturo per poter iniziare la fase onerosa di modellazione parametrica con una comprensione accurata dell'utilità potenziale della personalizzazione. Andando oltre all'applicazione in ambito accademico, il prossimo e ultimo capitolo 10 accenna, tra l'altro, alcune possibili scelte strategiche che il designer dovrebbe intraprendere verso un'implementazione pratica del PCC in ambito imprenditoriale.

Canvas normale (1500 x 650 mm) per l'utilizzo con post-it standard. Illustrazione proporzionale al canvas piccolo illustrato nella pagina di fronte.

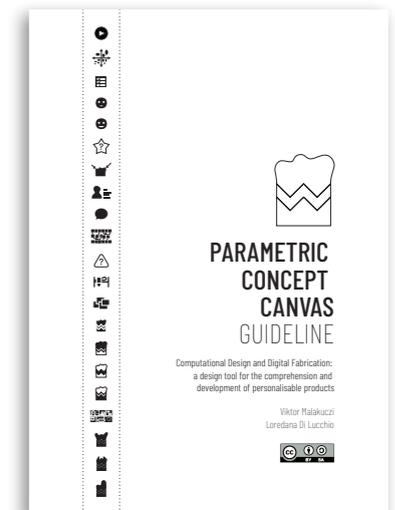
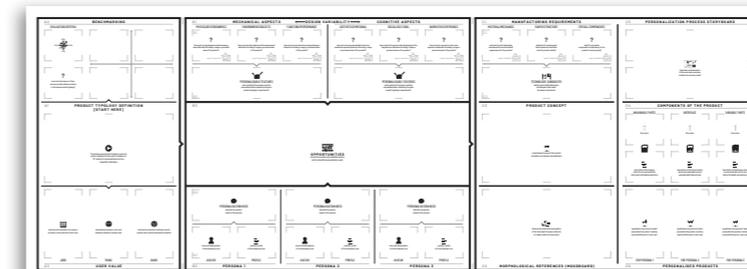


9.6 I formati del canvas

Il *canvas* descritto è stato sviluppato per agevolare il lavoro in gruppi di 2-5 persone; motivo per cui si consiglia l'utilizzo di note post-it standard. Ciò risulta un template di grandi dimensioni. Nel caso non ci fosse abbastanza spazio per l'utilizzo del *canvas* completo, o il designer lavorasse da solo, sono disponibili versioni più piccole, ottimizzate per uso con post-it piccoli o per la stampa A4/A3; in questo caso si consiglia la scrittura diretta nei campi, promuovendo l'iterazione veloce.

- Canvas normale: per lavoro in gruppo, utilizzando post-it di dimensioni standard (3x3 pollici / 76x76 mm). Dimensioni del canvas: 1500x650 mm, piegabile in formato A4 per una maggiore portabilità.
- Canvas piccolo: per lavoro individuale o in un gruppo piccolo, utilizzando post-it di piccole dimensioni (2x1.5" o 52x39 mm). Dimensioni del canvas: 1000x360 mm, piegabile a 200x360mm.
- Scheda compatta: canvas di dimensioni 'mini' per lavoro individuale, presupponendo la scrittura diretta nei campi. Dimensioni: stampabile sia in A4 che in A3, per una riproduzione economica e stimolando uno sviluppo iterativo. Ai fini di facilitare la scrittura nello spazio ristretto, la scheda compatta riporta una versione ruotata (verticale) del canvas, semplificando anche il layout grafico. Disponibile con o senza istruzioni nei campi, il primo solo per referenza.
- Tre schede: canvas di dimensioni 'mini' per lavoro individuale, come la scheda compatta precedente, ma distribuito su tre pagine A4 o A3 per uno spazio più ampio. Le istruzioni di base per ogni campo sono incluse nella prima scheda.

Per agevolare la diffusione del canvas anche in assenza di un esperto del metodo (ad es. l'autore), l'utilizzo di tutti i formati è descritto in dettaglio in una linea guida che, dopo un'introduzione breve basata sui capitoli precedenti, riprende i contenuti di questo capitolo. In previsione di una prossima disseminazione anche a livello internazionale, la lingua della guida (così come del canvas stesso) è inglese.



La copertina della linea guida; formato A5 per consentire la stampa dell'opuscolo anche con i più diffusi stampanti A4

Canvas piccolo (1000 x 360 mm), per l'utilizzo con post-it piccoli. Illustrazione proporzionale al canvas grande illustrato nella pagina di fronte.

CAPITOLO 10 CONCLUSIONI

Chapter 10. Conclusions

The research started from the observation that nonetheless the recent diffusion of digital manufacturing technologies, the promise of a profound paradigm shift in the design-production-distribution chain have not been realized yet: the products of Digital Fabrication remain marginal in the everyday environment of most people. Seeking the right place for the new, digitally enhanced approach to shaping also physical products, the research chose to focus on personalization as the key value to promote. Aiming this goal, the Design profession could help to valorize Digital Fabrication and Computational Design, of which the practical use is still limited, at least compared to the visions of academic and artistic research.

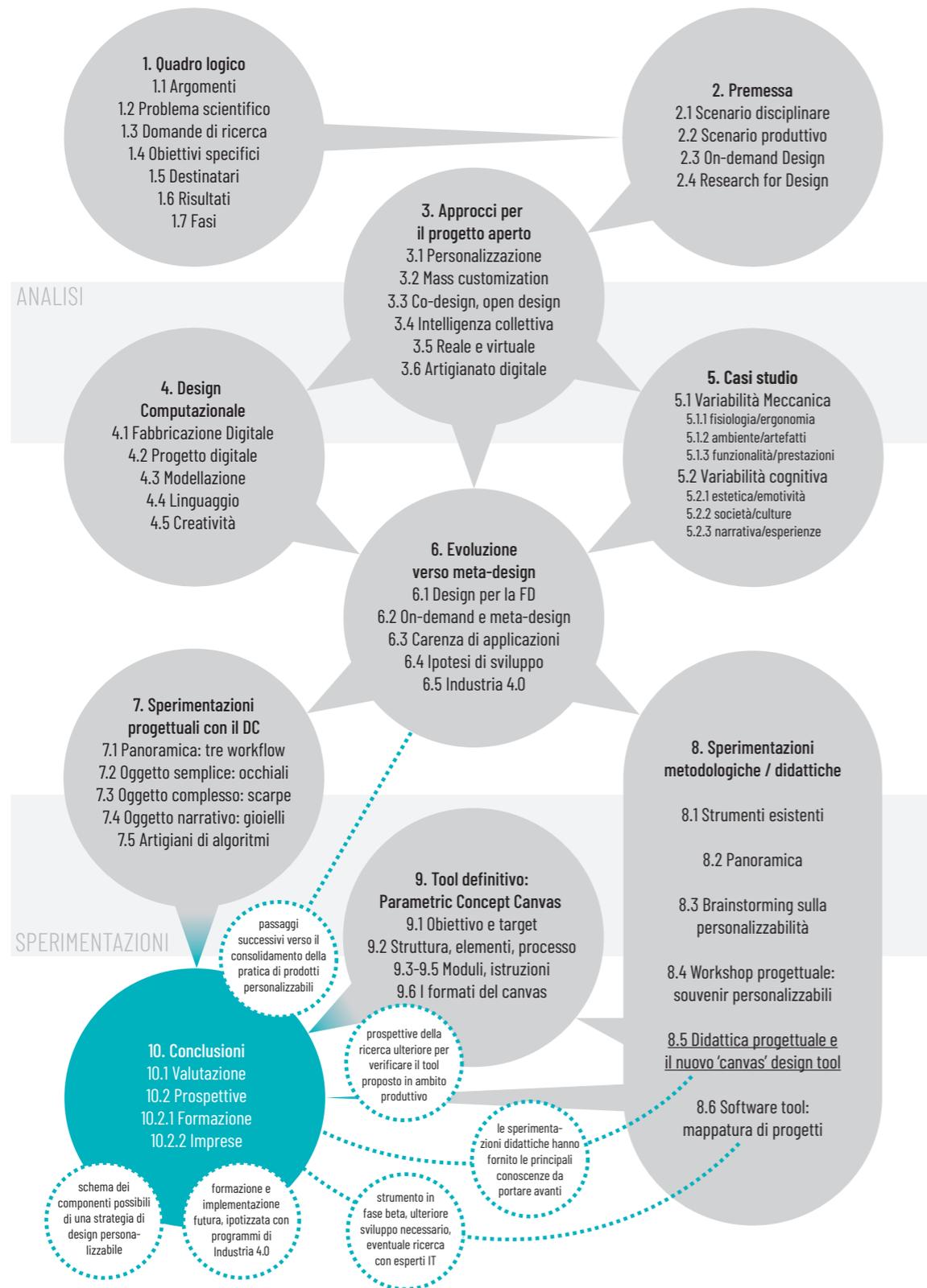
This, however, requires a twofold effort from the Design discipline: on one hand, it is important to recognize that in this field the creative potential is strongly determined by the knowledge of the technological tools, not only regarding the advanced manufacturing machines, but also regarding parametric modelling, which can be practiced at different levels of difficulty, thus resulting different entrepreneurial models. On the other hand, it is important to recognize the asymmetry between the highly evolved technical tools and the inadequate conceptual tools. The research tried to fill this gap by offering a new approach and a new tool which can be useful for developing new personalisable products and for creating new economic opportunities, especially considering the growing sensibility towards Industry 4.0. Hence, maybe the most relevant use of the proposed tool would be contributing to the training of a new generation of professionals capable of spreading Industry 4.0.

