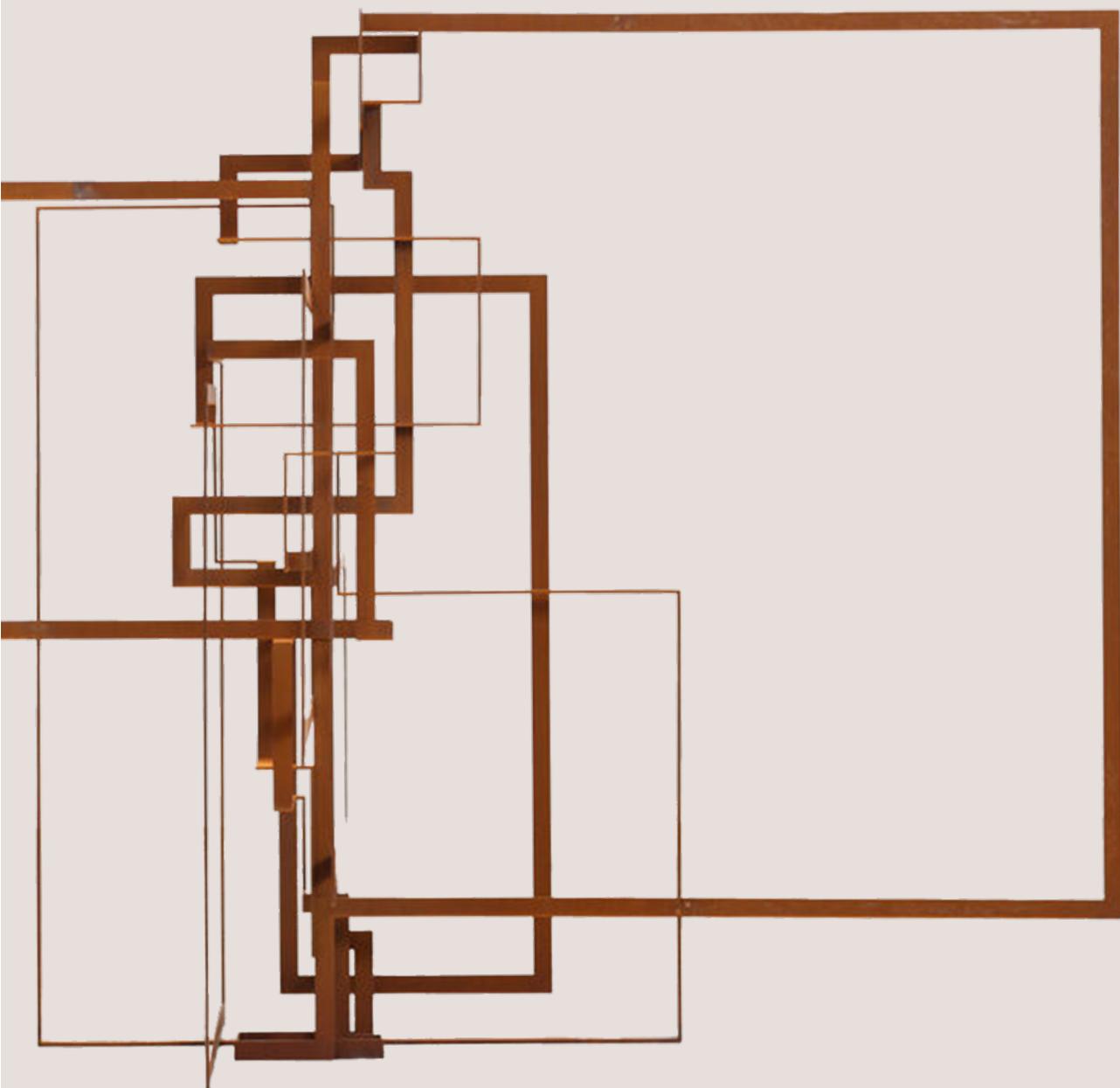


Immagini mentali in architettura

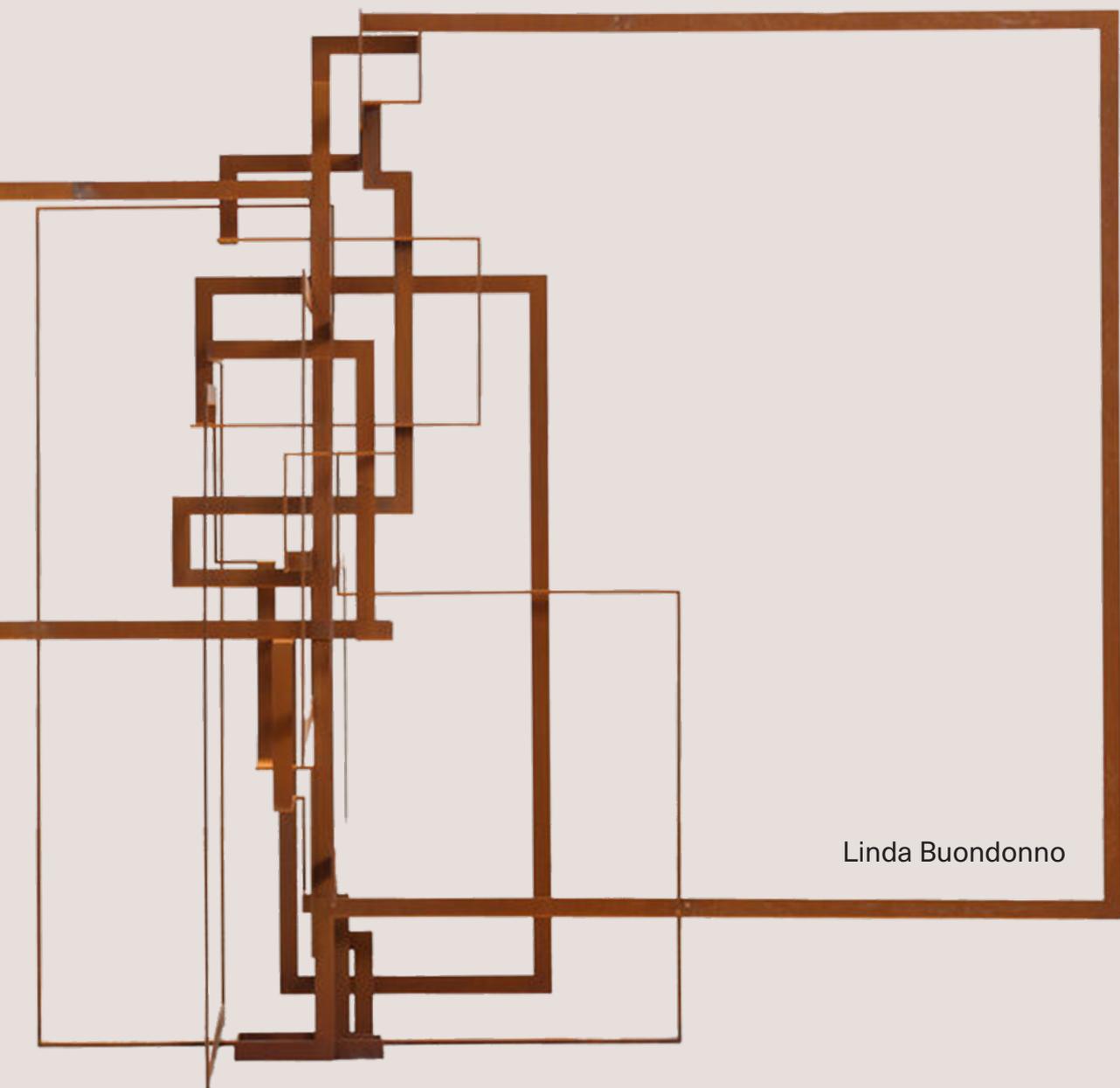
Tecnologia del progetto nell'epoca
della pervasività del digitale.





Immagini mentali in architettura

Tecnologia del progetto nell'epoca
della pervasività del digitale.



Linda Buondonno

In copertina:

Antony Gormley, *Implicate III*, 2022, 6 mm Corten steel, 188.3 × 261.7 × 272.8 cm.
Elaborazione di Linda Buondonno da fotografia di Stephen White & Co.

Immagini mentali in architettura

Tecnologia del progetto nell'epoca
della pervasività del digitale.

Tesi di dottorato

Linda Buondonno

Relatore: Prof. Andrea Giachetta

XXXVI Ciclo - curriculum architettura
Corso di Dottorato in Architettura e Design

Dipartimento di Architettura e Design (DAD)
Università degli Studi di Genova

A.A. 2023/2024

Indice

Introduzione

Parte I – La mente che progetta

1. Scienze cognitive in architettura: mente, corpo, spazio progettato	22
1.1 Contaminazioni: prospettiva neurofenomenologica in architettura	24
1.2 Processi cognitivi nella prefigurazione architettonica	30
1.2.1 Problemi mal definiti e strategie risolutive	
1.2.2 Processi cognitivi alla base del processo progettuale	
2. Immaginazione nel processo progettuale in architettura	44
2.1 Immaginare l'architettura: verso una definizione di campo	46
2.2 Immaginazione e processi sensomotori	58
2.3 Ispezione, trasformazione e differenze individuali	66
3. Mente estesa: immaginazione e mediazioni tecnologiche	74
3.1 Immaginazione interattiva ed esternalità	76
3.1.1 Innervazione tecnologica nell'immaginazione	
3.1.2 <i>Distributed cognition</i> ed esternalità	
3.1.3 Antilocalizzazione della mente	
3.2 Postfenomenologia delle relazioni mediate	86
3.2.1 Mediazione tecnologica	
3.2.2 Prassi digitale	

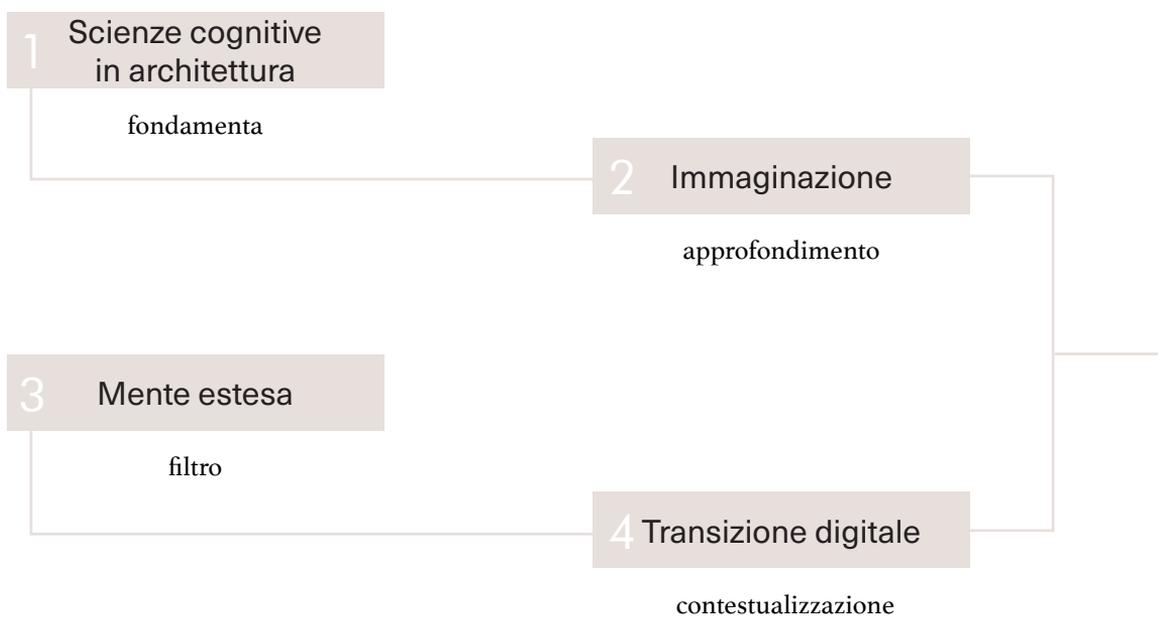
4. Transizione digitale in architettura	96
4.1 Dall'idealizzazione alle applicazioni effettive: la prima svolta digitale	98
4.2 La seconda svolta: dalla forma al processo	105
4.3 L'egemonia dell'immagine	109
4.4 Metamorfosi digitale	110
5. Modello immaginato e modello digitale: possibili interazioni	112
5.1 Progettazione architettonica come sistema di modelli	114
5.2 Proprietà delle immagini-modelli digitali	124
5.2.1 Modelli e percezione visiva	
5.2.2 Oltre il visuale	
5.2.3 Precisione e indeterminatezza	
5.3 L'interazione con il modello digitale: da forma a processo	130
5.3.1 Da incrementale a generativo	
5.3.2 Segmentazione e sommatoria	

Parte II – Osservazioni sperimentali

6. Misurare la mente che progetta	I40
7. Immaginazione e strumenti digitali: uno studio sperimentale	I46
7.1 Introduzione	I48
7.2 Obiettivo	I50
7.3 Metodo	I50
7.3.1 Partecipanti e procedura	
7.3.2 Descrizione del task	
7.3.3 Strumenti psicometrici post-task	
7.4 Analisi dei dati	I56
7.5 Risultati	I56
7.5.1 Principali effetti della condizione	
7.5.2 Principali effetti delle variabili moderatrici	
7.5.3 Principali effetti di interazione	
7.6 Conclusioni	I65
8. Correlati neurali e stili cognitivi visuali. Una valutazione psicologica ed elettroencefalografica.	I68
8.1 Introduzione	I72
8.2 Obiettivo	I72
8.3 Metodo e risultati	I73
8.3.1 Fase 1: valutazione psicologica	
8.3.2 Descrizione del task	
8.3.3 Fase 2: valutazione elettroencefalografica	
8.4 Conclusioni e futuri sviluppi	I82

Bibliografia

Struttura della ricerca





Introduzione

Inquadramento

Anche l'architettura, in tutte le sue declinazioni, è stata permeata dall'avvento della digitalizzazione con un impatto dall'andamento esponenziale anche sul processo progettuale. Dal punto di vista dell'interazione tra innovazione tecnologica e architettura, si tratta, oggi, di uno degli impatti più dirompenti, quasi sicuramente il principale nelle fasi prefigurative e ideative del processo che porta alla realizzazione di spazi costruiti.

La prospettiva sul rapporto tra architetto e strumenti digitali adottata in questa tesi è, quindi, quella cognitiva, ritenendo sempre più centrale una riflessione sul modo in cui i software incidono sui sistemi di pensiero durante l'attività progettuale.

Questo studio, anche grazie allo specifico taglio che si è scelto di dargli, si propone di approcciare il tema in modo "laico", cercando di non negare né esaltare l'importanza degli strumenti digitali e superando un dibattito spesso un po' sterile che prende posizioni o acriticamente pro o acriticamente contro, di fatto, bypassando, in un caso e nell'altro, il problema di fondo.

Lo sforzo specifico è quello di far collidere la riflessione sugli strumenti di modellazione digitale – già diffusamente affrontata dal punto di vista storico, della teoria del progetto e dell'innovazione tecnologica – con un'analisi della capacità di produrre immagini mentali, tema di vastissimo respiro e con il quale si confrontano da sempre la filosofia, la psicologia e, recentemente, le neuroscienze.

Avvalendosi proprio della conoscenza derivante da questi campi, affrontata senza pretesa di esaustività, si prova a comprendere, cioè, quanto e come la capacità di immaginare o – meglio – di modellare con l'immaginazione architetture possa cambiare (e stia cambiando) in relazione all'uso di strumenti digitali sempre più sofisticati.

L'infrastruttura teorica principale per instaurare una relazione tra il complesso sistema di processi cognitivi messi in atto durante l'attività di progettazione – di cui l'immaginazione costituisce, in questa sede, il focus specifico – e gli strumenti digitali è costituita dalle teorie della mente estesa. Il problema è poi affrontato, sulla base della disamina teorica preliminare, anche da un punto di vista sperimentale, tentando di rimanere aderenti ad un approccio neurofenomenologico.

Obiettivi

Obiettivo principale:

-Valutare se l'ipotesi di un possibile impatto significativo degli strumenti digitali sulla produzione di immagini mentali durante l'attività progettuale in architettura sia supportabile dal punto di vista teorico, cercando di comprendere

la reale importanza di questa interazione e delineando alcune ipotesi sulle sue possibili conseguenze.

Sub-obiettivi:

- Strutturare un possibile impianto metodologico utile ad affrontare il tema specifico delle immagini mentali nella progettazione architettonica tenendo in considerazione il ruolo degli strumenti digitali.

Questo permette di rendere scientificamente esplorabile un'ipotesi fino ad ora scarsamente considerata, aprendo un nuovo campo di ricerca che sembra promettente e di cui questo lavoro si pone come possibile base di partenza, perfezionabile ed espandibile.

- Selezionare alcune chiavi di lettura specifiche attraverso cui affrontare il problema in modo sperimentale. Al fine di ottenere dati quali-quantitativi attraverso esperimenti è necessario individuare preliminarmente ipotesi puntuali all'interno della complessità del problema delle possibili modalità di interazione tra immaginazione dell'architetto e software digitali.

Metodo

Il lavoro è stato condotto attraverso un'analisi critica della letteratura afferente agli ambiti della filosofia, della psicologia e delle neuroscienze per quanto riguarda la definizione di campo del tema dell'immaginazione funzionale al processo progettuale in architettura.

Sono inoltre stati affrontati testi già di carattere ibrido, sia nella forma dei cosiddetti *design studies* sia per quanto riguarda il recente ambito di ricerca che vede contaminarsi architettura e neuroscienze.

Per un migliore orientamento tra i diversi campi della conoscenza chiamati in causa, la ricerca si è avvalsa anche di momenti di approfondimento coincisi con conferenze nazionali ed internazionali sul tema della creatività (MIC Conference, Marconi Institute of Creativity – Bologna, agosto 2022), sulla neurofenomenologia (Neurophenomenology of Sacred Spaces, catholic University of America – Washington D.C., marzo 2023), sul *science-based design* e atmosfera architettonica (Designing Atmospheres: Theory and Science, Kansas State University – Manhattan, KS, marzo 2023) e sull'applicazione delle neuroscienze all'architettura (Academy of Neuroscience for Architecture 20th Conference – La Jolla, CA, settembre 2023). La conferenza del Marconi Institute of Creativity e quella dell'Academy of Neuroscience for Architecture sono state anche proficue occasioni di confronto sul presente lavoro, esposto nelle poster session in una sintesi delle sue diverse fasi di realizzazione.

In occasione della conferenza organizzata dalla Catholic University of America,

è stato inoltre possibile intervistare Michael Arbib, Sarah Robinson e Bob Condia, tra i più noti studiosi in questo specifico ambito di ricerca; una riflessione che mette a sistema le loro dichiarazioni è contenuta in un articolo pubblicato sulla rivista GUD¹.

Ulteriori collaborazioni sono state messe in atto per la seconda parte della ricerca, in cui si è affrontato il problema attraverso due studi sperimentali; per farlo è stato necessario avvalersi delle competenze extradisciplinari fornite, per il primo studio, da due psicologi – la Prof.ssa Manila Vannucci, docente di psicologia generale presso il Dipartimento di Neuroscienze, Psicologia, Area del Farmaco e Salute del Bambino (NEUROFARBA) dell'Università di Firenze – e il Prof. Carlo Chiorri, docente di psicometria presso il Dipartimento di Scienze della Formazione (DISFOR) dell'Università di Genova, e per il secondo studio dal Prof. Massimo Leandri, docente di neurologia presso il Dipartimento di neuroscienze, riabilitazione, oftalmologia, genetica e scienze materno-infantili (DINOEMI) e dall'Arch. Gaia Leandri, ricercatrice Post-Doc presso il Dipartimento di Architettura e Design dell'università di Genova, esperta in neuroscienze nell'ambito della rappresentazione architettonica. In entrambi gli esperimenti sono stati utilizzati strumenti psicometrici per ottenere misure di alcune dimensioni psicologiche, e nel secondo esperimento, è stato impiegato anche l'elettroencefalogramma (EEG).

La tesi, partendo dalla consapevolezza architettonica, si è espansa ed è stata sostenuta da metodologie proprie delle scienze cognitive, in ottica transdisciplinare, con la finalità di comprendere il fenomeno in questione attraverso e al di là delle discipline.

Questo tipo di ricerca ha dei limiti intrinseci che derivano dalla difficoltà di ricercatori con diversi background di padroneggiare un dominio comune e dalla mancanza di medesimi riferimenti su uno stesso terreno di studio, rendendo talvolta necessarie delle semplificazioni.

La parte di lavoro corrispondente al secondo esperimento è stata proposta, in collaborazione con l'Arch. Gaia Leandri, ad una Call for Young Researchers² lanciata dall'Architects' Council of Europe (ACE); è risultata vincitrice di un finanziamento ed è stata esposta alla General Assembly di ACE nel novembre del 2023.

¹ Buondonno, L. (2023). L'emergere della mente nella progettazione architettonica: Corpo, cervello e strumenti digitali. Dialoghi con Sarah Robinson, Bob Condia e Michael Arbib. GUD (Genoa University Design), 7.

² <https://www.ace-cae.eu/activities/call-for-research-experts-and-young-talents-in-artificial-intelligence/>

Risultati raggiunti

Rispetto agli obiettivi prefissati, questa ricerca ha dimostrato, sia sul piano teorico sia attraverso alcuni esperimenti, l'effettiva incidenza degli strumenti digitali sulla dimensione immaginativa del processo progettuale. Ambire a fornire una descrizione dotata di struttura scientifica a fenomeni sfuggenti ed effimeri come quelli che coinvolgono le immagini mentali è la sfida che questa ricerca ha colto e dalla quale sono scaturiti effettivamente risultati positivi.

L'appoggiarsi alle riflessioni filosofiche che da lunga data si interrogano sulla questione dell'immaginazione si è rivelato utile a delimitare il problema a quanto fosse strettamente rilevante per l'unità di analisi specifica ma, allo stesso tempo, anche a collocare il fenomeno all'interno di un contesto di più ampio respiro.

Attraverso le nozioni derivanti dalla psicologia e dalle neuroscienze è stato possibile comprendere che le immagini mentali possono costituire uno dei sistemi di modellazione dello spazio, per il loro carattere quasi-percettivo, perché in grado di espandere quanto ci è possibile percepire con i nostri sensi, per la possibilità di essere ispezionate e trasformate, fondandosi su esperienze personali rievocabili attraverso la memoria.

L'approccio "4E"³ alla cognizione, soprattutto quello che considera la mente estesa, è stato fondamentale per formare il legante tra un processo "interno", come viene solitamente considerato quello immaginativo, e le esternalizzazioni – in questo caso di carattere digitale – di cui si avvale l'architetto per consentire l'avanzare del processo progettuale. La tesi dimostra che i concetti di interno ed esterno, se si considera come unità di analisi il sistema architetto-modello digitale, non sono più validi e che le parti si condizionano reciprocamente.

Questo ha ripercussioni su due ordini temporali: sul lungo termine, la riflessione riguarderebbe il bilancio di quello che si perde e si guadagna nella delega allo strumento tecnologico di capacità fondamentali, se non ontologiche, dell'essere umano; sul breve termine, invece, la riflessione riguarda l'impatto degli strumenti digitali sui processi cognitivi in atto durante l'attività progettuale, che è proprio quello di cui questa ricerca si occupa.

Attraverso l'apporto metodologico della psicologia sperimentale e delle neuroscienze (EEG) si è potuto dimostrare il manifestarsi di alcune differenze significative tra processi progettuali – seppur simulati in un setting sperimentale – in condizioni diverse, confermando alcune delle ipotesi avanzate nella trattazione teorica.

Si spera che questa tesi possa fornire un valido metodo di approccio allo studio della relazione tra architetto e strumenti digitali da un punto di vista cognitivo.

³ *Embodied, enactive, embedded, extended.*

Futuri sviluppi

Si ritiene che la base metodologica tracciata in questa ricerca e alcune delle ipotesi di modalità di interazione avanzate possano costituire un punto di partenza per ulteriori studi che ricalchino quello presentato qui, con l'obiettivo di indagare altre dimensioni cognitive coinvolte nella progettazione o prendendo in analisi software diversi da quelli già qui considerati. Altrettanto interessante potrebbe essere integrare ulteriori metodi di indagine sulle ipotesi sperimentali già affrontate, in modo da illuminare le zone d'ombra che necessariamente rimangono in ogni esperimento.

I risultati ottenuti dalla presente ricerca e quanto potrebbe ulteriormente scaturire da studi che ne ricalchino i passaggi hanno un triplice impatto: in ambito didattico, in ambito professionale e di programmazione di software.

Il fatto che i software per la progettazione incidano in modo significativo sulla capacità immaginativa ha una rilevanza notevole, in primo luogo, in campo didattico: mettere gli studenti di architettura in condizione di ottenere una metacognizione sul proprio processo progettuale in modo da avere, tra le altre cose, consapevolezza del proprio rapporto con gli strumenti digitali sembra di centrale importanza.

Inoltre, si è visto come le immagini mentali nell'attività progettuale derivino i propri contenuti dalle esperienze di contatto con lo spazio. Una linea di ricerca futura potrebbe essere costituita dalla costruzione di una metodologia didattica che favorisca un allenamento alla percezione dello spazio intenzionale e consapevole, un'educazione all'attenzione sullo spazio e le sue mutevoli qualità. Un ulteriore sviluppo della ricerca in ambito didattico potrebbe riguardare l'educazione all'immaginazione, tentativo peraltro già messo in atto nel Laboratorio di Tecnologia di cui il Andrea Giachetta è docente e di cui si da conto in una sezione di un libro⁴ esito di un progetto di didattica innovativa nell'Ateneo genovese. Anche per i professionisti esperti i risultati della ricerca potrebbero essere recepiti e favorire una maggiore consapevolezza sui processi cognitivi messi in atto durante la propria attività progettuale. È noto, infatti, che a una conoscenza metacognitiva corrisponde la possibilità di regolazione dei propri processi di pensiero; soprattutto nel contesto dell'attività progettuale, che affronta problemi di partenza – vi ci si tornerà – “mal definiti”, questo può risultare funzionale all'ottimizzazione del processo sotto diversi aspetti.

Non esistendo regole predefinite per affrontare il processo progettuale, la metacognizione è fondamentale per strutturare il percorso verso una soluzione del problema, tanto quanto lo sono le altre conoscenze e competenze specifiche.

⁴ Giachetta, A., Rava, G. P., Lavarello, A., Battistini, J., Buondonno, L., Dighero, A., & Leonardi, M. (2021). Innovazione didattica nei laboratori di tecnologia del II anno. In *Un anno di didattica: Innovazione e ricerca nella scuola di architettura di Genova* (pp. 84–97). Sagep.

Infine, sembra evidente che la programmazione dei software per la progettazione architettonica gioverebbe della conoscenza di informazioni relative al funzionamento cognitivo. In questa ricerca è emersa la necessità di una maggiore adattabilità dei software alle differenze individuali che esistono nel modo di immaginare. Ulteriori questioni potrebbero presentarsi in tal senso attraverso futuri studi che potrebbero proprio coinvolgere case produttrici di software.

Parte I

La mente che progetta

Capitolo 1

Scienze cognitive in architettura:
mente, corpo, spazio progettato

Abstract

Lo studio inizia con la trattazione di alcuni concetti funzionali alla collocazione del focus di ricerca nel contesto dell'intersezione disciplinare tra scienze cognitive e architettura. La neurofenomenologia viene proposta come la prospettiva metodologica alla quale si cercherà di rimanere fedeli durante lo svolgimento della ricerca, la quale, da un lato, si colloca su un campo già battuto da tempo, dall'altro, raccoglie e integra anche le più recenti scoperte derivanti dalle neuroscienze (§ 1.1). Questa intersezione disciplinare, che sta conoscendo un crescente interesse, si occupa principalmente del rapporto tra corpo e spazio architettonico, mentre risulta meno indagato il processo progettuale che porta alla costruzione dello spazio architettonico. Quest'ultimo aspetto è il filone di ricerca nel quale si inserisce questa tesi, del quale nel § 1.2 si tratteggiano i confini.

1.1 Contaminazioni: prospettiva neurofenomenologica in architettura

Da sempre l'architettura, sia in quanto discorso su – sia per giungere alla sua dimensione costruita, incorpora e riflette l'apparato conoscitivo derivante da altre discipline. In particolare, si può riscontrare come, lungo tutto il corso della sua storia, l'architettura abbia assorbito, in varia misura, nozioni, impostazioni metodologiche o fondamenti teorici dalle scienze che studiano la natura umana (Mallgrave, 2015). Queste ultime influiscono sull'architettura in vario modo a seconda del proprio portato scientifico.

In seguito al brusco decadimento – a causa dell'avvento della Prima guerra mondiale – dell'entusiasmo generato da esperimenti come quello di Hellerau, in cui le diverse arti e la conoscenza del corpo erano ritenute fondamentali alla formazione dell'architetto, uno dei pochi ad aver tentato di coniugare la produzione architettonica con la conoscenza in ambito fisiologico è stato Richard Neutra. Nel suo *Survival through design*, afferma “avevo solo il profondo desiderio di far rilevare quanto giovamento abbia tratto, ai fini di una progettistica sana, dalle scienze contemporanee che hanno osservato il funzionamento organico alle minime distanze, per mettere così in evidenza in che vasta misura se ne possa avvantaggiare l'intero campo della progettistica, quest'arte fatale” (Neutra, [1954] 2015, p. 10).

La ricerca qui presentata indaga, a partire dal baricentro disciplinare dell'architettura, all'interno dell'intersezione dell'alone di influenza di quest'ultima con quello delle scienze cognitive. Sebbene lo sguardo degli architetti si sia rivolto alla psicologia ambientale già a partire dagli anni '60, è solo negli ultimi vent'anni che il loro interesse si è allargato fino a includere le neuroscienze, campo in cui si registra un esponenziale aumento di scoperte riguardanti il funzionamento del cervello umano.

Sia architetti, sia scienziati cognitivi hanno visto un'opportunità in questa nuova potenziale collaborazione e già esistono strutture per la messa a sistema delle nuove conoscenze; una di queste è l'Academy of Neuroscience for Architecture¹ (ANFA) che promuove la ricerca e la divulgazione su questi argomenti attraverso borse di studio e conferenze. A livello di formazione specialistica, in Italia, l'approccio ad un'architettura informata dalle scienze cognitive è proposto dal master di secondo livello Neuroscience Applied to Architectural Design² (NAAD) presso lo IUAV.

¹ <https://anfarch.org/>

² <http://www.naad-master.com/>

Gli esiti finora derivanti dalla ricerca in questo campo emergente, generato dalla contaminazione tra scienze cognitive e architettura, si conformano secondo varie declinazioni; si può, tuttavia, individuare una macro-distinzione tra le ricerche che definiscono il proprio focus sul complesso rapporto tra architettura e corpo che ha esperienza dello spazio e quelle che, invece, spostano la loro attenzione sui processi cognitivi del corpo che progetta lo spazio. La presente ricerca si inserisce nel secondo filone, che comunque non prescinde dallo studio dell'esperienza spaziale. Questa viene sempre più diffusamente descritta attraverso il concetto di atmosfera: "cristallizzandosi come una piena e completa esperienza della sostanza architettonica, qui l'atmosfera è decifrata come *la condizione di risonanza emotiva e conseguente consonanza tra il soggetto che percepisce e il suo intorno architettonicamente organizzato*"³ (Canepa, 2022, p. 117).

Si affronterà, nei capitoli seguenti, l'analisi dei processi cognitivi messi in atto dal progettista chiamato a progettare lo spazio (§ 1.2). Si focalizzerà poi la trattazione sull'immaginazione, in quanto capacità-ponte tra l'esperienza – corporea e atmosferica – dello spazio e la sua progettazione, attraverso una disamina che prende in considerazione posizioni derivanti dalla filosofia, dalla psicologia e dalle neuroscienze (Cap. 2).

Alla luce di un rinnovato interesse per la corporeità dell'esperienza dello spazio architettonico, grazie anche a testi chiave come *Questions of perception: phenomenology of architecture* di Steven Holl, Juhani Pallasmaa e Alberto Pérez-Gómez ([1994] 2006)), la ricerca ha quindi assunto un approccio neurofenomenologico. La neurofenomenologia rappresenta una sistematizzazione metodologica di questa tendenza, costituisce l'approccio maggiormente utilizzato dalle reti di ricerca sopra menzionate e si ritiene possa essere un valido approccio anche allo studio del processo progettuale in architettura.

La neurofenomenologia è stata proposta per la prima volta dal filosofo e neuroscienziato cileno Francisco Javier Varela García come "maniera per coniugare la moderna scienza cognitiva con un approccio rigoroso all'esperienza umana"⁴ (Varela, 1996, p. 330).

Tradizionalmente, infatti, come evidenzia già nel 1883 Wilhelm Dilthey –filosofo e psicologo tedesco– lo studio della mente umana era affrontato da due approcci antitetici sia per interpretazione dell'oggetto di studio sia per metodologie utilizzate: le scienze della natura e le scienze dello spirito. Le scienze della

³ "Crystallizing itself as a full and complete experience of the architectural substance, here atmosphere is deciphered as *the condition of emotional resonance and subsequent consonance between the perceiving subject and their architectonically arranged surroundings*" (Canepa, 2022, p.117, corsivo dell'autrice, trad. it. di Linda Buondonno).

⁴ "Neuro-phenomenology is the name I am using here to designate a quest to marry modern cognitive science and a disciplined approach to human experience, thus placing myself in the lineage of the continental tradition of phenomenology" (Varela, 1996, trad. it. di Linda Buondonno).

natura si occupavano di tutto ciò che potesse essere considerato un fenomeno naturale e procedeva nella sua analisi attraverso la riduzione dell'oggetto in parti misurabili quantitativamente. Le scienze dello spirito si occupavano invece dell'esperienza umana nella storia, radicata (*grounded*⁵), e approcciavano il problema rispettando l'unità del fenomeno (Dilthey, 1883). Durante il Novecento, per affrontare quello che David Chalmers (1995) definisce “hard problem of consciousness”, cioè la spiegazione della relazione tra fenomeni fisici ed esperienza, si è mantenuto il dualismo che ha, da un lato, ridotto l'esperienza cosciente a mero epifenomeno, dall'altro ha prodotto speculazioni che non tenevano conto dei dati provenienti dagli studi quantitativi.

Edmund Husserl è stato uno dei primi filosofi ad elaborare esplicitamente una posizione antiscientista esprimendo la possibilità di una psicologia fenomenologica ([1925] 1977), sforzo peraltro simile a quello intrapreso poi anche da Sartre (1940), Merleau-Ponty (1945), Gurwitsch ([1955] 2009). Husserl auspicava di rimarginare la cesura tra naturalismo e storicismo attraverso una filosofia che indagasse la coscienza umana in prima persona, attraverso l'intenzionalità come filtro di analisi ma rispettando i canoni del sapere scientifico. Per farlo, sottolineava la necessità, da parte del soggetto, di esercitare l'*epochè*, liberandosi da pregiudizi, teorie e credenze, operazione che denominava “riduzione fenomenologica” e che sosteneva potesse permettere l'accesso a un piano descrittivo puro.

La maggior parte della ricerca psicologica ha in seguito messo da parte la prospettiva fenomenologica in favore di un approccio cognitivo-comportamentale e psicanalitico.

Nel 1996 Varela pubblica *Neurophenomenology: A Methodological Remedy for the Hard Problem*, lavoro il cui titolo dichiara appunto l'intento di fornire un rimedio metodologico al problema sollevato da Chalmers. Varela parte dalla considerazione dell'esperienza cosciente come irriducibile ed evidenzia la necessità di colmare il divario tra ricerca scientifica in terza persona e punto di vista soggettivo, in prima persona, senza perdere la validità scientifica; il dialogo tra *Leib* e *Körper*⁶ si deve alimentare reciprocamente. Per arrivare a questo espone un'ulteriore ipotesi: “l'approccio fenomenologico alla struttura dell'esperienza e le loro controparti nelle scienze cognitive si relazionano tra loro tramite vincoli

5 Il grounded cognitivism è una prospettiva sulla cognizione che sostiene che essa emerge dall'interazione tra i sistemi sensori-motori, il corpo, l'ambiente fisico e l'ambiente sociale (Barsalou, L. W., 2016).

6 *Leib* e *Körper* sono due parole tedesche che nella fenomenologia di Edmund Husserl assumono due sfumature di significato diverse: il *Körper* è il corpo inteso come oggetto anatomico passibile di misurazioni oggettive, il *Leib* rappresenta la coscienza dell'esperienza che possiamo avere del corpo e del mondo attraverso il corpo, che, in questo caso, diventa veicolo di percezione, azione ed emozione.

reciproci”⁷ (Varela, 1996, p. 343). Accettare che i due approcci siano in una relazione di codeterminazione reciproca permette di non gerarchizzarne i ruoli ma piuttosto di analizzarne le specificità, le lacune e le contraddizioni per stabilire relazioni vincolanti di emergenza (Petitot et al., 1999). Tale emergenza si manifesta sui diversi piani: quello elettro-chimico dei processi neuronali, quello dell’astrazione logico-simbolica e quello dell’esperienza fenomenica. Non si tratta di costruire rapporti di corrispondenza tra i diversi livelli ma di costruire, secondo la teoria dei sistemi dinamici non lineari, relazioni che tengano in considerazione le invarianti strutturali della coscienza e i dati provenienti dalle misurazioni neuroscientifiche. Come riconosce Massimiliano Capuccio, la proposta metodologica di Varela si colloca proprio in una posizione “avvertita” rispetto alle possibili derive deterministiche derivanti dalle suggestioni tecniche come quelle del *neuroimaging* cerebrale “e cerca di sollecitare la sensibilità delle scienze cognitive nei confronti del ruolo che la coscienza, la corporeità viva, la socialità, la storia, gli abiti culturali giocano nella definizione della mente e delle sue facoltà”(Capuccio, 2008).

L’approccio di Varela è in linea, peraltro, con quello che Antonio Damasio, neuroscienziato, definisce “l’errore di Cartesio”: non è corretto considerare il corpo come un’entità separata dai processi di ragionamento, “proprio il nostro organismo, piuttosto che qualche realtà esterna assoluta, è usato come riferimento base per le costruzioni che elaboriamo del mondo circostante e di quel senso di soggettività, sempre presente, che è parte integrante delle nostre esperienze” (Damasio, [1994] 1995, p.24).

La rilevanza dell’approccio neurofenomenologico per l’architettura si può riconoscere almeno su tre livelli (Jelić, 2015): da un lato, è importante che l’architetto acquisisca una certa consapevolezza riguardo alla natura complessa dell’esperienza spaziale. Paradossalmente, l’architetto, grazie al suo percorso formativo, raggiunge una sensibilità relativa allo spazio che non necessariamente coincide con quella di chi lo abiterà⁸; non tutti i piani semantici che coesistono nella mente del progettista possono essere colti da chi interagisce con quello spazio. È necessario considerare, quindi, in primo luogo la fase pre-cognitiva dell’interazione con l’ambiente costruito e che questa deriva dalla considerazione del corpo fenomenico⁹. Dall’altro anche il processo progettuale stesso avviene attraverso l’interazione di un corpo fenomenico che interagisce con un “ambiente”,

7 «Phenomenological accounts of the structure of experience and their counterparts in cognitive science relate to each other through reciprocal constraints» (Varela, 1996, p. 343, trad. it. di Linda Buondonno).

8 Su questo è interessante quanto emerge dallo studio di Cialone et al. (2018): attraverso il metodo della cognitive discourse analysis, gli studiosi hanno dimostrato che architetti, pittori e scultori hanno concezioni dello spazio diverse determinate dal diverso background professionale e che queste differenze si manifestano nell’uso diverso del linguaggio in riferimento allo spazio.

9 Corpo inteso contemporaneamente come *Leib* e come *Körper*.

non solo costruito ma anche fatto di strumenti¹⁰, e determina l'emergere di una mente progettante di cui non è immediato stabilire i confini. Come evidenzia Andrea Jelić il *design thinking* “è un'attività neurologica che coinvolge sempre un pensiero metaforico e la produzione di immagini mentali, e in quanto tale è guidato dalla percezione, di natura intrinsecamente materica, tattile e spaziale”¹¹ (2015, p.10). Infine, il modo in cui l'architetto stesso percepisce lo spazio potrebbe essere oggetto di indagine neurofenomenologica: le condizioni specifiche attraverso cui l'architetto educa e allena il proprio corpo a percepire lo spazio, a causa del fenomeno della plasticità cerebrale, determinano sul lungo termine la capacità percettiva stessa e quindi, si auspica, la particolare sensibilità che il progettista dovrebbe trasmettere nel progetto.

Questa ricerca accoglie la prospettiva neurofenomenologica sia per sviluppare la presente discussione teorica (Parte I) sia nella fase sperimentale – descritta nella Parte II – che si è avvalsa sia di strumenti psicometrici per indagare l'esperienza vissuta dai soggetti, sia di strumenti della neurofisiologia per ottenere primi dati sull'attività cerebrale durante un determinato compito.

¹⁰ Argomento sviluppato nel corso della tesi, in particolare si vedano i Cap. 3, 4 e 5.

¹¹ “architectural design is also an embodied process – it is a neurological activity which always involves metaphorical thinking and image-making, and as such it is perceptually driven, and intrinsically material, textural, and spatial in nature” (Jelić, 2015, p. 10, rad. it. di Linda Buondonno).

1.2 Processi cognitivi nella prefigurazione architettonica

1.2.1 Problemi mal definiti e strategie risolutive

È bene specificare fin da subito che il voler approfondire alcuni aspetti del processo creativo in architettura non ha, qui, come obiettivo quello di determinare un modello ideale o definito di processo, né di presupporre l'esistenza. A partire da riferimenti afferenti a varie sfere disciplinari, si cercheranno di stimolare alcune riflessioni con l'obiettivo di arricchire la consapevolezza di chi legge su alcune delle dinamiche che ci coinvolgono più o meno consciamente come progettisti.

Il processo progettuale in architettura scaturisce da una determinata situazione spaziale da "risolvere" dando forma a un artefatto, qualcosa che viene costruito, prodotto, manomesso, riadeguato, manipolato, producendo un mutamento nel mondo delle cose, anche a scale molto diverse. Un tipo di *problem solving*, dunque, che, come prima specificità, ha quella di occuparsi di ciò che è materiale e possibilmente farlo introducendo elementi di novità¹.

Quale che sia la situazione di partenza, essa rappresenterà comunque un cosiddetto problema mal definito. Questo concetto, elaborato da Herbert Simon² (1973) e Melvin M. Webber e Horst Rittel³ (1973), definisce, in modo negativo, quei problemi che non sono "ben definiti". Un problema ben definito, sostiene Simon, è un tipo di problema per cui è possibile individuare senza ambiguità lo stato iniziale, finale e quelli intermedi. Un esempio di problema ben definito è il gioco degli scacchi. Nell'interrogarsi sulla natura dei problemi in generale e sulle possibili strategie per arrivare a delle soluzioni, sia il lavoro di Simon che quello di Webber e Rittel collocano l'attività rispettivamente degli architetti e dei pianificatori, nel contesto dei problemi mal definiti: "i tipi di problemi con cui i pianificatori devono confrontarsi – problemi sociali – sono intrinsecamente diversi dai problemi che gli scienziati e forse alcune classi di ingegneri affrontano. I problemi di pianificazione sono intrinsecamente *wicked* [...] e si basano su giudizi politici elusivi per la loro risoluzione. (Non "soluzione". Per i problemi sociali non è mai possibile una soluzione. Al massimo un processo iterativo

¹ Quest'ultimo aspetto oltre ad essere in qualche modo – e non senza problemi – sancito oggi dalle norme sul diritto d'autore, è in ogni caso legato ad una visione moderna dell'architettura.

² Herbert Simon (1916-2001) è stato un economista, psicologo e informatico statunitense.

³ Melvin M. Webber (1920-2006) e Horst Rittel (1930-1990) erano pianificatori e ricercatori presso la University of California a Berkeley.

di ri-soluzioni)”⁴ (Rittel & Webber, 1973, p. 160).

Similmente, Simon: “si potrà generalmente convenire che il lavoro dell’architetto – nel progettare una casa, per esempio – presenta compiti che si collocano bene nella parte ‘mal definita’ del continuum del problema. Certamente, questo è vero solo se l’architetto si propone di essere ‘creativo’ – se non inizia l’incarico attingendo da un repertorio di case standard che tiene sullo scaffale”⁵ (Simon, 1973, p. 187).

Riportando sinteticamente la chiara discussione di Webber e Rittel per punti, i problemi che i progettisti si trovano ad affrontare sono caratterizzati dall’impossibilità di definire lo spazio del problema⁶; non esiste un criterio per definire quando una soluzione definitiva è stata trovata; non ci sono risposte giuste o sbagliate ad un problema mal definito ma solo migliori o peggiori secondo alcuni criteri; non esiste un univoco metodo di valutazione della validità di una delle soluzioni proposta per un problema mal definito; è sconveniente procedere per tentativi, dal momento che un tentativo richiede un dispendio di tempo considerevole; non è possibile stabilire un numero di potenziali soluzioni; ogni problema mal definito è unico e può essere visto come un sintomo di un altro problema.

A partire dal riconoscere la specifica natura *wicked* e il profondo legame con la cultura materiale dei problemi con cui si devono confrontare i progettisti, Bruce Archer⁷ è tra i primi a inaugurare il filone di ricerca sulla progettazione (Design Research), proponendola – in ragione delle sue peculiarità – come “terza disciplina” rispetto ai due gruppi tradizionalmente riconosciuti: le discipline scientifiche e quelle umanistiche. Nell’articolo *Design as a Discipline* (Archer, 1979), parte del numero fondativo della rivista *Design Studies*, sottolinea un ulteriore

4 “The kinds of problems that planners deal with – societal problems – are inherently different from the problems that scientists and perhaps some classes of engineers deal with. Planning problems are inherently wicked. [...] and they rely upon elusive political judgment for resolution. (Not “solution.” Social problems are never solved. At best they are only re-solved – over and over again)” (Rittel & Webber, 1973, p. 160, trad. it. di Linda Buondonno).

5 “It will generally be agreed that the work of an architect – in designing a house, say – presents tasks that lie well toward the ill structured end of the problem continuum. Of course this is only true if the architect is trying to be “creative” – if he does not begin the task by taking off his shelf one of a set of standard house designs that he keeps there” (Simon, 1973, p. 187, trad. it. di Linda Buondonno).

6 Lo spazio del problema si riferisce all’insieme di tutte le possibili configurazioni o stati che un sistema può assumere durante la risoluzione di un problema. È una rappresentazione astratta delle possibili soluzioni e delle transizioni tra di esse (Arielli, 2003).

7 Leonard Bruce Archer (1922-2005) era un ingegnere meccanico ed è stato il primo docente di Design Research nel royal College of Art a Londra, posizione sorta in seguito alla fondazione della Design Research Society (DRS) nel 1966, esito a sua volta della Conferenza sui Design Methods tenutasi nel 1962 presso l’Imperial College of London.

tratto specifico del modo di pensare dei progettisti: “l’attività di progettazione, non solo è un processo distinto, comparabile ma differente dai processi scientifici o umanistici, ma, inoltre, opera attraverso un medium, chiamato modellazione, che è comparabile con ma diverso dal linguaggio e dalla notazione numerica”⁸ (p. 18). Inoltre, afferma l’interesse verso il fatto che i progettisti “formino immagini con l’occhio della mente, manipolando e valutando idee prima, durante e dopo averle esternalizzate [attraverso modelli, appunto, n.d.a.]” e che questo costituisca “un sistema cognitivo comparabile con, ma differente dal, linguaggio verbale”⁹ (ibid.).

Nigel Cross¹⁰ con il suo articolo *Designerly ways of knowing* (1982), proseguendo sulla linea tracciata da Archer, argomenta la specificità del design e la necessità di considerarlo una “terza area” educativa corrispondente ad una “terza cultura”, distinta dalle altre due – scienze dure e umanistiche – per fenomeni oggetti di studio e metodi. La cosiddetta “terza cultura”, peraltro, secondo Cross, coincide con quella che tradizionalmente era considerata la cultura del tecnologo: una cultura materiale che riguarda il progettista tanto quanto il *maker*.

Per sostenere questa posizione si avvale dei risultati di uno studio di Bryan Lawson¹¹ (1979) su due gruppi di soggetti, uno formato da studenti di architettura e un altro da studenti di materie scientifiche. Lawson si chiedeva se studenti con questi due differenti background formativi mostrassero un modo diverso di affrontare un problema di configurazione spaziale di elementi. In questo esperimento, il task proposto non presupponeva competenze specifiche per arrivare alla soluzione ed era formulato in modo che la scoperta della struttura del problema fosse l’obiettivo del compito, non soltanto funzionale al raggiungimento di una soluzione (che non era univoca). Agli studenti veniva chiesto di incastrare dei blocchi in legno di varie forme – disponibili in numero eccedente rispetto al necessario – in modo da ottenere un parallelepipedo di 3x4 unità. I blocchi avevano alcune delle facce verticali di colore rosso e altre di colore blu, mentre quelle orizzontali erano bianche o nere. Il parallelepipedo finale doveva essere per la maggior parte rosso o per la maggior parte blu. Il risultato dell’esperimen-

8 “[...] design activity is not only a distinctive process, comparable with but different from scientific and scholarly processes, but also operates through a medium, called modelling, that is comparable with but different from language and notation” (Archer, 1979, p. 18, trad. it. Linda Buondonno).

9 “I and several of my students and colleagues are putting a lot of energy into examining the proposition that the way designers (and everybody else, for that matter) form images in their mind’s eye, manipulating and evaluating ideas before, during and after externalizing them, constitutes a cognitive system comparable with, but different from, the verbal language system” (Archer, 1979, p. 18, trad. it. Linda Buondonno).

10 Nigel Cross (1942) è professore emerito in Design Studies presso la Open University.

11 Bryan Lawson (1945) è professore emerito, architetto ed ha un dottorato in psicologia. È esperto in *design studies*.

to ha confermato l'ipotesi di Lawson: gli studenti di materie scientifiche hanno adottato una strategia basata sul massimizzare la casistica delle possibili soluzioni con l'obiettivo di arrivare il prima possibile alla deduzione di una regola, gli studenti di architettura miravano già dal primo tentativo ad una soluzione che rispettasse i criteri dati. In sostanza, gli scienziati hanno allenato un pensiero di tipo orientato al problema mentre gli architetti orientato alla soluzione. Questo aspetto è stato ulteriormente approfondito in uno studio più recente di Kees Dorst¹² e Nigel Cross (2001), i quali, grazie a una serie di *protocol study*¹³ su designer esperti, hanno definito il processo creativo come una co-evoluzione di problemi e soluzioni: secondo questo modello, a partire da un problema iniziale, i progettisti lanciano (non dimentichiamo la derivazione dal latino *pro-iacere*: lanciare in avanti) una prima ipotesi di soluzione, che già contiene *in nuce* molto di quello che sarà il progetto finale, e su questa formulano nuove congetture che a loro volta rappresentano un nuovo problema di partenza, ridefinito proprio grazie alla prima soluzione. Su questo problema nuovo si riformula un'ulteriore soluzione, e così via. È chiaro che non si può ridurre la complessità del processo creativo a questo meccanismo; tuttavia, questo modello ha il pregio di manifestare la sua lontananza da qualsiasi tipo di concatenazione lineare di tappe obbligate (che forse sarebbero il sogno di ogni progettista alle prime armi), ma piuttosto mette in luce il carattere iterativo e simil-circolare del processo stesso. È inoltre utile notare, anticipando la questione che si svilupperà più nel dettaglio dal Cap. 3 in avanti, che, se il problema è ripetutamente ridefinito durante tutto il processo progettuale, l'importanza degli strumenti che incidono su di esso non è circoscritta ad un'ipotetica prima fase, ma la loro rilevanza si deve indagare tenendo in considerazione tutte le fasi del processo.

Se accettiamo la validità di questo stretto legame tra problema e soluzione, è evidente che l'attività di *setting* del problema acquisisce un notevole valore. Donald Schön¹⁴ definisce il *problem setting* come “un processo in cui, interattivamente, nominiamo le cose di cui ci occuperemo e circoscriviamo il contesto nel quale ce ne occuperemo”¹⁵ (Schön, [1983] 2008, p. 52). È con questa attività che si chiariscono, nominandoli, i parametri intorno a cui si gioca l'attività progettuale; in questo modo si definiscono le qualità specifiche del problema spaziale in questione. Queste possono assumere reciprocamente più o meno peso e posso-

12 Kees Dorst formatosi come ingegnere per il design industriale, è docente di Transdisciplinary Innovation presso la University of Technology a Sydney. È uno dei maggiori esperti di Design Thinking.

13 Si veda il Capitolo 6 per una breve discussione di questo e altri metodi di indagine per la *design cognition*.

14 Donald Schön (1930 - 1997) filosofo e professore di pianificazione urbanistica al Massachusetts Institute of Technology.

15 “a process in which, interactively, we name the things to which we will attend and frame the context in which we will attend to them” (Schön, [1983] 2008, p. 52, trad. it. Linda Buondonno).

no riguardare aspetti anche molto diversi tra loro; è proprio nell'interpretazione dei vincoli progettuali che entra in gioco la soggettività dell'architetto.

Chi si trova a dover affrontare situazioni di *problem solving*, spesso si avvale di regole provvisorie, la cui validità è stata testata con esperienze pregresse o che vengono considerate plausibili alla luce di preconetti; questo processo è quello che in psicologia si definisce ragionamento euristico (Arielli, 2003; Rowe, 2017; Zambelli, 2019). Con l'obiettivo di semplificare la complessità del problema, le euristiche forniscono "regole d'uso pratiche che non aspirano ad affrontare un problema in tutti i suoi aspetti, ma a offrire soluzioni collaudate" (Arielli, 2003, p. 117).

Le due forme più usate di ragionamento euristico in architettura sono l'analogia e la metafora, utili soprattutto come inneschi del processo progettuale (Zambelli, 2007, 2019).

L'analogia, per Matteo Zambelli è "il trasferimento di informazioni relazionali da un dominio (o situazione nota o campo o soggetto specifico), definito 'fonte' o 'base' (*source* o *base*) dell'analogia, a un altro dominio (o situazione nota o campo o soggetto specifico), definito 'obiettivo' (*target*) dell'analogia, per il quale è necessaria una spiegazione o una comprensione o una risposta o un'invenzione. Il processo di trasferimento è ottenuto mappando le relazioni corrispondenti che sono state astratte nel passaggio dalla sorgente al target" (Zambelli, 2019, p. 49).

Le fonti dalle quali attingere possono essere immagini di cui gli architetti vanno appositamente alla ricerca sfogliando libri, riviste o pagine web, o delle quali si circondano fisicamente nel proprio ambiente di lavoro. Un esempio di quest'ultimo caso, ad esempio, è quanto avviene nello studio di Eduardo Souto De Moura [Fig.1]. Altri, come John Pawson, utilizzano la fotografia come attività di personale rilevazione di materiale visivo che nutrirà l'archivio dal quale attingere in fase di progettazione [Fig. 2]. È evidente che la natura delle sorgenti di analogie sia, specie per gli architetti, prevalentemente visiva e che molte volte quello di cui essi dispongono è un deposito, tutt'altro che statico, di immagini mentali. Gabriela Goldschmidt sulla relazione tra immaginazione e analogia osserva: "mentre l'immaginazione è utile per i processi di trasformazione che consente, l'analogia è utile per i suoi processi di attivazione o trasferimento. I due processi sono distinti e si possono sovrapporre"¹⁶ (Goldschmidt, 1995, p. 57). In un altro saggio, Goldschmidt (2001) riconosce proprio nell'immaginazione il meccanismo cognitivo alla base del ragionamento analogico.

Un'altra strategia utilizzata come innesco o sistema di orientamento all'interno del groviglio rappresentato dai problemi mal definiti è la metafora. In linguistica, è definita come figura retorica ed è il frutto di un processo di associazione

16 "Whereas imagery is useful because of the transformation processes that it facilitates, analogy is helpful in its activation or transfer processes. The two processes are of a kind, and may overlap" (Goldschmidt, 1995, p. 57, trad. It. Linda Buondonno)





1. Fotografia di un parete dello studio di Eduardo Souto De Moura.
Fonte: Tavares et al. (2012).

2. “ Caught in the sun, this acrylic vase designed by Shiro Kuramata tints the sill with coloured light. Where I like to work with stone and wood, Kuramata’s preference was for synthetic materials whose perfect surfaces give the impression of something that has spontaneously materialized in space. It allows his work to appear at one abstract and hyper-real. Kuramata was a key influence on me at a critical point in my life”

Fonte: Pawson e Morris (2012).

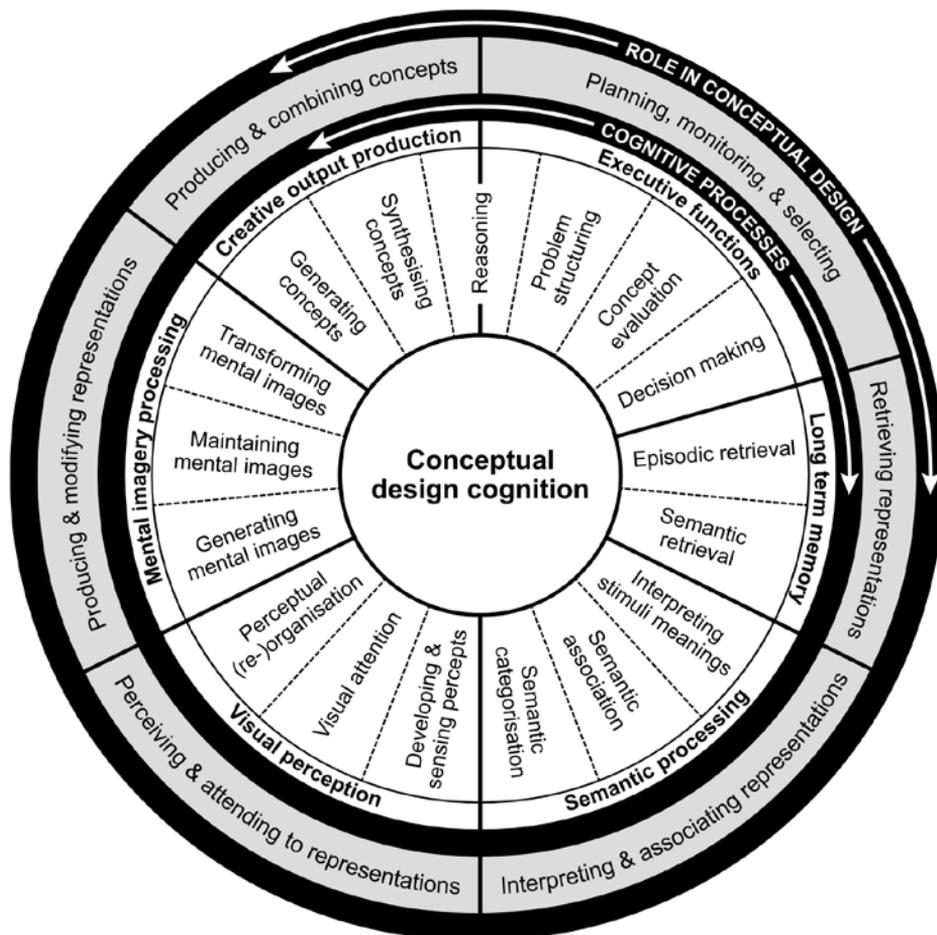
e sostituzione di una caratteristica da un ambito ad un altro completamente diverso (dal gr. μεταφορά, propr. «trasferimento»). Secondo uno studio sperimentale di Hey e colleghi riportato da Zambelli (2019), associare ad un termine un altro solitamente appartenente ad una sfera semantica differente, può rappresentare per il progettista una regola provvisoria utile all’avvio del proprio processo creativo, un modo per arginare lo spazio del problema, un territorio di condivisione tra colleghi e un sistema di comunicazione del progetto.

Per un approfondimento su analogia e metafora in architettura si rimanda al testo di Zambelli, *La mente nel progetto* (2019), che fornisce una trattazione specifica e ricca di esempi.

Da un lato, quindi, il processo progettuale può essere studiato dal punto di vista delle varie forme che può acquisire l’itinerario per arrivare ad una soluzione, e per il quale esistono euristiche utili a favorirne l’innesco, ad agevolarne i passaggi o a guidare il progettista nella strada da percorrere. Dall’altro è possibile individuare alcuni processi cognitivi che sono trasversali a tutte le forme che il percorso di *problem solving* può prendere. Di seguito si descrivono alcuni dei processi cognitivi più rilevanti per la trattazione in corso e funzionali alla contestualizzazione dei capitoli a seguire.

1.2.2 Processi cognitivi alla base del processo progettuale

La meta-analisi di Hay e colleghi (2017) 24 processi cognitivi diversi, riscontrati analizzando 33 *protocol studies* nei campi della progettazione architettonica, progettazione ingegneristica e design del prodotto. I processi cognitivi individuati sono stati raggruppati in sei categorie, sulla base di convenzioni ontologiche e



3. Classificazione dei processi cognitivi coinvolti nell'attività progettuale.
 Fonte: Hay et al., 2017b.

framework formali provenienti da articoli e monografie di psicologia cognitiva: 1) memoria a lungo termine; 2) elaborazione semantica; 3) percezione visiva; 4) elaborazione di immagini mentali; 5) funzioni esecutive e 6) produzione di output creativi [Fig.3].

I processi, cosiddetti di ordine superiore, alla base delle funzioni esecutive e della produzione di output creativi non possono, in questa sede, essere affrontati in modo esaustivo. Vengono invece brevemente descritti, di seguito, i processi cognitivi maggiormente in relazione con la capacità di produrre immagini mentali, focus della presente ricerca e oggetto di una trattazione specifica nel Capitolo 2.

Memoria

In generale i processi creativi, come già accennato nella descrizione del ragionamento analogico, si fondano su varie forme di elementi “dati”. In questo senso è utile affrontare brevemente i meccanismi alla base dei processi mnemonici. La parola memoria, infatti, lascia intendere l'esistenza di una sorta di archivio statico di dati raccolti e organizzati; in realtà esistono vari tipi di memoria e tutti sono costantemente sollecitati durante lo svolgimento di qualsiasi attività: attraverso i meccanismi mnemonici si instaura, di fatto, un collegamento costante tra passato e presente, fondamentale anche alla pianificazione del futuro.

Evidentemente, la produzione di nuove idee non deriva da una *tabula rasa* ma dipende strettamente da *cosa* è immagazzinato nella memoria del progettista e da *come* è stato registrato in memoria. La percezione e, di conseguenza, quanto di ciò che viene percepito è registrato nella memoria, è in gran parte dipendente dall'attenzione, dalla motivazione e dalle esperienze pregresse dell'individuo (Arbib, 2021).

La capacità di rievocare contenuti risalenti ad un'epoca distante anni è definita memoria a lungo termine. Le informazioni che possono essere conservate sono di due tipi principali: informazioni comunicabili (memoria dichiarativa) e informazioni che consentono lo svolgersi di procedure motorie o abitudini (memoria procedurale). La memoria dichiarativa contiene a sua volta due ordini di informazioni: la memoria dichiarativa di tipo episodico riguarda “informazioni specifiche a un contesto particolare” (Oliverio, 2013, p. 135) mentre la memoria dichiarativa di tipo semantico riguarda “idee e affermazioni indipendenti da uno specifico episodio” (ibid.). Queste diverse tipologie di memoria sono supportate da altrettanto varie reti neurali che coinvolgono diverse aree di corteccia e altre strutture cerebrali (ippocampo, talamo, gangli della base...); non essendo possibile affrontare in questa sede la questione, estremamente complessa, si rimanda ai testi di Alberto Oliverio (2013) e Michael Arbib (2021).

Sebbene nell'ambito dei *design studies* non sia stato ancora costruito un quadro chiaro sul ruolo dei due tipi di memoria dichiarativa nel processo progettuale,

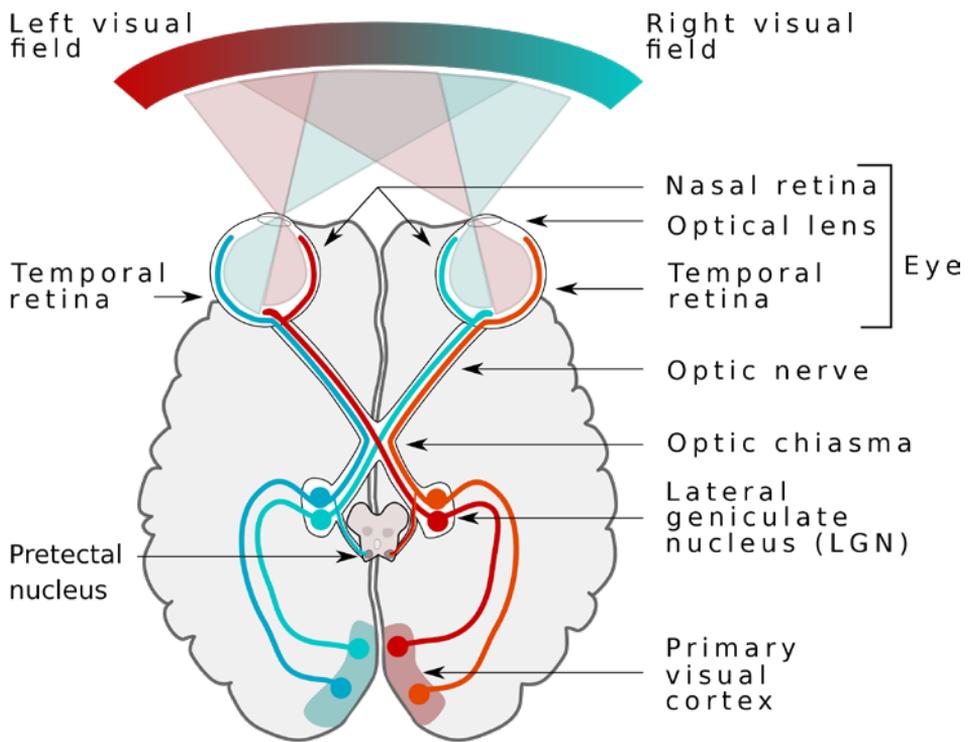
sembra che la memoria episodica sia il processo alla base del *case-based reasoning* e del ragionamento analogico (Hay et al., 2017).

Oltre alla memoria a lungo termine, esistono anche la memoria a breve termine e la memoria sensoriale. Quest'ultima ha durata inferiore a un secondo ed è deputata a tenere traccia, molto brevemente, dei dati sensoriali, mentre la memoria a breve termine può mantenere a disposizione contenuti per circa dieci secondi – o insieme composti da sei-sette elementi. Grazie alla ripetizione dello stimolo sensoriale o del contenuto mentale, i contenuti nella memoria a breve termine possono essere mantenuti anche per più tempo; se ripetute un numero sufficiente di volte, le informazioni possono consolidarsi poi nella memoria a lungo termine, altrimenti svaniscono. Gli psicologi Alan Baddeley e Graham Hitch nel 1974 hanno proposto un modello teorico della memoria a breve termine: l'hanno definita memoria di lavoro dal momento che grazie a questo processo mnemonico è possibile lavorare sulle informazioni. I due studiosi hanno dimostrato l'esistenza di due circuiti distinti governati da un sistema esecutivo centrale: il circuito fonologico, che conserva l'informazione verbale, e il taccuino visuo-spaziale, che gestisce le informazioni visive. Arielli (2003, p. 77) riporta, inoltre, attraverso risultati sperimentali (Logie & Denis, 1991), che i due circuiti sono sovraccaricabili indipendentemente. Anticipando qui quanto poi verrà discusso più approfonditamente nel Capitolo 2: anche lo psicologo Stephen Kosslyn, uno dei principali studiosi delle immagini mentali, ha definito un modello della memoria visiva a breve termine, definendola “*buffer visivo*” (Kosslyn, [1983] 1999). È grazie alla memoria a breve termine, sostiene, che le informazioni di tipo visuale possono essere trasformate e ispezionate nella mente, dopo essere state recuperate dalla memoria a lungo termine. In quest'ottica, è evidente che la quantità di informazioni a disposizione – mantenute grazie alla memoria a lungo termine – è funzionale alla creatività del progettista.

Percezione visiva ed elaborazione semantica

Evidentemente, la vista, durante il processo progettuale è la modalità sensoriale più sollecitata. Esistono studi interessanti sulla rilevanza delle altre modalità, ma sono ancora approfondimenti sporadici rispetto alla quantità di informazioni che riguardano la vista. L'argomento è vastissimo e la letteratura in merito spazia tra la filosofia, le scienze cognitive e le teorie già afferenti al design grafico (visualità).

Grazie al contributo delle neuroscienze si è arrivati a una conoscenza molto specifica di quello che avviene a livello neuronale durante il processo di percezione visuale. Il processo è estremamente complesso, coinvolge moltissime aree del cervello e sicuramente non è ancora del tutto decrittato, ma sicuramente per quanto interessa questa ricerca si possono delineare alcuni passaggi funzionali alla costruzione delle fasi successive della trattazione. Ci si avvale del prezioso



4. Principali strutture coinvolte nel processo di percezione visiva.
 (Creative Commons, autore: Miquel Perrello Nieto)

tentativo del neuroscienziato Michael Arbib di comunicare questi concetti proprio al fine di instaurare una proficua conversazione tra neuroscienze e architettura (Arbib, 2021).

A partire dalla luce che colpisce i fotorecettori sulla retina, l'attivazione prosegue, attraverso i nervi ottici, verso due strutture cerebrali intermedie (genicolato sinistro laterale e collicoli superiori del mesencefalo) fino ad arrivare alla corteccia visiva primaria (VI, o area 17), nella zona occipitale del cervello. Da qui si scatenano, a seconda del tipo di informazioni visive elaborate¹⁷, attivazioni di altre aree della corteccia [Fig. 4].

La prima fase del processo si definisce *low-level vision* e corrisponde al riconoscimento di bordi e sagome da parte di cellule semplici, complesse e ipercomplesse, a seconda dell'inclinazione dei bordi o della posizione rispetto al campo visivo. Questa fase avviene completamente a livello inconscio ma l'attivazione dei pattern neurali corrispondenti è funzionale ad attivare altri schemi che consentono poi la percezione cosciente. Alcune delle informazioni processate durante la *low-level vision* vengono usate come nuove connessioni che costituiscono la *high-level vision* fino ad arrivare ad una costruzione dotata di senso. Mentre per alcuni animali (es. rana) il primo riconoscimento di sagome è immediatamente finalizzato all'azione (es. predare o scappare da un predatore), nei mammiferi questa prima fase è finalizzata ad un secondo livello di elaborazione per continuare il ciclo azione-percezione. L'azione immediatamente conseguente alla percezione visiva è costituita dai movimenti saccadici¹⁸ controllati a livello dei collicoli superiori. Queste strutture mesencefaliche sono in grado di ricevere informazioni sia dalla retina (bottom-up) che dalla VI (top-down). Questo significa che una saccade non costituisce la fine del processo percettivo ma innesca successivi movimenti (foveazioni¹⁹) per costruire un significato generico della scena visualizzata ma anche, eventualmente, per ricercare specifiche informazioni relative ad aspettative o ad un compito specifico²⁰, in questo caso l'attenzione gioca un ruolo fondamentale nella guida dei movimenti saccadici.

Nel contesto di un processo creativo, diventa fondamentale anche la fase di re-interpretazione dell'oggetto che costituisce l'output progettuale provvisorio. In ottica di co-evoluzione della coppia problema-soluzione, per il proseguimento dinamico del processo è fondamentale vedere nella soluzione un nuovo pro-

17 Si approfondirà nei capitoli 2 e 7 la questione dei due possibili circuiti distinti di attivazione, quello ventrale e quello dorsale.

18 Rapidi movimenti degli occhi per spostare lo sguardo da un punto periferico del campo visivo a quello di interesse, coincidente con la fovea. Vengono eseguite in media 3-4 saccadi al secondo.

19 Fovea: area centrale della retina in cui ricade la visione centrale (non periferica) e di massima chiarezza. La foveazione è la proiezione dell'oggetto nell'area della fovea.

20 Esperimento di Lukyanovich Yarbus (1967): ha dimostrato che soggetti che osservavano lo stesso quadro avevano pattern di movimenti saccadici che variavano in funzione di richieste specifiche.

blema e non cadere nella fissità, “una situazione di vicolo cieco, in cui tendiamo a imboccare sentieri (ovvero ad assumere scelte e vincoli) che non ci portano alla soluzione” (Arielli, 2003, p. 133).

Per quanto attiene a questa ricerca, lo stimolo visuale non è del tutto definibile esterno ma sarebbe più coerente ritenerlo “esternalizzato”, quantomeno perché autore della rappresentazione visionata e vedente coincidono nella persona dell’architetto²¹. Si approfondirà poi la questione nel Cap. 5 alla luce di una contestualizzazione sulle teorie della mente estesa affrontata nel Cap. 3.

²¹ Non sempre, ovviamente. Ma questa è la condizione che ci interessa analizzare per gli obiettivi della ricerca.

Capitolo 2

Immaginazione nel processo
progettuale in architettura

Abstract

L'immaginazione in quanto capacità di evocare mentalmente contenuti non disponibili alla percezione è stata indagata da sempre dalla filosofia e, più recentemente, anche dalla psicologia e dalle neuroscienze. Nel § 2.1 si contestualizza il tema raccogliendo i principali contributi derivanti dalle tre diverse discipline con l'obiettivo di circoscrivere il campo dell'immaginazione a ciò che è funzionale al proseguimento della trattazione. Nel § 2.2 si descrivono le principali proprietà della *mental imagery* in relazione alla percezione e al movimento. Grazie al carattere multimodale dell'immaginazione siamo in grado di processare informazioni aggiuntive, anche relative ad altre modalità sensoriali, rispetto a quelle effettivamente disponibili alla percezione. Il contenuto delle immagini mentali, inoltre, può essere ispezionato e trasformato secondo modalità analoghe a quelle utilizzabili nella realtà fisica; è stato dimostrato, infatti, che esse mantengono le proprietà spaziali del contenuto rappresentato (§ 2.3). Infine, ancora nel §2.3, si affronta il tema delle differenze individuali nello stile cognitivo visuale.

2.1 Immaginare l'architettura: verso una definizione di campo

“Nigel J. T. Thomas stated that, Imagination is what makes our sensory experience meaningful, enabling us to interpret and make sense of it, whether from a conventional perspective or from a fresh, original, individual one. It is what makes perception more than the mere physical stimulation of sense organs. It also produces mental imagery, visual and otherwise, which is what makes it possible for us to think outside the confines of our present perceptual reality, to consider memories of the past and possibilities for the future, and to weigh alternatives against one another. Thus, imagination makes possible all our thinking about what is, what has been, and, perhaps most important, what might be”

(Manu, 2007, p. 47)

Questa definizione di immaginazione è abbastanza ampia da permetterci di cogliere la molteplicità di implicazioni generate dal tentativo di descriverla o anche solo di esplorarla sotto alcuni aspetti. La parola immaginazione, seppur riferendosi sempre – in qualche modo – a un’“assenza di”, è intrisa di una sovrabbondanza di significati che riflette la vastità e la profondità della vita mentale umana (Abraham, 2020a) [Fig. 1]. Le questioni che scaturiscono da questo intento sono varie e affrontabili sul piano filosofico, psicologico e neuroscientifico. Obiettivo di questo capitolo è quello di arrivare alla definizione di un perimetro entro cui si muovono gli argomenti trattati a seguire.

Immaginare una mela, immaginare un elefante rosa che vola, immaginare come una persona potrebbe apparire tra dieci anni, immaginare come si sarebbero potuti equilibrare meglio gli ingredienti della cena di sabato scorso, immaginare sé stessi nell’atto di calciare un rigore, immaginare di ruotare un oggetto, immaginare la sensazione di accarezzare il proprio cane, ... sono solo alcune delle declinazioni della capacità cognitiva che ricade sotto il nome di immaginazione. È chiaro che questa non possa, a oggi, essere studiata come un fenomeno unitario, né con un approccio mono disciplinare.

L'architettura durante il processo della sua prefigurazione, ancora assente nel dominio del sensibile, quindi puramente mentale ma appartenente all’ambito del possibile, è evidentemente oggetto di immaginazione. Ma cosa significa immaginare uno spazio che ancora non esiste o da trasformare? Quali sono le peculiarità dell’immaginazione quando l’oggetto assente è costituito dallo spazio architettonico e la sua esperienza mediata dal corpo?





1. Fragment of a Queen's Face.
ca. 1390–1336 B.C.
Met Museum, Fifth Avenue, Gallery
136.

2. Schiavo detto "Atlante", Michelangelo, 1525-1530 ca.
Galleria dell'Accademia a Firenze.

I capitoli a seguire tenteranno di rispondere a queste domande, attraverso una disamina che tiene in considerazione la specificità dell'oggetto-spazio architettonico.

Davanti ai "Prigioni" non-finiti di Michelangelo [Fig. 2] l'immaginazione entra in azione e permette di dare forma al marmo ancora non scolpito, per completare l'oggetto. Per l'architetto, è la materia – assente – che deve essere organizzata per conformare uno spazio abitabile, intrinsecamente connesso con la corporeità che ne renderà possibile l'esperienza.

Data la complessità del problema spaziale¹, il progetto dell'architettura richiede di determinare a più riprese quale debba essere l'oggetto dell'immaginazione. Questo non è mai qualcosa di svincolabile dal suo contesto, ma è sempre parte di un sistema di relazioni – necessariamente da circoscrivere, anche se potenzialmente infinite. Ad esempio, se dovessi progettare un ingresso, in realtà starei progettando la relazione tra il serramento, la bucatura e l'elemento di partizione su cui opero la bucatura; starei pensando a cosa c'è sul lato interno e cosa c'è sul lato esterno, sia sul suolo che alle varie altezze; considererei i materiali con cui sono costruiti questi elementi, la loro finitura superficiale ma anche i passaggi delle lavorazioni da cui provengono, e si potrebbe ancora andare avanti. Implicitamente starei anche progettando le possibili azioni e percezioni, soggettivamente distinte, di chi entrerà in contatto con lo spazio.