While in general the research has achieved its goals, it has encountered also noteworthy difficulties; the reporting can be useful for establishing future researches and for the practical implementation in a production environment. Therefore, this chapter evaluates how much it was possible to fulfill the initial expectations and which are the prospects of development.

La ricerca è partita dall'osservazione che nonostante la recente diffusione delle nuove tecnologie digitali di manifattura, la promessa del profondo cambiamento di paradigma tra progettazione, produzione e distribuzione non è stata realizzata ancora: la Fabbricazione Digitale resta poco presente nel corredo oggettuale della vita quotidiana per la maggior parte delle persone. Cercando il ruolo dei dinamismi digitali anche nel plasmare i prodotti fisici d'uso, è stato scelto come concetto chiave la personalizzazione. Tenendo in considerazione questa finalità, la professione Design potrebbe aiutare la valorizzazione della Fabbricazione Digitale e del Design Computazionale, dei quali l'ampio utilizzo pratico è ancora molto indietro rispetto alle visioni della ricerca accademica o artistica.

Però si richiede un duplice sforzo da parte della disciplina: da una parte bisogna riconoscere che le capacità creative in questo campo sono fortemente determinate dalla conoscenza degli strumenti tecnici, non solo di fabbricazione ma anche di modellazione parametrica, che può essere svolta a diversi livelli di difficoltà e può generare una varietà di modelli imprenditoriali. Dall'altra parte, è necessario riconoscere l'asimmetria tra gli strumenti tecnologici evoluti e gli strumenti concettuali carenti. La ricerca ha tentato di colmare soprattutto questa carenza, offrendo un approccio e un *tool* auspicabilmente utile per sviluppare nuovi prodotti personalizzabili e creare nuove opportunità per il sistema produttivo, particolarmente in vista della sensibilità crescente riguardo l'industria 4.0. Infatti, forse l'utilità più rilevante del *tool* elaborato è contribuire alla formazione (recentemente pianificata) di una nuova generazione di professionisti in grado di diffondere l'industria 4.0.

Mentre si ritiene che la ricerca ha, in generale, raggiunto i suoi scopi dichiarati all'inizio, ha riscontrato anche alcune difficoltà; il resoconto in questo capitolo potrebbe essere utile per la formulazione di ricerche future e per l'implementazione pratica in campo produttivo. Perciò nei paragrafi seguenti si valuterà quanto è stato possibile raggiungere le aspettative iniziali e quali sono le prospettive future di sviluppo.



10.1 Valutazione degli esiti e possibilità di miglioramento

10.1.1 Risultati attesi e ottenuti

R.1a Un metodo e strumento per lo sviluppo concettuale focalizzato sul DC e sulla FD. Il risultato atteso principale della ricerca è il tool Parametric Concept Canvas, che determina anche il metodo di lavoro. Questo canvas è frutto di tre workshop, i primi due dei quali avevano tempistiche brevi e tematiche vincolate, e quindi in questi casi i metodi e gli strumenti impiegati non potevano focalizzarsi sull'elaborazione di un concept completo. Comunque, l'esperienza è servita per definire la prima versione del Parametric Concept Canvas, utilizzato durante il terzo workshop didattico. Questa prima versione ha riscontrato difficoltà per le sue istruzioni eccessivamente rigide, perciò la seconda versione del canvas, descritto in dettaglio nel precedente capitolo 9, è stato semplificato e parzialmente ristrutturato. Il formato del canvas è adeguato al lavoro in gruppo con ampio spazio a disposizione; per facilitare l'utilizzo in altri contesti, sono stati elaborati vari formati più compatti. Inoltre, al fine di massimizzare il potenziale di diffusione, è stato elaborato una linea guida al lavoro concettuale con il Parametric Concept Canvas.

R.1b La verifica sperimentale (didattica) del metodo/strumento suddetto. Come menzionato, lo sviluppo dello strumento è stato agevolato dai tre workshop, descritti in dettaglio nel capitolo 8. Il primo ha aiutato a ripensare completamente lo strumento di discussione ipotizzato. Il secondo, il workshop progettuale sui souvenir, a causa della peculiarità tematica e della brevità temporale non ha utilizzato alcun strumento grafico, ma ha portato all'osservazione della difficoltà di ragionare sulla variabilità di isolati aspetti di un prodotto. Il terzo workshop, che ha utilizzato il prototipo del Parametric Concept Canvas, ha verificato l'utilità del formato canvas nel guidare il flusso di lavoro con un ritmo uniforme, ma ha portato a concept di qualità fortemente variabile. Mentre non si può isolare l'effetto della scelta randomizzata del tema progettuale e l'effetto delle competenze variabili degli studenti, in molti casi era osservabile una confusione causata dalle indicazioni troppo complicate, problema risolto

con il secondo *canvas*. Inoltre, si sono verificate alcune difficoltà che non hanno ancora trovato una soluzione evidente; ma forse sono difficoltà inevitabili lavorando sul tema della personalizzabilità:

- difficile applicabilità di certi tipi di variabilità su alcune tipologie di prodotti
- difficoltà di ragionamento in termini di variabilità (piuttosto che semplice miglioramento)
- elaborazione a volte meccanica (e non critica) dei campi del *canvas*

Infine, questo ultimo workshop ha evidenziato la necessità di cominciare con un'introduzione approfondita degli strumenti del Design Computazionale prima ancora di iniziare a sviluppare un concept: siccome durante il corso didattico si è scelto di iniziare con la fase concettuale e proseguire con l'insegnamento degli strumenti tecnici, inizialmente la maggioranza degli studenti ha avuto difficoltà a comprendere le possibilità della modellazione parametrica, portando a molte idee non in linea con le possibilità tecniche.

R.2a Report di casi studio che evidenziano i vantaggi chiave dei prodotti per il DC e la FD. La raccolta e analisi dei casi studio, le quali si trovano nel capitolo 5, ha aiutato a identificare un sistema utile di sei tipi di variabilità, tre meccaniche e tre cognitive. Questo sistema costituisce la base del lavoro analitico sul *canvas*; le schede che quindi dimostrano manifestazioni diverse per ogni tipo di variabilità sono utili sia per l'attività didattica, così come potrebbero essere utili anche per la presentazione delle potenzialità per imprese. Si nota che gli esempi raccolti non sono rappresentativi: mentre si è scelto di includere tre schede per ogni tipo di variabilità, alcuni di questi hanno oggi molti più esempi rispetto agli altri, tuttavia le variabilità oggi ignorate possono aiutare a sviluppare prodotti più 'originali'.

R.2b Un metodo e uno strumento per individuare punti di intervento per il DC e la FD. Considerando il numero alto dei potenziali campi di applicazione, è stato sviluppato uno strumento informatico, un'applicazione web, il cui prototipo rende possibile lo svolgimento efficiente della funzionalità base previste; tuttavia il tempo disponibile ha permesso solo lo sviluppo di una versione *beta*, quindi non ancora matura per l'utilizzo pubblico. I test svolti hanno portato a risultati misti: l'elaborazione parziale basata sulla tassonomia importata di prodotti ha fatto emergere alcune idee interessanti in

campi che altrimenti non sarebbero stati considerati per l'intervento. Tuttavia la compilazione è piuttosto onerosa; si ipotizza che una tassonomia più limitata (ad es. il catalogo di un brand) potrebbe essere più fruttuosa. Inoltre si nota che lo stesso strumento potrebbe essere più utile a catalogare una massa di *concept* già elaborati, ad esempio progetti degli studenti, se la sperimentazione continuerà in altri contesti.

R.3a L'individuazione dei possibili workflow di implementazione tecnica del DC e della FD. Sperimentando con gli strumenti accessibili di Design Computazionale, la ricerca ha riconosciuto che i software oggi disponibili possono essere categorizzati secondo il livello di astrazione richiesto dal designer. I tre livelli di astrazione (basso, medio, alto) determinano anche lo sforzo richiesto per l'apprendimento e la pratica degli strumenti relativi. D'altra parte, l'alto livello di astrazione permette morfologie più interessanti e una maggiore diffusione del progetto attraverso applicazioni web; dunque può variare anche il business model: dalla 'bottega digitale' al progetto web interamente automatizzato grazie a servizi online di FD. Si nota che da quanto è partita la ricerca dottorale sono emersi diversi nuovi strumenti che mirano a facilitare quest'ultimo, per cui si avvisa che il campo richiede dal progettista (o del ricercatore) un continuo aggiornamento tecnologico.

R.3b Progetti sperimentali focalizzati sugli strumenti tecnologici oggi disponibili. La precedente individuazione dei workflow si basa su esperienze progettuali. Il primo - e il più semplice -, la montatura parametrica di occhiali, è un oggetto perfettamente funzionante e in uso da oltre due anni. Le scarpe realizzate sono funzionanti, anche se il materiale non è particolarmente durevole, ma si nota che il processo di personalizzazione non è particolarmente semplice, a causa delle prestazioni limitate del modello parametrico e delle carenze del software utilizzato. Il terzo esempio, frutto di una collaborazione dell'autore con uno startup, evidenzia che sviluppare un prodotto commercializzabile richiede molte volte più risorse del primo prototipo. Si nota che il modello parametrico che produce risultati 'belli' è solo una parte del lavoro: l'elaborazione di un'interfaccia che renda possibile la navigazione tra le scelte è altrettanto critica per un prodotto fruibile. Si ripete inoltre che l'evoluzione continua degli strumenti richiede una manutenzione costante delle relative competenze.

10.1.2 Obiettivi raggiunti e sviluppo ulteriore

OS.1 indirizzare i designer verso lo sviluppo concettuale per il product Design Computazionale. Come si evince dalla precedente descrizione dei risultati ottenuti, la ricerca ha proposto e sperimentato un metodo che struttura la critica fase concettuale, particolarmente difficile da affrontare quando bisogna prevedere ampi spazi progettuali e utenti variabili. Si sostiene che il Parametric Concept Canvas sia uno strumento utile per indirizzare il designer in questo lavoro, ma allo stesso tempo si riconosce la necessità di un'ulteriore verifica sul campo, in quanto solo prodotti realizzati e commercialmente sostenibili potrebbero dare la certezza che lo strumento contribuisce realmente alla diffusione di oggetti personalizzabili.

OS.2 facilitare l'esplorazione di nuovi campi di applicazione per la DC e il FD. La mappatura dei casi studio ha aiutato a chiarire una serie di aspetti che possono far emergere nuovi prodotti personalizzabili; inoltre lo strumento della mappatura, anche se si tratta di prototipo grezzo, ha dimostrato segni promettenti – ma anche ostacoli sostanziali. Il *canvas* stesso, aiutando a sviluppare concept in modo strutturato, potrebbe contribuire alla costruzione di una serie di progetti che, se ben divulgati, possono stimolare lo sviluppo di nuovi prodotti nelle imprese.

OS.3 fornire direzioni strategiche riguardo l'implementazione del DC e della FD. La distinzione tra i tre livelli di astrazione della modellazione parametrica e l'osservazione dei relativi business model possibili può aiutare a decidere tra strumenti e strategie. Tuttavia, per raggiungere una diffusione ampia, si nota la necessità di un materiale divulgativo dettagliato rivolto al tessuto imprenditoriale, facilitando la scelta di strumenti e strategie e offrendo una panoramica su una gamma completa di opzioni. Il prossimo paragrafo 10.2 riassume e illustra schematicamente le osservazioni relative della ricerca dottorale, anticipando un'eventuale ricerca futura finalizzata all'approfondimento e verifica pratica degli aspetti realizzativi, ricerca che potrebbe produrre il menzionato materiale divulgativo.

10.1.3 Risposte alle domande iniziali

D.1 Come è possibile identificare le tipologie di prodotti di cui la personalizzazione aumenta il valore percepito abbastanza da coinvolgere l'utente in un processo di personalizzazione? Una possibilità è identificare una serie di fattori che dal punto di vista dell'utente rendano desiderabile la personalizzazione, e sistemicamente valutare l'applicabilità di questi fattori su tipologie esistenti di prodotti. Questo è naturalmente solo uno dei modi possibili che, per la sua logica di procedimento, promuove l'innovazione più incrementale che radicale: si sostiene che l'imprevedibilità del secondo renda necessario un compromesso, limitazione da tenere in considerazione.

D.2 Come è possibile sviluppare un'idea progettuale in modo tale da rispettare la più larga gamma possibile di esigenze divergenti di potenziali utenti? Una possibilità è strutturare il lavoro progettuale in modo tale da stimolare il progettista a considerare tutti i sei tipi di variabilità identificati, piuttosto che sceglierne una sola. Inoltre, lavorando sul *canvas* i progettisti sono invitati a ragionare considerando parallelamente utenti tipici su una gamma ampia di esigenze (tramite le *personas*), e tenere sempre un occhio sulla varietà delle scelte già disponibili (tramite il campo degli esempi sul *canvas*). La futura sperimentazione in campo applicativo potrebbe verificare la sufficienza di queste considerazioni o introdurre di nuove. Come discusso sotto R.1a, resta difficile il ragionamento in termini di variabilità piuttosto che 'semplice' miglioramento, particolarmente se il progettista non ha ancora una buona conoscenza delle possibilità tecniche del Design Computazionale.

D.3 Come è possibile offrire all'utente un ruolo più importante e creativo nella definizione dei suoi artefatti? Una possibilità per promuovere il ruolo creativo dell'utente è includere nel metodo progettuale le variabilità cognitive. Tuttavia, come menzionato sotto la discussione degli strumenti tecnici, resta molto stimolante l'elaborazione di un'interfaccia versatile e allo stesso tempo facile da usare. Dunque, la prova pratica richiederebbe uno sforzo di ricerca-azione con un team interdisciplinare e di imprese in grado di verificare l'effettivo livello di coinvolgimento degli utenti.

10.1.4 Progresso verso la situazione ipotizzata

La ricerca ha formulato l'ipotesi che lo sviluppo di oggetti personalizzabili potrebbe essere una pratica consolidata con risultati consistenti, ma richiede un approccio di concept design più sensibile verso le divergenti esigenze degli utenti. Con l'elaborazione del metodo e del tool di sviluppo concettuale la ricerca ha creato conoscenze per migliorare il processo progettuale nelle condizioni previste; tuttavia per consolidare la pratica saranno necessari ulteriori passaggi sia di ricerca (per verificare le nuove conoscenze in un contesto produttivo) che di disseminazione, con un focus particolare verso la comunità non solo accademica, ma anche professionale del design. Successivamente si vedranno alcuni ambiti dove l'ipotesi di sviluppo sembra realistico.

10.2 Prospettive

10.2.1 Formazione per l'Industria 4.0

L'obiettivo della ricerca di elaborare nuovi strumenti concettuali per la valorizzazione della FD è particolarmente rilevante, considerando che recentemente l'industria 4.0 è diventata centrale per le politiche di sviluppo economico. Oggi, grazie all'evoluzione (democratizzazione) delle tecnologie di fabbricazione digitale e *Internet of Things* (IoT), i principi della Industria 4.0 stanno diventando applicabili anche in ambienti produttivi poco capitalizzati, come la piccola, micro e nano imprenditoria, fortemente presente nel tessuto imprenditoriale italiano.

L'importanza strategica dell'Industria 4.0 ormai è ampiamente riconosciuta, come dimostra il Piano Nazionale Industria 4.0, di cui le direttrici includono: Investimenti innovativi, Infrastrutture abilitanti, Strumenti pubblici di supporto, *Awareness* e *Governance*, e infine Competenze e Ricerca. A livello pratico, il PNI4.0 prevede la diffusione delle competenze 'dall'alto', partendo dalla formazione: per promuovere le Competenze e Ricerca relativa, sono state individuate quattro direttrici strategiche di intervento:

- Diffondere la cultura I4.0 attraverso Scuola Digitale e Alternanza Scuola Lavoro
- Sviluppare le competenze I4.0 attraverso percorsi Universitari e Istituti Tecnici Superiori dedicati
- Finanziare la ricerca I4.0 potenziando i Cluster e i dottorati
- Creare Competence Center e Digital Innovation Hub

Il piano ha come obiettivo la formazione di 200 000 studenti universitari, 3000 manager e 1400 dottorati legati ai temi dell'industria

4.0; il mondo della ricerca aiuterà il mondo imprenditoriale attraverso *Competence Center* nazionali in ambiti tecnologici polarizzati. Questo quadro di previsioni evidenzia la rilevanza delle specifiche conoscenze create dalla presente ricerca, che sta cercando di rendere la professione design più capace a valorizzare le opportunità della Fabbricazione Digitale, parte fondamentale dell'industria 4.0. Nello specifico, le nuove figure professionali e manageriali avranno bisogno dell'apprendimento non solo degli aspetti tecnologici ma anche quelli concettuali; la metodologia e gli strumenti proposti da questa ricerca dottorale potrebbero contribuire allo stabilimento di nuovi programmi di formazione per una nuova generazione di designer in grado di affrontare le nuove sfide del sistema produttivo.