Per questo, l'immaginazione dell'architetto partecipa di tutte le fasi del processo progettuale, almeno fino a che l'oggetto immaginato non viene costruito e diviene quindi oggetto della percezione.

Interrogarsi sulla natura dei fenomeni che permettono di rappresentare nella mente ciò che è assente per i sensi, è stato oggetto della filosofia da sempre. Nel tempo, con la progressiva specializzazione e suddivisione dei saperi, la psicologia è diventata la disciplina in grado di fornire le metodologie di ricerca specifiche, sia speculative che sperimentali, per affrontare lo studio dell'immaginazione dal punto di vista delle sue implicazioni cognitive, comportamentali,

¹ Argomento affrontato nel § 1.2

emotive. Ulteriore contributo è quello delle neuroscienze che è in grado di associare una spiegazione fisiologica alle varie esperienze mentali grazie a mezzi tecnici di *neuroimaging* sempre più sofisticati (fMRI, EEG, PET...).

Nel corso della storia della filosofia non esiste un filosofo che non si sia interrogato sul tema dell'immaginazione, attribuendo però a essa significati sempre diversi, scaturiti da differenti prospettive di indagine o dal considerarla in relazione ad alcune entità mentali piuttosto che altre. Ripercorrendo la disamina di Andrea Giachetta (2019), la traiettoria parte da Platone, si biforca tra idealismo ed empirismo e tocca capisaldi come Kant e Wittgenstein.

Alberto Oliverio (2013) riporta che Maurizio Ferraris nota come l'immaginazione viene progressivamente derubricata, con un crescendo dall'Ottocento al Novecento, dalle trattazioni filosofiche e anche da quelle psicologiche: "Questo perché, quando si dice immaginazione, si pensa che è una cosa che vale per la letteratura, per le cose finte, per le cose che non sono vere. Allora l'apparente trionfo dell'immaginazione con l'inizio dell'Ottocento è anche la sua condanna completa perché quando una facoltà viene assegnata esclusivamente all'irreale poi alla fine non interessa più a nessuno, non interessa più neanche a quelli che sono desiderosi di irreale, perché poi dopo l'irreale piace riportarlo al reale" (Ferraris, 1996).

Nell'epoca della metamorfosi digitale (Raiteri, 2022) è forse arrivato il momento di occuparsi di quel tipo di virtuale che ancora è direttamente derivante dall'esperienza sensibile, dalla materia e dai sensi.

Dal punto di vista psicologico, la possibilità di produzione di immagini mentali è stata sostanzialmente negata fino agli anni '50. Questa forte posizione sostenuta dagli psicologi comportamentisti, che dominavano il campo della ricerca in quel periodo, ha prevalso sulle altre per molto tempo e forse influenza ancora oggi l'approccio allo studio degli eventi mentali (Pearson & Kosslyn, 2015).

La natura dell'immaginazione è stata affrontata nuovamente a partire dagli anni '70; erano gli anni della "intelligenza artificiale classica" e la ricerca era condizionata da un'interpretazione computazionale del cervello: gli scienziati si interrogavano su come avrebbero potuto programmare un computer che imitasse il funzionamento della mente. L'indirizzo di ricerca che ha preso la psicologia sperimentale riguardava, dunque, il codice attraverso cui il cervello immagazzina informazioni. Su questo tema nacquero due posizioni contrastanti e il dibattito scientifico che si protrasse fino agli anni 2000 è noto come *Imagery Debate*. La discussione non riguardava *quali* informazioni potessero essere archiviate, ma *come* le informazioni potessero essere archiviate nella memoria a lungo termine, secondo quale codice (Oliverio, 2013; Pearson & Kosslyn, 2015).

In quel periodo, in un certo senso la psicologia ha ristretto l'indagine sull'immaginazione riducendola alla questione del codice di rappresentazione mentale. Quello che ci si chiedeva era se il cervello potesse elaborare e archiviare informazioni attraverso il codice visuale. Una possibilità, proposta dal modello "proposizionalista" (Pylyshyn, 1981), era quella che informazioni sensoriali di

tipo visuale venissero archiviate nella memoria sottoforma di simboli o proposizioni (attraverso il codice linguistico) e la loro versione figurativa, qualora si manifestasse, fosse un mero epifenomeno, un effetto secondario privo di valenza cognitiva.

Un altro filone, invece, sosteneva un modello “analogico-pittorico” (Kosslyn, 1983) secondo il quale un’immagine mentale rappresenta un oggetto in modo analogo a una figura, cioè in termini visuali e per questo ha un’efficacia cognitiva reale. Prima di Kosslyn, Shepard e Metzler (1971) avevano studiato sperimentalmente le immagini mentali arrivando a dimostrare l’analogia tra un’operazione di rotazione mentale e una reale. Kosslyn prosegue su questa linea e, grazie ai suoi numerosi esperimenti, rende ancora più solide le evidenze relative all’analogia tra immagine mentale e percezione. Alla luce dei risultati che confermano la possibilità di elaborazione di rappresentazioni mentali in termini visuali, menziona anche l’importanza che questo può avere per varie professioni, tra cui l’architettura (Kosslyn, 1983)².

Parallelamente alle ricerche di Shepard e Metzler, Allan Paivio (1971) aveva elaborato la teoria del doppio codice, che rappresentava già una posizione di mediazione tra i due poli dell’*Imagery Debate*. La teoria di Paivio prevede l’esistenza due sistemi paralleli di elaborazione di informazioni provenienti dalla memoria a lungo termine, il sistema verbale e il sistema immaginativo. Questi due sistemi sono indipendenti e interconnessi, cioè possono lavorare autonomamente (è possibile recuperare un oggetto dalla memoria tramite il suo nome, tramite la sua immagine o in entrambe i modi), ma l’informazione può anche essere tradotta da un linguaggio all’altro. Questo, secondo l’autore, dipende anche dal contenuto della rappresentazione e ha, inoltre, implicazioni sull’efficienza della memoria: un’informazione concreta come “mela” può essere codificata sia in come immagine sia come parola, mentre un’informazione come “libertà” può essere più difficilmente codificata in termini di immagine. Egli dimostra che le figure vengono ricordate più facilmente delle parole. Questi due effetti sono noti come “effetto di concretezza” ed “effetto di superiorità delle figure”. Sempre secondo Paivio, il sistema verbale opera in maniera sequenziale mentre il sistema immaginativo opera in maniera sincronica. Sebbene proseguano con un orientamento diverso, gli esperimenti e le teorie di Kosslyn devono molto alla prospettiva aperta da Paivio.

A partire dagli anni ’90 la disputa polarizzata diventa più sfumata, non tutti la ritengono risolta ma si può dire quantomeno trasformata, principalmente grazie allo sviluppo delle neuroscienze (Oliverio, 2013, p. 71). Grazie alle tecniche di *neuroimaging* e alla modellazione di algoritmi in grado di decodificare aree di attivazione del cervello corrispondenti alla produzione di immagini mentali si è arrivati a dimostrare la possibilità di processare informazioni attraverso imma-

2 Sull’argomento si tornerà nel § 2.3

gini (Pearson, 2019; Pearson & Kosslyn, 2015).

È necessario a questo punto specificare che il punto di vista fino a qui discusso è già indirizzato a focalizzare l'immaginazione nella sua declinazione derivante dallo stimolo sensoriale, che è quella che maggiormente interessa l'ambito architettonico, come vedremo nel corso di questo capitolo.

In letteratura, si distingue tra *imagination* e *mental imagery*. *Imagination*, in sostanza, è un termine che necessita sempre di qualifiche ulteriori (ad es: *deliberate imagination*, *recreative imagination*, ecc) o di un contesto specifico nel quale essere circoscritto, e non necessariamente attiene alla rappresentazione mentale di contenuti di derivazione sensoriale – può essere anche di tipo proposizionale. *Mental imagery* si riferisce a “rappresentazioni e alle relative esperienze di informazione sensoriale senza uno stimolo esterno diretto”³ (Pearson et al., 2015, p. 590).

Mentre nell'indagine filosofica la prospettiva sull'immaginazione rimane relativamente ampia e abbraccia tutte le possibili sfumature, in psicologia e conseguentemente nelle neuroscienze, l'indagine è ristretta all'immaginazione intesa come *mental imagery*, molto spesso limitatamente al contenuto sensoriale derivante da stimolo visuale: “significativamente, la *mental imagery* coinvolge tutti e cinque i sensi; tuttavia, la ricerca sulla *visual mental imagery* tende a dominare, come succede anche con la ricerca sulla percezione. Focalizzare la ricerca su una modalità sensoriale può rendere l'impresa più abbordabile, e studiare la vista ha diversi vantaggi rispetto a studiare gli altri sensi [...]. Tuttavia, vale la pena notare le limitazioni che questo focus sulla visione ha sulla nostra comprensione complessiva della *mental imagery* e come forse troppo spesso viene dato per scontato che scoperte relative alla *visual mental imagery* siano naturalmente generalizzabili alle altre modalità sensoriali”⁴ (Pearson, 2019, p. 624). Questo tipo di immaginazione di derivazione sensoriale (*sensory* o *imagistic imagination*) è, come abbiamo visto, strettamente connessa alla percezione, mentre i tipi di immaginazione più strettamente proposizionali sono tipicamente associabili a concetti come desiderio e credenza (Liao & Gendler, 2020).

L'immaginazione di derivazione multisensoriale è, forse, quella che può dare il contributo più direttamente rilevante in un processo di progettazione dello spazio teso alla sua concretizzazione in architettura costruita. Pertanto la ricerca si concentrerà su questo tipo di immaginazione. Si tratta, tuttavia, bisogna rico-

³ “representations and the accompanying experience of sensory information without a direct external stimulus” (Pearson et al., 2015, p. 590, trad. it. di Linda Buondonno).

⁴ “Importantly, mental imagery covers all five senses; however, visual mental imagery research has tended to dominate, as is also the case with perception research. Focusing research on one faculty can make the endeavour more tractable and studying vision has several advantages over studying the other senses [...]. However, it is worth noting the limitations this focus on vision has on our overall understanding of mental imagery and it is perhaps too often assumed that findings from visual imagery will naturally generalize to the other senses” (Pearson, 2019, p. 624, trad. it. di Linda Buondonno).

noscerlo, di una precisa scelta di campo, peraltro funzionale alla circoscrizione di un più gestibile ambito di analisi, che pone come principio fondante del progetto architettonico la sua, almeno potenziale, realizzabilità fisica.

A partire dall'inizio degli anni '90 il diffondersi delle teorie della *embodied cognition* ha generato una nuova consapevolezza nei confronti del corpo come mezzo attraverso il quale avere coscienza del mondo, secondo una visione che in parte riprendeva le istanze della fenomenologia della percezione di autori come Merleau-Ponty ([1945] 2003). Queste teorie segnano il superamento della tradizionale visione cognitivista della mente basata sul modello computazionale (la mente come processore di informazioni, input-output). Francisco Varela, Evan Thompson e Eleanor Rosch con il loro testo *The Embodied Mind* (1991) evidenziano la profonda e dinamica relazione tra organismo e ambiente: la cognizione del mondo dipende dalle capacità sensomotorie del nostro corpo e la percezione dell'ambiente (non solo fisico) è strettamente connessa all'azione. Questa svolta ha il suo riverbero anche sullo studio dell'immaginazione: sul terreno comune che vede il corpo come l'organismo che attivamente si relaziona con l'ambiente, sono nati diversi approcci all'immaginazione. Nel loro lavoro di *review*, Massimiliano Palmiero (2019) e colleghi hanno individuato alcuni autori più moderati, che adottano l'approccio della simulazione e ammettono ancora il concetto di rappresentazione, mentre altri che lo evitano del tutto, propendendo verso l'*enactivism* e un atteggiamento anti-rappresentazionalista.

Si tenterà di evidenziare, nei capitoli a seguire, la validità di un approccio integrato, che tenga in considerazione l'apporto sensoriale e motorio all'interno di quello che è considerabile uno dei possibili metodi di modellazione dello spazio architettonico.

Le teorie *enactive* della percezione sono basate sull'idea che la percezione sia una forma di azione, non una mera ricezione passiva di informazioni ma qualcosa di agito dal corpo. Non necessariamente in modo cosciente, il corpo durante il processo percettivo "fa domande" all'ambiente andando alla ricerca di risposte negli stimoli sensoriali a disposizione. Secondo questo approccio, l'immaginazione è un processo che avviene quando si persiste a ricercare qualche tipo di informazione anche se non si può ragionevolmente pensare che si possa trovare nell'immediato contesto di riferimento (Thomas, 2021).

La filosofia più recente ha intrapreso un tentativo di disambiguazione e classificazione sfociato nella costruzione di tassonomie di varia natura: nella definizione di *Imagination* della *Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Liao & Gendler, 2020) compare un'utile ricognizione schematizzata nella Figura 3.

A dimostrazione di quanti diversi significati e applicazioni può avere l'immaginazione si cita anche Leslie F. Stevenson (2003), la quale fornisce una panoramica dal punto di vista filosofico delle molteplici sfaccettature che può assumere l'immaginazione, elencandone addirittura dodici.

Sebbene l'immaginazione di derivazione sensoriale per alcuni sia una forma di percezione *offline*, che può avere questo tratto in comune con altri stati mentali

TASSONOMIE	PRINCIPALI AUTORI
Spontanea /intenzionale	Walton, K. L. (1990). <i>Mimesis as Make-Believe: On the Foundations of the Representational Arts</i> . Harvard University Press.
Occurrent /non-occurrent	
Individuale / collettiva	
Dall'interno /dall'esterno	Williams, B. (Ed.). (1973). Imagination and the self. In <i>Problems of the Self: Philosophical Papers 1956-1972</i> (pp. 26-45). Cambridge University Press. Wollheim, R., (1973). <i>Imagination and Identification</i> . On Art and the Mind. London: Allen Land, pp. 54-83.
Sensoriale / riproduttiva / creativa	Currie, G., & Ravenscroft, I. (2002). <i>Recreative Minds: Imagination in Philosophy and Psychology</i> (C. Hoerl, Ed.). Oxford University Press.
Constructive / Attitude / Imagistic	Van Leeuwen, N. (2013). The Meanings of "Imagine" Part I: Constructive Imagination. <i>Philosophy Compass</i> , 8(3), 220-230. Van Leeuwen, N. (2014). The Meanings of "Imagine" Part II: Attitude and Action. <i>Philosophy Compass</i> , 9(11), 791-802.
Trascendente / istruttiva	Kind, A., & Kung, P. (2016). <i>Knowledge through imagination</i> . Oxford University Press.

3. Alcune delle principali tassonomie sull'immaginazione definite da studiosi in ambito filosofico. Elaborazione propria a partire da (Liao & Gendler, 2020)

come il sogno, l'allucinazione e il *mind wandering*⁵, per quanto è rilevante per questa ricerca, non la si considera in questi termini⁶. Piuttosto si vorrà, nello sviluppo delle argomentazioni, evidenziare come durante la progettazione l'architetto sia coinvolto, mentre immagina lo spazio, in una serie di attività mirate all'esternalizzazione delle proprie rappresentazioni mentali attraverso codici diversi, spesso veicolati da specifici strumenti. Non si tratta quindi di esaminare il fantasticare dell'architetto, disconnesso dal contesto e da altri input sensoriali, piuttosto di analizzare le caratteristiche di tale sovrapposizione di processi.

Obiettivo dell'architetto è mantenere una duplice posizione: da un lato, far vagare la mente liberamente, dall'altro ancorare la propria fantasia alle radici dei vincoli materiali. Per perseguire la realizzabilità dell'oggetto del proprio immaginare, è necessario tenere in considerazione la sua effettiva materialità.

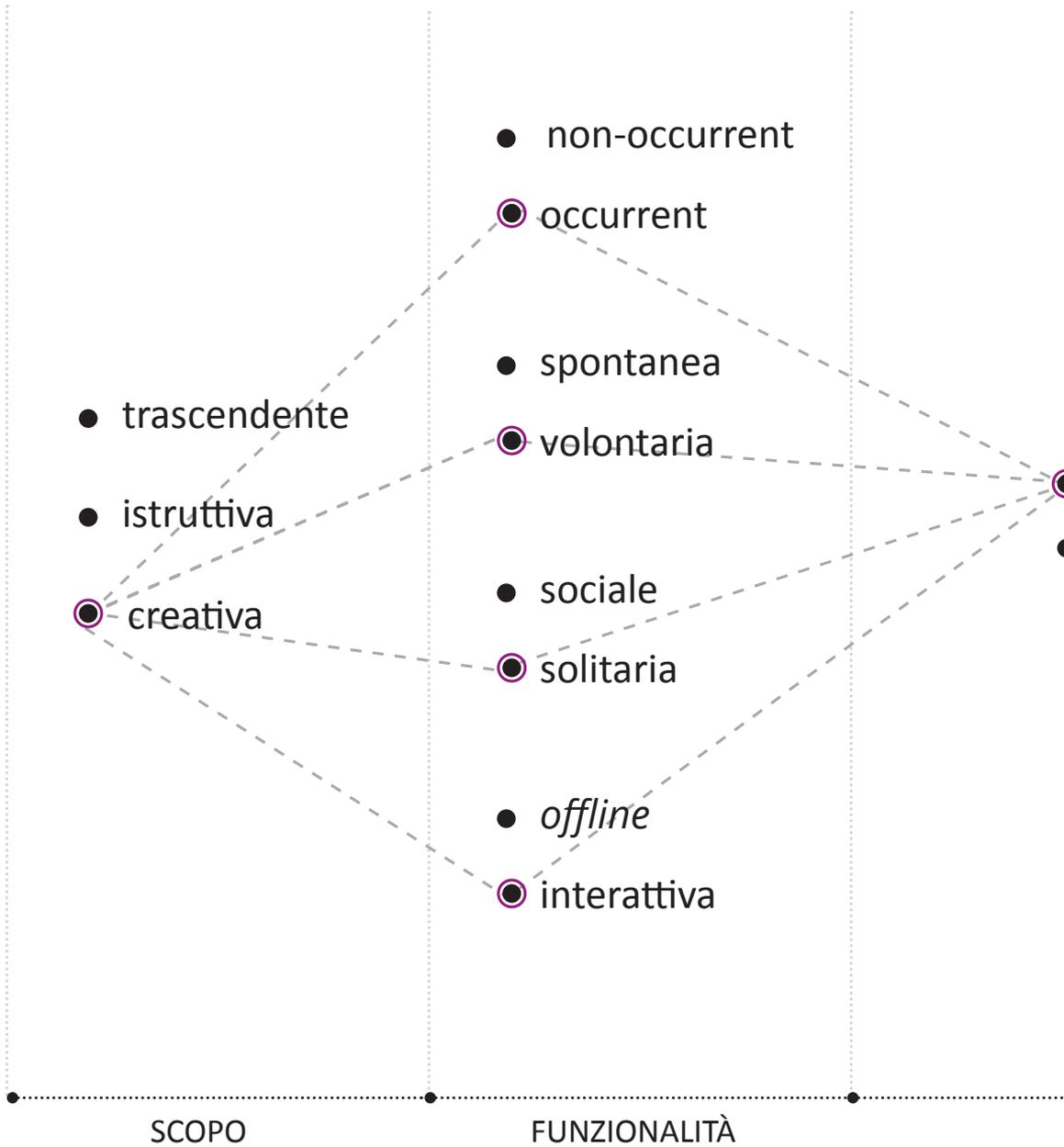
Come ricorda Sarah Robinson, "Bachelard [...] insisteva sul fatto che l'immaginazione non avesse soltanto un'anatomia ma anche una fisiologia. L'immaginazione ha una certa struttura così come una peculiare modalità di interagire"⁷ (2021, pp. 156–157).

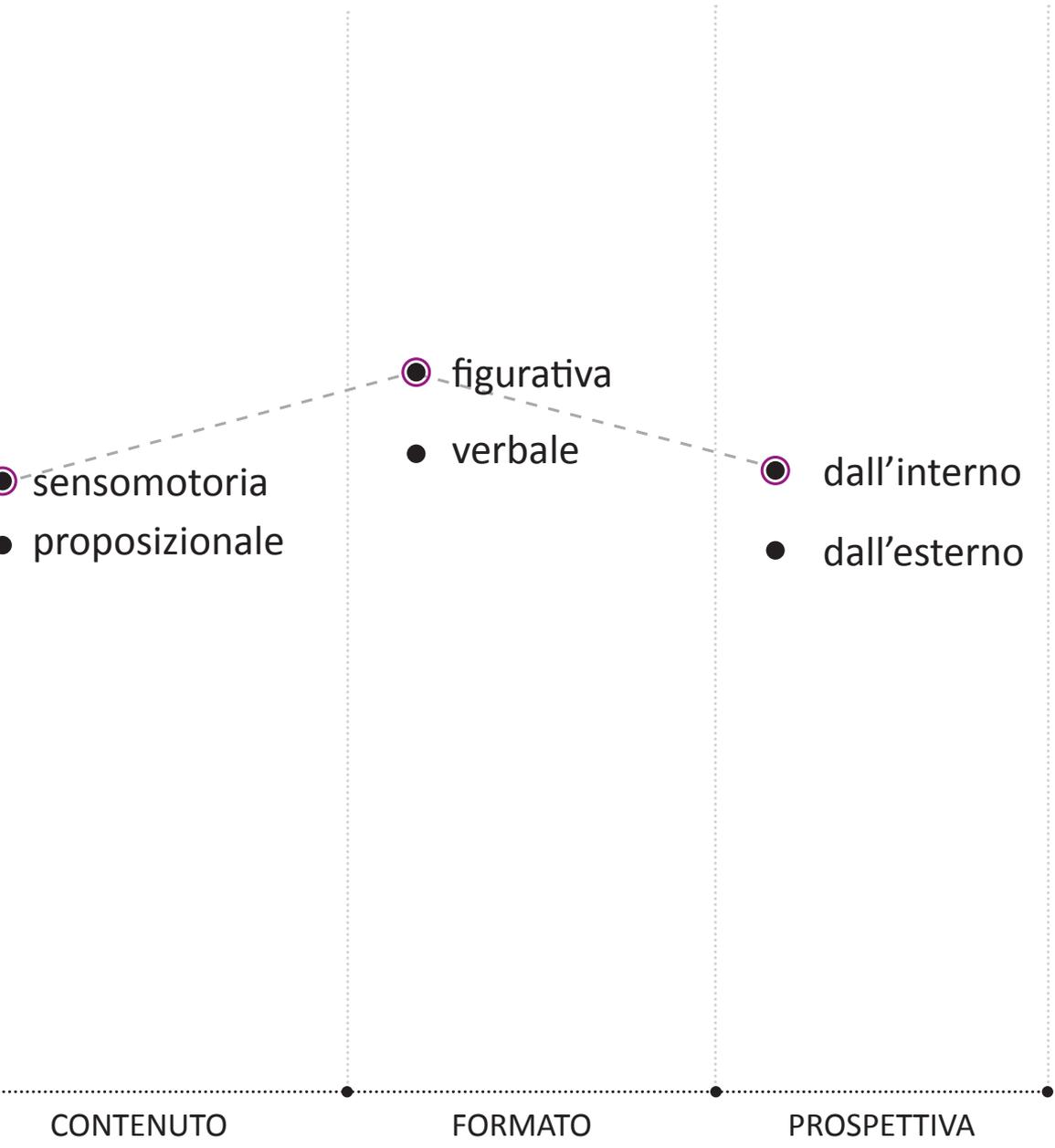
Nei capitoli a seguire, volendo evitare di mirare a una definizione univoca dell'immaginazione per la progettazione architettonica, si proporrà un'analisi delle specificità dell'immaginazione funzionali alla progettazione dello spazio, e delle sue modalità di interazione con altri stati mentali. In particolare, si circoscriverà il campo di indagine all'immaginazione che abbia contenuti di derivazione sensomotoria, utilizzata in modo cosciente e volontario con finalità creativa [Fig. 4]. Data la novità della trattazione, questa si limiterà all'analisi dell'immaginazione a livello individuale, tralasciando gli aspetti dell'immaginazione collettiva, che pur sarà interessante approfondire in futuri studi, dal momento che l'attività dell'architetto ha da sempre carattere corale.

5 Il *mind wandering* è in realtà, secondo alcuni autori (Agnoli et al., 2018; Vannucci & Agnoli, 2019), uno stato mentale che, se sfruttato attivamente, può addirittura potenziare la creatività.

6 Il numero 1817 della rivista *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* (2021) è dedicato proprio a mettere in luce le connessioni tra *mental imagery*, allucinazione, *mind-wandering* e sogno, considerate forme diverse di offline perception. Per una panoramica si veda l'introduzione: Fazekas, P., Nanay, B., & Pearson, J. (2020). Offline perception: An introduction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 376(1817), 20190686.

7 "Bachelard [...] insisted that imagination has not only an anatomy but a physiology. The imagination has a certain structure as well as a characteristic way of interacting" (Robinson, 2021, pp. 156–157, trad. it. di Linda Buondonno).





2.2 Immaginazione e processi sensomotori

“Quando penso all’architettura, dentro di me scaturiscono delle immagini [...] Mi sembra ancora di sentire nella mano la maniglia della porta, quella porzione di metallo configurata come il dorso di un cucchiaino. [...] Mi ricordo il rumore della ghiaia sotto i miei piedi, della lucentezza moderata del legno di quercia lucidato delle scale; sento lo scatto della serratura al rinserrarsi della pesante porta di casa alle mie spalle [...]. Ricordi di questo tipo racchiudono le esperienze architettoniche più profondamente radicate che io conosca. Costituiscono il nucleo basilare di immagini e atmosfere architettoniche che nella mia pratica di architetto cerco di scandagliare”.

(Zumthor, 1998, p. 8-9)

La definizione più condivisa di *mental imagery*¹ proveniente dalla psicologia è una definizione negativa:

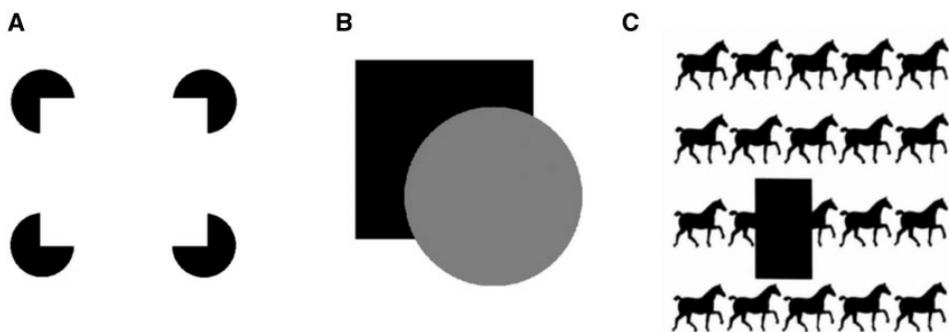
“usiamo il termine *mental imagery* per riferirci a rappresentazioni e alle relative esperienze di informazione sensoriale senza uno stimolo esterno diretto. Tali rappresentazioni sono rievocate dalla memoria e conducono a rivivere una versione dello stimolo originale o una nuova combinazione di stimoli”² (Pearson et al., 2015, p. 590).

Sono ormai innumerevoli le evidenze derivanti dall’uso di tecniche di *neuroimaging* riguardo alla sovrapposizione tra l’attivazione di aree della corteccia durante processi percettivi e durante l’immaginazione degli stessi percetti. Nell’attività immaginativa –così come, con diversa intensità, nei fenomeni del *mind-wandering*, del sogno e delle allucinazioni– si verifica la stessa attivazione di parti di corteccia cerebrale (aree sensoriali di basso e alto livello, precuneo, corteccia cingolata posteriore, corteccia retrospleniale) che si ha durante la percezione sensoriale corrispondente (Abraham, 2016; Arbib, 2021; Pearson et al., 2015).

Questo di fatto conferma la posizione che già Sartre aveva assunto sul ruolo dell’immaginazione; ne *L’imagination* (1936) e *L’imaginaire. Psychologie phénoménologique de l’imagination* ([1940] 1964) arriva a definire l’immagine mentale come

¹ Da qui in avanti, se si usa il termine immaginazione, sarà sempre da intendere con il significato di *mental imagery*, secondo la definizione di campo discussa nel § 2.1.

² “we use the term ‘mental imagery’ to refer to representations and the accompanying experience of sensory information without a direct external stimulus. Such representations are recalled from memory and lead one to re-experience a version of the original stimulus or some novel combination of stimuli (Pearson et al., 2015, p. 590).



5(A). Il quadrato di Kanizsa: un esempio di completamento modale.

5(B). Il quadrato parzialmente occluso è oggetto di completamento amodale e quindi sembra percettivamente presente dietro il disco.

5(C). Il completamento amodale sfocia nella sensazione di presenza di un cavallo allungato dietro al rettangolo, invece che di due cavalli.

un “analogon”, “un equivalente della percezione ([1940] 1964, p.35) “che rappresenta senza possederle le qualità sensibili dell’oggetto assente” (ivi. p. 140). La posizione di Sartre è tra l’altro considerata dal filosofo contemporaneo Andrea Zhok una possibile mediazione tra le due posizioni contrapposte dell’*Imagery Debate*: “da un lato le argomentazioni sartriane negano che l’immagine mentale esista nello spazio e la collocano in una dimensione irreali; dall’altro viene rigettata anche la tesi che l’immagine mentale abbia carattere epifenomenico. L’immagine mentale ha in sé aspetto reale. [...] Le osservazioni di Sartre, come le analisi di Kosslyn, ci conducono a considerare come la spazialità apparente delle immagini mentali giochi un ruolo cognitivo reale” (Zhok, 2014, p. 70).

È indubbiamente riconducibile alla capacità immaginativa la produzione di immagini mentali ad occhi chiusi: nessuno stimolo sensoriale diretto è presente. Ma è evidente che ai fini di individuare i meccanismi immaginativi impiegabili nel processo progettuale, questa modalità è poco pertinente, dal momento che l’attività dell’architetto non è assimilabile a un’alienazione simil-meditativa, ma è piuttosto situata in un contesto sociale, tecnologico e culturale nel quale le rappresentazioni del progetto costituiscono uno stimolo visuale costante³; l’immaginazione è situata nel mondo, non all’interno della testa (Koukouti & Malafouris, 2020). Coerentemente con uno studio dell’attività immaginativa nel contesto del processo progettuale in architettura, è piuttosto più utile riferirsi ai tipi di immaginazione che scaturiscono da stimoli *indiretti*, ma pur sempre in qualche modo in relazione con la percezione⁴.

Uno stimolo sensoriale può essere indiretto secondo almeno due diverse declinazioni: può provenire dall’ambito della stessa modalità sensoriale oppure può derivare da uno stimolo afferente a una diversa modalità. Il primo caso è quello che si definisce “completamento amodale”: il processo percettivo riferito a parti dell’oggetto percepito non accessibili ai sensi (Nanay, 2018b). Si pensi all’osservazione di un panorama attraverso un’inferriata, oppure di un oggetto al di là di una staccionata: grazie al completamento amodale siamo in grado di percepire l’intero oggetto della visione. Esistono condizioni analoghe anche in altre modalità sensoriali: si pensi ad esempio ai *bip* usati per censurare alcune parole pronunciate in televisione. Altri esempi relativi alla modalità visiva sono indicati nella figura 5; queste figure rappresentano, in realtà, modalità leggermente differenti tra loro di “incompletezza”, tant’è che gli psicologi tradizionalmente si riferiscono a casi come 5.A con “completamento modale” (sono presenti elementi che inducono la percezione della forma completa) e a casi come 5.B con

3 Questo tema è affrontato più nello specifico nel §5.1.

4 Questa analisi segue la traccia offerta dal lavoro del filosofo Bence Nanay (Nanay, 2010, 2018b, 2018a, 2023), il suo approccio ha il pregio di riuscire a integrare le prospettive psicologiche e neuroscientifiche a quella filosofica.

“completamento amodale” (si percepisce anche la parte di forma occultata da qualcos’altro). La figura 5.C indica una condizione che non rientra né nell’una né nell’altra modalità. Alcune persone hanno l’illusione di visualizzare un cavallo più lungo anziché due cavalli di cui alcune parti sono nascoste dal rettangolo, per cui si può dire la percezione finale non è né puramente derivante da un occultamento né da un’induzione. Nanay (Nanay, 2018b) evidenzia che, a prescindere dalle differenze appena menzionate, in entrambi i casi il completamento della forma avviene a livello della corteccia visiva primaria, cioè nella prima fase del processo di elaborazione visuale – di cui non abbiamo coscienza. Questo implica che tale processo non nasce da una volontaria curiosità di scoperta, ma è un automatismo dei processi percettivi: ogni volta che vediamo un oggetto, completiamo la percezione delle sue parti nascoste attraverso questo meccanismo che, tuttavia, può manifestarsi come effetto di due processi leggermente diversi –*bottom-up* e *top-down*. In alcuni casi, ad esempio per quanto riguarda le immagini gestaltiche, il completamento amodale può essere puramente guidato dallo stimolo percettivo (*bottom-up*); mentre in altri casi, il processo può avere origine *top-down*, ovvero derivare da conoscenze, aspettative o stati emotivi pregressi.

La seconda modalità per cui uno stimolo può indirettamente attivare un processo percettivo dipende dalla natura multimodale della percezione. Da qui deriva quella che Nanay (2018a) definisce immaginazione multimodale, integrando la prospettiva cognitiva e neuroscientifica con quella filosofica.

La “polifonia dei sensi” teorizzata da Gaston Bachelard (Bachelard, 1971, p. 6) è ormai evidenza consolidata anche dalle neuroscienze: appurata la natura multisensoriale della percezione il passo successivo è stato quello di riscontrare che non esistono aree del cervello puramente deputate all’elaborazione di stimoli sensoriali o motori. La norma piuttosto è l’attivazione di *cluster funzionali* che non dipende da singole modalità sensoriali stimolate ma da elaborazioni più complesse e che coinvolgono contemporaneamente diverse modalità sensoriali e il controllo motorio (Gallese & Lakoff, 2005). Questo consente di spiegare la reciproca influenza che hanno diversi stimoli sensoriali l’uno sull’altro; molti studi dimostrano come, ad esempio, l’elaborazione visiva sia influenzata da quella uditiva. Nanay si chiede, invece, cosa succede quando un processo di elaborazione visiva è, non solo modificato, ma innescato da uno stimolo uditivo. In questo senso, l’immaginazione è multimodale: “un processo percettivo che non è stimolato dal corrispondente stimolo sensoriale in una data modalità”⁵ (Nanay, 2018a, p. 127). Ad esempio, si può avere (ed è spesso così) immaginazione olfattiva non innescata da uno stimolo olfattivo ma piuttosto da uno stimolo

⁵ “Mental imagery [...] is perceptual processing that is not triggered by corresponding sensory stimulation in a given sense modality” (Nanay, 2018, p. 127, trad. it. Di Linda Buondonno).

visivo.

Questo processo è, peraltro, sfruttato opportunamente da varie forme d'arte: il regista Robert Bresson, ad esempio, sottolinea: "l'occhio (in generale) è superficiale, l'orecchio profondo e creativo. Il fischio di una locomotiva imprime in noi un'intera stazione"⁶ (Bresson, 1950).

L'immaginazione multimodale, così descritta è evidentemente un processo inconscio e involontario, parte integrante del processo percettivo, ed è ciò che avviene il più delle volte. La percezione, quindi, non dipende causalmente ma strutturalmente dall'immaginazione.

Esistono, tuttavia, circostanze in cui l'attenzione guida il processo percettivo e di conseguenza anche la determinazione delle proprietà di quelle parti di esperienza percettiva di cui non è rilevabile uno stimolo diretto, le proprietà immaginate possono così essere rese salienti (Nanay, 2010, 2018a). Durante il processo progettuale in architettura, la percezione visiva è stimolata principalmente dai vari tipi di rappresentazioni dello spazio in via di definizione. Il controllo attentivo diventa quindi una variabile determinante nella descrizione del processo immaginativo per quanto concerne questa ricerca, soprattutto in relazione a rappresentazioni dello spazio supportate da strumenti digitali. L'immaginazione, per essere un proficuo strumento di espansione dello stimolo visuale costituito dai vari modelli dello spazio architettonico, deve essere di tipo attenzione-dipendente. Gioca a vantaggio di questo sforzo attentivo il fatto che le immagini mentali sono non-occlusive: posso continuare a percepire ciò che deriva dallo stimolo sensoriale anche mentre sono focalizzato sull'immagine mentale. Famoso l'esempio del camionista distratto proposto da David Armstrong (1980): un camionista mentre guida visualizza la strada. Mentre visualizza la strada può immaginarsi la cena che lo aspetta quando arriva a casa. Mentre immagina la cena, comunque continua a vedere la strada, almeno nelle sue parti salienti. Quando si rifocalizza del tutto sulla strada, l'immagine della cena sparisce. L'esempio della guida di un veicolo è stato ripreso da molti altri, ma quello che è rilevante in questa sede è che l'attenzione può effettivamente essere determinante sia nella configurazione del processo percettivo sia di quello immaginativo ad esso correlato. Così contestualizzata, l'immaginazione impiegabile nel processo progettuale si potrebbe inquadrare nel concetto di rappresentazione pragmatica, ovvero immediatamente antecedente di un'azione (Nanay, 2013). Questo rientra nell'approccio all'immaginazione derivante dalle teorie *enactive* della percezione: così come la percezione non è un processo subito passivamente, ma una forma di azione nei confronti dell'ambiente, anche l'immaginazione si verifica quando qualcuno persiste nel mettere in atto la ricerca di particolari

⁶ "The eye (in general) superficial, the ear profound and inventive. A locomotive whistle imprints on us a whole railroad station" (Bresson, 1950, trad. it. di Linda Buondonno).

informazioni anche quando non è plausibile aspettarsi di trovarle tra le possibilità della sfera sensibile (Palmiero et al., 2019; Thomas, 1999). Anche i già citati Pearson e Kosslyn, nel descrivere i ruoli funzionali delle rappresentazioni mentali per immagini, sottolineano l'utilità della simulazione mentale per prevedere possibili interazioni nel mondo reale: “i formati raffigurativi delle rappresentazioni mentali sono utili nel ragionamento. Consentono di ‘simulare mentalmente’ interazioni che potrebbero avvenire nel mondo reale, di vedere i possibili risultati di tali interazioni. Visto che le raffigurazioni [mentali] conservano le caratteristiche accidentali degli oggetti (ad esempio specifici aspetti della loro forma), sono utili al momento di considerare come gli oggetti interagiranno” (Pearson & Kosslyn, 2015, p. 10091⁷).