10.2.2 Implementazione in ambito imprenditoriale

Come accennato nei capitoli precedenti, il Design Computazionale per la personalizzazione può essere implementato mirando una varietà di vantaggi e attraverso una serie di strumenti tecnici che offrono una gamma di possibilità adatta a diversi contesti. Sebbene la ricerca dottorale si sia focalizzata sulla fase concettuale e abbia fornito lo strumento Parametric Concept Canvas a sostegno di questa fase, in questo paragrafo si riflette sull'implementazione in ambito imprenditoriale, delineando come cambia il processo di progettazione-produzione-distribuzione, e come si può collegare questo processo agli input e output del *canvas* proposto.

Qualsiasi progetto di product design implica una stretta relazione tra progettazione, produzione e distribuzione, tutti coordinati dagli attori (committente e designer/team) secondo le loro risorse, con la finalità di soddisfare al meglio possibile le esigenze degli utenti.

Il 'convenzionale' design per la manifatturiera seriale è un processo essenzialmente lineare: il committente comunica al designer (interno o esterno) i suoi requisiti, il designer ricerca i requisiti degli utenti, poi progetta una geometria statica, che viene riprodotta serialmente costruendo un magazzino di prodotti identici; infine, la vendita ai utenti finali può avvenire su vari canali, eventualmente attraverso una serie di intermediari.

Dall'altra parte, il design personalizzabile per la FD è un processo meno lineare: sebbene i step di progettazione, produzione e distribuzione restano distinti, cambiano i loro esiti e la relazione tra loro: la progettazione porta ad una geometria modificabile, fabbricata su misura per un utente specifico.

La modalità di distribuzione è più diretta e deve essere accuratamente progettata, in quanto prevede un'interfaccia di personalizzazione, e la consegna del prodotto in un secondo momento. È importante notare che la distribuzione diventa interattiva ed esperienziale, quindi c'è un rapporto bidirezionale: interagendo con un'interfaccia di co-design, l'utente modifica il progetto trasmettendo continuamente i suoi requisiti e così ottiene un feedback in tempo reale (idealmente). Ciò implica una differenza significativa rispetto al processo progettuale convenzionale che ricerca i requisiti utente (più precisi possibile) all'inizio del processo progettuale e verifica la validità della soluzione durante/ fine progettazione.

La differenza tra il processo consolidato e quello rinnovato è illustrato nello schema sulle pagine 234 e 235.

La successiva pagina 236 invece illustra come si collega il Parametric Concept Canvas alle fasi di progettazione, di produzione e di distribuzione.

Il modulo A del canvas (a sinistra) richiede come input tipologia di prodotto sulla quale si intende di lavorare; questo dipende dalle tematiche di interesse del committente, le eventuali carenze nel suo catalogo di prodotti, o requisiti utente che non riesce soddisfare abbastanza bene con la produzione seriale. D'altronde, è possibile che il designer inizi a lavorare sul *canvas* cercando di valorizzare le proprie competenze di DC o di FD; nel caso in cui trovi un concept coerente con l'offerta di una impresa già esistente, allora può proporre il progetto a questa; altrimenti può avviare una nuova impresa focalizzata sul progetto in questione. Infatti, oggi gli strumenti software per la personalizzazione online e i servizi di fabbricazione online permettono al designer di promuovere una iniziativa propria avviando un'impresa con un investimento ridotto e una logistica snella.

Il lato output (modulo C a destra) fornisce non solo il concept di prodotto dal punto di vista formale, ma indica esplicitamente anche i requisiti di produzione con la Fabbricazione Digitale (C1) e la modalità di personalizzazione/distribuzione (C5). Quest'ultimo insieme al campo C5 determinano lo strumento di Design Computazionale necessario alla progettazione della geometria modificabile. Dunque, dopo il completamento del canvas ma prima ancora della definizione dettagliata del prodotto, sono necessarie alcune scelte strategiche tra le possibilità di progettazione (del-

la forma), di produzione e di distribuzione; ognuna di queste tre scelte vincola le altre due. Ad esempio, l'utilizzo di un software complesso di DC (astrazione bassa - CAD convenzionale, si veda nel capitolo 7) è più adatto alla modalità di personalizzazione offline, quindi suggerisce la FD direttamente presso il punto di vendita. Infatti, se il committente e il designer hanno vincoli particolari, conviene tenerli in considerazione mentre si lavora con il *canvas*, particolarmente nel modulo C. Sebbene non sia possibile prevedere tutti i vincoli, che variano anche secondo il concept, è necessario definire la giusta combinazione tra lo strumento di progettazione, il luogo di produzione e il canale di distribuzione in modo strategico.

Lo schema della pagina 236 offre una panoramica delle principali opzioni, descritti in seguito.

Progettazione: Design Computazionale

Come discusso in dettaglio nel capitolo 7.1, il DC può essere compiuto attraverso l'utilizzo di vari strumenti di modellazione parametrica/generativa e a diversi livelli di astrazione:

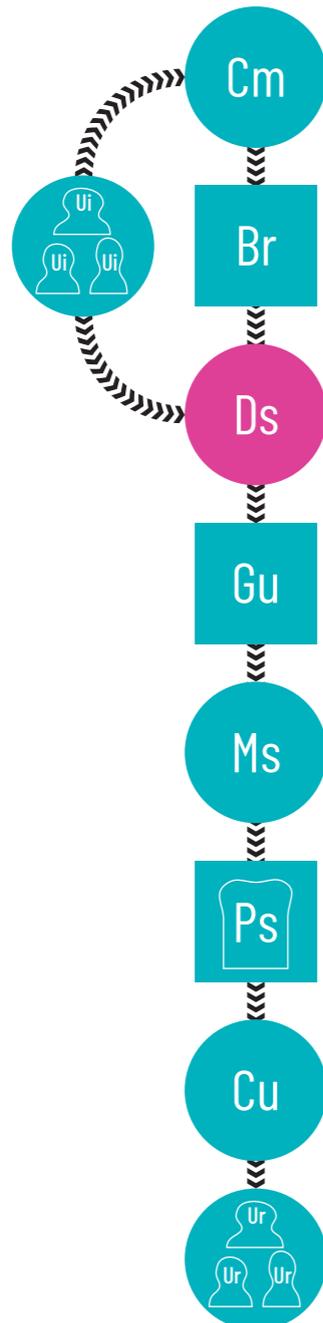
- basso livello di astrazione: la modellazione parametrica 'semplice' (ad es. Solidworks) permette un lavoro veloce ma il risultato ottenibile è limitato morfologicamente e si presuppone un modello di business dove la personalizzazione è agevolata da uno staff che opera come 'artigiano digitale';
- medio livello di astrazione: la modellazione con *scripting* visivo (ad es. Grasshopper) richiede più competenze specifiche ma permette risultati più ricchi morfologicamente; la personalizzazione può essere maggiormente automatizzata e svolta da uno staff meno specializzato o attraverso il web, con prestazioni limitate;
- alto livello di astrazione: la programmazione testuale (ad es. Javascript, WebGL) richiede un alto livello di specializzazione e/o collaboratori esperti, ma permette di creare un'esperienza di personalizzazione assai coinvolgente, fluida e automatizzata sul web, rivolta quindi a un pubblico globale.

Il concept di prodotto e di personalizzazione risultante dal lavoro sul PCC spesso determina lo strumento ideale; sono di particolare interesse i campi C4: componenti variabili e non, C5: processo di personalizzazione e C6: prodotti personalizzati.

Inoltre, anche le risorse umane (competenze e tempo) potrebbero determinare la scelta.

Design e il prodotto seriale

Utenti ipotetici: il mercato di riferimento che informa sia il committente sia il designer, dalla fase iniziale di ricerca fino alla verifica dei prototipi. Nel caso di design seriale, l'input iniziale dell'utente ipotetico deve essere molto accurato per consentire la calibrazione adeguata del prodotto sul target individuato.



Committente: varia, ma in generale serve una buona capacità logistica e una disponibilità a investire all'avvio della produzione

Brief: input critico per il designer, che può essere più o meno specifico; varia ampiamente secondo il committente

Designer: la formazione di disegno industriale (o product design) già fornisce le competenze tecniche necessarie

Geometria unica: da sviluppare con qualsiasi software CAD; dopo il design, tipicamente si ottimizza per la produzione

Manifattruriera seriale: struttura dedicata o fornitori di servizi (anche lontani); produzione in lotti, distanza indifferente

Prodotto seriale: modello unico (o limitata famiglia di modelli) che si cerca di vendere alla più ampia utenza possibile

Canale unidirezionale: articolato tra distribuzione all'ingrosso e vendita al dettaglio; scelta passiva su vari canali

Utenti reali: il prodotto è più soddisfacente per gli acquirenti che appartengono al target individuato inizialmente

Design e il prodotto personalizzabile

Committente: può variare su un'ampia gamma, dal consumer brand al laboratorio di FD fino al proprio designer-imprenditore

Brief: ad es. rendere un prodotto personalizzabile, o valorizzare risorse produttive di FD o competenze di DC con nuovi prodotti

Designer: possono servire aggiuntive competenze tecniche o collaborazione stretta con ingegneri informatici

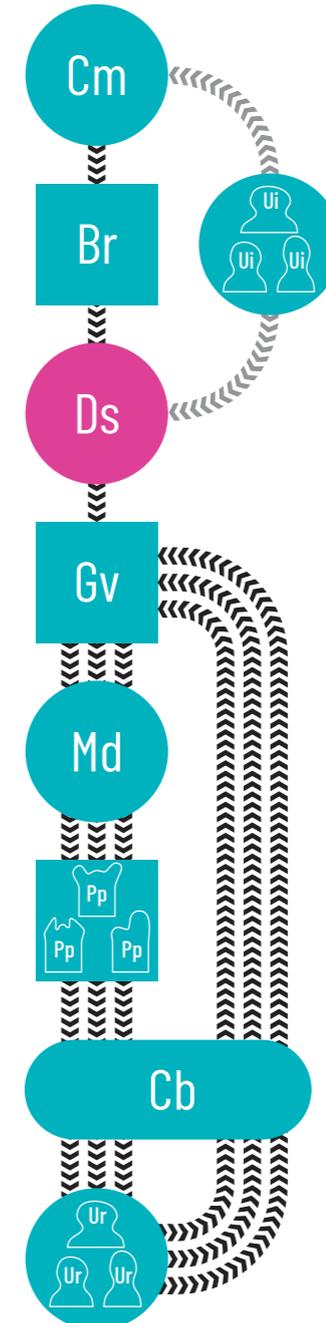
Geometria variabile: sviluppato con uno strumento di Design Computazionale, secondo le esigenze del business model

Manifattruriera digitale: produzione su richiesta con Fabbricazione Digitale; più eventuali componenti seriali

Prodotto personalizzato: ogni prodotto diverso, secondo l'input del utente finale; vendita 'garantita' dei prodotti realizzati

Canale bidirezionale: interfaccia di co-design (online o negozio), poi consegna del prodotto realizzato

Utenti reali: gli acquirenti possono variare su una gamma ampia di profili e trovare comunque la soluzione adatta

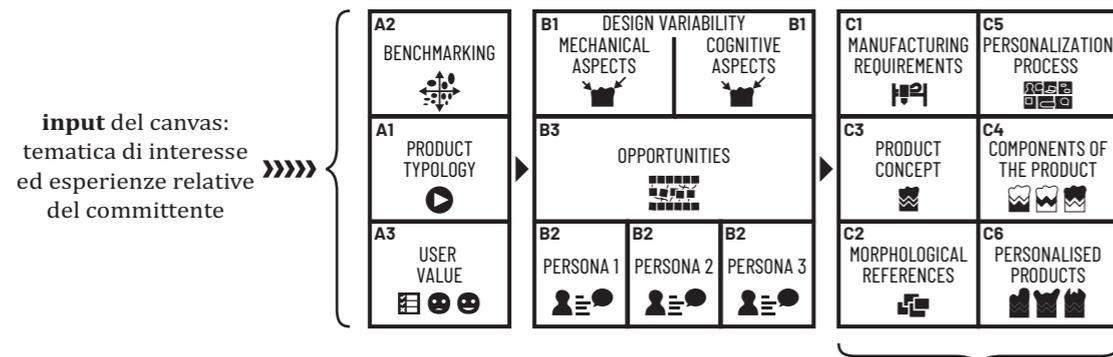


Utenti ipotetici: il mercato di riferimento che informa sia il committente sia il designer, dalla fase iniziale di ricerca fino alla verifica dei prototipi. Nel caso di design personalizzabile, l'input iniziale dell'utente ipotetico può essere meno accurato, in quanto ogni utente reale può influenzare il suo prodotto.

la prossima pagina illustra come il Parametric Concept Canvas aiuta la scelta tra i possibili strumenti di

PROGETTAZIONE →
PRODUZIONE →
DISTRIBUZIONE →

Flusso continuo di input da ogni singolo utente per adattare il modello 3D parametrico, attraverso la canale scelta di distribuzione. Dall'altro lato, flusso continuo di prodotti differenziati, anziché realizzazione e diffusione



Parametric Concept Canvas

Scelte strategiche

output del canvas:
concept del prodotto + vincoli riguardo le **L'IMPLEMENTAZIONE**

PROGETTAZIONE
possibilità di **DESIGN COMPUTAZIONALE:** quale livello di astrazione/complessità?

- basso: strumento CAD convenzionale
- medio: programmazione visiva
- alto: programmazione testuale

PRODUZIONE
possibilità di **FABBRICAZIONE DIGITALE:** dove e chi svolge l'attività manifatturiera?

- fornitore esterno di fabbricazione
- direttamente al punto di vendita
- intervento in un impianto esistente

DISTRIBUZIONE
possibilità di **CANALE DI PERSONALIZZAZIONE:** come si interagisce con l'utente?

- offline: contatto personale
- online: web e/o app
- misto: entrambi o soluzione ibrida

Distribuzione: Fabbricazione Digitale

Oggi sono disponibili numerose tecnologie di FD che operano con principi diversi, come il taglio 2D da lastre (laser, plasma, waterjet, plotter di taglio, fresa 2.5D); produzione 3D sottrattiva da blocchi (fresa CNC a tre o più assi, tornio CNC) oppure produzione 3D additiva (a filo, resina, polvere, ecc.). Oltre alla tecnologia precisa, c'è una scelta strategica importante da fare riguardo il luogo e la modalità della produzione:

- presso un servizio esterno di FD o fablab (autoproduzione) è possibile partire con la produzione senza investimenti significativi, ma i tempi di consegna e la qualità del prodotto dipendono da fattori difficili da controllare;
- presso un punto di vendita con esperto/artigiano/designer è possibile fornire un servizio il più flessibile e rapido possibile, permettendo anche la continua sperimentazione grazie al feedback immediato degli utenti. La vendita offline però richiede un investimento iniziale in attrezzature e nello spazio stesso, se questi non sono già disponibili;
- presso un impianto del committente si possono sperimentare processi più avanzati e si può ottimizzare il costo della produzione, ma l'investimento richiesto può essere alto se non si dispone ancora degli attrezzi necessari.

Si nota il legame diretto al campo C1 (requisiti di fabbricazione), che però si limita alla discussione dei requisiti tecnologici; il campo C5 (processo) invece può suggerire il luogo e modalità ideale.

Produzione: canale di personalizzazione

Come si evince già dall'elenco precedente degli strumenti di DC, ci sono due possibilità principali per quanto riguarda il luogo di vendita dove l'utente personalizza il suo prodotto:

- offline, legato a un luogo fisico di vendita, il che implica che si rivolga ad un mercato locale; la scelta quindi può (o deve) essere guidata dal personale esperto. In questo caso è possibile svolgere la personalizzazione attraverso un software non particolarmente *user friendly*, o offrire una quantità di scelte che sarebbe intimidente senza un esperto in grado di aiutare l'utente;
- online, attraverso il browser o un'applicazione per smartphone. Ciò permette l'accesso ad un mercato globale, ma è necessario fornire un'interfaccia efficace per la personalizzazione autonoma. Tale efficacia si ottiene con la semplificazione estrema delle scelte, la creazione di una narrativa coinvolgente, o con un ope-

ratore a distanza che aiuti a trasformare l'input dell'utente in una geometria estetica e fattibile;

- misto: sia online che offline, o soluzione ibrida. Qualsiasi interfaccia online permetterebbe l'utilizzo anche in un negozio fisico, tuttavia offrire un'esperienza utente diversificata online e offline può aiutare ad accedere ad un pubblico più vario, raggiungendo anche persone meno fiduciose alle soluzioni innovative. Inoltre, l'ambiente controllato permette di costruire un'esperienza coinvolgente e raccogliere feedback difficili da ottenere online.

Oltre all'interdipendenza con lo strumento di DC scelto, il canale di vendita dipende anche dalle risorse e dalle strategie del committente o del designer. La scelta è collegata al campo C5 (processo di personalizzazione) del PCC.