L'oggetto dell'immaginazione, che nel contesto del processo di progettazione architettonica (ma anche di altre forme di creatività) è finalizzato a subire reiterati processi di verifica e altrettante trasformazioni, può essere di tipo statico – un oggetto o uno spazio dotati delle proprie qualità materiche e quindi inneschi di processi percettivi –, ma anche di carattere dinamico, ovvero rappresentare episodi nei quali è incluso il movimento. Specialmente di quest'ultimo aspetto tiene conto il modello elaborato da Micheal Arbib (Arbib, 2020, 2021): IBSN, *Imagination in Brain Systems for Episodes and Navigation*; “le immagini mentali dell'architetto possono essere non solo multisensoriali, immagini in cui la visione, l'udito e altri sensi si combinano con l'azione, ma si possono anche estendere nel tempo, invocando *script* per possibili comportamenti [...]. Gli *script* qui non sono prescrizioni scritte di esatti comportamenti, piuttosto generici pattern di esperienze vissute di qualche tipo [...]. Ogni *script* coinvolge (sia in modo molto specifico che con più flessibilità) lo sfruttamento di *affordance* [...] Un'*affordance* è un indizio percettivo del fatto che un'azione potrebbe essere possibile in un particolare spazio o mettendo in atto una particolare azione” (Arbib, 2021, pp. 585–586⁸). Il fatto che si possano immaginare anche episodi è di fondamentale importanza nel processo progettuale che conduce alla costruzione di uno spazio che sarà non solo campo percettivo ma anche e soprattutto campo d'azione,

7 “[...] depictive formats are useful in reasoning. They allow one to “simulate mentally” interactions that could occur in the real world, seeing the possible results of such interactions. Because depictions preserve incidental characteristics of objects (e.g., specific aspects of their shapes), they are useful when considering how objects will interact” (Pearson & Kosslyn, 2015, p. 10091, trad. it. di Linda Buondonno).

8 “Not only may the architect's images be multisensory, in which vision, hearing, and other senses combine with action, but they also may extend in time, invoking 'scripts' for possible behaviours [...]. 'scripts' here are not written prescriptions for exact behaviours, but rather express general patterns of lived experience of a particular kind. [...] Each 'script' involves (whether quite specifically or with great flexibility) the exploiting of affordances [...]. An affordance is a perceptual cue that an action may be possible at a particular place or using a particular action” (Arbib, 2021, pp. 585–586, trad. it. di Linda Buondonno).

secondo l'approccio *enactive*⁹. Come attori o ballerini che provano mentalmente movimenti e sequenze di passi del personaggio che sono chiamati a interpretare, l'architetto attraverso l'immaginazione coreografa e mette in scena un'ipotetica esperienza di movimento di chi abiterà lo spazio (Landrum, 2016). Proprio per il ruolo determinante che riveste la configurazione spaziale sulle possibilità di movimento del corpo, ma anche sulle reazioni fisiologiche ed emotive –più o meno conscie– l'architetto dovrebbe acquisire una conoscenza più approfondita del funzionamento del corpo umano rispetto a quella che la formazione comunemente fornisce. Era quello che suggeriva già Richard Neutra nel suo *Survival Through Design*: “la conoscenza della materia e della funzione cerebrale non è meno importante per la progettistica di quanto lo sia il conoscere le proprietà dell'acciaio, del calcestruzzo e delle fibre di vetro ai fini di un loro buon impiego. [...] È strano che praticamente gli esseri umani non siano mai stati studiati in rapporto ai loro bisogni e interessi vitali, così come si studiano le piante in loco per aiutare l'agronomo nel suo lavoro. Ben poche informazioni di questo tipo sono state raccolte nei prontuari destinati all'architetto e al progettista. E il tipo d'indagine di cui si parla non è affatto rivoluzionario di per sé; ma la sua applicazione alla progettistica è stata finora piuttosto frammentaria” (Neutra, [1954] 2015, pp. 186, 283–284). Più recentemente altri autori (Buse et al., 2017; Imrie, 2003) hanno messo in evidenza l'ulteriore necessità da parte degli architetti, al pari di altri professionisti che hanno a che fare con il corpo umano, di riferirsi a una molteplicità di corpi, non solo a quello corrispondente alla propria esperienza personale, secondo una pratica “di giocoleria” tra le varie possibili peculiarità corporee che devono poter necessariamente convivere nello spazio.

6. Aldo Van Eyck e Joost van Roojen,
Playground dell'orfanotrofio di Bur-
gerweeshuis, Amsterdam.

9 La teoria sull'*enactive cognition* è stata elaborata e sviluppata da Varela, Rosch e Thompson (Thompson, 2010; Varela et al., 1991) in stretta relazione con quella dell'*embodied cognition*, come risposta al modello cognitivista tradizionale che vedeva la mente come un processore di informazioni e che non teneva in considerazione il corpo. Il concetto di *enaction* enfatizza il rapporto interattivo tra cervello, corpo e ambiente. Che la percezione e la cognizione dipendano strettamente da questo tipo di interazione è, ad oggi, pienamente riconosciuto ed è, inoltre, un modello proposto da molti per studiare l'esperienza dello spazio architettonico (Condia et al., 2020; Jelić et al., 2016).



2.3 Ispezione, trasformazione e differenze individuali

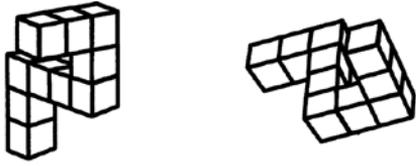
“Tu pensi per parole, per te il linguaggio è un filo inesauribile che tessi come se la vita si facesse narrandola. Io penso per immagini congelate in una foto. Ma non impressa su una lastra, piuttosto come disegnata a penna, è un ricordo minuzioso e perfetto, dai volumi morbidi e dai colori caldi, rinascimentale, come un’intenzione colta su una carta porosa o su una tela”.

(Allende I., Eva Luna racconta, 1989, p.7)

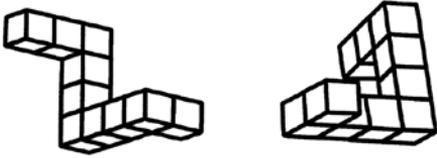
Come accennato nel § 2.1, tra gli anni '70 e gli anni '80 sono stati elaborati vari esperimenti cognitivi che hanno avuto la grande importanza di dimostrare la validità delle immagini mentali in quanto formato possibile delle rappresentazioni mentali, in aggiunta a quello di tipo proposizionale. Grazie a questi esperimenti siamo in grado di mettere in luce ulteriori proprietà delle immagini mentali utili alla progettazione architettonica: oltre a rappresentare un analogo della percezione (§ 2.2), e quindi essere capaci di veicolare informazioni relative agli aspetti sensoriali e motori della realtà ipotetica in fase di progettazione, quest'ultima –con gradi di completezza variabili– è anche possibile oggetto di ispezione e trasformazione. Si rievocano qui alcuni esperimenti che dimostrano queste proprietà.

Roger Shepard e Jacqueline Metzler (1971) inaugurano gli studi sulle rotazioni mentali di oggetti con un esperimento che prevedeva di fornire ai partecipanti immagini di coppie di solidi e di individuare se esse rappresentassero lo stesso solido in posizioni diverse o se fossero solidi di forme diverse [Fig. 7]. L'ipotesi sperimentale era che per dare una risposta a quesiti del genere i soggetti dovevano necessariamente partire da un solido e ruotarlo mentalmente al fine di verificare se la forma ruotata corrispondesse con la seconda immagine della coppia. L'esperimento rileva che il tempo impiegato a stabilire la corrispondenza o meno tra le immagini aumenta linearmente con l'ampiezza dell'angolo di rotazione tra la figura originaria e quella ruotata. I partecipanti hanno riferito che per realizzare la comparazione richiesta hanno dovuto innanzitutto immaginare un oggetto come ruotato con lo stesso orientamento dell'altro e che hanno potuto compiere questa rotazione mentale non più in là di un certo limite; e che, visto che percepivano le immagini bidimensionali come oggetti nello spazio tridimensionale, potevano immaginare con uguale facilità le rotazioni attorno a qualsiasi asse fosse richiesto (Shepard & Metzler, 1971); il report introspettivo ha confermato, di fatto, ciò che era stato misurato.

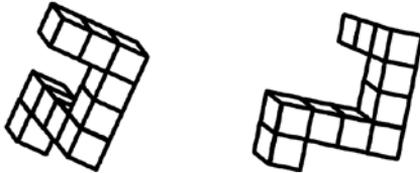
Stephen Kosslyn prosegue, sulle orme di Sheperd e Metzler, lo studio delle proprietà delle immagini mentali attraverso esperimenti. La difficoltà, evi-



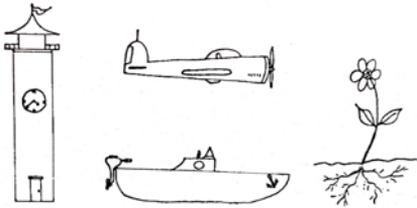
7. Solidi usati per gli esperimenti di rotazione mentale da Shepard e Metzler (1971)



8A-B. Disegni utilizzati da Kosslyn per gli esperimenti sull'ispezione delle immagini mentali ([1983] 1999).



7.



8A.



8B.

dentemente, di indagare un processo cognitivo come l'immaginazione risiede principalmente nel fatto che non lascia "tracce esterne", per questo anche gli esperimenti di Kosslyn si avvalgono del tempo come variabile misurabile oggettivamente: "se i soggetti impiegavano più tempo a percorrere visivamente una distanza maggiore su un oggetto rappresentato mentalmente, allora potevamo ragionevolmente concludere che si trattasse di una rappresentazione figurativa davvero *usata*, non semplicemente sperimentata soggettivamente come epifenomeno di altri processi" (Kosslyn, [1983] 1999, p. 65).

Uno dei test che mirava a indagare la perlustrazione delle immagini mentali consisteva nel richiedere ai soggetti di memorizzare un disegno rappresentante vari oggetti (ad esempio, un motoscafo, un fiore, un aeroplano, ecc.). In seguito, veniva chiesto loro, uno alla volta, se alcuni dettagli fossero presenti nei vari oggetti (ad esempio, un motore sul motoscafo), senza poter vedere il disegno e quindi basandosi solo sulla sua immagine mentale. I vari oggetti erano sparsi e ovviamente situati a distanze differenti rispetto alle estremità del disegno nel suo complesso. All'inizio dell'esperimento, veniva chiesto ai soggetti coinvolti di focalizzare l'attenzione su uno degli estremi dell'immagine mentale appena l'avessero formata. Quando interpellati sulla presenza o meno di un dettaglio (es. motore), i soggetti andavano a ricercare il relativo oggetto (es. motoscafo) nella loro immagine mentale del disegno generale. Gli sperimentatori hanno osservato che il tempo di risposta in merito alla presenza o meno del dettaglio aumentava linearmente con la distanza fisica dell'oggetto interessato rispetto al punto di focalizzazione dell'immagine mentale sul quale era stato chiesto ai soggetti di focalizzare l'attenzione in partenza. Il tempo richiesto per esplorare mentalmente l'immagine da un estremo all'altro del disegno risultava più lungo, mentre si riduceva proporzionalmente quando era necessario individuare un dettaglio più vicino al punto di focalizzazione [Fig. 8A] (Kosslyn, [1983] 1999, p. 66).

Sempre per indagare se esistesse una corrispondenza tra distanza tra due elementi appartenenti a un'immagine mentale e il tempo di "percorrenza", Kosslyn e collaboratori hanno proposto un'esperimento che consisteva nel chiedere ai soggetti di memorizzare una mappa che rappresentava l'ubicazione di sette luoghi diversi su un'isola, a distanze reciproche diverse. Una volta memorizzata la mappa, veniva chiesto ai soggetti di visualizzare mentalmente il tragitto di spostamento da un punto ad un altro; anche in questo caso il tempo necessario per compiere lo spostamento mentale era proporzionale alla distanza effettiva tra i due punti segnati sulla mappa [Fig. 8B] (Kosslyn, [1983] 1999, p. 66).

Con esperimenti come quelli qui solo sinteticamente riportati, Kosslyn dimostra sostanzialmente che le immagini mentali mantengono sia le proprietà spaziali (distanza, dimensioni relative,...) sia le proprietà intrinseche degli oggetti

(colore, forma, texture, grana...)¹.

Questi due gruppi di proprietà hanno una corrispondenza anche nella differenziazione in stili cognitivi.

Gli stili cognitivi sono dimensioni psicologiche che rappresentano omogeneità della modalità di funzionamento cognitivo, in particolare rispetto alle modalità di acquisizione ed elaborazione di informazioni. Gli stili originariamente riconosciuti (Paivio, 1971; Richardson, 1977) sono stati quello verbale e quello visuale²: gli individui che propendono per lo stile visuale – gli immaginatori – sono coloro che fanno affidamento primariamente su immagini mentali per svolgere un compito; chi possiede lo stile verbale – i verbalizzatori – sono coloro che si affidano primariamente a strategie analitico-verbali nelle performance cognitive. Ricerche più recenti hanno messo in discussione questo modello binario introducendo una bipartizione dello stile cognitivo visuale; grazie anche a studi su pazienti con lesioni cerebrali è stato dimostrato che esistono almeno due modalità distinte di processare informazioni in termini visuali, due stili cognitivi visuali distinti: lo stile *object* e lo stile *spatial* (Blajenkova et al., 2006; Kosslyn et al., 2001, 2015; Kozhevnikov et al., 2002, 2005). Ciò che il gruppo guidato da Maria Kozhevnikov aveva individuato era una debolezza sull’attendibilità degli strumenti psicometrici per valutare lo stile cognitivo verbale o visuale che fu ricondotta all’eccessiva vaghezza della categoria “visuale”. Grazie a una serie di test e di studi statistici gli studiosi arrivarono alla conclusione che gli “immaginatori” dovevano essere divisi secondo due abilità visuali diverse: quella di elaborare mentalmente informazioni visuali in termini di relazioni spaziali (stile *spatial*) e quella di ispezionare mentalmente oggetti ad alta risoluzione (stile *object*). La terminologia *object-spatial* è un po’ fuorviante ma si mantiene coerente a quella usata nella letteratura di riferimento. È bene specificare, però, che “sebbene l’immaginazione di tipo *object* sia legata all’apparenza visiva dei singoli oggetti, non si limita a questi, ma potrebbe anche riferirsi alle immagini di ambienti e scene, caratterizzandone il colore, la vividezza, le forme o i detta-

¹ Per questo le immagini mentali possono costituire un valido supporto a processi di ragionamento complessi, costituendo quello che Kosslyn definisce un “buffer visivo”: una sorta di taccuino visuo-spaziale che è in grado di elaborare trasformazioni e ispezioni di contenuti provenienti dalla memoria a lungo termine. Questa capacità comprende anche la possibilità di produzione di rappresentazioni complesse di contenuti originali e rientra in quella che è definita memoria di lavoro: un tipo di memoria a breve termine, intermedia tra la memoria sensoriale (<1 secondo) e quella a lungo termine (anni), grazie alla quale avvengono i principali processi cognitivi.

² Esistono anche altri stili cognitivi, riferiti a caratteristiche che non rientrano nel focus di questa trattazione ma che si riportano ad esempio: alcune persone hanno una tendenza ad affidarsi maggiormente a stimoli interni (cosiddetta “indipendenza dal campo”) per affrontare performance cognitive mentre altre tendono di più a contare su stimoli esterni (“dipendenza dal campo”) per svolgere compiti. “Le persone indipendenti dal campo tendono ad essere meno sensibili alle caratteristiche globali potenzialmente fuorvianti dell’ambiente e del contesto nella soluzione di problemi che richiedono invece l’identificazione dei dettagli rilevanti” (Chiorri, 2022, p. 92)

gli. Analogamente, le immagini di tipo *spatial* non si limitano alla localizzazione o alle relazioni spaziali tra oggetti, ma potrebbero riferirsi alla relazione spaziale tra parti dell'oggetto o potrebbero riferirsi al movimento dell'oggetto e alle trasformazioni spaziali dinamiche di diversi elementi dell'oggetto"³ (Blazhenkova & Kozhevnikov, 2009, p. 640).

Tramite le tecniche di *neuroimaging* è stato possibile individuare anche due diversi percorsi di attivazione cerebrale: immagini mentali che implicano relazioni spaziali (ad esempio quelle che si formano per rispondere alla domanda "con quale mano la Statua della Libertà regge la torcia?" o "l'angolo formato dalle lancette dell'orologio alle 3:05 è maggiore di quello formato alle 8:20?) attivano la zona dorsale del cervello, mentre immagini mentali che riguardano forme e colori (ad esempio quelle che produrremmo per rispondere alla domanda "che forma hanno le orecchie di topolino?" o "quale verde è più scuro, quello della lattuga o quello degli spinaci?") innescano un pattern di attivazione collocato nella zona ventrale del cervello [Fig. 9] (Kosslyn et al., 2001).

Arbib (2021) declina questa bipartizione applicandola al contesto dell'interazione di un individuo con lo spazio architettonico, più tecnicamente definita coordinazione visuomotoria: nella zona ventrale viene valutato consciamente l'ambiente e identificati gli oggetti e le azioni possibili, stabilendo una pianificazione dell'effettiva azione, mentre nella zona dorsale vengono analizzate in dettaglio le affordance per mettere in atto precisamente il movimento. Così come ne parla lo stesso Arbib, sarebbero uno –il ventrale– il percorso del "cosa" e l'altro –il dorsale– il percorso del "come".

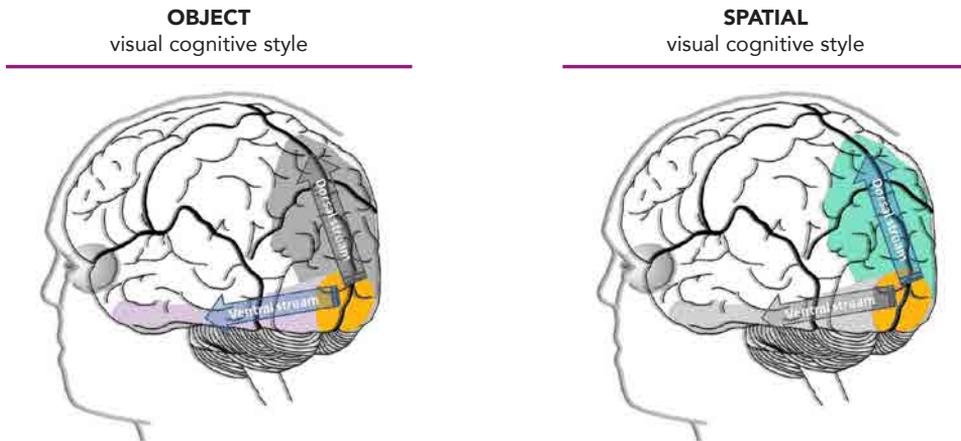
Come si è detto nel § 2.2, esistono sovrapposizioni tra pattern di attivazione corticale associati a esperienze percettivo-motorie e immaginative, per cui la corrispondenza tra quanto espone Arbib e quanto è stato descritto da Kosslyn e collaboratori risulta coerente.

Quello che grazie agli studi di Kozhevnikov e collaboratori è stato reso possibile è la valutazione delle differenze individuali attraverso uno strumento psicometrico che tiene in considerazione il modello bipartito *object-spatial*. Il test da loro messo a punto per realizzare questa valutazione si chiama infatti Object-Spatial Imagery Questionnaire (Blajenkova et al., 2006). Le differenze individuali sullo stile immaginativo sono così descritte: "gli immaginatori di tipo *object* preferiscono costruire immagini di singoli oggetti colorate, ad alta risoluzione e fotorealistiche per poi codificarle e processarle in modo olistico, mentre gli imma-

³ "Although object imagery is related to visual appearances of individual objects, it is not limited to individual objects, but could also refer to imagery of patterns and scenes, characterizing their colour, vividness, shapes or details. Similarly, spatial imagery is not limited to spatial locations or relations between objects in spatial array, but could refer to spatial relation between parts of the object and also, it could refer to the object's movement and to the dynamic spatial transformations of different elements of the object" (Blazhenkova & Kozhevnikov, 2009, p. 640, trad. it. di Linda Buondonno).

ginatori di tipo *spatial* preferiscono costruire rappresentazioni schematiche di oggetti e delle relazioni spaziali che intercorrono tra questi, generare e processare immagini poco per volta e sono abili nel compiere complesse trasformazioni spaziali”⁴ (Blajenkova et al., 2006, p. 243).

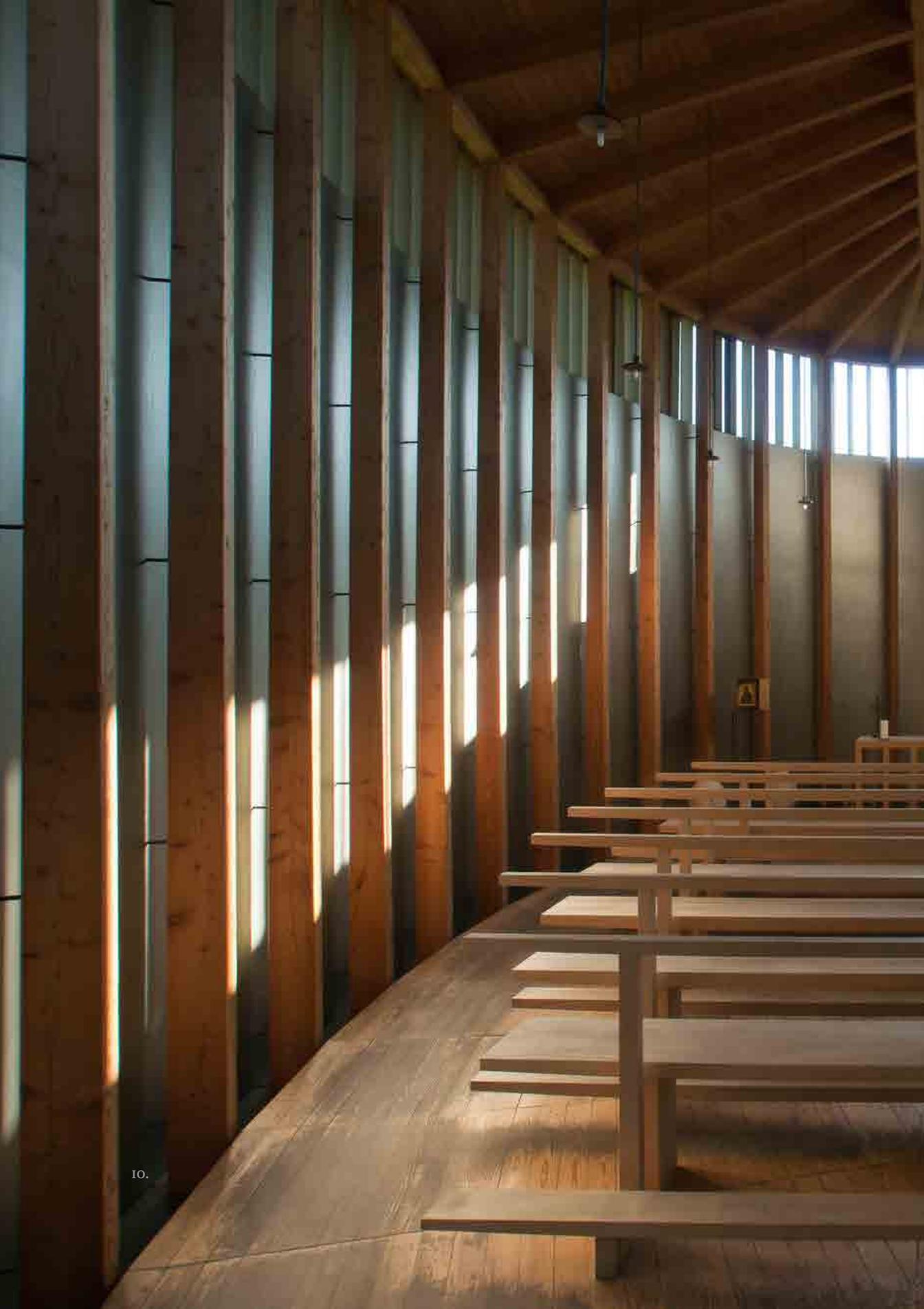
Nel contesto della progettazione è importante mantenere una visione olistica nei confronti dell’oggetto architettonico che si sta delineando: se è vero che l’architettura è fatta necessariamente di parti discrete, è altrettanto vero che l’importanza delle relazioni tra queste parti è ciò che connota davvero lo spazio. Come sostiene anche Peter Zumthor: “le case sono configurazioni artificiali. Consistono di parti singole che devono essere congiunte. La qualità di questi congiungimenti determina in ampia misura la qualità dell’oggetto finito. [...] L’architettura è chiamata a sfidare la creazione di un tutt’uno a partire da innumerevoli componenti singole, distinte nella funzione e nella forma, nei materiali e nelle dimensioni” (Zumthor, [1998] 2019, pp. 11–12). Per questo, per quanto sia fondamentale, durante l’immaginazione di nuove configurazioni o porzioni di spazio, compiere rotazioni e trasformazioni di oggetti, è altrettanto necessario mantenere una prospettiva olistica e allo stesso tempo materica sullo spazio – immaginare in stile *object*.



9.. Correlati neurali ai due stili cognitivi visuali.

10. Saint Benedict Chapel, Sumvitg (1988). Peter Zumthor.
Foto di Felipe Camus.

4 “object imagers prefer to construct colourful, high-resolution, picture-like images of individual objects and to encode and process images holistically, whereas spatial imagers prefer to construct schematic representations of objects and spatial relations among objects, generate and process images part by part, and are capable of performing complex spatial transformations” (Blajenkova et al., 2006, p. 243, trad. it. Di Linda Buondonno).





Capitolo 3

Mente estesa: immaginazione e
mediazioni tecnologiche

Abstract

Per avvicinarsi all'inclusione degli strumenti digitali per la progettazione nella trattazione, si inizia argomentando il carattere interattivo dell'immaginazione, che si arriva a qualificare come innervata tecnologicamente. Le teorie della mente estesa e della *distributed cognition* – evoluzioni di posizioni esternaliste già presenti, in qualche modo, nella filosofia della seconda metà del Novecento – forniscono una solida base su cui impostare l'analisi del rapporto tra cognizione dell'architetto e strumenti digitali, consentendo anche di scardinare i concetti di “interno” ed “esterno, in favore di una concezione della mente non localizza nello spazio (§ 3.1). Radicata sull'impostazione della *Material Engagement Theory*, la discussione prosegue nel tentativo di definire le specificità della relazione con gli strumenti digitali anche attraverso un approccio postfenomenologico. Ciò ha permesso di collocare quella tra strumenti digitali e architetto – nell'atto di immaginare lo spazio – nella categoria delle relazioni ermeneutiche; cioè quel tipo di relazione mediata tecnologicamente, che, quindi, necessita di un processo interpretativo per sussistere (§ 3.2).

3.1 Immaginazione interattiva ed esternalità

*Mind is a leaky organ, forever escaping
its 'natural' confines and mingling shamelessly
with the body and with the world.*

Andy Clark, *Being there*, 1997, p.53

Un importante attributo qualificante dell'immaginazione è l'interattività. Se fin qui l'analisi della facoltà di produrre immagini mentali è stata imperniata sul soggetto-architetto, è arrivato il momento di aprire la discussione agli ulteriori elementi che prendono parte attiva nel processo progettuale e che, si argomenterà, rappresentano un contributo causale al tipo di intenzionalità del progettista: gli strumenti tecnologici per la progettazione.

Come già dichiarato, l'approfondimento di questa ricerca verte sugli strumenti digitali per la progettazione, ma è opportuno qui iniziare a contestualizzare la questione del rapporto tra individuo e mondo mediato dalla tecnologia.

In relazione all'immaginazione, la tecnologia si pone in due condizioni diverse: i) come oggetto dell'agire creativo dell'immaginazione, al fine di ottenere innovazioni di qualche tipo; ii) come soggetto dotato di diverse manifestazioni di *affordance* e agente sull'immaginazione secondo forme che si proveranno a descrivere nel corso del capitolo.

3.1.1 Innervazione tecnologica nell'immaginazione

Come ricorda il filosofo Pietro Montani (2022), Martin Heidegger nel suo *Kantbuch* (1929) ricondusse all'immaginazione quella che Kant descriveva come radice comune (*eine gemeinschaftliche Wurze*) dalla quale scaturirebbero le due componenti della conoscenza umana: la sensibilità e l'intelletto, "per mezzo della prima gli oggetti ci vengono dati, mentre per mezzo del secondo essi vengono pensati" ([1781] 2004, pp. 107-9). Questa posizione è avvalorata anche dalla scelta linguistica di Kant stesso: *gemeinschaftliche* alluderebbe infatti a una cooperazione originaria dell'istanza ricettiva e di quella legiferante¹. Montani si propone di estendere la questione kantiana dell'immaginazione con l'obiettivo di qualificare la natura di questa cooperazione. Se per Walter Benjamin le tecnologie "innervano" i nostri organi percettivi (Benjamin, 2019), per Montani questa mutazione si propaga fino all'immaginazione.

Kant affronta il concetto di immaginazione sia nella *Critica della ragione pura* ([1781] 2004) che, successivamente, nella *Critica del giudizio* ([1790] 2015); qui secondo l'interpretazione di Emilio Garroni ([1992] 2020) si verifica una rifonda-

¹ Gemeinschaftlich: /gə'mainʃaftliç/ agg.: collettivo, comunitario. Da grandidizionario.it

zione dell'intera filosofia critica kantiana. Con essa Kant definisce il giudizio estetico come forma esemplare della facoltà riflessiva del giudizio, che comporta un pensiero non basato su regole intellettuali o categorie precedentemente stabilite. In relazione all'immaginazione, si passa dallo schematismo legato al significato, allo schematismo legato alla questione del senso, ossia all'apertura dell'immaginazione a concetti non già determinati e solo possibili, prendendo parte, insieme alla comprensione, al libero gioco delle facoltà della cognizione (Cecchi, 2022). L'immaginazione, sia per giungere alla cognizione che al giudizio estetico, schematizza senza concetto la pluralità del dato sensibile e prepara il campo per la costituzione di esperienze specializzate come la conoscenza o l'ampio spettro di attività pratiche (*praktisch*). In questo senso, riassume Montani, "certamente la performance dell'immaginazione è di tipo sintetico, cioè aggiunge regolarità alla semplice raccolta 'sinottica' del molteplice empirico" (Montani, 2022, p. 63). Non trattandosi di regolarità legate ai concetti puri dell'intelletto, "la risposta va cercata nell'ambito delle performance tecniche riferibili al 'libero gioco' di cui parla Kant. Il frame che ne sorge è quello di un'immaginazione impegnata in una costante interazione con le 'cose' presenti nel mondo-ambiente" (*ibid.*).

Proprio alla luce di questa esplorazione dello spazio delle opportunità offerte dal "gioco tecnico", Kant qualifica l'immaginazione come produttiva (oltre che riproduttiva), ovvero in grado di "creare una rappresentazione sensibile, che non sia mai stata data precedentemente alla nostra facoltà di sentire, poiché si può sempre indicare quanto le è servito di materia [...]. Se dunque l'immaginazione è una così grande artista, anzi incantatrice, essa non è però creatrice, ma deve prendere la materia delle sue immagini dai sensi" (Kant, [1789] 1969).

Un'efficace lettura "tecnicizzata" dell'immaginazione si ritrova anche nel saggio *La materia dell'invenzione* di Ezio Manzini (1986), il quale descrive "una particolare categoria dell'immaginabile: l'immaginabile fattibile, il pensabile ancorato alla conoscenza dei mezzi tecnici disponibili, a partire dai quali può diventare possibile. Pensare il possibile costituisce la base di ogni attività progettuale. Il pensabile-possibile si fonda sull'integrazione della capacità di immaginare, specifica dell'uomo e come tale a-storica (in relazione alla storia umana, non a quella biologica), con una componente storica: lo sviluppo dei mezzi tecnici disponibili in un dato istante, i sistemi di rappresentazione e i riferimenti di senso cui ci si riallaccia in un determinato momento e in una determinata configurazione culturale. Da questi dati storicamente determinati il pensabile-possibile può produrre il nuovo, può realizzare uno scarto dall'esistente e arrivare a negarlo. Non può tuttavia prescindere: l'esistente è l'alveo in cui il pensiero creativo si forma e da cui trae stimolo, è il terreno da cui il saltatore prende lo slancio" (Manzini, 1986, p. 48).

3.1.2 Distributed cognition ed esternalità

Portare all'interno della discussione sulla cognizione umana anche ciò che tradizionalmente era relegato a materia inerte è un approccio che dalla filosofia della mente viene chiamato esternalismo, ma che vede contributi anche provenienti dall'antropologia e dalle scienze cognitive con denominazioni diverse: l'*extended cognition*, la *distributed cognition*, l'*embedded cognition*, la *mediated cognition*, l'*enactive cognition*, la *dynamical cognition* e la *situated cognition* –tutte accomunate dalla volontà di distanziarsi dallo stampo del cognitivismo classico e di criticare ogni procedura di ricerca che spezzi artificialmente il pensiero dall'azione corporea e dall'ambiente circostante [Fig. 1].

Sebbene per un'effettiva formalizzazione di una teoria che contempra l'espansione dei confini dell'unità di analisi al di fuori dei confini organici del corpo umano si debba attendere fino alla fine degli anni '90, approcci riconducibili all'esternalismo filosofico sono già presenti in alcuni pensatori cardine del XX secolo come Martin Heidegger, Ludwig Wittgenstein e Jean-Paul Sartre, per citarne alcuni (Rowlands et al., 2020).

Heidegger ([1927]2005) vedeva la peculiare modalità di essere degli umani come un complesso network di pratiche naturali e sociali; la mente umana non risiede perciò nel corpo umano.

Wittgenstein ([1953]1983) attribuiva alle convenzioni sociali come il linguaggio o i segni – necessariamente esterni– e alla padronanza di una tecnica la capacità di pensiero.

Sartre ([1943] 2014) sosteneva che la coscienza² può esistere solo in relazione a ciò a cui è diretta; non ha contenuto a priori e il contenuto degli atti intenzionali è, piuttosto, al di fuori degli atti stessi. La revisionata concezione di corpo formulata da Sartre (corpo come oggetto e corpo vissuto), in parte debitrice al pensiero heideggeriano, rende tuttavia controverso il collocamento di Sartre nei confini dell'esternalismo, dal momento che potrebbe meglio essere vista come un rifiuto delle categorie di interno ed esterno.

Se Heidegger, Wittgenstein e Sartre possano o no essere considerati esternalisti, è meno rilevante del loro effettivo apporto alla posizione anti-cartesiana,

2 Termine con cui Sartre indicava gli atti mentali intenzionali in generale.





2.

sulla quale convergono anche contributi derivanti dalla psicologia: prima nella cerchia di alcuni psicologi sovietici (Vygotskij, 1934) e poi in quello che si conformerà come approccio ecologico alla percezione, formalizzato da James Gibson (1979).

Riferendoci a teorie sulla cognizione più recenti, tra quelle che ambiscono a ricucire – in varie forme – la discontinuità cartesiana, le nozioni fornite da quelle racchiuse sotto il cappello della cognizione distribuita (*distributed cognition*) sono quelle maggiormente funzionali ad avvicinarci alla delineazione di un quadro che vede come unità di analisi il sistema architetto-strumenti tecnologici digitali durante l'attività progettuale, e, come nodo da sciogliere, l'effetto dell'innervazione tecnica sull'immaginazione.

La teoria della cognizione distribuita, sulla quale spiccano i lavori di Edwin Hutchins, David Kirsh e Charles Goodwin, si sostiene su due principi teorici fondamentali (Malafouris, 2013): il primo riguarda la necessità di estendere i confini dell'unità di analisi al di là dei confini corporei dell'individuo al fine di intercettare eventi cognitivi più ampi, che includano relazioni tra persone, artefatti, spazio e tempo. Rispetto al modello dell'*embodied cognition*, che – pur avanzando le premesse per un superamento del dualismo cartesiano mente-corpo – si limita all'estensione dei confini della *res cogitans* dall'intra-cranico all'intra-dermico, la *distributed cognition* rappresenta un'espansione drastica. Il secondo principio cardine riguarda i diversi processi che prendono parte alla cognizione umana, la quale non solo comprende diversi stati mentali – in chiave *distributed* –, ma implica anche la loro trasformabilità e propagabilità attraverso *media* extra-corporei. Non è possibile comprendere del tutto un fenomeno cognitivo se ne vengono escluse le componenti “esterne”, dal momento che queste, di fatto, trasformano gli stati mentali coinvolti.

Nel campo dell'archeologia cognitiva, che vede Lambros Malafouris tra i suoi più influenti studiosi, esaminare l'intersezione tra mente e materia è ormai pratica consolidata – a differenza della psicologia che per sua struttura si è sempre dedicata maggiormente allo studio dei processi interni, in qualche modo connessi alle “cose” attraverso sostituti interni: le rappresentazioni mentali. Se per ragioni operative è ovviamente lecito ricorrere a strutture e unità analitiche, fare coincidere una segmentazione analitica con una ontologica è per Malafouris (Malafouris, 2020) un errore: “we think *with* and *through* things, not simply *about* things” (Malafouris, 2020, p. 4).

Per dimostrare che il pensiero avviene prima di tutto *con* la materia, l'autore si avvale di un esempio che riguarda delle tavolette di argilla fresca usate dai Micenei per annotare le quantità numeriche, nell'ambito dell'amministrazione palatina, attraverso il sistema di scrittura denominato “Lineare B”.

Osserva Malafouris che esistono due modi per guardare questo corpus di artefatti risalenti al XV secolo a.C. [Fig. 2]: 1) tentare di decifrare il significato dei segni incisi sulle tavolette che ci sono pervenute (cosa che è effettivamente avvenuta, grazie al lavoro di Michael Ventris e John Chadwick a partire dal 1934);

2) “resistere alla tentazione della decodifica del messaggio e invece tentare di comprendere il processo cognitivo dei Micenei e il ruolo che la scrittura ‘Lineare B’ ha avuto nel plasmare quel processo. [...] Voglio cogliere l’occasione della Lineare B per sollevare la questione di *come*, invece di *cosa*, i Micenei stavano pensando. Per farlo, bisogna innanzitutto considerare la Lineare B come una risorsa cognitiva e come un artefatto” (Malafouris, 2013, p. 69). L’autore prosegue su questa seconda proposta avvalendosi dell’approccio della cognizione distribuita e riferendo alle proprietà intrinseche dell’artefatto (tempo di asciugatura dell’argilla, malleabilità, ...) il tipo di processo cognitivo messo in atto. “Il Miceneo che semplicemente legge quello che la tavoletta in Lineare B ricorda. Di fatto, essendo capace a leggere, quella persona non ha più bisogno di ricordare” (Malafouris, 2013, p. 79). Potrebbe essere di notevole interesse applicare questo tipo di lettura anche all’artefatto architettonico, per indagare *come* l’architetto pensa, al di là del *cosa*, alla ricerca del “pensiero immanente all’opera” (Taddio, 2017).

Il fatto che un artefatto non sia soltanto un dispositivo di esternalizzazione di informazioni, cioè quello che nell’esternalismo filosofico verrebbe denominato esternalizzazione di contenuto, ma un vero e proprio processore esterno di quelle informazioni, rappresenta la tesi centrale espressa da Andy Clark e David Chalmers (1998). Con la definizione di *active externalism* intendevano proprio questo: “l’organismo umano è connesso con un’entità esterna secondo un’interazione bidirezionale, creando un sistema di coppia che può essere visto come un sistema cognitivo a sé stante. Tutte i componenti del sistema giocano un ruolo causale attivo, e gestiscono congiuntamente il comportamento nello stesso modo in cui la cognizione lo fa normalmente. Se rimuovessimo il componente esterno, la competenza comportamentale del sistema decadrebbe, come succederebbe se rimuovessimo una parte del cervello. La nostra tesi è che questo tipo di processo di coppia conta tanto quanto un processo cognitivo, che sia o meno interamente nella testa”³ (Clark & Chalmers, 1998, pp. 8–9).