Come si evince dagli elenchi precedenti, non c'è un percorso lineare tra il concept e le scelte strategiche da intraprendere per l'implementazione; si possono immaginare quindi vari punti di partenza, varie condizioni e risorse che vincolano il percorso progettuale. Comunque, lo schema della pagina 234 cerca di illustrare i possibili collegamenti tra PCC e le scelte strategiche.

10.2.3 Contesto italiano

Il metodo e il *tool* elaborati dalla ricerca possono essere utili per imprese sia piccole che grandi; quest'ultime hanno da tanto tempo implementato il concetto della personalizzabilità efficiente (in forma di *mass customization*); dall'altra parte lo sviluppo e la produzione digitale di prodotti personalizzabili attraverso il Design Computazionale potrebbe essere una pratica trasformativa e stimolante per le Piccole e Medie Imprese dominanti nell'economia italiana. Nel contesto regionale, si pone particolare attenzione al potenziamento del tessuto imprenditoriale attraverso le nuove tecnologie: ad esempio, nel programma di finanziamenti POR FESR Lazio 2014-2020, l'asse 3 (competitività) prevede il sostegno ai processi di riposizionamento competitivo dei sistemi imprenditoriali territoriali. Il relativo "Obiettivo Tematico 3 - Promuovere la competitività delle piccole e medie imprese" ha quattro priorità di investimento, tra cui sono particolarmente rilevanti (per l'implementazione della ricerca presente) le prime due: "a) promuovere l'imprenditorialità, in particolare facilitando lo sfruttamento economico di nuove idee e promuovendo la creazione di nuove aziende, anche attraverso incubatori di imprese; b) sviluppare e realizzare nuovi modelli di attività per

le PMI, in particolare per l'internazionalizzazione". Relativamente a questi scopi dichiarati, al momento ci sono vari bandi aperti (e altri recentemente chiusi o di prossima apertura) per promuovere il trasferimento tecnologico, sia in forma di startup nate da spin-off della ricerca, sia in forma di azioni per la ricerca e innovazione collaborativa tra imprese e organismi di ricerca.

Focus sulle micro-imprese artigiane

L'approccio discusso di Design Computazionale e Fabbricazione Digitale potrebbe dare benefici significativi anche alle imprese artigiane, che si possono considerare particolarmente interessanti poiché l'aggiornamento digitale verso l'industria 4.0' sta diventando loro accessibile solo recentemente. Queste imprese sono simili per il loro modo di operare, che prevede un contatto stretto tra progettazione, produzione e distribuzione: tali attività di solito sono svolte come una collaborazione stretta tra pochissime persone (spesso una sola). Un'altra caratteristica dell'ambito produttivo è il contatto diretto con l'utente finale, che può generare prodotti personalizzati secondo le esigenze dello specifico utente, come i prodotti di sartoria. Dal punto di vista organizzativo, le imprese in questione sono tendenzialmente iscritte all'Albo delle Imprese Artigiane (oltre 96 mila nella regione Lazio a fine 2016)[16]; più specificamente, l'artigianato artistico e tradizionale, categoria riconosciuta dalle camere di commercio. Riguardo questa tematica, è disponibile l'ampia indagine "Rapporto sull'Artigianato Artistico e Tradizionale del Lazio" (2011), prodotta dal progetto Artigianato Artistico Lazio (BIC Lazio) e promossa dall'Assessorato alle Attività Produttive. Questo rapporto evidenzia la prevalenza delle micro-imprese nel campo: solo il 5% impiega oltre cinque addetti e il 75% sono ditte individuali [17]. L'innovazione nel campo artigianale è una priorità riconosciuta anche a livello nazionale, manifestata in bandi per il finanziamento dello sviluppo, soprattutto dal punto di vista infrastrutturale. Recentemente, anche vari attori privati hanno iniziato a investire nell'aggiornamento digitale delle attività artigianali, dimostrando varie storie di successo (Banca IFIS: Botteghe Digitali, Samsung: Maestros Academy). A livello mondiale, numerosi esempi di ricerca e di impresa dimostrano le potenzialità dell'apertura del progetto verso l'utente, dalla semplice personalizzazione *taylor-made* al co-design che sfrutta pienamente le capacità creative dell'utente. Tuttavia, l'adozione della Fabbricazione Digitale e soprattutto del Design Computazionale nella piccola manifatturiera è anco-

16. <http://www.mc.camcom.it/P42A51C90S39/Imprese-Artigiane.htm>

17. catalogazione delle imprese: <http://www.artigianatoartisticolazio.com> (estratto dello studio: <http://www.bic Lazio.it/it/chi-siamo/rapporto-artigianato-artistico-lazio.bic>)

ra ostacolato dalla difficoltà di orientamento tra le possibilità e la mancanza delle competenze tecniche e concettuali per un'implementazione fruttuosa. Ciò renderebbe attuale una ricerca ulteriore in collaborazione con un campione di microimprese artigiane per sperimentare l'applicabilità del metodo proposto in questa ricerca, e determinare con maggiore precisione i processi con cui il design personalizzabile possa essere praticato, considerando le peculiarità delle imprese in questione.

Al fine di aumentare la competitività di queste imprese, sarebbe desiderabile creare nuove qualità funzionali ed estetiche, precedentemente impossibili da realizzare, secondo le possibilità che nascono dall'incrocio dei saperi manuali e delle innovazioni digitali come la FD e il DC. Le dinamiche dell'industria 4.0 potrebbero aumentare il mercato attuale in diverse direzioni, verso consumatori con meno risorse, con esigenze particolari, con residenza remota ecc.; rendendo le micro-imprese artigiane più competenti per affrontare le esigenze del mercato contemporaneo.

10.2.4 Prospettive per la professione

Per concludere possiamo già affermare che l'uso sofisticato della Fabbricazione Digitale e del Design Computazionale ha implicazioni profonde verso la pratica del designer. Per la professione Design, questo non è semplicemente una questione di nuovi strumenti, ma una vera e propria opportunità per ripensare la sua natura e le sue competenze. Dunque, se e quali nuove competenze possano essere integrate nel nucleo della disciplina, è una questione aperta. Oggi, le tecnologie emergenti permettono a un designer singolo (ben istruito) di passare virtuosamente tra molti compiti che avrebbero richiesto vent'anni fa diversi professionisti; dall'altra la crescita del sapere nel campo potrebbe agevolare la nascita di una nuova nicchia specializzata della disciplina. In ogni caso, la fabbricazione digitale e il design parametrico possono essere visti non solo come strumenti di produttività, ma anche come promotori di una natura diversa di design.

BIBLIOGRAFIA
REFERENCES

- Aish, R. and Woodbury, R. (2005). Multi-level Interaction in Parametric Design. In A. Butz, B. Fisher, A. Krüger, P. Olivier (a cura di), *Smart Graphics*, pp. 924-924. Berlin: Springer
- Amiri, F. (2011). Programming as Design: The Role of Programming in Interactive Media Curriculum in Art and Design. *International Journal of Art & Design Education*, 30, 2011, 200-210.
- Anderson, C. (2006). *The Long Tail: Why the Future of Business Is Selling Less of More*. New York: Hyperion.
- Anderson, C. (2012). *Makers: The New Industrial Revolution*. Danvers: Crown Publishing Group.
- Andreessen, M. (2011). Why Software Is Eating the World. In *The Wall Street Journal*, August 20, 2011 <http://online.wsj.com/article/SB10001424053111903480904576512250915629460.html> This
- Archer, B. (1981). A View of the Nature of Design Research. In R. Jacques, J. Powell (a cura di), *Design: Science: Method*. Guildford: Westbury House.
- Armstrong, A., Hagel, J. (1999). The Real Value of On-Line Communities. In D. Tapscott (a cura di), *Creating Value in the Network Economy*. pp. 173-185. Boston, MA: Harvard Business School Publishing.
- Baudrillard, J. (1968). *Le système des objets*. Paris: éditions Gallimard. Traduzione italiana. *Il sistema degli oggetti*. Milano: RCS Libri, 1972/2009
- Bjögvinsson, E., Ehn, P. & Hillgren, P. (2012). Design Things And Design Thinking: Contemporary Participatory Design Challenge. *Design Issues* 28, 3 (Summer 2012), 101-116. DOI: http://dx.doi.org/10.1162/DESI_a_00165
- Bowyer, A. (2007). *The Self-replicating Rapid Prototyper – Manufacturing for the Masses*, Invited Keynote Address, Proc. 8th National Conference on Rapid Design, Prototyping & Manufacturing, Centre for Rapid Design and Manufacture, High Wycombe, June 2007. Rapid Prototyping and Manufacturing Association.
- Branzi, A. e Hara, K. (2016). *Neo Preistoria: 100 Verbi*. Lars Muller Publishers.
- Brereton, M., Buur, J. (2008). New Challenges for Design Participation in the Era of Ubiquitous Computing. *CoDesign* 4, 2 (2008): 112.
- Brown, T. (2009). *Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. New York: Harper Collins.
- Brynjolfsson, E., McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York: Norton & Company.
- Burry, M. (2013). *Scripting Cultures: Architectural Design and Programming*. John Wiley & Sons
- Carmo, M. (2015). *The Alphabet and the Algorithm*. MIT Press, Cambridge.
- Chapman, J. (2005). *Emotionally Durable Design. Objects, Experiences and Empathy*. London: Eartchscan.
- Clune, J., Lipson, H. (2011). Evolving three-dimensional objects with a generative encoding inspired by developmental biology. In T. Lenaerts, M. Giacobini, H. Bersini, P. Bourguin, M. Dorigo, R. Doursat (a cura di), *Proceedings of the European Conference on Artificial Life*. pp. 141-148. Cambridge, MA: MIT Press.
- Context 2016 3D printing market report*, <http://www.3ders.org/articles/20160104-global-3d-printer-market-jumps-in-2015-thanks-to-desktop-3d-printer-sales.html>
- Cross, N. (1999). Design Research: A Disciplined Conversation. *Design Issues* 15(2): 5–10.
- Cross, N. (2007). From a design science to a design discipline: Understanding designerly ways of knowing and thinking. In R. Michel (a cura di) *Design Research Now*, 41-54. Basel: Birkhäuser.
- Cruickshank, L. (2016). *Open design and innovation*. London: Routledge.
- Davis, D. (2013). *A History of Parametric*. Retrieved from <http://www.danieldavis.com/a-history-of-parametric/>
- Davis, S. M. (1987). *Future perfect*. Boston: Addison-Wesley.
- Davis, S. M. (2007). *Intervista presso MCPC 2007*. Retrieved from <http://www.configurator-database.com/scientific/stan-davis-future-mass-customization>
- De Mul, J. (2011). Redesigning design. In B. Abel (a cura di), *Open design now*. Amsterdam: BIS.
- Di Lucchio, L. (2014). Design on-demand. Evoluzioni possibili tra design, produzione e consumo. In T. Paris (a cura di), *Lectures#2*, pp. 62-77. Rome: Rdesignpress.
- DiSalvo, C., Maki, J., Martin, N. (2007). Mapmover: A Case Study of Design-Oriented Research into Collective Expression and Constructed Publics. In R. Grinter, T. Rodden, P. Aoki, E. Cutrell, R. Jeffries, G. Olsons (a cura di), *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1249-52. New York: ACM.
- Engelbart, D. (1962). *Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework*. Stanford Research Institute Summary Report AFOSR-3223. Retrieved from <http://www.1962paper.org>
- Eppinger, S., Browning, T. (2012). *Design structure matrix methods and applications*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Eurostat (2017). *Combined Nomenclature*. http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/nomenclatures/index.cfm?TargetUrl=LST_NOM_DTL&StrNom=CN_2017
- Findeli, A. (1998). A Quest for Credibility: Doctoral Education and Research in Design at the University of Montreal. Doctoral Education in Design, Ohio, 8–11 October 1998
- Fischer, G. & Ostwald, J. (2002). Seeding, evolutionary growth, and reseeding: Enriching participatory design with informed participation. *Proceedings of PDC 2002*, pp. 135-143. Palo Alto, CA: CPSR.
- Fischer, G. (2009). End-User Development and Meta-design: Foundations for Cultures of Participation. In V. Pipek et al. (a cura di), *IS-EUD 2009, LNCS 5435*, pp. 3–14, 2009. Berlin: Springer-Verlag.
- Fischer, G., Giaccardi, E. (2006). Meta-Design: A Framework for the Future of End User Development. In:

- Lieberman, H., Paternò, F., Wulf, V. (a cura di), *End User Development*, pp. 427–457. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Frayling, C. (1993). Research in Art and Design. *Royal College of Art Research Papers* 1(1): 1–5
- Friedman, K. (2008). Research into, by and for design. *Journal of Visual Art Practice*, 7(2), 153-160.
- Garbee, E. (2016). *This Is Not the Fourth Industrial Revolution*. Retrieved from http://www.slate.com/articles/technology/future_tense/2016/01/the_world_economic_forum_is_wrong_this_isn_t_the_fourth_industrial_revolution.html
- Gershenfeld, N. (2005). *Fab: The Coming Revolution on Your Desktop--from Personal Computers to Personal Fabrication*. New York: Basic Books.
- Gershenfeld, N. (2012). How to Make Almost Anything. *Foreign Affairs*, November/December 2012, pp. 43-57
- Gilmore, J. H. & Pine, J. B. (2007). *Authenticity: contending with the new consumer sensibility*. Boston: Harvard Business Review Press.
- Google (2017). *Product Taxonomy*. <https://support.google.com/merchants/answer/6324436>
- Grace, K., Maher, M., L., Preece, J., Yeh, T., Stangle, A. & Boston, C. (2015). A Process Model for Crowdsourcing Design: A Case Study in Citizen Science. In J.S. Gero, S. Hanna (a cura di), *Design Computing and Cognition '14*, doi: 10.1007/978-3-319-14956-1_14
- Granelli, A. (2010). *Artigiani del digitale. Come creare valore con le nuove tecnologie*. Roma: Luca Sossella editore.
- Hanington, B., Martin, B. (2012). *Universal Methods of Design*. Beverly: Rockport Publishers.
- Hess, J., Pipek, V. (2012). Community-Driven Development: Approaching Participatory Design in the Online World. *Design Issues*, 28, 3 (Summer 2012), pp. 62-76. doi: http://dx.doi.org/10.1162/DESI_a_00162
- Holman, W. (2015). Makerspace: Towards a New Civic Infrastructure. *Places Journal*, November 2015. Retrieved from <https://doi.org/10.22269/151130>
- IDEO (2015). *The Field Guide to Human-Centered Design*. Retrieved from <http://www.designkit.org>
- Iordanova, I. (2007). Teaching Digital Design Exploration: Form Follows. *International Journal of Architectural Computing*, 5, 2007, 685-702.
- Jenkinson A. (1994). Beyond segmentation. *Journal of Targeting, Measurement and Analysis for Marketing*, Vol. 3, No. 1, pp. 60–72
- Jonas, W. (2007). From a design science to a design discipline: Understanding designerly ways of knowing and thinking. In R. Michel (a cura di) *Design Research Now*, 41-54. Basel: Birkhäuser.
- Jones, J. C. (1970). *Design Methods: seeds of human futures*. London: John Wiley & Sons.
- Jones, J. C., Thornley, D. (a cura di) (1962). *The Conference on Design Methods: papers presented at the conference on systematic and intuitive methods in engineering, industrial design, architecture and communications*. London: Pergamon Press.
- Kay, A. (1984). Computer Software. *Scientific American*, Volume 251, n.3
- Keinonen, T., Takala R. (2006). *Product concept design: a review of the conceptual design of products in industry*. London: Springer-Verlag.
- Kelley, T. (2013). *Creative Confidence: Unleashing the Creative Potential Within Us All*. New York: Harper Collins.
- Koen, P., Ajamian, G., Burkart, R., Clamen, A., Davidson, J., D'Amore, R., Elkins, C., Herald, K., Incorvia, M., Johnson, A., Karol, R., Seibert, R., Slavejkov, A., Wagner K. (2001). Providing clarity and a common language to the 'fuzzy front end'. *Research Technology Management*, 44(2):46-55
- Kuma, V. (2012). *101 Design Methods: A Structured Approach for Driving Innovation in Your Organization*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Lee, J. H., Gu, N., Williams, A. P. (2013). Exploring design strategy in Parametric Design to Support Creativity. In: R. Stouffs, P. H. T. Janssen, S. Roudavski, B. Tunçer (a cura di), *Open Systems: CAADRIA 2013*, pp. 489-498. Singapore
- Lee, J., Gu, N., Williams, A. P. (2014). Parametric design strategies for the generation of creative designs. *International Journal of Architectural Computing*, 12(3), 263-282. doi:10.1260/1478-0771.12.3.263
- Levi-Strauss, C. (1962). *La pensee sauvage*. Paris: Plon. Traduzione italiana. *Il pensiero selvaggio*. Milano: Il Saggiatore, 1996
- Lipson, H., Kurman, M. (2013). *Fabricated: The New World of 3D Printing*. Indianapolis: John Wiley & Sons.
- Liu, Y. T., Lim, C. K. (2006). New tectonics: a preliminary framework involving classic and digital thinking. *Design Studies*, 27, 2006, 267-307.
- Llach, D. C. (2013). Algorithmic tectonics: How Cold War Era Research Shaped Our Imagination of Design. In B. Peters, X. De Kestelier (a cura di), *Architectural Design Special Issue: Computation Works: The Building of Algorithmic Thought*, p 16-21. Indianapolis: John Wiley & Sons.
- Lynn, G. (1993). *Folding in Architecture*. Academy Editions
- Maeda, J. (2001). *Design by Numbers*. Boston: MIT Press.
- Maldonado, T. (1977). Disegno industriale. In *Enciclopedia del Novecento*. Trecciani.
- Maldonado, T. (1992). *Reale e virtuale*. Milano: Giangiaco Feltrinelli Editore.
- Manovich, L. (2013). *Software takes command: extending the language of new media*. New York: Bloomsbury Academic.
- Manzini, E. (2015). *Design, When Everybody Designs*. Cambridge, MA: MIT Press.