Quella che Clark e Chalmers hanno chiamato la teoria della mente estesa, dunque, propone uno sviluppo ulteriore delle posizioni esternaliste: non solo i contenuti ma anche i processi mentali possono essere al di fuori dei confini organici dell’individuo. Secondo questa prospettiva, la traccia di una penna sulla carta non rappresenterebbe il record esterno dei contenuti dello stato mentale ma l’estensione stessa di quello stato.

Per illustrare il concetto, Clark e Chalmers si avvalgono di un efficace quanto

³ “The human organism is linked with an external entity in a two-way interaction, creating a coupled system that can be seen as a cognitive system in its own right. All the components in the system play an active causal role, and they jointly govern behaviour in the same sort of way that cognition usually does. If we remove the external component the system’s behavioural competence will drop, just as it would if we removed part of its brain. Our thesis is that this sort of coupled process counts equally well as a cognitive process, whether or not it is wholly in the head” (Clark & Chalmers, 1998, pp. 8–9, trad. it. di Linda Buondonno).

controverso esempio: Inga e Otto devono andare al MoMa di New York ma si sono dimenticati la sua localizzazione. Inga consulta la sua memoria e dopo qualche istante è in grado di raggiungere il museo. Otto, affetto da Alzheimer, consulta il taccuino su cui appunta le informazioni che gli interessano per trovare l'indirizzo del museo. Da una prospettiva funzionale, la memoria di Inga e il taccuino di Otto sono mezzi diversi, ma tra loro analoghi, per ottenere lo stesso scopo: raggiungere il museo.

Ma la domanda che potrebbe sorgere è: per Otto, il taccuino rappresenta uno strumento della sua memoria o dovremmo considerarlo parte integrante del suo processo mnemonico? Posta in questi termini, osserva Malafouris (2013), alla domanda si potrebbe rispondere ricadendo in un semplicistico isomorfismo: se l'esternalità funziona allo stesso modo del processo che sostituisce, allora si può considerare un contributo causale alla pari, se invece funziona in modo diverso allora è uno strumento esterno. Questo tipo di ragionamento presuppone di stabilire come *benchmark* quello che conosciamo del funzionamento della cognizione e di verificare se l'esternalità manifesta o meno le stesse proprietà; quello di cui ci priva è, però, la possibilità di comprendere *come* esternalità con proprietà diverse estendono i confini della cognizione. Cioè quello che dovrebbe interessare non è se il taccuino sia o meno parte del processo mnemonico ma in che modo memorizzare attraverso un taccuino è diverso dal farlo senza o dal farlo con altri tipi di esternalità.

3.1.3 Antilocalizzazione della mente

Si potrebbe dire, a questo punto, che sia gli aspetti "interni" che gli aspetti "esterni" della cognizione umana non sono sufficienti autonomamente affinché l'evento cognitivo emerga, sono piuttosto co-costituiti, in un determinato contesto. Se è quanto mai difficile sganciarsi dalla metafora spaziale nella comunicazione, è però necessario sottolineare che d'ora in poi termini come "interno" ed "esterno" saranno relegati, appunto, solo al campo della metafora, in favore di un'argomentazione dell'*antilocalizzazione* dell'evento cognitivo.

Sebbene sia un tema dibattuto, il fatto che non esista una localizzazione spaziale non significa che l'unità di analisi non abbia una centralità: Andy Clark in *Supersizing the Mind* con la sua critica al confinamento della mente ai limiti corporei sostiene che comunque i processi cognitivi sono *organism centered* (Clark, 2008, p. 123), mentre per esempio per Malafouris "i confini sono aperti e i centri fluttuano lungo il continuum dell'azione mediata" (Malafouris, 2013, p. 38).

Mentre i confini dell'unità di analisi si potrebbero attestare in corrispondenza dello scopo dell'azione in corso, le sue caratteristiche dipendono piuttosto dalle *affordance* sopravvenienti in occasione di tale evento cognitivo. Ma all'interno di questo sistema senza localizzazione spaziale si può tracciare un confine che segna la fine dell'*agency* umana e l'inizio delle *affordance* materiali? Koukouti e

Malafouris (2020), a partire dalle osservazioni partecipate⁴ effettuate su vasaia nell'atto di tracciare una linea su vasi di argilla [Fig. 3], riferiscono che il l'artigiano mette in atto una serie di proiezioni – o anticipazioni – situate (Kirsh, 2009; van Dijk & Rietveld, 2021), i cui contenuti si radicano nella materia stessa, per cui di fatto non è possibile definire dove finisce la mente del vasaio e dove inizia l'affordance dell'argilla. Nel processo creativo, si può individuare un ciclo proiezione-creazione-proiezione fondato sull'utilizzo di quanto è percepito “per provare a capire, proiettando possibilità, in qualche modo *aumentando* quello che vedi – per poi esternalizzare parte di quella proiezione mentale, di quell'incremento, in modo da liberare risorse cognitive. Questo processo di esternalizzazione ha il potere di cambiare simultaneamente lo stimolo e di rendere più facile fare proiezioni ancora più specifiche”⁵ (Kirsh, 2009, p. 1). Si potrebbe pensare che le risposte a questioni riguardanti, ad esempio, che tipo di curvatura avrà il vaso, quanto sarà spessa la linea, che strumento sarà più opportuno utilizzare per incidere la linea, ecc. derivino da immagini mentali costruite *offline*, predeterminate secondo un approccio “internalista”. È evidente, invece, che i sotto-problemi che il vasaio si propone di risolvere si fondano sulle *affordance* dell'argilla e sulla modalità di funzionamento del tornio, e che, quindi, l'immaginazione non procede in modo aprioristico, ma che emerge dal processo di interazione stesso. Sarebbe forse più opportuno, quindi, “vedere l'immaginazione come immanente al processo creativo” (Koukouti & Malafouris, 2020, p. 41). A partire dal considerare come esternalità attive oggetti come la pietra o l'argilla, sia in forma di tavolette micenee incise sia in forma di vaso tornito, cioè da una *agency* materiale, e incorporando la teoria della mente estesa, Malafouris arriva a elaborare la sua Material Engagement Theory (MET).

La MET costituisce un framework in cui cognizione, significazione e *agency* si sovrappongono e sembra, quindi, fornire una struttura teorica valida alla quale ancorarsi per traguardare gli obiettivi di questa ricerca. A questo punto, come d'altronde osserva anche Montani, “*un'estensione della MET all'universo digitale sembra dunque non solo lecita ma in qualche misura perfino necessaria*” (Montani, 2022, p.53, corsivo dell'autore).

4 Ricerca svolta nell'ambito del progetto quinquennale HANDMADE *Understanding Creative Gesture in Pottery Making*, finanziato dall'European research Council (ERC) e che vede come Principal Investigator Lambros Malafouris (University of Oxford). <https://handmade.web.ox.ac.uk/>

5 “This is the heart of the project -create-project cycle: use what is perceived to help you do what you can in your head – namely, try to understand things by projecting possibilities, by somehow augmenting what you see – then externalize part of that mentally projected augmentation so that you free up cognitive resources. This process of externalization simultaneously changes the stimulus and makes it easier to project even deeper” (Kirsh, 2009, p. 1, trad. it. di Linda Buondonno).



3. Il tracciamento della linea sull'argilla. Fonte: Koukouti & Malafouris, 2020

3.2 Postfenomenologia delle relazioni mediate

3.2.1 Mediazione tecnologica

Allo scopo di delineare alcune delle caratteristiche e degli effetti dell'*engagement* con la tecnologia digitale, è utile avvalersi delle tesi derivanti dalla postfenomenologia elaborate originariamente da Don Ihde (Ihde, 1990, 2012). Partendo dall'approccio fenomenologico, che già di per sé è di tipo relazionale –non esitano soggetti e oggetti dati a priori ma solo in quanto *in relazione a* – Ihde aggiunge l'imprescindibilità delle relazioni dall'essere *mediate da* artefatti tecnologici. Attraverso una prospettiva orientata al futuro anziché al passato, Ihde non intende limitare lo studio degli artefatti tecnologici alla configurazione delle realtà che li hanno generati, ma esplora le possibili configurazioni di realtà che potrebbero essere rese possibili da tali artefatti tecnologici (Verbeek, 2001). Il fondamento in un'ontologia relazionale e l'inclusione della tecnica nell'analisi di un processo dinamico (contro la distinzione tra agire e conoscere), sono i punti di contatto tra la Material Engagement Theory e la postfenomenologia (Ihde & Malafouris, 2018). La relazione mediata, secondo entrambi gli approcci, lungi dall'essere mera connessione (o rapporto causa-effetto) è piuttosto co-costitutiva: “we make things that in turn make us” (Ihde & Malafouris, 2018, p. 195). Questo concetto contiene l'importante implicazione che non esista un'umanità originaria che possa essere minata da un intervento tecnologico, ma anzi il primato della mediazione tecnica è proprio quello che caratterizza l'evoluzione della specie *Homo* da due milioni di anni. Con questa delega ontologica del cervello umano alle componenti extraneurali, esso è di fatto potenziato nelle sue capacità mnemoniche, analitiche, percettive e integrative. Più la tecnologia è in grado di assorbire queste capacità, più vengono perse dal cervello e contemporaneamente acquisite dal processo cognitivo, a questo punto più esteso. “Ovvero, togliamo centralità al cervello, ma aumentiamo la capacità della mente” (Bruner, 2018). A proposito di questa caratteristica specifica della specie *Homo*, così si è espresso Bergson nel suo saggio *L'evoluzione creatrice*: “Se potessimo spogliarci di ogni orgoglio, se, per definire la nostra specie, ci attenessimo rigorosamente a ciò che la storia e la preistoria ci presentano come la caratteristica costante dell'uomo e dell'intelligenza, forse non diremmo *Homo sapiens*, ma *Homo faber*. In definitiva, l'intelligenza, considerata per quello che sembra essere il suo momento originario, è la facoltà di fabbricare oggetti artificiali e in particolare utensili atti a produrre altri utensili, e di variarne indefinitamente la fabbricazione” (Bergson, [1911] 2002, p. 117).

A ben vedere, già nella *Fenomenologia della Percezione* di Merleau-Ponty si può riconoscere un'enfasi sul ruolo attivo delle esternalità nel campo fenomenico, chiarito dal famoso esempio del bastone del cieco, adottato anche in seguito da altri (Bateson, [1972] 2001). La postfenomenologia procede sulla linea fin qui

definita ed è responsabile dell'avanzamento verso una più precisa qualificazione dei tipi di relazioni mediate che possono emergere tra soggetto e mondo, a seconda delle *affordance* della tecnologia che si prende in considerazione nel sistema.

Ihde (1990) definisce una tassonomia di quattro tipi di relazioni che possono emergere tra soggetto-tecnologia-mondo: relazioni *embodied*, relazioni ermeneutiche, relazioni di alterità e relazioni di background.

- Relazioni *embodied*. (Io-tecnologia)-mondo

Questo tipo di relazioni, seguendo l'approccio di Merleau-Ponty, rendono possibile l'estensione dell'esperienza percettiva del soggetto grazie all'integrazione fisica dell'artefatto nello spazio peripersonale: un tipico esempio di tecnologia che fa emergere relazioni *embodied* sono gli occhiali da vista. Ihde mette in luce che a questo tipo di relazioni è associata una struttura di tipo "riduzione/amplificazione" della sfera del sensibile e che, inoltre, per essere relazioni efficaci, gli artefatti coinvolti devono avere un alto grado di trasparenza⁶. Riprendendo anche una riflessione di Heidegger ([1927] 2005), sostiene che una "cosa" diventa uno strumento quando, mentre la usiamo, non pensiamo a quella cosa in sé, ma all'azione che essa permette in relazione al suo scopo; questo per Ihde avviene solo in condizioni di *usabilità*⁷ favorevole e se c'è coerenza tra la capacità di usare lo strumento e la sua *controllabilità*⁸.

Di questa relazione è possibile riscontrare una diretta corrispondenza a livello neurofisiologico: Rizzolatti e colleghi (1997) hanno pubblicato su *Science* un articolo dal titolo *The space around us* in cui hanno mostrato evidenze riguardo all'effettivo ampliamento del campo ricettivo⁹ visuale e tattile dei neuroni appartenenti all'area F4 (corteccia ventrale premotoria) fino a dove il soggetto riconosce un potenziale d'azione. Lo spazio peripersonale è quindi il luogo potenziale dell'azione.

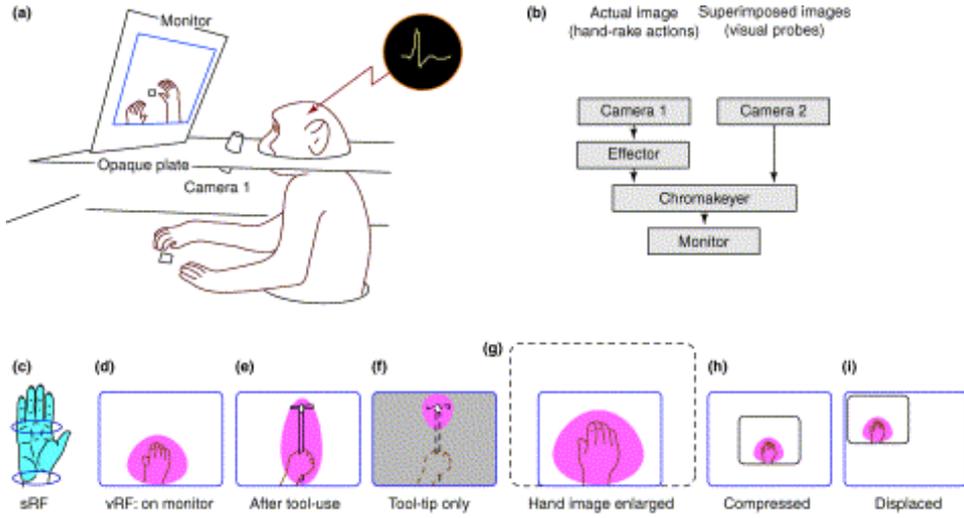
Nello stesso periodo, Iriki e colleghi hanno dimostrato con un esperimento su

6 Una tecnologia è trasparente quando non si percepisce la sua presenza – o quella di alcuni suoi aspetti – a livello cosciente.

7 Il termine usabilità si riferisce alle caratteristiche per cui un artefatto può essere usato con efficacia e soddisfazione in un contesto d'uso specifico. Cfr. (Arielli, 2003, p. 152)

8 Il termine controllabilità si riferisce al grado di controllo che si può avere su un artefatto, si pensi alla differenza di margine di regolazioni tra una macchina fotografica per professionisti e una per amatori. L'ergonomia è l'insieme di strategie progettuali che si possono applicare per mitigare le possibili difficoltà di usabilità e controllo, tenendo in considerazione anche l'utilità e la piacevolezza. Cfr. (Arielli, 2003, p. 152)

9 Il *campo ricettivo* è costituito da quelle aree di pelle, regioni dello spazio o domini tonale in cui degli stimoli possono attivare un neurone sensoriale. La porzione di pelle o la regione dello spazio da cui una sensazione sembra provenire è chiamato *campo percettivo* del neurone. I due campi di solito coincidono (Kandel, 2013, p. 464).



3. Setting dell'esperimento di Iriki e Maravita.

macachi che, con un certo allenamento, lo spazio peripersonale può subire delle variazioni a seconda degli strumenti che il macaco introietta come propri. I macachi sono stati allenati a raggiungere il cibo al di là della loro portata attraverso un rastrello: è stato dimostrato che la stessa popolazione di neuroni implicati nella codifica dello schema corporeo¹⁰ si attiva sia quando uno stimolo è posto in prossimità di una mano, sia quando è posto in prossimità del rastrello. La presenza del rastrello nella mano ha di fatto ampliato lo schema corporeo dei soggetti. Gli scienziati hanno riscontrato, inoltre, che questo effetto si aveva mentre lo strumento era effettivamente utilizzato ma non mentre lo strumento era soltanto afferrato passivamente. “La naturale conclusione degli sperimentatori è che, durante l’utilizzo, lo strumento viene effettivamente incorporato nello schema corporeo, diventando a tutti gli effetti parte del ‘corpo esteso’” (Caruana, 2012, p. 130).

In un esperimento successivo, Iriki e colleghi (Iriki et al., 2001) hanno posizionato i macachi in modo che non potessero vedere direttamente né le proprie braccia né il cibo, ma che potessero osservarli attraverso uno schermo posto di fronte a loro, di fatto un’operazione di *dis-embodiment* [Fig. 4]. Le registrazioni dell’attività neuronale corrispondente alla codifica e al movimento della mano hanno suggerito che “l’immagine visuale della mano (...) sul monitor era trattata dai macachi come un’estensione del loro corpo” (Iriki et al., 2001) e che quindi fosse avvenuto un *re-embodiment* mediato.

- Relazioni ermeneutiche. lo-(tecnologia-mondo)

Nel caso in cui l’artefatto coinvolto nella relazione non sia del tutto trasparente, ma, anzi, si presenti in una modalità che richiede un’interpretazione al fine dell’innesco della relazione stessa, Ihde parla di relazione ermeneutica¹¹. In questo caso la tecnologia funziona da referente immediato di qualcosa che non appartiene alla sfera sensibile in modo diretto, ma alle cui caratteristiche si può accedere grazie alla loro rappresentazione. Un esempio di questo tipo di relazione è quello che si ha con un testo o con una mappa: è necessario un passaggio di interpretazione, ma simultaneamente si entra in contatto con il significato. “La scrittura è una forma di linguaggio tecnologicamente integrata [...]. Se l’oggetto-correlato, il ‘testo’ in senso lato, è una carta, come negli esempi sull’orientamento, ciò che è rappresentato conserva un *isomorfismo* rappresentativo con le caratteristiche naturali del paesaggio. [...] C’è una qualche forma di *trasparenza*

¹⁰ Il *body schema* è la rappresentazione centrale che integra informazioni da diversi sistemi sensoriali. Tale rappresentazione è usata per calcolare appropriate reazioni posturali anticipatorie e automatiche. Nello schema corporeo aspetti spaziali e temporali sono costantemente aggiornati e recepiti (Kandel, 2013, pp. 950–951).

¹¹ L’uso che Ihde fa del termine ermeneutica è motivato dalla necessità di “lettura” dell’artefatto ma non è il modo convenzionale che se ne fa in filosofia e teologia (Verbeek, 2001).

rappresentativa”¹² (Ihde, 1990, p. 82).

La relazione ermeneutica, quindi, si manifesta con sfaccettature diverse a seconda delle caratteristiche della rappresentazione che richiede di essere interpretata. Malafouris (2013), per esempio, nel contesto di indagine sul *material engagement* sente la necessità di discostarsi dalla semiotica classica e, chiedendosi piuttosto *come* significa un segno materiale, elabora il concetto di *enactive sign* in relazione alle possibilità d’azione esibite dalla materia.

La non-neutralità della mediazione tecnologica – sia nella forma *embodied* che ermeneutica – si manifesta con trasformazioni sulla percezione. La mediazione amplifica certi aspetti e ne indebolisce altri: se ad esempio guardiamo un pianeta attraverso un telescopio, la vista è amplificata, ma i sensi non visivi sono “silenzianti”. La percezione, nel sistema soggetto-telescopio-pianeta, è trasformata, nello specifico ridotta alla sua componente visuale (Verbeek, 2001). Alla luce della distinzione di Ihde (1990, p. 29) tra micropercezione (quella derivante dalla sensibilità) e macropercezione (la percezione che rivela i significati e che è funzione del contesto culturale) e della loro co-dipendenza, se la mediazione trasforma la percezione, di conseguenza trasforma anche l’interpretazione.

Nelle relazioni ermeneutiche ciò che è reso percepibile è filtrato in modo determinante dall’artefatto-rappresentazione in funzione dello strumento che lo genera. Se leggiamo le relazioni mediate come un continuum che va da relazioni *embodied* a relazioni ermeneutiche, più ci si sposta verso le ermeneutiche più la mediazione è forte: “una tecnologia ermeneutica, dopo tutto, fornisce una rappresentazione della realtà che implica che la progettazione di una tale tecnologia predetermini quale aspetto della realtà deve essere reso percepibile da essa e in che modo. Lo ‘spazio’ a disposizione della realtà per esprimersi diventa più ristretto man mano che la mediazione della nostra percezione diventa di natura più ermeneutica”¹³ (Verbeek, 2001, p. 128).

- Relazioni di alterità. lo-tecnologia(-mondo)

Un tipo di relazioni diverse dalle due precedenti sono quelle per cui l’ambiente “svanisce” dalla relazione. Ihde le definisce relazioni *con* la tecnologia, distinguendole dalle due precedenti, *mediate dalla* tecnologia. Se vediamo la trasfor-

¹² “Writing is a technologically embedded form of language [...] If the object-correlate, the ‘text’ in the broadest sense, is a chart, as in the navigational examples, what is represented retains a representational *isomorphism* with the natural features of the landscape. [...] there is a kind of *representational transparency*” (Ihde, 1990, p. 82, trad. it. di Linda Buondonno).

¹³ “an hermeneutic technology, after all, provides a representation of reality which implies that the design of such a technology predetermines which aspect of reality is to be made perceptible by it and in which way. The ‘space’ available for reality to express itself becomes more restricted as the mediation of our perception becomes more hermeneutic in nature” (Verbeek, 2001, p. 128, trad. it. di Linda Buondonno).

mazione del soggetto in relazione con la tecnologia muoversi su uno spettro che va dal quasi-Io al quasi-Altro, le relazioni di alterità si posizionano in prossimità di quest'ultimo polo: "il mondo, in questo caso, potrebbe rimanere come contesto o sfondo, e la tecnologia potrebbe emergere in come primo piano e punto focale quasi-Altro con il quale io entro momentaneamente in relazione"¹⁴ (Ihde, 1990, p. 107). Si manifestano relazioni di questo tipo in occasione di mediazione da parte di artefatti che esibiscono "un mondo tutto loro" e inducono a farne parte. L'esempio più calzante per comprendere le relazioni di alterità sono i videogiochi (Ihde, 2002, p. 81). Questi e altri artefatti che possiedono un grado simile di isomorfismo e non-trasparenza esibiscono un'interfaccia che induce, in certe condizioni, all'alienazione¹⁵.

- Relazioni di background. Io-(tecnologia-mondo)

Il quarto tipo di relazioni individuato da Ihde, meno rilevante degli altri nel contesto di questa ricerca, è quello che riguarda quei tipi di tecnologia che agiscono sull'esperienza dell'individuo a prescindere dal suo esserne cosciente. Un esempio di questo tipo di relazione è costituito dagli impianti termici; danno forma al *background* dell'esperienza soggettiva, ma la loro presenza è tipicamente notata solo in caso di malfunzionamenti.

3.2.2 Prassi digitale

È arrivato ora il momento di restringere il campo di indagine alle tecnologie digitali, in particolare a quelle che si presentano all'utente sottoforma di computer. Quali sono le proprietà della relazione che emerge dal contatto tra l'uomo e la tecnologia digitale? In che cosa differisce dagli altri tipi di relazioni mediate? Si propone quindi ora il passaggio da una prassi tecnologica generale a una più specifica prassi digitale (García-Moncó, 2022).

Visto il potere evocativo della parola *digitale*, si ritiene opportuno iniziare a introdurre il tema a partire dalla precisazione sul significato del termine.

digitale agg. [dal lat. *digitalis*, der. di *digitus* «dito»]. – Del dito, delle dita; fatto, compiuto con le dita: *impronte d.*; *percussione d.*;

[...]

<https://www.treccani.it/vocabolario/digitale>

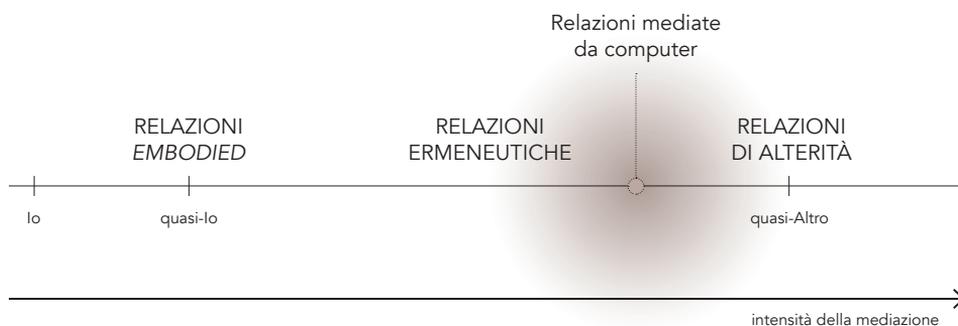
¹⁴ "the world, in this case, may remain context and background, and the technology may emerge as the foreground and focal quasi-other with which I momentarily engage" (Ihde, 1990, p. 107, trad. it. di Linda Buondonno).

¹⁵ Il tema è di ampissima portata (venne approfondito da Rousseau, Hegel e Marx, per citare i principali) e in questa sede non verrà affrontato in modo esaustivo.

digitale² agg. [dall'ingl. *digital*, der. di *digit* (dal lat. *digītus* «dito») «cifra (di un sistema di numerazione)». – In elettronica e in informatica, qualifica che, in contrapp. ad *analogico*, si dà ad apparecchi e dispositivi che trattano grandezze sotto forma numerica, cioè convertendo i loro valori in numeri di un conveniente sistema di numerazione (di norma quello binario, oppure sistemi derivati da questo), sinon. quindi di *numerico*; anche, qualifica delle grandezze trattate da tali dispositivi, e della loro rappresentazione: *rappresentazione di dati* (o *immagini*) *in d.*, *in formato d.*; [...].
<https://www.treccani.it/vocabolario/digitale2>

Aggettivando un concetto con il termine *digitale*, se ne caratterizza la derivazione da un sistema di numerazione, in particolare dal sistema numerico binario: una sequenza di cifre dette *bit* –*binary digit*, convenzionalmente denominate zero (0) e uno (1). Queste sequenze di bit rappresentano l'informazione che complessi sistemi elettronici sono in grado di leggere e sulla quale sono in grado, al giorno d'oggi, di compiere molteplici operazioni, seguendo istruzioni scritte dal programmatore. Quello che ne risulta sono quindi procedure automatizzate del trattamento dell'informazione, oggetto della scienza informatica (dal francese *informatique*, contrazione di *informat(ion)* (*automat*)*ique* coniato da Philippe Dreyfus nel 1962). Il "corpo" di questa elaborazione di informazioni può, ad oggi, assumere molti aspetti, ma quello che interessa in questa sede è il comune "personal computer".

Utilizzando le categorie individuate da Ihde, l'interazione con un computer sembra possa collocarsi, sul *continuum* delle relazioni mediate, in prossimità delle relazioni ermeneutiche [Fig. 1].



1. Schematizzazione delle relazioni mediate secondo la tassonomia di Ihde. Elaborazione propria.

Sebbene si possa riconoscere anche l'instaurarsi di una relazione di alterità, come per esempio sostiene Stacey Irwin (Irwin, 2005), sembra più opportuno ritenere che in *certe condizioni* possano sussistere occasionali passaggi verso le relazioni di alterità.

La componente di *embodiment* nell'utilizzo del computer, per quanto non sia la più caratterizzante, è effettivamente presente. Come riporta Irwin: "la tecnologia diventa un'estensione del mio corpo come se la mia mano indicasse e cliccasse sul desktop attraverso la rappresentazione dell'interfaccia. Il movimento, non la tecnologia, è il punto focale durante il processo di montaggio"¹⁶ (Irwin, 2005, p. 458).

Sebbene, come si vedrà, per gli obiettivi di questa ricerca, si ritenga che il carattere ermeneutico della relazione con le tecnologie digitali sia il più significativo, è comunque utile accennare alla conformazione del *device* con cui il corpo entra in relazione fino ad appropriarsene. In generale, l'ambiente digitale è un ambiente interattivo che si presenta fisicamente come un agglomerato di circuiti in grado di far funzionare software che hanno la capacità di assorbire nel loro linguaggio binario dati provenienti anche da sorgenti diverse. L'*hardware* si compone di varie parti, alcune delle quali sono fatte per permettere all'utente di interagirvi, cioè per costituire l'interfaccia umano-computer (HCI). L'interfaccia può essere composta di varie articolazioni strumentali (schermo, tastiera, mouse, sensori di suono, luci, ecc, ...) e nel suo complesso costituisce un *sub-device* che manda e riceve informazioni (Hansen, 2019) e che viene integrato nello spazio peripersonale. Questa natura dualistica è ciò che contraddistingue l'interfaccia e che mette l'utente nella condizione di essere sia produttore che consumatore di informazioni, in un ciclo chiuso e ricorsivo¹⁷ (García-Moncó, 2022). Attraverso la relazione *embodied* con il computer, conseguentemente, si entra in contatto con diversi tipi di rappresentazioni (linguistiche, visuali, audiovisuali) che necessitano di essere interpretate.

Richiamando la semiotica di Charles Sanders Peirce, che è per molti aspetti una teoria "esternalista" che amplia le già citate teorie della mente estesa (Caravà, 2015): la cognizione è possibile solo attraverso la triade oggetto (referente), segno (*representamen* o significante) e segno equivalente (intrepretante) (Burch, 2022). La trasformabilità del segno della rappresentazione (*representamen*) non sarebbe del tutto accessibile se non grazie all'integrazione digitale, ovvero grazie alla

16 L'articolo di Stacey Irwin si riferisce all'esperienza di videomaker durante le operazioni di montaggio al computer. "Technology becomes an extension of my body as my hand points and clicks on the desktop through the representation of the interface. The motion, not the technology, is the focal point during the editing process." (Irwin, 2005, p. 458, trad. it. di Linda Buondonno).

17 Il riferimento qui è al concetto di prosumer. Il termine fu coniato da Alvin Toffler nel libro *The third wave* (1980) nel contesto di un'analisi in campo più prettamente socio-economico, ma di fatto elaborato da Marshall McLuhan in *Understanding media: the extensions of man* (1972).

traduzione in un linguaggio univoco di ciò che è originariamente afferente a canali informativi differenti.

Se è evidente che, nelle relazioni ermeneutiche digitali, quanto più è alto l'isomorfismo tanto più aumenta la trasparenza e quindi il senso di una pseudo-presenzialità dell'oggetto rappresentato (García-Moncó, 2022), è altrettanto vero che le modalità con le quali le rappresentazioni possono essere alterate dipendono strettamente sia dalla selezione di informazioni che lo strumento ermeneutico ha effettuato preliminarmente, restringendo di fatto il campo di intervento, sia dalle operazioni predeterminate e consentite dallo strumento digitale. La duplice possibilità di interpretazione e interazione rende la relazione con gli strumenti digitali dinamica e ricorsiva, a differenza della relazione di incorporamento fisico, comunque presente, che tende invece a stabilizzarsi verso l'*embodiment*, l'integrazione dello strumento nello spazio peripersonale.

Tendenzialmente lo strumento diventa tanto più trasparente quanto più aumenta l'*expertise*: la condizione in cui questa sia molto alta unita a un elevato isomorfismo può estrinsecarsi in una relazione di alterità. In questo caso la tecnologia sfocia in quello che Heidegger ([1927] 2005) definiva *zuhandenheit*: la condizione in cui l'oggetto non è più solo una cosa, ma uno strumento, cioè quando chi lo usa non pensa all'oggetto, ma all'azione che sta compiendo. "Per molti avidi utilizzatori di computer, esso diventa collegato a loro in modo così totalizzante che si dimenticano che il computer stesso sia parte del processo. Improvvisamente, una finestra *pop-up* si manifesta a causa di qualche errore, solo allora l'utente vede la tecnologia per quello che è: una macchina"¹⁸ (Irwin, 2005, p. 455). Questa, nel contesto delle tecnologie digitali, è una condizione transitoria e non costitutiva: è disinnescata non appena uno stimolo esterno arriva, ma anche e soprattutto non appena il processo di interazione stesso richiede uno spostamento di focus. Sebbene possano essere frequenti, quelle verso l'alterità sono piuttosto escursioni temporanee.

A proposito di questo tema, è interessante soffermarsi sul concetto di *empowerment* tecnico proposto da Montani (2022): la condizione che raggiunge chi ha fatto propri elementi senso-motori, materiali, tecnici e cognitivi (si potrebbe menzionare anche la componente emotiva) al fine di raggiungere un certo obiettivo. Si pensi all'andare in bicicletta, ad esempio. Sapere andare in bicicletta è, seguendo il ragionamento di Montani (che in realtà fa l'esempio del servizio nel tennis), un *empowerment* tecnico conseguente a un'interiorizzazione *embodied*, a cui hanno partecipato a pari titolo le parti del corpo coordinate tra loro attraverso la propriocezione, la bicicletta, la coordinazione motoria, il senso dell'equilibrio secondo un processo di *feedback* reciproco. Questo fenomeno ha

¹⁸ "For many avid computer users, the computer becomes linked to the user so completely that the user forgets the computer is even a part of the process. Suddenly, a pop-up screen reveals itself because of one error or another, and the user sees the technology for what it is: A machine" (Irwin, 2005, p. 455, trad. It. di Linda Buondonno).

due corollari: uno sul breve termine e uno sul lungo termine. 1) All'*empowerment* tecnico si associa spesso l'automatismo e per questo "diventa interessante capire fino a che punto la sua interiorizzazione sia stata oggetto di possibili trattative (o, eventualmente, di controllo critico)" e quindi qual è il margine di disautomatizzazione che si ha e, eventualmente, quando è il caso di eliminare vantaggiosamente l'automatismo. "L'*empowerment* tecnico presenta una caratteristica oscillazione tra i poli dell'automatismo e della disautomatizzazione, della risposta di default e di quella che risulta –per quanto è possibile– da una 'previa' elaborazione" (Montani, 2022, p. 28). 2) Riferendosi all'arco temporale dell'evoluzione della specie *Homo*, la sua modalità di adattamento è passata da "tecnicamente assistita" a "tecnicamente dipendente". Questa seconda modalità, per Montani, non rappresenta tanto una dipendenza quanto un affidamento (una *reliance*). Di questo stesso tipo di atteggiamento – la naturale tendenza umana ad affidarsi alla tecnica – parlava Heidegger: la *Verlässlichkeit* (affidamento) rappresenta la condizione necessaria per l'incontro tra corpo e strumento (Montani, 2021). Un esempio di "incontro" basato sull'affidamento alla tecnica citato da Heidegger riguarda proprio l'atto di spazializzazione¹⁹: tracciare un cammino sulla neve. Il cammino non sussisterebbe se non fosse il risultato di un atto che implica un incontro tra un corpo e una pala (Montani, 2021). Ora, gli atti di spazializzazione che si intendono indagare in questa ricerca sono molto più complessi di questo e, soprattutto, includono un apparato strumentale, principalmente digitale, che necessita una specifica trattazione.

¹⁹ La spazialità – non come spazio a priori – si ottiene attraverso una serie di spazializzazioni originarie (Montani, 2021).

Capitolo 4

Transizione digitale in architettura

Abstract

L'architettura, così come la maggior parte dei fenomeni culturali che riguardano l'umanità, è stata permeata dalla digitalizzazione. Si ripercorrono, in modo sintetico, le tappe principali del processo, dalla comparsa dei primi computer fino ai giorni nostri. Riprendendo l'analisi di Mario Carpo, si evidenziano le due svolte principali che hanno caratterizzato finora questo processo: la prima (§ 4.1) ha riguardato l'abbandono della logica classico-moderna di composizione per elementi finiti in favore di forme fluide, tra le quali non è possibile distinguere singoli elementi architettonici; la seconda, invece (§ 4.2), ha riguardato cambiamenti a livello di processo progettuale, con ricadute sul ruolo e sulle modalità di pensiero dell'architetto. Gli sviluppi tecnologici relativi ai software per la produzione di immagini per comunicare il progetto di architettura hanno portato a un'egemonia dell'immagine (§ 4.3), fenomeno che d'altronde investe anche molti altri ambiti. Nel complesso, la relazione dell'architettura con le tecnologie digitali per il progetto si potrebbe assimilare a un processo di metamorfosi digitale: una trasformazione involontaria che spesso comporta effetti collaterali indesiderati e spesso invisibili (§ 4.4).

4.1 Dall'idealizzazione alle applicazioni effettive: la prima svolta digitale

La digitalizzazione investe il settore AEC su diversi livelli: organizzativo, ideativo, progettuale, gestionale, comunicativo e percettivo.

Per quanto argomentato nel capitolo precedente, è evidente che le tecnologie digitali non si possono intendere, in nessun ambito, come neutrali rispetto al processo nel quale sono coinvolte. In architettura, soprattutto per quanto riguarda i software per la progettazione, si tratta, piuttosto, di elementi di mediazione che hanno la capacità di rimodellare le parti in gioco secondo modalità che emergono durante il processo stesso.

È utile, ora, ripercorrere sinteticamente le tappe dell'integrazione della tecnologia digitale nel settore dell'architettura¹.

Prima del 1946, computer, nei paesi anglofoni, era una posizione lavorativa: la computazione era qualcosa di cui si occupavano le persone. Nel 1946 il primo calcolatore elettronico, l'*Electronic numerical integrator and computer* (ENIAC), fu messo a punto per soddisfare la necessità di effettuare calcoli balistici durante la Seconda Guerra Mondiale). Si trattava di macchine decisamente ingombranti e solo poche persone erano in grado di utilizzarle.

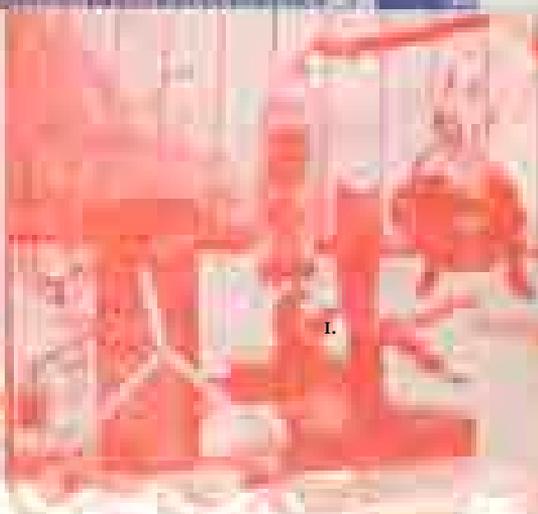
Per ottenere i primi modelli di computer di dimensioni più ridotte bisogna attendere la fine degli anni '60, con il lancio dell'IBM 360 (1964): per la maggior parte dei casi i calcolatori non erano ancora in grado di gestire l'elaborazione numerica di immagini, fatta eccezione per l'innovativo Sketchpad (1964) che, sviluppato da Ivan Sutherland al MIT, permetteva la manipolazione digitale di alcune geometrie elementari e che potrebbe essere considerato un precursore del Computer Aided Design. A questo punto, tuttavia, si era ancora molto

¹ Per un approfondimento si veda la collana "La svolta informatica" fondata da Bruno Zevi e poi diretta da Antonino Saggio, edita da Testo&Immagine. In particolare, i volumi di Galofaro e Eisenman (1999), Pongratz e Parbellini (2000), Lindsey e Saggio (2001), De Luca e Nardini (2003).

1. Il numero 7 della rivista Archigram 7, Beyond Architecture (1966), "Copertina" e rivista imbustata. Archivio Archigram:
<http://archigram.westminster.ac.uk/> - Magazines (accesso: giugno 2018).

ARCHIGRAM SEVEN

THE SPYGLASS THE JOURNAL OF THE ARCHITECTS



1.

lontani da una possibile efficace implementazione del computer negli studi di architettura.

Negli anni '60 questo nuovo fermento tecnologico ha indotto ad un proliferare di suggestioni derivanti dalla riflessione sul rapporto uomo-macchina, che, sebbene ancora principalmente confinato nel campo della cibernetica, si è tradotto in un entusiasmo generalizzato verso le aspettative su ciò che si intuiva le nuove tecnologie in futuro avrebbero potuto fare piuttosto che su ciò che i calcolatori erano effettivamente in grado di fare (Carpo, 2019).

In ambito architettonico questo ha portato allo sviluppo di alcune correnti avanguardiste – Archigram², Cedric Price e Gordon Pask, ecc. che rappresentavano questa tensione verso delle idealizzate potenzialità di digitalizzazione anche dello spazio costruito [Fig. 1]. Tuttavia, le potenzialità di calcolo di allora non erano sufficienti né alla gestione della progettazione di tali visioni spaziali, né tantomeno alla realizzazione di edifici che integrassero un qualche tipo di automazione o responsività. L'entusiasmo cibernetico è svanito negli anni '70 a causa della crisi politico-energetica e vista la mancanza di effettivi riscontri nella vita quotidiana. È con gli anni '80 che l'evoluzione tecnologica ha portato un effettivo cambiamento: a questo punto le macchine erano di dimensioni più ridotte e gradualmente sempre più diffuse in vari campi di applicazione (a partire dalla comparsa del primo PC IBM nel 1981). Mentre tutte le espressioni culturali vengono nuovamente investite dall'ondata cibernetica³, in architettura si iniziano a sostituire con script formati da flussi di pura informazione (bit, bytes) i tradizionali strumenti di disegno e fabbricazione.

Dagli anni '90 in poi è diventato sistematico l'uso di sistemi CAD – Computer Aided Design⁴ e di conseguenza possibile la CAM – Computer Aided Manufactory. Pur non avendo inventato le tecnologie digitali ma adottato ciò che era stato pensato per l'industria cinematografica o aerospaziale, “gli architetti e i designer hanno dato forma visibile all'epoca digitale. Esperienza architettonica senza precedenti, la nuova estetica della *free form* è presto diventata anche fonte

2 Il tema dell'impiego del computer è richiamato in diversi numeri della rivista Archigram e, in particolare, nel n°7 “Beyond architecture” (1966) presentato in fogli sciolti in un sacchetto di plastica con una resistenza elettronica e una texture da computer in copertina [Fig. 1].

3 Narrativa e cinema cyberpunk, cyberspazio, body art, ...

4 Alcuni autori – ad esempio Zambelli (2019) – distinguono tra software CAD, intendendoli come Computer Aided Drafting, e CAAD, Computer Aided Architectural Design. La seconda categoria comprende i software dalle potenzialità morfogenetiche più avanzate mentre la prima include quei software che si sono posti fin dal principio come corrispondenti digitali del disegno tecnico analogico. Le possibilità di classificazione dei software per la progettazione architettonica e le relative terminologie non sono, tuttavia, del tutto coerenti nel vasto campo di ricerca che se ne occupa (Caetano et al., 2020). In questa sede il discorso procede tenendo come traccia la relazione dei diversi strumenti con il processo progettuale analizzato nella sua dimensione cognitiva e riferendosi soprattutto alle possibili implicazioni sull'immaginazione, tralasciando la questione della classificazione tassonomica.

di istruzione tecnologica per tutti” (Carpo, 2013, p. 58). “La *free form* rappresentava e simboleggiava un nuovo ambiente tecno-culturale nel quale tutti i principi del Modernismo industriale erano stati rigettati, e un nuovo universo di differenziazione, variazione e scelta – cosa che il Postmodernismo aveva promosso, ma non era riuscito a realizzare – divenne possibile, tangibile, accessibile e, alcuni sostengono, anche piacevole”⁵ (Carpo, 2013, p. 58).

Anche Biraghi (2008) osserva che l’avvento degli strumenti digitali per la progettazione, evento che automaticamente viene spesso condensato nell’espressione “architettura digitale”, ha di fatto rappresentato l’abbandono della logica progettuale classico-moderna. Se la cultura classico-rinascimentale e quella moderna avevano in comune “il principio della *finitio* degli elementi” (Biraghi, 2008, p. 481) da comporre, sebbene nel secondo caso spogliati dell’apparato decorativo, con l’aumento delle potenzialità di controllo della geometria, la “tettonicità trilitica” (ibid. p. 483) è diventata quantomeno facoltativa. Sebbene sembri esagerato affermare che essa sia entrata in un’“eclissi definitiva”, è pur vero che è stata largamente messa da parte in favore di un tipo di architettura che privilegia superfici continue, scocche e avviluppamenti, rendendo di fatto indistinguibili gli elementi della composizione classica [Fig. 2]. Lo spazio che ne deriva è costituito da parti che hanno perso la loro “assolutezza” e hanno invece acquisito un valore sintattico: una “liquefazione” in senso baumiano (Bauman, [1999] 2011) di cui gli architetti si sono fatti interpreti.

È, inoltre, necessario ricordare che l’entusiasmo per la curvilinearità non è emanazione diretta della sua realizzabilità per mezzo della gestione informatizzata della geometria, potendo piuttosto essere stato innescato dal fermento culturale prodotto da scritti come il saggio di Gilles Deleuze *La piega. Leibniz e il barocco* ([1988] 2004). La prospettiva filosofica proposta da Deleuze è stata trasposta in architettura nella raccolta *Folding in Architecture* curata da Greg Lynn nel 1993. Nel saggio introduttivo – *Architectural Curvilinearity: The Folded, the Pliant and the Supple* – l’autore propone concetti come levigatezza, flessibilità, duttilità, lieve piegamento in alternativa alla frattura decostruttivista. Queste evocazioni erano le premesse per uno specifico uso delle potenzialità dei software che a breve avrebbero iniziato a diffondersi negli studi di architettura. Sottolinea Carpo: “i computer di per sé non impongono forme né esibiscono preferenze estetiche.

⁵ “Free form represented and symbolised a new techno-cultural environment where all the tenets of industrial Modernism had been jettisoned, and a new universe of differentiation, variation, and choice – which Postmodernism had advocated, but could not deliver – became possible, tangible, affordable and, some claim, even pleasurable” (Carpo, 2013, p.58, trad. it. di Linda Buondonno).



Uno può usare il computer per progettare scatole o pieghe, indifferentemente”⁶ (2004, p.16). La prima svolta digitale è stata dunque possibile grazie alla coesistenza dei presupposti teorici e mezzi tecnici per dargli forma. Su questo si era già espresso anche Alejandro Zaera-Polo fondatore dello studio FOA – Foreign Office Architects: l’architettura, sia alla scala dell’edificio che a quella urbana, doveva rispecchiare la disintegrazione della centralità in favore di “composizioni policentriche che organizzano un campo continuo: aree di intensità all’interno di uno spazio coerente”⁷ (Zaera-Polo, 1994, p. 33).

Sebbene si assista a una proliferazione di *blob* e *bubbles* in sostituzione della tradizionale scatola edilizia, è opinione diffusa nella storiografia dell’architettura che l’avvento del CAD abbia ripercussioni che vanno al di là della seduzione prodotta dalla complessità delle geometrie (Biraghi, 2008; Carpo, 2017; Picon, 2010; Rowe, 2017). L’adozione di questo tipo di sistemi, secondo Carpo (2017) rappresenta la prima svolta digitale in architettura in quanto ha consentito la customizzazione digitale di massa. La digitalizzazione applicata al processo produttivo, infatti, ha permesso di fare un passo avanti rispetto alla produzione meccanica di massa standardizzata: ogni componente realizzato digitalmente, se necessario, può subire modifiche senza costi aggiuntivi. Biraghi (2008) osserva che la digitalizzazione del processo di rappresentazione, che, come si intuisce, non è svincolato da quello di ideazione, ha subito una sferzata sulla dimensione temporale, oltre che su quella spaziale. I software per la progettazione implicano in qualche modo una scansione sequenziale predeterminata dalle potenzialità operative del software stesso, meno aleatoria rispetto al processo analogico.

Questa caratteristica si rende evidente soprattutto in una categoria di strumenti digitali che nasce tra la fine degli anni ’90 e gli inizi del 2000, ma che solo negli ultimi anni ha visto un’effettiva diffusione: il Building Information Modeling (BIM).

6 “True, without computers some of those complex forms could not have been conceived, designed, measured, or built. However, computers per se do not impose shapes, nor do they articulate aesthetic preferences. One can use computers to design boxes or folds, indifferently” (Carpo, 2004, p.16, trad. it. di Linda Buondonno).

7 “composiciones policéntricas que organizan un campo continuo: áreas de intensidad en un espacio coherente” (Zaera-Polo, 1994, p.33, trad. it di Linda Buondonno).

File Architecture Structure Steel Precast Systems Insert Annotate Analyze Massing & Sit Collaborate View Manage Add-Ins **Modify | Doors**

Modify | Doors

Properties: M_Door-Exterior-Double-Full Glass-Wood_Clad 1800 x 2000mm

Doors (1) Edit Type

Constraints: Level: Level 2, Sill Height: 0.0

Construction: Swing Angle: 90.00°, Door Offset: 0.0, Threshold: [checked], Frame Type: [dropdown], Graphics: Show Grill: [checked]

Project Browser: rac_basic_sample_project_UI_Tour

Views (all): Floor Plans (Level 1, Level 2, Site), 3D Views, Elevations (Building Elevation), Sections (Building Section, Wall Section), Detail Views (Detail), Renderings, Legends, Schedules/Quantities (all), Sheets (all)

Windows: Single Window: Standard

Pause New Curve Surface Spld Mesh Dimension Transform Tools Analyze Render Panels V-Ray Help

Autosave completed successfully

Command: []

Standard CPlanes Set View Display Select Viewport Layout Visibility Transform Curve Tools Surface Tools Solid Tools Mesh Tools Render Tools Drafting

Perspective

End Near Point Mid Cen Int Perp Tan Quad Knot Vertx Project Disable

CPlane x:63.285 y:57.420 z:0.000 Millimeters Default Grid Snap Ortho Planar Osnap SmartTrack Gumb

File Edit View Display Solution Help

Params Maths Sets Vector Curve Surface Mesh Intersect Tra

Geometry Primitives Input

64%

3.

4.

4.2 La seconda svolta: dalla forma al processo

Sempre più richiesta dalla committenza pubblica e privata, la modellazione BIM ha come vantaggio principale quello di essere una piattaforma collaborativa su cui possono lavorare contemporaneamente tutte le diverse professionalità che sono coinvolte nella progettazione. Il modello BIM non solo controlla gli aspetti dimensionali ma, a ogni componente, è in grado di associare, in modo controllabile parametricamente, informazioni di tipo economico o prestazionale. In questo modo, il modello non solo è un archivio di informazioni condiviso in fase di progettazione, ma diventa anche uno strumento di controllo per l'intero ciclo di vita dell'edificio [Fig. 3].

Se nella prima svolta digitale l'accento rimane sull'effetto formale, verso la fine del primo decennio degli anni duemila alcuni teorici e professionisti iniziano a voler spostare il limite che fino a quel periodo si assestava sul ruolo ancora determinante dell'intuizione dell'architetto. Kostas Terzidis (2006), per esempio, auspica un maggiore sfruttamento delle potenzialità computazionali, ammettendo una contaminazione profonda della struttura del pensiero da parte di procedure "profondamente non umane". Addirittura trova problematico l'approccio di chi ricorre a rivalutazioni di passate teorie o pratiche architettoniche attraverso metaforiche trasposizioni di concetti provenienti dal passato al contesto contemporaneo: "il problema di questo approccio è che non permette ai pensieri di trascendere oltre la sfera del controllo umano. Infatti, mentre loda e celebra l'unicità e la complessità della mente umana, diventa anche resistente alle teorie che sottolineano i potenziali limiti della mente umana"⁸ (Terzidis, 2004, p. 202). Al contrario, l'innovazione per Terzidis è da ricercare al di fuori dei confini di ciò che è prevedibile: "i dispositivi digitali non sono visti come strumenti per esplorare ciò che è noto, ma come portali per entrare in ciò che è

8 "The problem with this approach is that it does not allow thoughts to transcend beyond the sphere of human control. In fact, while it praises and celebrates the uniqueness and complexity of the human mind, it becomes also resistant to theories that point out the potential limitations of the human mind" (Terzidis, 2004, p. 202, trad. it. di Linda Buondonno).

3. Esempio di interfaccia di un software di tipo BIM

4. Esempio di interfaccia di un software parametrico

sconosciuto. I meccanismi computazionali sono impiegati non solo per esplorare concetti formali esistenti, ma anche per formare concetti completamente nuovi” (ibid.). In questo senso la progettazione parametrica “colloca in una diversa prospettiva i ruoli consolidati di forma e processo” (Perriccioli, 2020, p. 9). Questo passaggio è stato di fatto possibile grazie all’introduzione dei VPL (Visual Programming Language): linguaggi di programmazione con un’interfaccia grafica che permette una maggiore accessibilità allo *scripting* da parte di chi non necessariamente proviene dalla formazione informatica. In virtù di questo nuovo tipo di relazione con il software, nasce quella che viene definita architettura parametrica: progetti frutto di un processo di *scripting* che l’architetto costruisce attraverso un’esplicita rete di input quantitativi in relazione tra loro secondo specifici operatori [Fig. 4].

Il vantaggio risiede nella possibilità, per l’architetto, di gestire contemporaneamente una quantità di variabili decisamente alta e di visualizzarne la rappresentazione formale in tempo reale. Patrik Schumacher⁹ discute alla Biennale di Venezia del 2008 il manifesto del *parametricismo*: “l’architettura d’avanguardia contemporanea risponde alla richiesta di un livello più elevato di complessità articolata attraverso la riorganizzazione dei suoi metodi sulla base di sistemi di progettazione parametrici. Lo stile architettonico contemporaneo che ha raggiunto un’egemonia pervasiva all’interno delle avanguardie architettoniche contemporanee può essere meglio compreso come un programma di ricerca basato sul paradigma parametrico. Proponiamo di chiamare questo stile: parametricismo. Il parametricismo è il grande nuovo stile dopo il modernismo. Postmodernismo e decostruttivismo sono stati episodi di transizione che hanno

9 Dal 2016 è direttore dello studio Zaha Hadid Architects, del quale fa parte dal 1988.

5. Zaha Hadid Architects, CMA CGM Headquarters, Marsiglia, 2005-2010

6. Frei Otto, Stadio Olimpico, Monaco di Baviera, 1972



inaugurato questa nuova, lunga ondata di ricerca e innovazione”¹⁰ (Schumacher, 2008) [Fig. 5]. Il parametricismo non è necessariamente vincolato ai software parametrici, tant’è vero che Schumacher individua in Frei Otto [Fig. 6] un precursore del parametricismo senza che egli abbia mai fatto affidamento su alcun tipo di strumento digitale. Anche in questo caso, l’avalersi dei software parametrici è la manifestazione di una spinta che deriva da un più ampio contesto culturale che, nello specifico, chiamava gli architetti a organizzare e articolare la crescente complessità della società post-fordista (Schumacher, 2008).

Se con il BIM i parametri associati agli elementi edilizi sono variabili ma, manualmente, indipendentemente l’uno dall’altro, il salto che hanno fatto i software di modellazione parametrica *tout-court* è quello nei confronti dell’interdipendenza dei parametri secondo relazioni costruite dal progettista.

All’inizio del nuovo millennio è avvenuta quella che, sempre secondo Carpo (2017), rappresenta la seconda svolta digitale. Grazie a nuove tecnologie di compressione dei dati siamo in grado di raccogliere, immagazzinare, processare quantità di dati sempre maggiori a un costo sempre minore – concetto che viene comunemente riassunto con l’espressione *big data*. Quello che va oltre la novità tecnica in sé è però la crescente e diffusa consapevolezza che abbiamo rispetto a questa disponibilità di dati tendente all’infinito e fruibile in qualsiasi momento. Questo rappresenta una svolta diversa da quella degli anni ’90 dal momento che allora si trattava di applicare strumenti nuovi a conoscenze consolidate, con l’avvento dei *big data* si applica un nuovo sistema di ragionamento a macchine tendenzialmente simili a quelle a cui siamo abituati: impostando dei parametri di partenza, il software testerà migliaia di possibili soluzioni e, più velocemente di quanto un umano possa fare, determinerà quella *satisficing*¹¹.

I software che in architettura ribaltano il processo di disegno-simulazione sono chiamati software generativi: anziché effettuare una valutazione di performance a posteriori, i software generativi producono soluzioni progettuali in cui i parametri desiderati sono ottimizzati entro range decisi dal progettista.

Si può notare come in questa seconda fase della transizione digitale in architettura, il grande cambiamento riguarda la gestione dei *data* che non riguardano più soltanto gli aspetti dimensionali e formali, ma performance di vario tipo.

¹⁰ “Contemporary avant-garde architecture is addressing the demand for an increased level of articulated complexity by means of retooling its methods on the basis of parametric design systems. The contemporary architectural style that has achieved pervasive hegemony within the contemporary architectural avant-garde can be best understood as a research programme based upon the parametric paradigm. We propose to call this style: Parametricism. Parametricism is the great new style after modernism. Postmodernism and Deconstructivism have been transitional episodes that ushered in this new, long wave of research and innovation” (Schumacher, 2008, trad. it. di Linda Buondonno).

¹¹ Neologismo derivante dalla fusione di *satisfy* e *suffice*, coniato da Herbert Simon (1956) per spiegare che in ambiti in cui non è possibile determinare univocamente una soluzione ottimale, la decisione finale consiste nel trovare una soluzione soddisfacente per condizioni realistiche piuttosto che una soluzione ottimale per condizioni semplificate

Per mettere a sistema tutte le informazioni, il concetto che emerge è quello di *workflow*: una costellazione di software e plug-in orchestrata dall'architetto per avere il controllo sugli aspetti che ritiene maggiormente rilevanti. La più frequente applicazione di workflow computazionali, a oggi, riguarda l'ambito delle simulazioni di performance di indicatori relativi alla sostenibilità ambientale. Anche questo atteggiamento si può ricondurre al contesto culturale che vede l'uomo investito di una nuova consapevolezza riguardo al mondo materiale che lo circonda, che ovviamente si riflette nella pratica dell'architetto nel modo in cui fa uso della tecnologia per manipolare l'ambiente materiale stesso (Picon, 2020).

4.3 L'egemonia dell'immagine

In parallelo con il maturare degli strumenti digitali per la progettazione, è cambiato anche il modo di concepire la comunicazione della rappresentazione. La maggiore velocità di modellazione tridimensionale e l'avvento dei software di renderizzazione ha comportato una sempre maggiore produzione di immagini fotorealistiche secondo un atteggiamento quasi bulimico che investe la nostra vita anche al di fuori dell'architettura.

La comunicazione attraverso disegni bidimensionali più o meno tecnici è stata, con il tempo, ridotta alle richieste burocratiche degli iter di approvazione e confinata alle pareti dello studio o comunque agli scambi interni tra membri del team di progettazione e imprese costruttrici. È altrettanto vero, però, che gli architetti non sono immuni agli effetti dell'iperrealismo delle immagini che loro stessi producono.

“Era un pomeriggio d'aprile ed ero andato a trovare Chiara nel suo appartamento di via San Francesco da Paola, a Torino, a due passi dalla casa in via Mazzini dove abitavo da qualche anno. Mentre mi raccontava che quel software le serviva per lavoro, Chiara teneva la mano sul mouse muovendo il cursore e dopo qualche secondo sullo schermo era apparso il modellino tridimensionale di un bicchiere di vetro. Cliccato su un'icona, accanto al render si erano aperti un piccolo planisfero e una finestra con una serie di opzioni: una città del mondo, una stagione dell'anno, un'ora del giorno. La combinazione di queste tre variabili, mi aveva spiegato Chiara, avrebbe generato una specifica forma della luce; poi mi aveva lasciato il posto e aveva preso a sistemare casa invitandomi a provare. Da solo davanti al monitor avevo subito esplorato il planisfero in cerca di Palermo, convinto che una città come quella non potesse figurare tra le opzioni, e invece Palermo era lì, spudorata e caparbia, ma quando stavo per selezionarla il rifiuto si era imposto su ogni tenerezza e allora avevo scelto la luce di Torino alle tre del pomeriggio in primavera, e il vetro immateriale del bicchiere era stato attraversato da un fascio di luce acerba – un rimasuglio d'inverno o l'embrione da cui sarebbe scaturita l'estate – che però faceva avvertire la baldanza che ha la

luce nei luoghi del mondo che non conoscono primavere perentorie, luoghi nei quali la luce deve penetrare in un ingombro di vapori sospesi che l'inverno ha consolidato in sculture lucenti strutturando un cielo che vira al bianco, perché nel bianco c'è il riserbo ma anche il riserbo ha un suo punto di rottura, [...]" (Fazel & Vasta, 2022, pp. 10–11)

Il tipo di immagine descritta da Giorgio Vasta¹² rappresenta ciò che in gergo informatico è definito Computer Generated Imagery (CGI); la loro produzione è compito del *digital artist* (o *architectural visualizer*), una nuova figura professionale che è nata proprio in seno a questa nuovo sviluppo tecnologico. Spesso, chi offre il servizio di *architectural visualization* lavora al di fuori dello studio di progettazione; in questo caso il render è utilizzato come strumento di verifica a intervalli di tempo abbastanza ampi o, più spesso, direttamente per la comunicazione con il cliente o per la presentazione del progetto a concorsi. La tendenza è quella di utilizzare questo tipo di immagini anche per la presentazione di lavori già realizzati su siti web e nelle mostre, a fianco di – spesso meno accattivanti – foto dal “vero”.

4.4 Metamorfosi digitale

A partire dalle tappe accennate nei paragrafi precedenti, è stato possibile delineare un percorso che ha condotto dalla digitalizzazione di processi analogici, mantenendo un certo livello di corrispondenza con questi, fino al loro completo stravolgimento, arrivando a strumenti che rispondono puramente a una logica digitale (Mancini, 2022).

Dal punto di vista degli esiti formali e performativi gli effetti di tale transizione paiono evidenti, tuttavia, considerando “una prospettiva più fondamentale che include processi e proprietà chiave del processamento di informazioni umano che si trova ad affrontare problemi sfocati e addirittura *wicked*¹³, l'impatto della digitalizzazione sul *design thinking* non è ancora così chiaro” (Rowe, 2017, p. 15). Se le modalità di impatto della digitalizzazione sul processo progettuale non sono ancora chiarite a pieno, quantomeno dal punto di vista cognitivo che interessa questa ricerca, è altrettanto vero che è riconosciuto da tutti l'elevato grado di pervasività del digitale. Quella a cui assistiamo oggi, in architettura ma anche e forse ancora di più in molti altri aspetti della nostra vita (primo fra tutti quello che riguarda le relazioni interpersonali), è definita da molti una rivoluzione digitale. È tuttavia sembra più convincente adottare il concetto di metamorfo-

¹² Il brano prosegue con la descrizione altrettanto dettagliata della luce riprodotta dal software quando il narratore imposta la localizzazione su Berlino, Istanbul, Praga, Reykjavík.

¹³ Wicked problems è un altro modo in cui sono chiamati i problemi mal definiti, per esempio da (Archer, 1979).

si proposto dal sociologo tedesco Ulrich Beck: il termine rivoluzione indica un cambiamento intenzionale, lineare e progressivo, mentre la metamorfosi digitale “indica effetti collaterali non intenzionali e spesso non visibili che creano soggetti metamorfizzati, come per esempio uomini digitali” (Raiteri, 2022, p. 146). Se la maggior parte della letteratura indaga tra le pieghe dell’architettura digitale, questa ricerca si muove nei meandri della mente dell’architetto digitale. Nel prossimo capitolo si cercheranno di ipotizzare alcuni punti di tangenza notevoli tra la logica digitale e i processi immaginativi analizzati nel Cap. 2. L’approccio vuole essere il più possibile neutrale, evitando di ricadere nelle polarità eccessivamente entusiaste o avverse rispetto alle potenzialità della digitalizzazione. Quello che è evidente è che sulla *design cognition* sia necessario un fondamento teorico aggiornato che assimili le specificità del digitale (Oxman, 2008). Anche perché, come già anticipato da Negroponte in un articolo su Wired nel 1998 “come l’aria e l’acqua da bere, ci si accorgerà del digitale solo per la sua assenza non per la sua presenza”: la riflessione sul tema è ormai ineludibile. Con queste considerazioni non si vuole, tuttavia, sostenere l’esistenza di un cieco determinismo tecnologico: come accennato nelle descrizioni di alcune fasi della transizione digitale, “la tecnologia è raramente l’unica spiegazione, specialmente in architettura, dove così tanto dipende da fattori economici, sociali e culturali. Le trasformazioni che osserviamo adesso sono inseparabili da condizioni come la globalizzazione. Sono anche il risultato di un processo storico molto più lungo e complesso rispetto alla recente conversione dei progettisti agli strumenti digitali”¹⁴ (Picon, 2010, p. 9).

¹⁴ “Technology is seldom the only explanation, especially in architecture where so much depends upon economic, social and cultural factors. The transformations that we are observing today are inseparable from conditions like globalization. They are also the result of a much longer and more complex historical process than the recent conversation of designers to digital tools” (Picon, 2010, p.9, trad. it. di Linda Buondonno).

Capitolo 5

Modello immaginato e modello digitale: possibili interazioni

Abstract

La progettazione architettonica, come molte altre attività di tipo creativo, si sviluppa attraverso la definizione di modelli in grado di gestire, ciascuno, una certa quantità e un certo tipo di informazioni. Lo spazio architettonico è un oggetto particolarmente complesso da modellare, per cui, si argomenta nel § 5.1, il processo progettuale potrebbe essere visto come la definizione di un sistema di modelli, di cui le immagini mentali potrebbero fare parte al fine di controllare, e veicolare nel progetto, informazioni appartenenti alla sfera quasi percettiva e motoria. Si avanzano poi alcune ipotesi di modalità di interazione tra capacità immaginativa e modello digitale, definito come immagine interattiva e declinato a seconda del software da cui è gestito. Nel § 5.2 si trattano, in particolare, le possibili conseguenze sull'immaginazione dell'interazione tra architetto e modello digitale per quanto riguarda le proprietà dell'immagine interattiva, mentre nel § 5.3 il focus è sulle proprietà del processo di interazione stesso, su cui il funzionamento di alcuni software incide in modo più spiccato.

5.1 Progettazione architettonica come sistema di modelli

Progettare la trasformazione di uno spazio significa stabilire un sistema di relazioni tra informazioni molto complesso e attuare strategie per descriverlo: uno scambio dialettico dell'architetto con sé stesso e con collaboratori e committenti. Tralasciando la dimensione collettiva del lavoro, che, seppur fondamentale non può essere affrontata in questa ricerca, si approfondisce ora il processo dell'esternalizzazione di contenuti durante il processo progettuale.

Se, preliminarmente, l'attività progettuale consiste in un "processo di raccolta, di interpretazione e di trasformazione delle informazioni" (Raiteri, 2014, p. 76), l'obiettivo è sempre quello di produrre descrizioni di edifici e spazi immaginati con l'intento di prefigurarne la consistenza (De Matteis, 2020, p. 10).

Al fine di simulare il più precisamente possibile, in loro assenza, le condizioni generate da tale sistema di informazioni, l'architetto si avvale di modelli che egli stesso produce e modifica in modo ricorsivo durante tutto il processo progettuale. In questo senso, progettare lo spazio implica, per la maggior parte del processo, la realizzazione e la gestione di modelli di quello spazio.

Questo non significa ricadere nell'ilomorfismo¹ criticato dal filosofo Gilbert Simondon (1989) prima, e da Gilles Deleuze e Felix Guattari dopo (1980). Prendendo come esempio il mattone, Tim Ingold spiega che la sua forma "è il risultato non dell'imposizione della forma alla materia, ma della *contrapposizione* di forze uguali e contrarie che risiedono tanto nell'argilla quanto nello stampo. All'interno di questo campo, la forma emerge come un equilibrio più o meno transitorio" (Ingold, [2013] 2019, p. 51). La materia, quindi, non è un passivo recettore della forma, ma il frutto di un processo dinamico che la porta a prendere forma. Uscendo dal contesto artigiano a cui fanno riferimento questi autori (Deleuze e Guattari portano ad esempio la metallurgia), è evidente che nel campo più complesso dell'architettura sia necessaria una mediazione del processo di manipolazione della materia attraverso il ricorso a simulazioni di tale manipolazione. È proprio attraverso l'interazione con tali simulazioni che la materia può prendere la forma di spazio architettonico.

Ricorrere alla produzione di modelli è una pratica antichissima, tanto in architettura quanto nell'arte pittorica e scultorea, ed è finalizzata a realizzare un esemplare che, *secondo qualche aspetto*, rappresenti l'opera finale, in modo da renderne osservabili alcune caratteristiche da parte del suo autore, o da altri attori del processo progettuale. A seconda di quali informazioni si vogliono controllare o comunicare, il modello è selettivo rispetto alla totalità dell'oggetto che rappresenta. Questa selezione è un artificio necessario alla pratica progettuale e avviene attraverso strategie che consentono di isolare diverse famiglie di varia-

¹ Da ὕλη (yle, materia) e μορφή (morfé, forma).

bili al fine di renderle più semplicemente controllabili, spesso traducendole in immagini attraverso le regole dettate dalla geometria descrittiva. Questi cluster di informazioni, parzialmente isolati all'interno di ciascun modello, acquisiscono senso solo se si relazionano con altri modelli in grado di veicolare alcune delle stesse informazioni; un flusso in grado di ridefinire il proprio contenuto ogni volta che attraversa un modello diverso. Nelle diverse fasi del processo progettuale, un modello può assorbire più informazioni rispetto a un altro, che ne risulterà condizionato ma che a sua volta potrà influenzarne altri, secondo una dinamica ricorsiva e bidirezionale. Si pensi, per esempio, a come il modello economico (solitamente gestito attraverso il computo metrico estimativo) dell'oggetto architettonico sia parzialmente determinato dal modello costituito dall'insieme dei disegni tecnici, e come questi a loro volta siano condizionati dalla stima dei costi, ma anche, contemporaneamente, dal modello di calcolo strutturale o dagli schizzi a matita che spesso guidano la generazione delle prime idee progettuali²; e così via. I principali modelli di cui si avvale l'architetto sono la descrizione orale o scritta³, lo schizzo a mano libera, la maquette di studio, il disegno tecnico analogico o digitale, il modello di calcolo strutturale, di performance energetica, economico, illuminotecnico, l'immagine fotorealistica (ispezionabile attraverso uno schermo o anche attraverso realtà virtuale). A seconda della scala del progetto in questione, possono essere impiegati ulteriori modelli di carattere estremamente specialistico. Il mutuo, continuo, circolare scambio di informazioni fra questi processi di modellazione ne permette il controllo e consente di raggiungere il livello di definizione richiesto dal processo costruttivo.

È bene notare che alcuni modelli, nella loro prima formulazione, sono subordinati ad altri, cioè accolgono e gestiscono informazioni supplementari solo se prima sono state elaborate attraverso altri modelli. Ad esempio, il render fotorealistico è un modello che consiste nell'aggiunta di informazioni relative alle qualità materiche e di illuminazione al modello digitale tridimensionale che rappresenterebbe, altrimenti, soltanto i rapporti stereometrici dell'oggetto architettonico. Lo stesso vale per i modelli di calcolo specialistici: per realizzarne una prima versione devono essere già state modellate le variabili dimensionali necessarie.

È evidente che non avrebbe senso, né ai fini della costruzione, né per le comunicazioni a essa preliminari, l'esistenza di un solo modello disconnesso dagli altri. La complessità del progetto architettonico si traduce quindi in un altrettanto articolato avvicinarsi e sovrapporsi di processi di *modellizzazione* fra loro inter-

² Non si vuole fare intendere che lo schizzo a mano libera sia un metodo di rappresentazione relegato solo alle prime fasi progettuali; si ritiene invece che durante tutto il processo l'architetto affronti sotto-temi progettuali che costituiscono punti di origine di ulteriori iter da ricordare al principale.

³ Interessante discorso di Eco (2014) sull'ekfrasi.

relati [Fig. 1].

Per creare i vari parziali modelli di cui l'architetto ha bisogno, vengono astratte (dal lat. *abs-* 'via da' e *trahere* 'trarre') dall'oggetto rappresentato alcune informazioni e affidate a uno strumento dotato di proprie regole per gestirle.

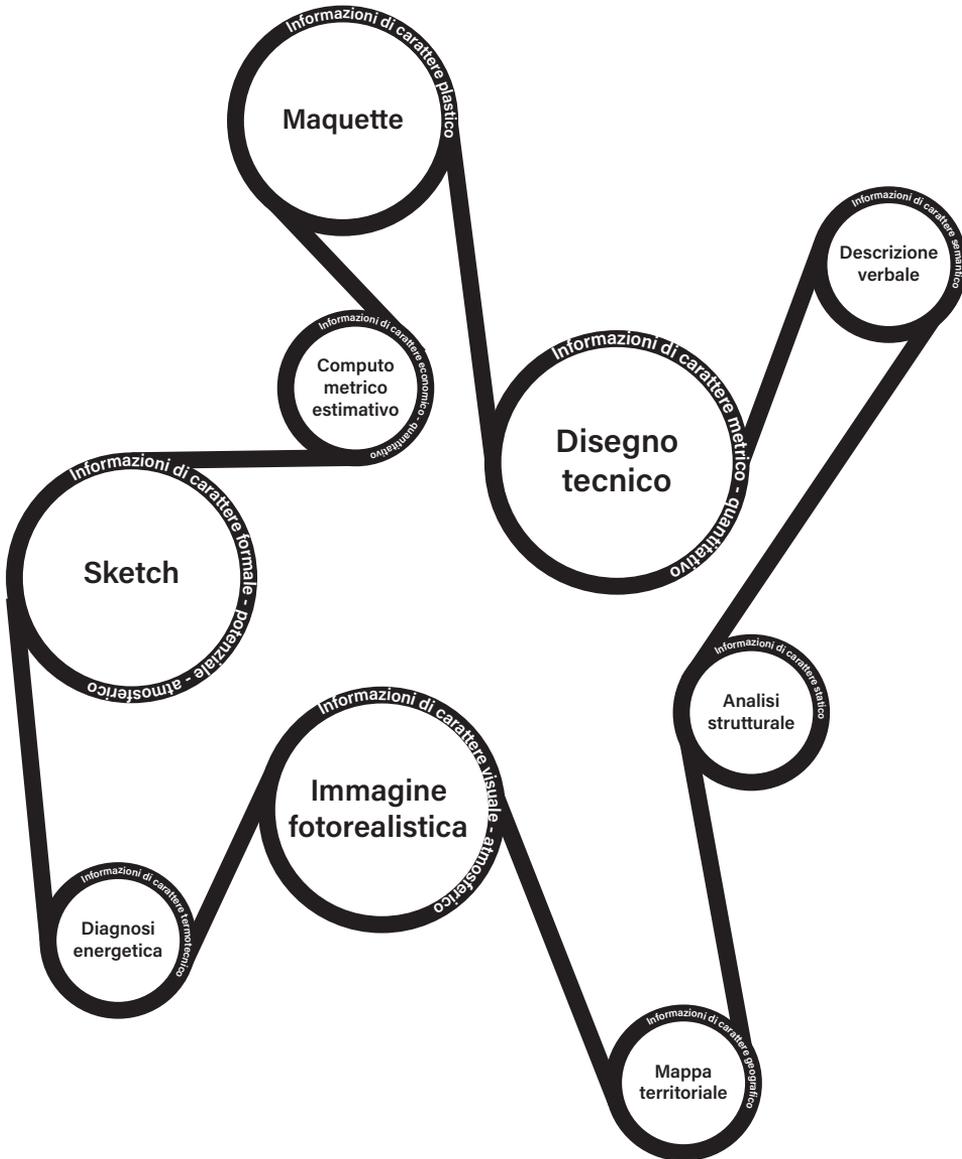
La gamma di strumenti a disposizione dell'architetto è, a oggi, molto ampia e vede la sempre maggiore preponderanza degli strumenti digitali, pur non cessando di essere utilizzata la loro versione analogica, laddove è ancora riscontrabile una corrispondenza. La scelta dello strumento in funzione delle informazioni che gli si vogliono affidare e del "peso" che gli si vuole fare assumere possono variare molto in base alle preferenze o all'indole dei progettisti. Inoltre, la quantità di informazioni gestite da un modello piuttosto che da un altro varia a seconda della fase del processo progettuale, secondo un ritmo non determinabile univocamente ma dipendente dalle scelte del progettista.

Ogni modello è realizzabile attraverso uno o più strumenti in grado di gestire determinati tipi di informazioni. In funzione dello strumento, il flusso dei dati si piega, si comprime o si dilata; alcune informazioni si perdono mentre altre risultano trasformate a tal punto che si rende necessario reinserirle nella loro nuova veste negli altri strumenti di modellazione.

L'esemplare che virtualmente rappresenta l'opera per come dovrà essere costruita è, quindi, l'insieme fittizio di tutti i modelli prodotti attraverso i diversi strumenti di cui l'architetto decide di avvalersi; questo macro-modello è quello che veicola dinamicamente *la maggior parte possibile* delle informazioni caratterizzanti lo spazio architettonico. Con questo non si vuole intendere che sia possibile un controllo deterministico dell'esito del processo di trasformazione dello spazio da una situazione data a una preferibile; il processo è così complesso che necessariamente esistono variabili che non rientrano nel campo del modellabile (Schön, 2008).