- McCullough, M. (1996). *Abstracting Craft: The Practiced Digital Hand*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Micelli, S. (2011). *Futuro artigiano*. Venezia: Marsilio Editori.
- Ministero dello Sviluppo Economico (2017). *Piano Nazionale Industria 4.0*. http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/Piano_Industria_40.pdf
- Munari, B. (1981). *Da cosa nasce cosa*. Roma: Laterza.
- Murray, R., Caulier-Grice, J., Mulgan, G. (2010). *The Open Book Of Social Innovation*. 1st ed. UK: NESTA.
- Osterwalder, A., Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*. Wiley.
- Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G., Smith, A., Papadacos, T. (2014). *Value Proposition Design: How to Create Products and Services Customers Want*, John Wiley & Sons.
- Oxman, N. (2010). *Material-based Design Computation*. Ph.D. thesis, MIT.
- Pine, J. B. & Gilmore, J. H. (1999). *The experience economy*. Boston: Harvard Business School Press.
- Pine, J. B. (1992). *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition*. Boston: Harvard Business School Press.
- Pine, J. B., Korn, K. C. (2011). *Infinite Possibility. Creating Customer Value on the Digital Frontier*. San Francisco: Berrett-Koehler.
- Pugh, S. (1991). *Total Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering*. Michigan: Addison-Wesley.
- Pye, D. W. (1968). *The Nature and Art of Workmanship*. Cambridge University Press
- Salvador, F., de Holan, P. M., Piller F. (2009). Cracking the Code of Mass Customization. *MIT Sloan Management Review*, 50(3), 2009, pp. 70–79.
- Scheibehenne, B., Greifeneder, R., Todd, P. M. (2010). Can There Ever be Too Many Options? A Meta-Analytic Review of Choice Overload. *Journal of Consumer Research*. 37: 409–425. doi:10.1086/651235
- Schumacher, P. (2016). *Parametricism 2.0: Rethinking Architecture's Agenda for the 21st Century*. Indianapolis: John Wiley & Sons.
- Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. US: Crown.
- Schwartz, B. (2004). *The Paradox of Choice - Why More Is Less*. New York: Harper Perennial.
- Sennett, R. (2008). *The Craftsman*. New Haven: Yale University Press.
- Shiner, L. (2007). The fate of craft. In S. Alfoldy (a cura di), *NeoCraft: Modernity and the Crafts*, pp. 33-46. Halifax: NSCAD Press.
- Simon H. A. (1996). *The Sciences of the Artificial*. Cambridge: MIT Press.
- Singh P. J., Gurumurthy, A. (2013). Establishing Public-ness in the Network: New Moorings for Development - A Critique of the Concepts of Openness and Open Development. In M. L. Smith, K. M. A. Reilly (a cura di), *Open Development: Networked Innovations in International Development*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Stappers, P. E., Giaccardi, E. (2017). Research through Design. In AA. VV. *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2nd Ed.*, <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/research-through-design>
- Starter, T. (2015, August 12). *Wearable-technology pioneer Thad Starter on how Google Glass could augment our realities and memories*. [intervista con Stevens, T.]. Retrieved from: <http://www.engadget.com/2013/05/22/thad-starter-on-google-glass/>
- Sterling, B. (2005). *Shaping Things*. Cambridge: MIT Press.
- Sutherland, I. (1975). Structure in Drawing and the Hidden-Surface Problem. In N. Negroponte (a cura di), *Reflections on Computer Aids to Design and Architecture*, pp. 73-77. New York: Petrocelli/Charter.
- Tassi, R. (2008). *Design della comunicazione e design dei servizi. Il progetto della comunicazione per l'implementazione*. Laurea Magistrale, Politecnico di Milano.
- Tedeschi, A., Wirz, F., Andreani, S. (2014). *AAD, Algorithms-aided design*. Brienza: Le Penseur.
- Toffler, A. (1980). *The Third Wave*. New York: Morrow.
- Unione Europea (2014). *Horizon 2020: Key Enabling Technologies (KETs), Booster for European Leadership in the Manufacturing Sector*. [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2014/536282/IPOL_STU\(2014\)536282_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2014/536282/IPOL_STU(2014)536282_EN.pdf)
- Verganti, R. (2009). *Design Driven Innovation: Changing the Rules of Competition by Radically Innovating What Things Mean*. Cambridge, MA: Harvard Business Press.
- Victor, B. (2012). *Inventing on principle*. [talk presso la conferenza CUSEC 2012]. <https://vimeo.com/36579366>
- Visocky O'Grady, J., Visocky O'Grady, K. (2006). *A designer's research manual: succeed in design by knowing your client and what they really need*. Gloucester: Rockport Publishers.
- Weinberger, D. (2012). *Too Big to Know. Rethinking Knowledge Now that the Facts aren't the Facts, Experts are Everywhere, and the Smartest Person in the Room is the Room*. New York: Basic Books.
- Yenicoglu, B, Suerdem, A. (2015). Participatory New Product Development - A Framework for Deliberately Collaborative and Continuous Innovation Design. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 195 (2015) pp. 1443 – 1452
- Yoon, H. S., Lee, J. Y., Kim, H. S., Shin, Y. J., Chu, W. S., Ahn S. H. (2014). A comparison of energy consumption in bulk forming, subtractive, and additive processes: Review and case study. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing* 1: 261. <https://doi.org/10.1007/s40684-014-0033-0>

Sitografia

<http://atfab.co/>

<http://fffff.at/free-universal-construction-kit>

<http://highlight.digital.udk-berlin.de/>

<http://locatable.me/>

<http://mymakie.com>

<http://n-e-r-v-o-u-s.com/>

http://n-e-r-v-o-u-s.com/shop/search_tags.php?search=custom

<http://sergepayen.fr/en/parametric-u-hook/>

<http://www.co-de-it.com>

<http://www.materialise.com/en/mgx/collection>

<http://www.metaformtools.com/>

<http://www.minetoys.com/>

<http://www.sketchchair.cc/>

<http://www.sketchchair.cc/>

<https://copypastry.net/>

<https://feetz.com/>

<https://fitchwork.com>

<https://heldersantos.com/portfolio/216/>

<https://n-e-r-v-o-u-s.com/cellCycle/>

<https://wiivv.com/products/full-length-insoles>

<http://www.co-de-it.com>

<https://www.configurator-database.com/database>

<https://www.heroforge.com/>

<https://www.kickstarter.com/projects/diatom/sketchchair-furniture-designed-by-you>

<https://www.kickstarter.com/projects/wiivv/base-by-wiivv-custom-3d-printed-insoles>

<https://www.makersleeve.com/>

<http://www.materialise.com/en/mgx/collection>

<https://www.media.mit.edu/projects/emotivemodeler-an-emotive-form-design-cad-tool/overview/>

<https://www.nicetrails.com>

<https://www.opendesk.cc>

<https://www.thingiverse.com/>

https://www.thingiverse.com/apps/customizer/run?thing_id=1367661

<https://www.twikit.com/standesk/>

Ringraziamenti

La ricerca dottorale era un lungo percorso con varie deviazioni, difficoltà e perplessità; affrontare queste sarebbe stato impossibile senza l'aiuto di molte persone. Prima di tutto vorrei ringraziare la prof. Loredana Di Lucchio per le opportunità offerte e il confronto instancabile su tutti i livelli, concettuali, strategici e operativi. Ringrazio inoltre il prof. Lorenzo Imbesi per il continuo supporto, il prof. Tonino Paris per il coinvolgimento fiducioso nella sua attività didattica. È stata preziosa la collaborazione di Alex, Ainee, Einar e Masha durante i diversi workshop organizzati per gli studenti della Sapienza Università di Roma e del Oslo and Akershus University College of Applied Sciences, studenti che hanno fornito feedback indispensabili per lo sviluppo dello strumento progettuale elaborato. Ringrazio poi Marco per il supporto delle attività sperimentali presso il laboratorio Sapienza Design Factory, e Gianni per la revisione del testo. Infine, ricordo Giulio, Federico e Dario, che, coinvolgendomi nel progetto Makoo, hanno dato l'impulso iniziale per approfondire il tema del design computazionale.