Se, come propone Riccardo Migliari (2004), chiamiamo (**m**) tutti i modelli possibili che tentano di avvicinarsi all' "idea di una forma" – il modello (**M**) –, questi diversi (**m**) possono trasformarsi gli uni negli altri "senza soluzione di continuità, in un processo a spirale che converge verso il Modello (**M**) e lo perfeziona, senza mai raggiungerlo". Enunciata come teorema⁴, la prima formulazione di questa teoria viene dimostrata da Migliari attraverso una favola citata alla fine del capitolo dal titolo *Rapidità*, nelle Lezioni Americane di Calvino ([1988] 1992): la favola di Chuag-Tzu. Essendo egli un abilissimo disegnatore, gli venne richiesto dal re di disegnare un granchio; inizialmente Chuag-Tzu si riservò di portare a termine l'incarico in cinque anni, poi chiese una proroga di altri cinque. Allo scadere dei dieci anni Chuang-Tzu "prese il pennello e in un solo istante, con un

4 "Dato un modello (**M**), cioè l'idea di una forma, il progetto produce infiniti modelli (**m**), tutti possibili, alcuni più credibili (prossimi a **M**) altri meno. Il confronto e la fusione dei modelli (**m**) produce altri e nuovi modelli (**m**) in un ciclo convergente sul Modello (**M**)" (Migliari, 2004, p. 8).



solo gesto, disegnò il granchio, il più perfetto granchio che si fosse mai visto”. L’interpretazione di Migliari di questa parabola taoista vede i dieci anni come il tempo che era necessario a Chuang-Tzu per studiare nei minimi dettagli i granchi nel giardino del re e per arrivare a definire nella sua testa l’idea di granchio (M), solo a questo punto era possibile esprimere un modello (m) sottoforma di immagine contemplabile anche da parte del re, il quale aveva avanzato tale richiesta proprio a causa della sua difficoltà di contemplare nella mente l’immagine sfuggente del granchio.

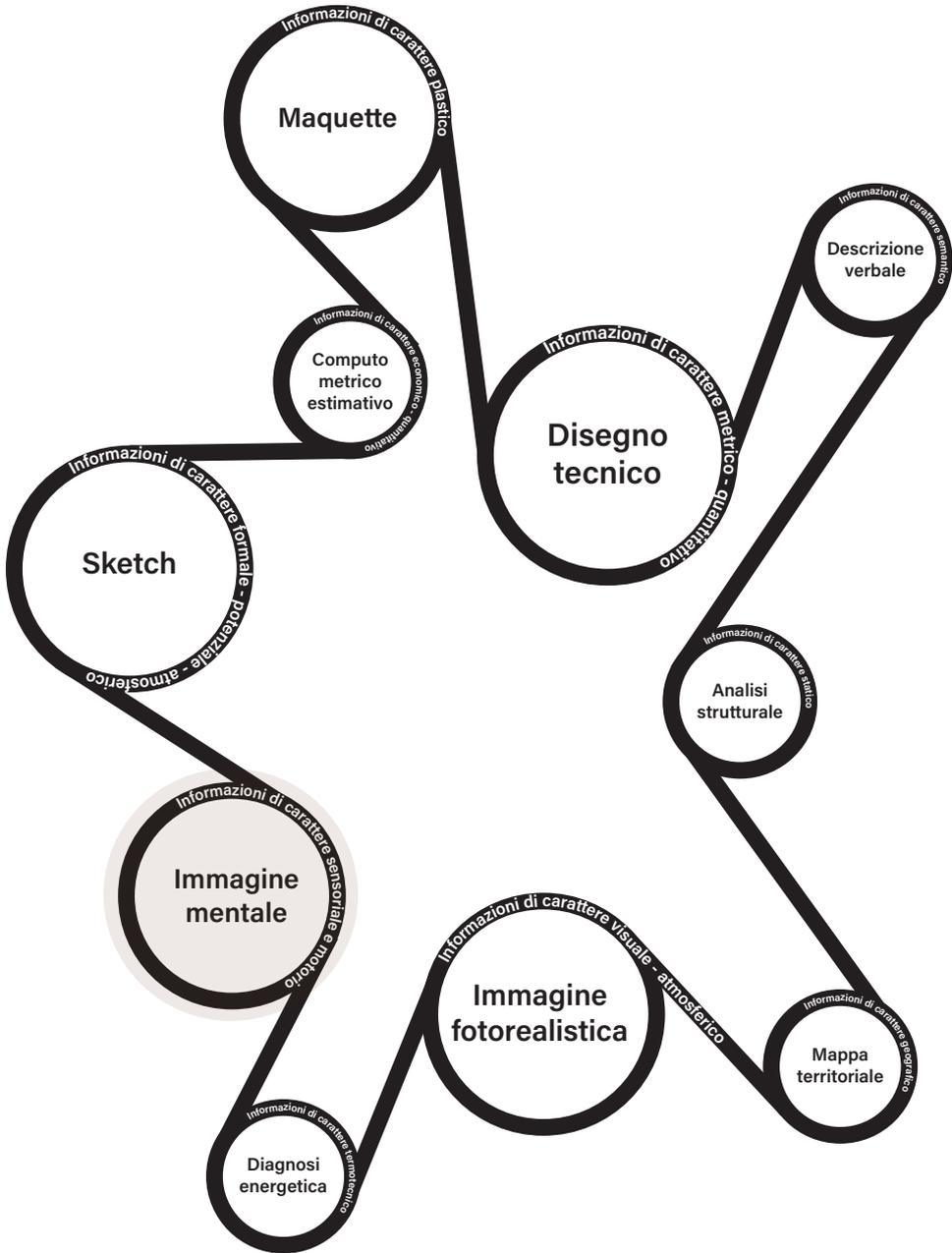
Nel caso della progettazione architettonica, le condizioni sono diverse: non esiste a priori uno spazio osservabile e di cui elaborare un modello ideale rappresentabile attraverso approssimazioni “(m)”. Il modello dello spazio nella sua configurazione ancora senza consistenza materica emerge dalla dinamica interazione dei diversi modelli possibili.

Per quanto argomentato nel Cap. 2, sembra necessario che al macro-modello possa appartenere anche il modello-immagine mentale [Fig. 2]. Benché l’immagine mentale abbia le caratteristiche per poter essere il modello da cui tutti gli altri discendono – l’immediatezza e la potenziale autonomia da strumenti giocano a suo favore –, se e come stabilire una gerarchia tra i modelli in ogni fase del processo rimane comunque scelta del progettista. Sull’entità del margine di scelta che il progettista possiede entra in campo il tema già affrontato nel cap. 3: il rapporto tra soggetto e strumenti può declinarsi come integrazione-correzione, delega-esonero o *empowerment*, con conseguenti automatismi (cfr. § 3.2.2).

Sebbene la capacità di produrre immagini mentali non possa essere considerata uno strumento, quantomeno non nel senso che è stato dato agli altri presi in considerazione, è pur vero che le immagini mentali possono a pieno titolo considerarsi uno dei modelli attraverso cui lo spazio architettonico può essere rappresentato dal momento che contengono informazioni derivanti dalla sfera (multi)sensoriale (cfr. § 2.2) recuperate dalla memoria a lungo termine (cfr. §1.2) e mantengono le proprietà spaziali dell’oggetto rappresentato (cfr. § 2.3). Le immagini mentali offrono, inoltre, la possibilità di un punto di vista in prima persona, non mediato, dell’oggetto rappresentato. Certamente, a causa di varie limitazioni, l’immagine mentale, per essere mantenuta, precisata, necessita dell’affiancamento di altri modelli, i quali sono informati dall’immagine mentale stessa e viceversa (cfr. § 3.1.3).

Come confessa Baudelaire (Ingold, [2013] 2019, p. 126): “è la paura di non andare abbastanza in fretta, di lasciarsi sfuggire il fantasma prima che la sintesi ne sia stata estratta e afferrata; è quella terribile paura da cui sono posseduti tutti i grandi artisti e che fa desiderare loro con tanto ardore di appropriarsi dei diversi mezzi di espressione, perché mai gli ordini dello spirito siano alterati dalle esitazioni della mano”.

C’è di più della paura: secondo David Kirsh il primo motivo per cui gli umani ricorrono, in varie circostanze, a rappresentazioni esterne è che “i processi cognitivi fluiscono dove è meno faticoso metterli in atto” (Kirsh, 2010, p. 442). Ma,



continua, non è solo una questione di convenienza in termini di fatica mentale: ricorrere alle rappresentazioni esterne consente di avere accesso a nuovi operatori sui contenuti rappresentati, di controllare strutture di maggiore complessità, per più tempo, con più precisione e più velocemente. Di conseguenza, osserva che i cambiamenti che coinvolgono i supporti tecnologici a tali rappresentazioni esterne si traducono nella capacità di “pensare a cose che oggi sono impensabili” (*ibid.* corsivo mio). Ma acquisisce altrettanta rilevanza il cambiamento del pensare *con* “le cose” – quando esse si presentano come strumenti (cfr. § 3.2.2, *zuhandenheit* di Heidegger). *Come* immagina l’architetto *con* gli strumenti digitali?

L’interesse specifico di questa ricerca è proprio il riverbero di informazioni provenienti da modelli realizzati attraverso strumenti digitali verso le immagini mentali. Come si è detto (§ 1.2), il processo progettuale è un percorso non lineare in cui sono ammessi cambi di direzione, più o meno radicali, ogniqualvolta, alla luce di una provvisoria soluzione elaborata, si manifestino conseguenze impreviste che in qualche modo ridefiniscono il problema di partenza (Dorst & Cross, 2001). Su questo scambio anche Donald Schön si esprime in termini di “conversazione”: “esaminerò il progettare come un dialogo con i materiali di una situazione. [...] [l’architetto] dà forma alla situazione, in conformità con la sua prima comprensione di essa, la situazione ‘risponde’, e egli risponde a tale feedback. In un buon processo di progettazione, questo dialogo con la situazione è riflessivo”⁵ (Schön, 2008, pp. 92–93).

Tradizionalmente dell’architettura si è ritenuto fondamentale, a ragione, trovare il modo di rappresentare gli aspetti metrici, ed è per questo che la rappresentazione architettonica è per la maggior parte realizzata attraverso le regole della geometria descrittiva, ovvero, appunto, la descrizione delle misure dello spazio. A stabilire un apparato metodologico per arrivare a questa descrizione fu Gaspard Monge che definisce la geometria descrittiva come l’atto di “rappresentare con esattezza, mediante disegni che hanno solo due dimensioni, gli oggetti che ne hanno tre, e che sono suscettibili di una definizione rigorosa” (Monge, 1795)⁶. Necessariamente l’*esattezza* della descrizione è stata ciò che gli strumenti e i metodi della rappresentazione hanno continuato a perseguire per tutta la loro evoluzione e ancora di più nella loro trasformazione in digitale. In questo percorso si è forse perso di vista il fatto che la descrizione geometrica, per quanto precisa possa essere, rappresenta una parte dell’oggetto architettonico, ma non la sua totalità, che invece, meno precisamente ma più realisticamente, può

5 “I shall consider designing as a conversation with the materials of a situation. (...) [the architect] shapes the situation, in accordance with his initial appreciation of it, the situation “talks back”, and he responds to the situation’s back-talk. In a good process of design, this conversation with the situation is reflective” (Schön, 2008, pp. 92–93, trad. it. di Linda Buondonno).

6 Gaspard Monge, *Geometrie Descriptive*, 1795

essere modellata attraverso l'immaginazione nella sua componente di derivazione sensoriale e motoria (cfr. § 2).

Come argomentato nel § 4.2, a oggi i modelli gestiti da software digitali occupano una parte preponderante del processo progettuale della quasi totalità degli studi di architettura, primariamente per il vantaggioso rapporto tra precisione della rappresentazione e tempo impiegato per realizzarla. In seconda battuta, grazie al sofisticarsi degli strumenti digitali le ragioni della loro estrema importanza risiedono nella capacità di ottimizzare diversi parametri prestazionali e, infine, di razionalizzare anche il processo produttivo dei componenti e quindi il processo costruttivo nel complesso.

Come già accennato, la peculiarità della versione digitale dei sistemi di gestione di informazioni è quella di possedere un linguaggio unico, quello binario, in grado di accogliere ciò che analogicamente apparterebbe a domini diversi (un'immagine, un testo e un suono, ad esempio). In questa ricerca ci interessa particolarmente l'ambito della digitalizzazione di quei modelli che hanno come destinataria la sfera visuale, tralasciando quindi la digitalizzazione dei modelli di calcolo di varia natura (strutturale, energetica, economica..).

I modelli digitali su cui concentra l'indagine sono quelli che si presentano all'architetto come *immagini interattive*. In quanto immagini, si dirigono appunto verso la percezione visiva, che coinvolge la corteccia visiva e motoria: quando una rappresentazione è visibile, automaticamente viene riconosciuto anche un relativo potenziale di intervento su di essa in funzione degli strumenti a disposizione. La peculiarità di un modello digitale, 2D o 3D, è l'alto grado di interattività che contempla. Questa avviene secondo regole estremamente precise, dettate dalla programmazione di ogni specifico software, un'interattività in qualche modo pre-strutturata.

Come accennato, il processo progettuale è costituito di fasi ricorsive in cui ogni forma di produzione del progettista fornisce nuove informazioni rispetto a quelle stabilite come *problem setting* (cfr. § 1.2), diventa quindi fondamentale comprendere le proprietà di tali immagini e delle interazioni consentite; in funzione di esse avviene l'interpretazione dell'immagine che l'architetto mette in atto per proseguire nel processo di ri-definizione della forma architettonica e, di conseguenza, anche del flusso di informazioni che si riverbera sugli altri modelli in azione. Quello che è utile, in particolare, è soffermarsi sulle ricadute sulla modellazione per immagini mentali, per questo analizzeremo quali sono le proprietà del modello come immagine e le proprietà dell'interattività dell'immagine-modello digitale.

MODEL

EMBEDDED
INFORMATION

● Maquette

Plastic

● Sketch

Formal

● Verbal description

Semantic

● Technical drawing

Stereometric

● Economic

Economical

● Photorealistic image

Visual

● Energetic

Thermal

● Territorial

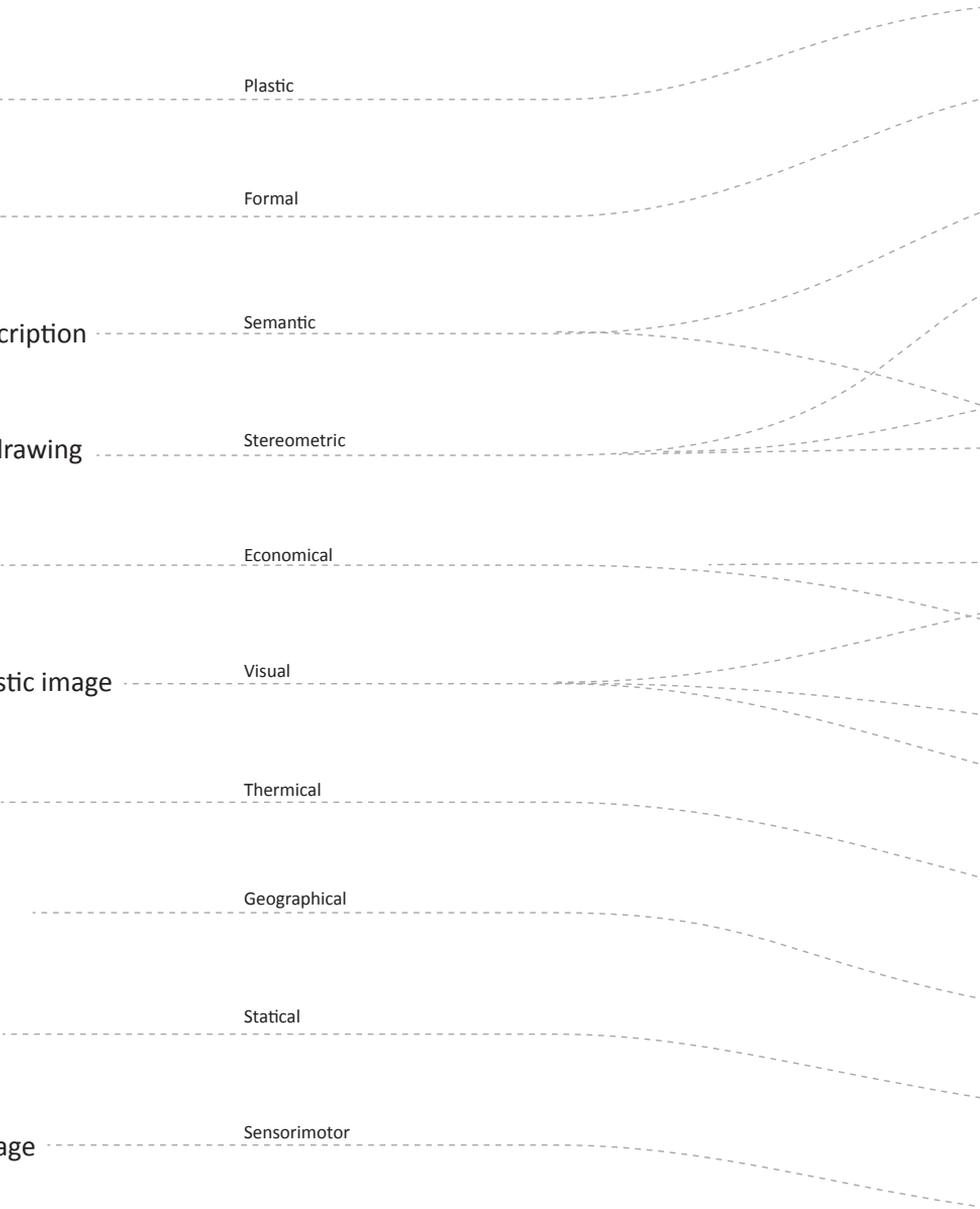
Geographical

● Structural

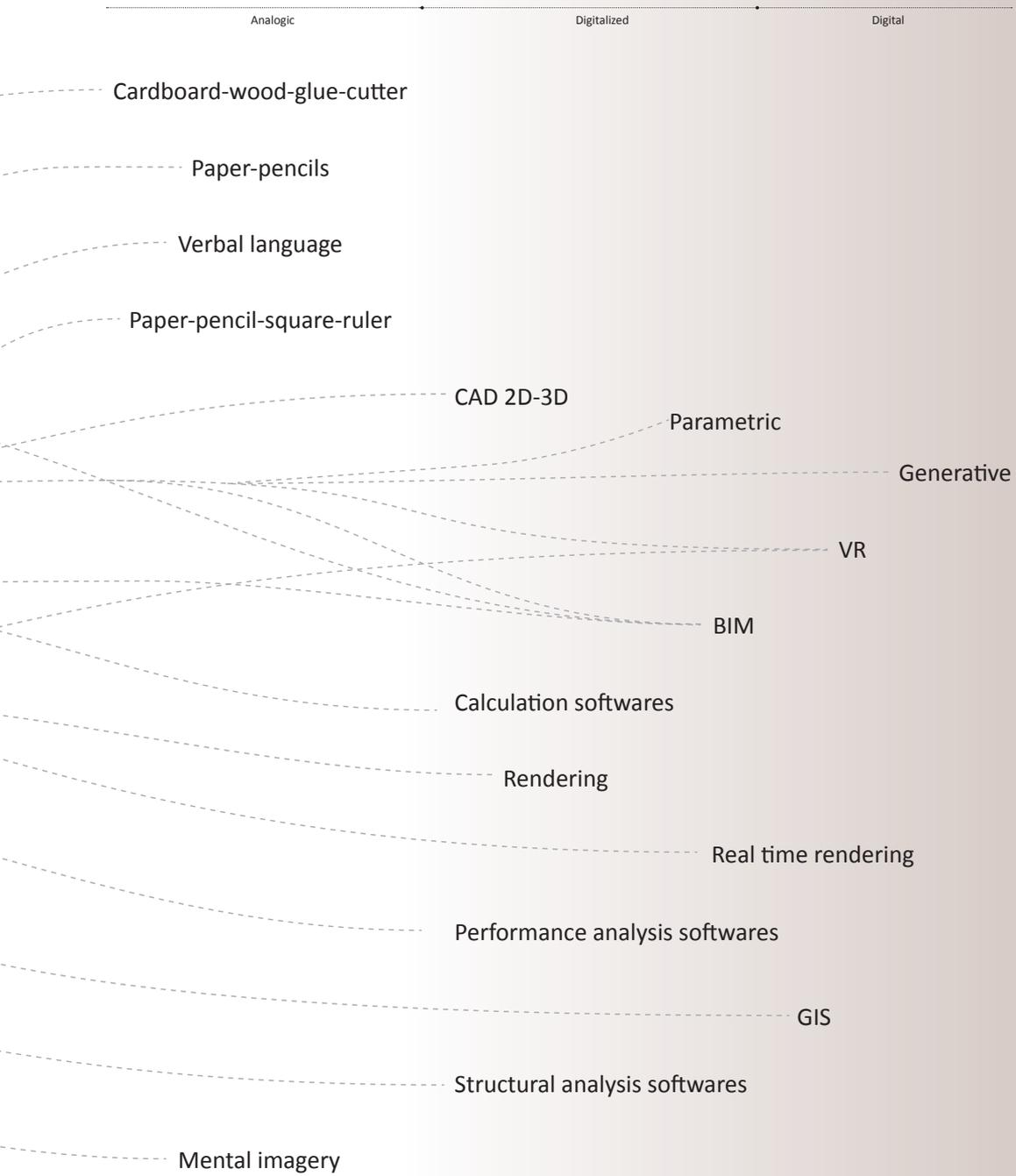
Statical

● Mental image

Sensorimotor



TOOL



5.2 Proprietà dell'immagine-modello digitale

5.2.1 Modelli e percezione visiva

Evidentemente, i modelli digitali sono esternalità che si interfacciano con l'architetto primariamente attraverso la percezione visuale. Come si è evidenziato nel § 3.2.2, la componente materiale dell'apparato digitale è presente e con essa intratteniamo una relazione di tipo *embodied*, ma questa non è prevalente nel complesso dell'esperienza di interazione con un computer. È piuttosto la relazione ermeneutica (sempre secondo la tassonomia proposta da Ihde, argomentata nel § 3.2) con i contenuti con i quali il progettista interagisce a meritare una disamina più specifica. Si cercherà, in particolare, di individuare le modalità di collaborazione tra l'innervamento tecnologico e l'immaginazione in quanto capacità di espandere e simulare la materialità del mondo (cfr. § 2.2), ispezionarla e trasformarla (cfr. § 2.3) mantenendone le proprietà multisensoriali e spaziali. Di fatto, l'antropologo Kåre Stokholm Poulsen si pone esplicitamente l'obiettivo di "comprendere l'ermeneutica della materialità digitale nella modellazione architettonica contemporanea" attraverso la prospettiva della Material Engagement Theory: "[...] possiamo intendere i modelli digitali come tecnologie per la percezione che sono inestricabilmente legate alla conoscenza e all'immaginazione nel più ampio campo dell'architettura. [...] Questo avviene attraverso la manipolazione di modelli, attraverso un digital material engagement"¹ (Poulsen & Malafouris, 2020, p. 2). La definizione data da Poulsen e Malafouris di modelli digitali come tecnologie per la percezione non è da interpretare secondo la concezione delle relazioni *embodied* fornita da Ihde, alla quale è associata una struttura di tipo "amplificazione-riduzione" delle capacità sensoriali. È piuttosto un punto di partenza per evidenziare come i modelli digitali forniscano prettamente contenuto di tipo visivo.

Cogliendo il suggerimento di Michael Arbib (2015), rifarsi alla dissezione neuroscientifica dei processi di cui abbiamo esperienza può essere utile per individuare punti critici rispetto ad argomenti utili alla ricerca sul processo progettuale. Il processo di elaborazione visiva, come tutti gli altri processi percettivi, è sempre di tipo *action-oriented*, è, cioè, parte di un ciclo azione-percezione: "Ciò che facciamo dipende da ciò che abbiamo percepito, ma ciò che percepiamo dipende da ciò che facciamo, e le nostre azioni includono l'esplorazione alla ricerca della conoscenza del mondo rilevante per il dispiegamento dei nostri obiettivi

¹ "We can understand digital models as technologies for perception that are inextricably bound up with knowledge and imagination in the wider field of architecture. (...) This proceeds through manipulation of the models, through digital material engagement" (Poulsen & Malafouris, 2020, p. 2, trad. it. di Linda Buondonno).

e delle nostre intenzioni” (Arbib, 2021, p. 81). Quello che dalla nostra esperienza potrebbe sembrare un processo senza soluzione di continuità è di fatto una sequenza di passaggi orchestrati grazie a complesse reti di attivazione tra strutture cerebrali. Quando lo stimolo visuale raggiunge i recettori sulla retina, ha inizio il processo – inconscio – denominato *low-level vision*, durante il quale avviene un primo riconoscimento limitato a bordi e regioni degli oggetti; solo successivamente le informazioni vengono smistate dall’area della corteccia visiva primaria ad altre aree a seconda delle loro caratteristiche. In questa fase, che è quella della costruzione di senso, o *high-level vision*, è l’attenzione che guida i movimenti saccadici, prima azione derivante dalla percezione visiva. L’attenzione è guidata sia *bottom-up*, dallo stimolo visivo stesso, sia *top-down*, dall’obiettivo del compito che si sta svolgendo o dalle aspettative riguardo a ciò di cui si sta costruendo il senso. Durante il processo progettuale, ogni modello che visualizziamo è un’immagine da interpretare secondo il processo appena descritto e sul quale agire con movimenti che vanno ben al di là delle foveazioni² esplorative di una parte o un’altra dell’immagine, ma che si spingono fino al movimento delle mani sul mouse o sulla tastiera, per raggiungere i comandi che permettono la trasformazione dell’immagine stessa. Trattandosi di ancoraggi temporanei (Kirsh, 2009) funzionali al proseguire del processo definizione della complessità dell’opera architettonica, ogni modello visibile costituisce una rappresentazione provvisoria e soggetta a trasformazioni. Quello che si configura è quindi un processo in cui la sequenza visione-interpretazione-trasformazione si ripete continuamente fino al raggiungimento della rappresentazione considerata soddisfacente in funzione dell’obiettivo contingente. Sebbene quanto descritto finora potrebbe essere valido anche per la rappresentazione analogica, la grande differenza risiede nella velocità con cui è possibile trasformare i modelli. In software di tipo CAD tradizionali ogni trasformazione è subordinata ad alcuni passaggi che possono comprendere meta-operazioni (cambio di punto di vista, cambio di layer visualizzati, ...) e utilizzo di comandi – sottoforma di icone da cliccare o input testuali da inserire –, i quali a loro volta potrebbero richiedere più serie di input. In realtà, tutto questo, con una conoscenza anche solo media del funzionamento del software, avviene nell’arco di qualche secondo, il che costituisce comunque un’enorme differenza rispetto al tempo richiesto da un disegno tecnico analogico. La velocità di trasformazione dell’immagine si fa ancora più elevata nel caso di software di tipo parametrico, per cui una volta impostato lo script che regolerà le trasformazioni, le sue possibili configurazioni sono visualizzabili anche senza soluzione di continuità attraverso rapidissimi cambi di input numerici o addirittura scorrendo scale di valori attraverso *slider*. Invece, nel caso di interazione con un software di tipo generativo, la percezione

² Fovea: area centrale della retina in cui ricade la visione centrale (non periferica) e di massima chiarezza. La foveazione è la proiezione dell’oggetto nell’area della fovea.

visuale riveste un ruolo diverso: l'interpretazione delle immagini avviene a valle delle trasformazioni, sulle quali l'architetto ha agito in termini di setting del problema attraverso la definizione dello script.

Al tema delle soluzioni proposte dai software generativi è associato il cosiddetto “paradosso della scelta”; studi recentissimi si confrontano con il problema attraverso l'uso dell'intelligenza artificiale: Robu-Movilă e colleghi (2023) allenano un algoritmo ad avere le stesse preferenze dell'architetto, misurate con la tecnica dell'elettroencefalogramma³.

Nei casi precedenti invece risulta più rilevante il ruolo dell'immaginazione nel processo visione-interpretazione-trasformazione. Essendo quello della progettazione un processo ciclico, il fatto di *interpretare con* la rappresentazione digitale, non svincolata dalle potenzialità di trasformazione che l'architetto riconosce in essa, è determinante per le successive fasi del processo.

5.2.2 Oltre il visuale

Come argomentato nel §. 2. 2, l'immaginazione è in grado di espandere la percezione sensibile secondo un processo multimodale. È da notare allora che la proprietà che accomuna le immagini proposte da tutti i modelli digitali è l'astrezza rispetto alla complessità che si propongono di descrivere, non fosse altro che per la circoscrizione delle informazioni all'interno della sfera visuale. Al fine di ottenere una descrizione controllabile quantitativamente, ciò che non rientra nel campo del misurabile secondo un dato criterio o non fa parte delle informazioni trasferibili al dominio del digitale viene necessariamente escluso dal modello, secondo un processo che potrebbe essere assimilato all'attività di campionamento. In questo senso, le immagini fornite dal modello digitale sono “rappresentazioni ‘discrete’ di fenomeni continui. Il termine discreto sottolinea la presenza del campionamento, stando a indicare che la continuità del fenomeno è stata ridotta a un insieme di elementi distinti e misurabili” (Migliari, 2004, p. 60). Questo passaggio è funzionale alla scomposizione della complessità in sotto-problemi più governabili. Come osserva Federico De Matteis, “il fare architettura, come d'altronde il suo studio, è ancora pienamente preda al paradigma tecnico-scientifico moderno che, per comprendere nel dettaglio la realtà, procede a sezionarla in lamine di spessore infinitesimale, descrivibili con quantificabile esattezza: non molto diversamente, dunque, da quanto si fa con un cadavere disteso in un teatro anatomico” (De Matteis, 2020, p. 13).

Se una scena rappresentata in un quadro, uno spazio architettonico in cui si

³ Questo è solo uno dei diversi modi in cui l'intelligenza artificiale può entrare in relazione con il processo progettuale in ambito architettonico; se ne potrebbero indagare molti altri ma la presente ricerca si è limitata alla considerazione degli strumenti che a oggi sono comunemente utilizzati nella pratica professionale. Lo studio delle implicazioni dell'intelligenza artificiale sugli aspetti cognitivi del processo progettuale è, evidentemente, un tema di ricerca promettente e che merita futuri approfondimenti.

è immersi o un paesaggio possono indurre più intensamente la “polifonia dei sensi” citata da Bachelard (1971), di fronte a un disegno, rappresentante, sotto qualche aspetto, una porzione di spazio costruito, l’architetto più probabilmente deve attivare un processo volontario di completamento delle informazioni ricostruendo la polifonia a partire dalle note percepibili sul momento.

La situazione in cui si trova l’architetto mentre progetta rende prevaricante il canale visuale sugli altri, sebbene la percezione sia intermodale di default: in funzione della ricchezza di informazioni associabili a modalità sensoriali extra visive del modello visibile, schemi neurali relativi si attivano spontaneamente.

Quando invece il modello è ridotto ad alcuni tratti essenziali, necessari a controllare un determinato sub-problema di natura dimensionale, è utile un “alone” immaginativo (Bandi, 2018) intenzionale, che superi l’oculocentrismo e consenta di rimanere in contatto con il referente del segno visibile, al fine di ottenere, si auspica, un’architettura che tiene conto del fatto che i suoi abitanti “non sono dotati di sola vista, non sono fruitori di immagini, non sono destinatari di metafore visibili” (Raiteri, 2014, p. 96). Questa operazione, durante un’azione situata, ovvero con determinate condizioni, tra cui l’obiettivo di risolvere un problema complesso come quello spaziale, non avviene in automatico perché lo sforzo cognitivo è distribuito su tutte le altre operazioni altrettanto complesse che ne consentono la soluzione; alcune di queste operazioni riguardano proprio il tipo di interazione con il software e si vedrà nel § 5.3 che con i software a controllo parametrico lo sforzo cognitivo di programmazione del software stesso assume una rilevanza sempre più alta.

È necessario quindi allenare l’immaginazione a compiere questa esplorazione al di là dello stimolo visuale, al fine di ottenere un progetto che includa sia le altre possibilità sensoriali, sia l’aspetto motorio dell’interazione *enactive* con lo spazio. Oltre l’immaginazione come analogo della percezione multimodale, l’immaginazione motoria gioca un ruolo altrettanto importante. Se si pensa all’efficacia che la simulazione mentale dei movimenti ha sulla neuro-riabilitazione e sulla performance sportiva, è chiaro come l’immaginazione motoria possa essere un utile strumento di modellazione del comportamento motorio dei corpi che si troveranno nello spazio. Alcuni architetti danno molta importanza a questi aspetti; Jaques Herzog, ad esempio, in un’intervista con Louise Lemoine e Ila Bêka, dichiara: “un’altra delle mie ossessioni è quella di osservare e analizzare i movimenti delle persone nello spazio. La loro performance, per così dire. In città o al di fuori, nelle campagne, il modo in cui qualcuno si muove rivela molto della sua psicologia e di come si sente. Com’è il loro linguaggio del corpo? Cercano protezione o gli piace essere in contatto con altri? Dove decidono di sedersi? Protetti sotto la chioma di un albero o sotto una roccia? O piuttosto sull’erba, esposti alla luce del sole? È come una specie di teatro, uno spettacolo fatto di gestualità umana inscenata nello spazio. Nello spazio architettonico, in generale. Questa gestualità è influenzata dall’architettura ma con

un processo inverso le persone trasformano e plasmano quello stesso spazio architettonico! Questo è il motivo per cui spesso interpreto le città come pietrificazioni scultoree di pattern psicologici e comportamenti umani”⁴ (Bèka & Lemoine, 2023, p. 31).

Come dimostrano gli esperimenti del già citato Stephen Kosslyn su operazioni anche più semplici rispetto a simulare attraverso l’immaginazione il comportamento delle persone nello spazio, l’ispezione e l’esplorazione delle immagini mentali richiede un tempo equivalente a quello che avverrebbe se l’esplorazione fosse reale. Sembra lecito ipotizzare quindi che, l’accelerazione del processo progettuale e l’alto grado di impegno cognitivo richiesto dall’operatività digitale possano catalizzare il controllo attento dell’architetto sulla percezione visuale, di fatto su un tipo di controllo del disegno disinnestato dal suo referente, o quantomeno dagli aspetti che di questo non afferiscono alla sfera visuale.

Con questo non si vuole auspicare un ritorno al disegno analogico, anche perché, come giustamente osserva Rossana Raiteri: “d’altra parte, quando la rappresentazione avveniva sostanzialmente attraverso il disegno (ricorrendo soprattutto a proiezioni ortogonali) la vicinanza alla “materia” non era di certo maggiore, anzi, attraverso il virtuale si possono simulare meglio proprio certe caratteristiche percettive dei materiali stessi, come il colore e la texture” (2014, p. 96). Con questa discussione si vogliono piuttosto fornire spunti di riflessione e strumenti metodologici per favorire un tentativo di mitigazione delle criticità sollevate.

5.2.3 Precisione e indeterminazione

Oltre alla questione legata alla predominanza della sfera visuale discussa fino a qui, un’altra proprietà dell’immagine che costituisce il modello digitale, in tutte le sue diverse forme, è la precisione.

I software per la modellazione digitale producono immagini dotate di un’apparente finitezza: quando l’intenzione che le ha generate è altrettanto ricca di contenuti questo può essere un vantaggio, mentre se ci si trova in una fase ancora preliminare dell’attività progettuale, questa iper-precisione può ingannare il progettista e andare a colmare prematuramente quelle bolle di indeterminazio-

⁴ “Another obsession of mine is to watch and analyse the movement of people in a space. Their performance, so to speak. In the city or out in the countryside, the way someone moves in the space reveals a lot about their psychology, about how they feel. What is their body language? Do they seek protection or enjoy exposure? Where do they choose to sit down? Protected by the crown of a tree or under a rock? Or rather on the grass, exposed to sunlight? It is like a kind of theatre, a play made of human gestures performed in the space. In architectural space, broadly speaking. These gestures are informed by architecture but in a reverse order they are transforming and shaping that very architectural space! That is why I often look at cities as petrified sculptures of psychological patterns and human behaviour” (Bèka & Lemoine, 2023, p.31, trad. it. di Linda Buondonno).

ne tipiche dei primi momenti di approccio al progetto (Pallasmaa, 2009).

Il pensiero progettuale si snoda lungo un percorso non lineare, ma piuttosto fatto di un susseguirsi di problem-setting e relative provvisorie soluzioni, che spesso comportano deviazioni o passi indietro utili al raggiungimento di una delle possibili configurazioni finali. In questo processo, qui estremamente sintetizzato, si manifesta anche un'alternanza tra incompletezza e precisione delle informazioni che mirano a definire l'oggetto in fase di progettazione. Affinché il procedere del processo progettuale sia garantito, è necessario che si mantenga un equilibrio tra la temporanea mancanza di certe informazioni e il livello di precisione con cui sono definite altre: “troppa incompletezza minaccia severamente, persino condanna al fallimento, l'attività di problem-solving, e troppa –o una falsa– precisione promuove un prodotto prematuro, e, quindi, probabilmente subottimale”⁵ (Rowe, 2017, p. 45).

I software per la progettazione hanno il dichiarato scopo di rappresentare il più precisamente possibile gli aspetti metrici e di calcolare altrettanto precisamente le performance di determinate scelte materico-formali. Questo, se da un lato aiuta ad affinare meglio il progetto, dall'altro induce il troncamento del processo iterativo a causa dell'illusione di finitezza fornita dal modello digitale rappresentato.

Anche Bryan Lawson osserva: “il bravo progettista sembra essere quello che non è eccessivamente preoccupato, troppo presto nel processo, di una qualche mancanza di risoluzione. Non c'è quindi fretta di far convergere i pensieri. Un tale progettista è in grado di generare nuove e alternative linee di pensiero senza permettere a questo di mandare a monte il processo”⁶ (Lawson, 1993).

5 “Too much incompleteness severely hampers and even dooms problem-solving activity, and too much or false precision promotes premature and, therefore, probably highly suboptimal outcomes” (Rowe, 2017, p. 45, trad. it. di Linda Buondonno).

6 “The good designer seems to be one who is not unduly concerned too early in the process about any lack of resolution. There is thus no rush to get thoughts to converge. Such a designer is capable of generating new and alternative lines of thought without allowing this to throw the process off the rails as it were” (Lawson, 1993, trad. it. di Linda Buondonno).

5.3 L'interazione con il modello digitale: da forma a processo

Si affrontano qui le peculiarità del modello digitale in quanto immagine disponibile all'interazione secondo modalità che incidono in modo preponderante sul *processo* di generazione del modello stesso, mentre sulle proprietà dell'immagine continua a valere quanto scritto nel § 5.2.

Riprendendo la Material Engagement Theory di Malafouris e traslandola sul piano digitale, se l'azione considerata possibile sull'oggetto dipende strettamente dalla percezione di affordance che si può riconoscere nell'oggetto stesso (Malafouris, 2013), nel caso dell'interfaccia dei software per la progettazione, le potenzialità dell'interazione sono esplicite: icone, simboli, menù a tendina e stringhe di testo da compilare costituiscono il complesso apparato di affordance con cui l'architetto si confronta. Il ventaglio di possibilità di interazione con il modello varia a seconda dei diversi software e dipende anche dal livello di esperienza nell'utilizzo dello strumento e dal conseguente livello di *empowerment* tecnico che è stato raggiunto e che, si ricorda (cfr. § 3.2.2), ha spesso come conseguenza un automatismo instauratosi senza che, il più delle volte, se ne abbia piena consapevolezza.

Alcuni architetti, spesso i primi sperimentatori delle potenzialità del disegno digitale come Ben Van Berkel e Caroline Bos – fondatori di UN Studio – o Greg Lynn, si pongono nei confronti degli strumenti digitali in modo esplicitamente sottomesso, secondo un approccio che Zambelli riassume efficacemente come “la forma segue il software”. Emblematico è quanto affermato da Greg Lynn (1998): “è sempre più interessante iniziare con un elenco di quello che le macchine vogliono che noi facciamo, prima di iniziare a chiederci quello che desideriamo da queste macchine” (Zambelli, 2019, p. 368-369). In questo senso, si potrebbe dire che la progettazione architettonica, con l'avvento di strumenti digitali sempre più potenti, comprende anche l'organizzazione e la programmazione del ruolo di quegli stessi strumenti all'interno del processo stesso. Questo vale soprattutto se si pensa al nuovo *computational design*, dove *computational* è diventato attributo connotante del processo, acquisendo un ruolo preponderante rispetto al precedente *computer aided design*.

Ma, a ben vedere, lo stesso impatto sulla meta-progettazione è dovuto ai software di tipo BIM; basti pensare alla gerarchia di nuove figure professionali che si è andata formando negli ultimi anni¹.

¹ La codifica ufficiale delle professioni legate alla progettazione attraverso software BIM è stata introdotta dalla norma UNI 11337 nel 2018.

5.3.1 Da incrementale a generativo

Prendendo atto delle innegabili potenzialità morfogenetiche del processo che si avvale dell'utilizzo di software parametrici per modellare lo spazio in fase di progettazione, ancora poca attenzione, tuttavia, è dedicata al comportamento cognitivo dei progettisti durante un'attività di questo tipo (Yu et al., 2015, 2021).

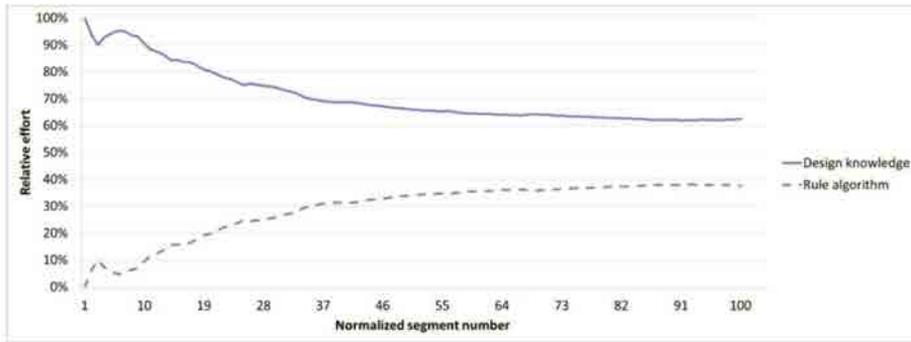
Per quanto riguarda ciò che interessa in questa sede – il rapporto di coesistenza di modello digitale e immagini mentali – sembra essere di particolare impatto proprio l'entità che assume il carico cognitivo richiesto dalle attività di programmazione dell'algoritmo. Lo studio di Yu e colleghi (2015) ha riconosciuto questa criticità, rivolgendo l'attenzione all'ambiente parametrico costituito dal sistema Rhino+Grasshopper (uno dei più comunemente usati). Il punto di partenza è stato quello di riconoscere che in un setting del genere l'architetto non è chiamato a mettere in atto soltanto quelle capacità che in letteratura ricadono nella cosiddetta *design knowledge*, ma anche quelle che riguardano la programmazione dell'algoritmo parametrico. Attraverso il metodo della *protocol analysis*², gli autori hanno analizzato il carico cognitivo relativo e hanno ottenuto risultati che indicano un progressivo diminuire del ricorso alla *design knowledge* durante il processo, in favore di un aumento dello sforzo richiesto dalle operazioni di programmazione. La componente della progettazione architettonica rimane per la maggior parte del processo superiore rispetto a quella informatica, tuttavia, “man mano che il progetto procede, il carico cognitivo relativo alla *design knowledge* scende dal 100% a circa il 60% del totale. Parallelamente, man mano che il progetto procede, il carico cognitivo relativo alla programmazione dell'algoritmo aumenta dallo 0% a circa il 40% del totale”³ (Yu et al., 2015, p. 97) [Fig. 3]. Questo potrebbe significare una riduzione, tra le componenti della *design cognition*, anche proprio della produzione di immagini mentali, sia in termini di frequenza sia in termini di quantità di tempo e attenzione dedicato alla loro ispezione e/o trasformazione. Evidente, inoltre, il cambio di paradigma sul ruolo dell'architetto e sul tema dell'autorialità.

La natura di quest'ultima, si potrebbe dire – nel contesto della progettazione parametrica – è influenzata anche dalle personali modalità di interazione con la programmazione di software: “la progettazione diventa l'incarnazione di un processo ottenibile attraverso una logica di mutuo contributo: quello della mente umana e quello dell'assistenza della macchina”⁴ (Terzidis, 2004, p. 206).

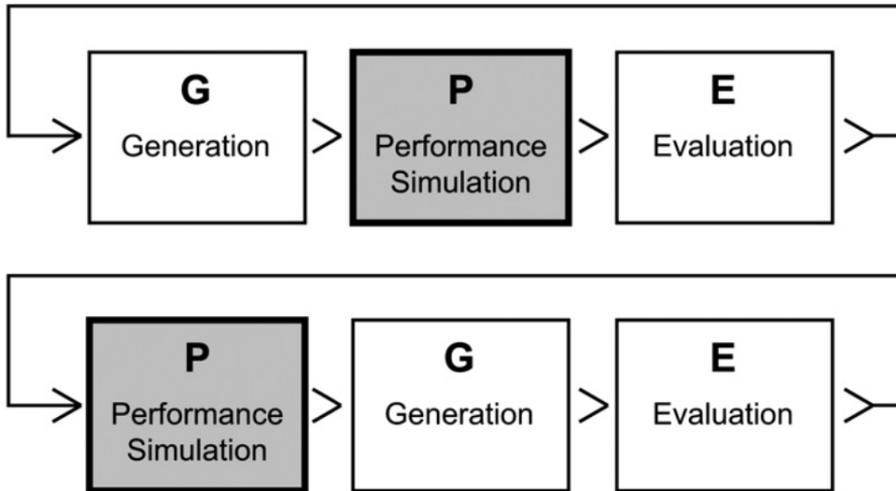
2 Per una sintetica disamina dei vari metodi utilizzati nell'ambito dei *design studies* si veda il Cap. 6.

3 “as the design proceeds, the cognitive effort on design knowledge drops from 100% to approximately 60% of the total. In parallel, as the design proceeds, the cognitive effort on rule algorithm increases from 0% to approximately 40% of the total” (Yu et al., 2015, p. 97, trad. it. di Linda Buondonno).

4 “(...) design becomes the embodiment of a process obtainable through a logic of mutual contributions: that of the human mind and that of the machine's assistance” (Terzidis, 2004, p. 206, trad. it. Linda Buondonno).



3.



4.

3. Sforzo cognitivo relativo impiegato in ciascuna delle due categorie.

Fonte: Yu et al., 2015

4. Modelli di simulazione di performance: nel grafico superiore il processo di simulazione avviene a posteriori rispetto al progetto architettonico; nel grafico inferiore la simulazione di performance determina la forma architettonica. In entrambi i casi l'architetto procede ad una valutazione che determina eventuali aggiustamenti necessari o la fine del processo.

Fonte: Oxman, 2008.

Ancora più estrema è la questione dei software parametrici di tipo generativo: con questi avviene un ribaltamento del rapporto tra generazione della forma e simulazione delle performance [Fig. 4]. Essendo in grado di simulare anche performance ben al di là di quelle metrico-dimensionali, è oggi possibile fornire ad un software una serie di parametri e ottenere una quantità di possibili output, ottimizzati secondo criteri forniti. Su questo, a posteriori, l'architetto può procedere con una valutazione ed eventualmente modificare gli script di partenza e ripetere il processo.

La scienza sperimentale moderna era basata sull'osservazione di fenomeni attraverso una quantità di dati limitata dalla capacità di registrarli e sulla conseguente elaborazione di regole – condensate – valide per predire eventi futuri al verificarsi di simili condizioni di partenza. Si comprimeva la complessità del fenomeno in formule da cui si deduceva il comportamento di eventi futuri.

L'avvento dei *big data* ha stravolto il paradigma. Se assumiamo che qualsiasi fenomeno può essere registrato e i dati estrapolati raccolti a costo quasi zero, quella che si prospetta, secondo Mario Carpo, è una “nuova scienza del cercare”: “qualsiasi cosa sia successa in passato, se è stata registrata, e se può essere recuperata, ogni qualvolta che le stesse condizioni si ripeteranno, semplicemente succederà di nuovo”⁵ (Carpo, 2017, pp. 38–39).

Trasponendo il ragionamento alla progettazione architettonica: il processo di ricerca della soluzione attraverso la costante ridefinizione del problema (Dorst e Cross, 2001), fino al raggiungimento di una coppia problema-soluzione soddisfacente (Schon, 1983), viene sostituito da un processo di *form-searching* che si avvale di simulazioni computazionali iterative in cui il progettista ha l'opportunità di definire i parametri e i vincoli di partenza. È possibile che il progettista sia in grado di individuare un pattern, una logica, dietro le diverse varianti della soluzione al problema ma questo è irrilevante, dal momento che il computer deciderà qual è la soluzione ottimale.

Quello che oggi le simulazioni iterative digitali attuano è un processo analogo a quello delle prove sperimentali artigianali, non finalizzate necessariamente alla formalizzazione di una legge matematica, ma solo a trovare il risultato soddisfacente; l'analogia evidentemente esclude il fatto di realizzare materialmente – attraverso passaggi espliciti – l'oggetto desiderato: il processo per *trial and error* è celato e gestito a livello informatico. Il processo di apprendimento di cui l'architetto si può giovare è limitato appunto alla programmazione informatica. Sempre Carpo nota che se osservando architetture come quelle di Eiffel o Nervi è possibile ricavare i principi che i progettisti *avevano in mente* quando durante la progettazione, lo stesso non è possibile per opere progettate attraverso

⁵ “new science of searching (...) whatever happened before, if it has been recorded, and if it can be retrieved, will simply happen again, whenever the same conditions reoccur” (Carpo, 2017, pp. 38–39, trad. it. di Linda Buondonno).

i software che ricadono nella logica del *form-searching*. “Attraverso la ricerca computerizzata della forma possiamo già disegnare nuove strutture di inimmaginabile complessità. Ma proprio perché è inimmaginabile, questa complessità postumana smentisce l’interpretazione e trascende la logica di causalità degli *small-data* e il determinismo che abbiamo inventato nel tempo [...]. I computer possono ricercare [la soluzione] più velocemente di quanto gli umani possano organizzare [le informazioni]”⁶ (Carpo, 2017, p.47).

Tra i vantaggi che Kirsh (2010) individua nel ricorrere a rappresentazioni esterne, riferendosi ad ambiti che spaziano dalla coreografia alla matematica, c’è il fatto che il processo che porta alla loro realizzazione è incrementale. In questa proprietà risiederebbe la possibilità di affrontare *step-by-step* problemi specifici: “grazie alla natura incrementale della costruzione, lo sforzo di costruire una soluzione potrebbe essere anche un modo per esplorare un problema”⁷ (Kirsh, 2010, p. 451). Questo vantaggio viene meno nel contesto di utilizzo di software di tipo generativo e appare evidente che l’immaginazione può funzionare come strumento di verifica, potendo completare con informazioni derivanti da modalità sensoriali non visive, oppure mettendo in atto i meccanismi di completamento menzionati nel §2.2.

5.3.2 Segmentazione e sommatoria

Si ritiene che sulla *formation*, prima ancora che sulla *form* (Oxman, 2008), possano impattare i software che ricadono sotto la categoria BIM.

Il metodo BIM permette di avere un controllo molto efficiente di tutti i parametri di progetto: il modello digitale dei volumi dei componenti edilizi contiene, infatti, gran parte delle le informazioni necessarie alla computazione e alla gestione delle prestazioni senza la necessità di ulteriori passaggi di analisi. Questo è possibile grazie alle numerose richieste di input del programma che, per facilitare la modellazione, induce un procedimento per somma di elementi predefiniti. È possibile anche generare autonomamente elementi progettati su misura, ma questo richiede una capacità di utilizzo del software più avanzata e certamente più critica.

Sembra plausibile ritenere che un software che lavora secondo il metodo BIM, induca il progettista a un ragionamento sullo spazio architettonico basato sulla composizione di elementi predeterminati piuttosto che sulle prestazioni del si-

6 “Through computational form-searching we can already design new structures of unimmaginable complexity. But precisely because it is unimaginable, this posthuman complexity belies interpretation and transcends the small-data logic of causality and determinism we have invented over time (...) Computers can search faster than humans can sort” (Carpo, 2017, p.47, trad. It. Di Linda Buondonno).

7 “because of the incremental nature of construction, the effort to construct a solution may also be a way of exploring a problem” (Kirsh, 2010, p. 451, trad. it. di Linda Buondonno).

stema architettonico.

Si verificherebbe quindi una sorta di ribaltamento del processo di causa-effetto, per cui la forma e quindi la percezione della stessa è determinata come conseguenza di una scelta acritica e condizionata, invece che a partire da un ragionamento di tipo prestazionale generato dall'individuazione di determinati requisiti.

Progettare uno spazio per dotarlo di rinnovate qualità rispetto a una situazione precedente significa anche ragionare sulle prestazioni che è necessario soddisfare. “Non pensare al tetto, ma alla pioggia e alla neve” suggeriva Loos ([1913] 1962, p. 272), ma lo stesso ragionamento si potrebbe applicare a tutti i sotto-problemi che compongono il problema spaziale da affrontare: le azioni che le persone potrebbero svolgere nello spazio, il tipo di luce che sarebbe più adatta, il grado di apertura visiva nei confronti dell'esterno, ecc. Porsi come obiettivi – ad esempio – quelli di progettare una copertura o un sistema di raccordo tra piani ad altezze diverse, invece che un tetto o una scala, apre a una gamma di possibilità progettuali e immaginative probabilmente più ampia rispetto a quella disponibile se avvicinassimo il progetto direttamente pensando di organizzare tra loro componenti edilizi predefiniti (Giachetta, 2022, pp. 54–61). Inoltre, spesso, sono diversi gli elementi chiamati a rispondere a una stessa prestazione; per questo un ragionamento che tiene conto dell'approccio prestazionale induce a un pensiero di tipo olistico sul progetto, tendente all'ottenimento di una “totalità in cui ciascuna parte trova il suo significato” (Zumthor, [1998] 2019, p. 9).

Se da un lato la materia di cui si tiene conto per la costruzione dell'architettura è necessariamente da pensare “per parti”, dall'altro, attraverso un processo segmentato come quello supportato dal BIM, diventa meno spontaneo mettere in atto l'alternanza del focus tra parti e tutto nel ragionamento progettuale.

Come menziona Lawson nel suo *How Designers Think* (Lawson, [1980] 2005, p. 164), Richard Rogers preferiva separare le funzioni e attribuire delle prestazioni a ogni elemento in modo da riuscire a ottimizzarle; Herman Hertzberger, invece, promuove un approccio più integrato: gli elementi dell'architettura progettati in modo da essere deliberatamente ambigui e multifunzionali.

Nel richiedere informazioni precise, i software scandiscono anche il ritmo temporale con cui nel progetto si fissano certe soluzioni; questo vale per tutti i software di modellazione e si rende ancora più evidente in quelli basati sulla gestione collaborativa di tipo BIM.

Come nel caso degli altri aspetti della digitalizzazione del processo progettuale, anche nel caso del BIM una delle variabili che viene intaccata significativamente è quella del tempo: oltre a essere evidente, come nel caso del CAD, parametrico e non, l'obiettivo di velocizzare i tempi del processo, utilizzare un modello BIM determina anche dei punti nella linea del tempo in cui certe scelte si devono rendere definitive; una sorta di ulteriore sistema di vincoli temporali che si va ad aggiungere al sistema progetto.

Le più immediate implicazioni dell'implementazione del BIM nella pratica

professionale riguardano la definizione (e ridefinizione) dei ruoli dei vari professionisti che lavorano ad un progetto. Già a partire dall'avvento della customizzazione digitale di massa si era andato conformando un modello di autorialità a livelli separati (l'autore principale fa un progetto vago –parametrico– e altri autori secondari definiscono le variabili dell'intenzione originaria). Il BIM consente a oggi il livello massimo di operato partecipativo sul progetto, attraverso un passaggio da autorialità architettonica a leadership consensuale, dal momento che le decisioni progettuali devono essere condivise da tutte le parti che collaborano attraverso un processo di consenso negoziato (Carpo, 2017). Proprio quest'ultimo punto, unito all'interfaccia di modellazione dei software BIM più usati, fornisce lo spunto per fare osservazioni anche sulle ricadute formali dell'utilizzo di questo metodo. Il dover raggiungere un compromesso tra le parti a ogni fase della progettazione stimola la collaborazione ma anche, forse, conduce a una sorta di acquiescenza e a un conseguente effetto livellante delle soluzioni progettuali.

Parte II

Osservazioni sperimentali

Capitolo 6

Misurare la mente che progetta

Abstract

Sulla base di un quadro teorico il più possibile definito, la *design cognition* può essere studiata anche con un approccio sperimentale, avvalendosi di metodi e tecniche provenienti dalla psicologia e dalle neuroscienze. Esistono infatti tre tipi di approcci paradigmatici che possono essere usati per una ricerca di tipo quantitativo sul processo progettuale: i) cognitivo, ii) fisiologico, iii) neurocognitivo. Attraverso misurazioni degli aspetti fisiologici e neurali si ottengono dati che devono essere necessariamente associati a evidenze ottenute attraverso strumenti psicometrici mirati a indagare la cognizione. Per affrontare questo tipo di ricerche è, evidentemente, necessario strutturare una collaborazione tra esperti in diverse discipline che sia in grado di affrontare da diversi fronti la complessità del problema.

Quelle proposte nei due capitoli precedenti sono riflessioni che tentano di delineare alcune caratteristiche possibili dell'interazione tra architetto e software per la progettazione, con particolare interesse nei confronti delle ripercussioni sulla capacità immaginativa. Per affrontare il tema in modo più approfondito, la ricerca si è diretta, come si vedrà nei Capp. 7 e 8, verso un approccio sperimentale all'ambito della *design cognition*: lo studio dei processi cognitivi coinvolti nella progettazione che si avvale di metodi quantitativi. Si tratta di un campo di ricerca i cui metodi sono consolidati, ma ancora poco esplorato in ambito architettonico e i cui risultati fanno fatica a venire recepiti dal mondo della professione o da chi si occupa di didattica del progetto.

Il fine ultimo della ricerca in questo senso è quello di progredire nella comprensione dei processi cognitivi implicati nell'attività di progettazione per migliorare la didattica della progettazione, la metacognizione dei professionisti e ottenere dati scientifici dal punto di vista cognitivo su cui programmare gli strumenti per la progettazione.

I metodi di ricerca sperimentale impiegati nell'indagine sulla *design cognition* sono raggruppabili in tre categorie in base a cosa si propongono di misurare: la cognizione, la fisiologia, la neurocognizione, cioè rispettivamente il ragionamento, l'attività del corpo e del cervello durante la progettazione. Le indagini di tipo quantitativo, fisiologico e neurocognitivo, hanno come obiettivo quello di fornire dati che possono avere una correlazione con l'attività cognitiva (Gero & Milovanovic, 2020) [Fig.1].

Gli studi sulla cognizione si avvalgono di metodi di misurazione diretta (*protocol analysis*¹) e indiretta (questionari, interviste² o esperimenti *black-box*³) dell'esperienza del progettista durante lo svolgimento di compiti progettuali.

Per ottenere dati relativi alla fisiologia del progettista durante l'attività progettuale, le principali tecniche utilizzate sono l'*eye-tracking*, la misurazione dell'attività elettrodermica (*electro dermal activity*, EDA)⁴ e l'elettrocardiogramma (ECG). I dati ottenibili da queste misurazioni rappresentano evidenze relative alla sfera attentiva e a quella emotiva, entrambe aventi notevole rilevanza nei processi creativi.

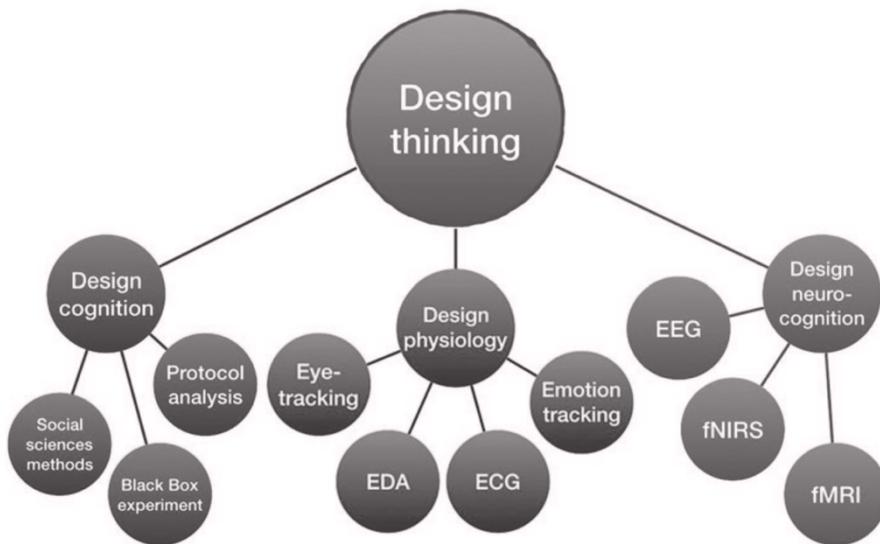
Il terzo approccio allo studio della *design cognition* è quello che si basa sulle tecniche delle neuroscienze e che ha l'obiettivo di individuare dei correlati neurali ai processi cognitivi coinvolti nella progettazione. Le tecniche usate sono: l'elet-

1 Metodo basato sul registrare e analizzare con specifici metodi quanto espresso verbalmente dai soggetti esaminati, ai quali viene chiesto preventivamente di esprimere verbalmente ciò che pensano durante lo svolgimento del compito progettuale dato. Questa tecnica utilizzata nel contesto dei *protocol studies* è chiamata *think-aloud method*. Ad oggi, tra tutti i metodi, il *protocol study* è il più utilizzato.

2 Gli strumenti utilizzati in questo senso si definiscono strumenti psicometrici e possono assumere diverse forme, come questionari, scale di valutazione, prove di abilità, test di personalità.

3 Valutazioni da parte di terzi degli output progettuali.

4 L'attività elettrodermica è talvolta chiamata anche risposta galvanica cutanea (*galvanic skin response*, GSR) o conduttanza cutanea (*skin conductance*, SC).



1. Diagramma degli approcci metodologici al design thinking. (Gero & Milovanovic, 2020)

troencefalogramma (EEG) –in grado di rilevare l'intensità dell'attività neuronale sulla corteccia cerebrale; la risonanza magnetica funzionale (fMRI) – usata per rilevare le aree del cervello attivate in seguito agli afflussi di sangue e ossigeno⁵; la spettroscopia funzionale nel vicino infrarosso (*functional Near-Infrared Spectroscopy*, fNIRS) – sfrutta la capacità della luce nell'intervallo di lunghezze d'onda dell'infrarosso vicino di penetrare nei tessuti biologici e, grazie alla quantità di radiazione riflessa, misura l'attività cerebrale che viene resa evidente dai cambiamenti di concentrazione di ossigeno. Questa tecnica ha una definizione spaziale inferiore rispetto alla fMRI, ma fornisce maggiore risoluzione temporale. Delle le tre tecniche, quella con maggiore risoluzione temporale rimane comunque l'EEG.

Per una disamina più approfondita su ciascuno dei metodi utilizzabili per misurare le varie dimensioni cognitive coinvolte nell'attività progettuale, si rimanda al meta-studio realizzato da Gero e Milovanovic (2020).

Per affrontare la fase di ricerca sperimentale è stato necessario avvalersi di consulenze di ricercatori di settori al di fuori della disciplina dell'architettura. In prima battuta, sono stati coinvolti il Prof. Carlo Chiorri e la Prof.ssa Manila Vannucci.

Il Prof. Carlo Chiorri, professore associato, è docente di psicometria⁶ presso il Dipartimento di Scienze della Formazione (DISFOR) dell'Università di Genova. Ha ampia esperienza formativa e didattica anche all'estero (Università di Amiens, Brema, Oxford) e nell'ambito del collegio di dottorato di Psicologia, antropologia e scienze cognitive dell'Università di Genova. Ha una riconosciuta esperienza di ricerca sullo sviluppo e la validazione di test psicologici, i disturbi di personalità, l'analisi multivariata dei dati, gli stili cognitivi, i tratti di personalità e le differenze individuali, l'ergonomia cognitiva, la percezione visiva, la psicologia del traffico e tematiche connesse.

La Prof.ssa Manila Vannucci, professoressa associata, è docente di psicologia generale presso il Dipartimento di Neuroscienze, Psicologia, Area del Farmaco e Salute del Bambino (NEUROFARBA) dell'Università di Firenze, con partecipazioni a collegi di dottorato in Neuroscienze e psicologia a Firenze e Pisa. Ha svolto numerose ricerche sui temi del *mind wandering*, della percezione, delle false memorie, dell'immaginazione mentale, delle basi neurali dei processi cognitivi, lavorando presso la Klinik für Epileptologie di Bonn, il Swiss Epilepsy Center di Zurigo e con diversi altri prestigiosi centri di ricerca e università nel mondo (in Polonia, Giappone, Regno Unito).

Inizialmente, avendo come domanda di ricerca ancora solo il generico proble-

⁵ Tecnica basata sull'ipotesi che quando un'area del cervello è attivata da un qualche stimolo, a questa affluisce più sangue e quindi più ossigeno. La fMRI rileva appunto i cambiamenti dei livelli di ossigeno (conosciuti in inglese come BOLD –*blood oxygen level dependent– changes*).

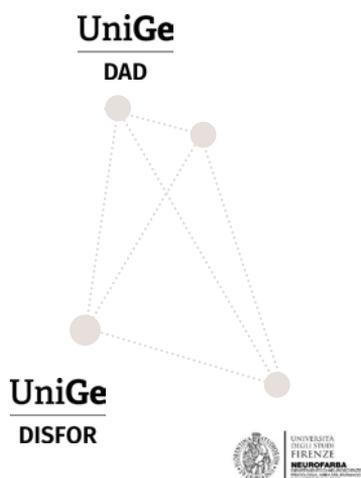
⁶ Disciplina che si occupa della misurazione psicologica, cioè dello sviluppo, della validazione e dell'applicazione di strumenti e tecniche per misurare dimensioni psicologiche nei singoli individui.

ma delle possibili ripercussioni dell'utilizzo di software digitali sulla capacità immaginativa, è stato concertato, insieme ai colleghi psicologi, di condurre un esperimento di ricognizione prendendo come campione un gruppo di studenti e utilizzando come metodo di indagine quello della riflessione retrospettiva attraverso questionari. Nel Cap. 7 si descriveranno nel dettaglio le premesse, il metodo, gli strumenti e i risultati di questo primo esperimento. I risultati con esso ottenuti hanno dimostrato un'effettiva incidenza dei software considerati nell'esperimento su alcune dimensioni cognitive analizzate, per cui la ricerca è proseguita con un ulteriore approfondimento che ha richiesto l'integrazione delle competenze del Prof. Massimo Leandri, già docente di neurologia presso il Dipartimento di neuroscienze, riabilitazione, oftalmologia, genetica e scienze materno-infantili (DINOEMI) e dell'Arch. Gaia Leandri, ricercatrice Post-Doc presso il Dipartimento di Architettura e Design dell'università di Genova. Il Prof. Massimo Leandri ha comprovata esperienza di ricerca nel campo della neurofisiologia clinica, neurofisiologia del dolore e neurofisiologia translaazionale. L'Arch. Gaia Leandri ha sviluppato la sua tesi di dottorato dal titolo *Freehand digital drawing: a boost to creative design. The observer's eye and the draftsman brain* presso la Universitat Politècnica de València realizzando vari esperimenti neuroscientifici sul tema del disegno a mano libera. Grazie al loro contributo e agli strumenti a disposizione del Prof. Leandri, è stato possibile affrontare un secondo esperimento che ha beneficiato del supporto anche dei Proff. Chiorri e Vannucci. In questo caso, infatti, lo studio ha integrato l'indagine riferita in prima persona con quella in terza persona, avvalendosi sia di metodi di valutazione psicometrica che elettroencefalografica, che nel Cap. 8 si descriveranno più nello specifico.

Gli studi sperimentali, di qualsiasi tipo, devono necessariamente confrontarsi con limitazioni dettate dal setting sperimentale e per questo l'originario problema che si intende indagare viene ridotto e semplificato, al fine di ottenere dimensioni quantificabili. Per giungere a paradigmi sperimentali affrontabili nelle condizioni a disposizione, ma allo stesso tempo che avessero un valore scientifico, sono stati necessari numerosi passaggi e confronti con gli esperti che hanno rappresentato anche preziose occasioni di apprendimento.

Capitolo 7

Immaginazione e strumenti digitali:
uno studio sperimentale



Abstract

Si descrive in questo capitolo uno studio sperimentale svolto in collaborazione con psicologi. L'obiettivo è quello di indagare l'incidenza degli strumenti digitali su alcune dimensioni cognitive ed emotive durante il processo progettuale in architettura, con un interesse specifico per gli effetti sulla capacità immaginativa. Per farlo è stato chiesto a un campione di 90 studenti di architettura, divisi arbitrariamente in due gruppi, di affrontare un compito progettuale – semplificato adeguatamente – in due diverse condizioni e in due diverse sessioni: usando software di tipo CAD 2D e 3D (DIG) e usando soltanto le immagini mentali (IMM). Al termine del tempo a disposizione per svolgere il task, sono stati somministrati agli studenti dei questionari per ottenere una riflessione retrospettiva sull'esperienza progettuale; le domande erano relative a dimensioni cognitive ed emotive. Nella seconda sessione è stata variata la condizione progettuale tra i due gruppi, in modo che tutti i partecipanti fossero sottoposti a entrambe le condizioni. Una terza sessione è stata dedicata alla compilazione di una batteria di test per ottenere dati su eventuali differenze individuali. I risultati hanno dimostrato un'effettiva incidenza della condizione progettuale (IMM o DIG) su alcune variabili.

Questo capitolo tratta di un esperimento svolto in collaborazione con la Prof.ssa Manila Vannucci (NEUROFARBA - Unifi) e il Prof. Carlo Chiorri (DISFOR - Unige). Il loro contributo è stato fondamentale sia per la progettazione dell'esperimento che per l'analisi e l'interpretazione dei dati.

7.1 Introduzione

Il framework teorico dell'esperimento è da considerarsi quello discusso nella Parte I della presente ricerca. Lo studio sperimentale si focalizza in particolare sul ruolo degli strumenti digitali di tipo CAD (2D e 3D) su alcune dimensioni cognitive coinvolte nel processo progettuale, con un interesse specifico per la capacità immaginativa.

Come si è evidenziato nel § 1.2, il processo progettuale non è riducibile a un modello univoco, richiede l'attivazione di diversi processi cognitivi, alcuni deliberati e altri spontanei, difficili da misurare. Nell'impossibilità di comprendere la totalità del fenomeno, per affrontare uno studio sperimentale si devono necessariamente operare delle semplificazioni in modo da simulare il più possibile il fenomeno che si vuole indagare, ma rispettando anche i vincoli del setting sperimentale (tempi a disposizione, soggetti a disposizione,...).

Diversi sono gli studi che hanno a oggetto le possibili interazioni degli strumenti digitali per il progetto con altri citati sistemi di modellizzazione e prefigurazione spaziale in architettura.

Per la loro natura, simile e antitetica, lo schizzo a mano libera e il CAD sono i due strumenti della progettazione più studiati. Stones e Cassidy (2010) hanno dimostrato i vantaggi del disegno a mano libera rispetto al CAD per quanto riguarda il supporto alla reinterpretazione delle soluzioni rappresentate, intendendo la reinterpretazione come uno dei processi fondamentali del processo creativo, dal momento che permette l'evoluzione della soluzione progettuale. Attraverso un *protocol study* focalizzato sulle prime azioni cognitive dei progettisti, anche Bilda e Demirkan (2003) dimostrano che nella progettazione architettonica lo *sketch* supporta meglio la produzione diversificata di idee, l'organizzazione spaziale e la percezione di caratteristiche visuo-spaziali. Secondo lo studio di Ibrahim e Pour Rahimian (2010), nel campo dell'ingegneria, i software CAD, a oggi, sebbene consentano lo sviluppo di soluzioni dettagliate e precise, ostacolano la creatività degli studenti a causa della limitazione che generano all'intuizione.

Alla luce dei vantaggi del disegno a mano libera per quanto riguarda la produzione di nuove idee, e della più agevole modificabilità consentita dal CAD, Ranscombe e colleghi (2019) propongono lo strumento ibrido – *Digital Sketch Modelling* – come possibile soluzione.

Altri studi si concentrano invece sulla comparazione tra CAD e altri strumenti in relazione ad alcuni aspetti del processo progettuale. I risultati di Alcaide-Mar-

zal e colleghi (2013) concordano con quanto emerge dagli studi di comparazione tra media tradizionali e digitali: lo *sketch* è lo strumento più performativo, in termini di quantità di idee prodotte, se paragonato, come in questo caso, ad un software di *digital sculpting*, che invece ha stimolato i partecipanti a una maggiore definizione dei particolari.

Il gruppo di Häggman (2015) ha invece comparato le condizioni di progettazione attraverso CAD, *sketch* e modelli in schiuma; questi ultimi sono stati gli strumenti che hanno permesso la produzione più rapida di idee diverse tra loro e sono state classificate positivamente sotto vari aspetti, mentre le soluzioni generate attraverso il CAD non sono state classificate come originali. Pierre e colleghi (2011) hanno valutato l'impatto di modelli fisici, *sketch* e CAD sulla gestione del carico di lavoro (*workload management*) e non hanno trovato significative differenze, solo una tendenza del CAD a essere lo strumento più impegnativo.

Baghaei Daemei e Safari (2018) hanno indagato quale componente potesse aumentare il livello di creatività degli studenti di architettura tra CAD, esperienze personali, schizzo, modelli fisici, ambiente di apprendimento, immagini di riferimento; hanno dimostrato che l'esperienza personale può significativamente aumentare il livello di creatività degli studenti.

Questa è una conclusione che conferma l'importanza di possedere un ricco archivio di esperienze da cui poter attingere durante la progettazione. Come si è visto nei § 1.2. e 2.2, le immagini mentali attingono proprio dai contenuti di cui si è avuto esperienza, registrati nella memoria a lungo termine, e possono costituire un valido modello dello spazio architettonico. Del resto, Adolf Loos scriveva: "io non ho alcun bisogno di disegnare i miei progetti. Una buona architettura, pensata per essere costruita, può essere scritta" (Loos, 1924, cit. in Espuelas, 2009, p. 90 trad. it. 2012).

A questo proposito, con uno studio che riprende quello di Athavankar (1997), il risultato di Bilda e Gero (2008) conferma sperimentalmente che architetti esperti possono sviluppare idee progettuali anche senza disegnare, nelle prime fasi progettuali, avvalendosi solo dell'immaginazione. Questi ultimi sono due dei pochissimi studi sperimentali in ambito di *design cognition* che prendono in analisi la capacità di immaginare durante il processo progettuale.

Lo studio degli strumenti nel processo creativo in architettura è ancora molto focalizzato sul ruolo del disegno a mano in comparazione ai software CAD, BIM o parametrici; rimane invece quasi totalmente esclusa l'immaginazione come dimensione da misurare in relazione all'utilizzo di software per la progettazione.

Per quanto argomentato nel § 5.1, le immagini mentali possono costituire un valido modello dello spazio in fase di progettazione, per questo, lo studio qui esposto si propone di misurare per quanto possibile l'impatto degli strumenti digitali sulla capacità immaginativa.

7.2 Obiettivo

Nella pratica professionale, ovviamente, non è pensabile sviluppare un progetto usando come unico sistema di modellazione l'immaginazione. Come già detto sopra, i diversi modelli spesso coesistono durante le diverse fasi progettuali. Alla luce di come si è descritta la capacità immaginativa, si vuole mettere in evidenza il contrasto tra la sua capacità quasi-percettiva (e quindi più che visiva, multi-sensoriale) e il linguaggio digitale. Questa antitesi ci ha portato alla domanda: quali sono le implicazioni dell'uso degli strumenti digitali per la progettazione, in particolare in relazione all'immaginazione?

Nel momento in cui si esternalizza la facoltà di generare immagini mentali e si affida la visualizzazione a un software, è possibile che si verifichi uno spostamento del focus dal pensiero materiale, *embodied*, al pensiero astratto, concettuale e vincolato alle richieste dell'interfaccia specifica, interrompendo così il flusso di immagini rievocate od oggetto di trasformazione.

Questo, secondo un approccio neurofenomenologico allo studio dell'esperienza, rappresenta un paradosso della cultura architettonica contemporanea: pensare all'architettura come esperienza intellettualizzata e affidarne la progettazione a strumenti basati su una visione della realtà fisico-matematica (Jelić, 2015).

Per questo abbiamo sviluppato il presente studio che estende la ricerca sugli effetti degli strumenti nel processo progettuale in architettura, andando a valutare diversi aspetti dei processi cognitivi ed emotivi coinvolti.

L'obiettivo è ottenere dati per far luce sulle implicazioni dell'uso degli strumenti digitali per la progettazione, in relazione all'immaginazione come strumento attivo anche in architettura.

7.3 Metodo

7.3.1 Partecipanti e procedura

In questo studio è stato adottato il metodo dei questionari *post-task*, utilizzando sia questionari già validati, sia costruiti *ad hoc*.

Questo approccio metodologico è parso come il più adeguato ad un primo esperimento ricognitivo su un tema inesplorato, per indagare il quale si è deciso di lavorare su un campione di 90 studenti di architettura del secondo anno del corso di laurea in Scienze dell'Architettura (L-17) del Dipartimento di Architettura e Design dell'Università di Genova.

Lo studio sperimentale si è svolto in due sessioni a distanza di circa due mesi l'una dall'altra. I partecipanti sono stati divisi in due gruppi in modo arbitrario (A e B). A entrambi i gruppi è stato chiesto, in ciascuna sessione, di svolgere un

semplice compito progettuale, in 30 minuti. Nella sessione 1 i partecipanti del gruppo A dovevano svolgere il compito usando esclusivamente l'immaginazione (condizione "IMM") mentre i partecipanti del gruppo B dovevano svolgere il compito usando i software CAD 2D 3D che abitualmente usano – cioè AutoCad e SketchUp – (condizione "DIG"); per nessuno dei due gruppi era consentito il disegno a mano. Nella sessione 2, ai due gruppi è stato chiesto di svolgere un altro compito progettuale, simile al precedente per caratteristiche e livello di difficoltà, nella modalità inversa rispetto a quella della sessione 1.

Dopo ciascuna attività di progettazione, in entrambe le sessioni, è stata somministrata a tutti i partecipanti una batteria di questionari per ottenere una riflessione retrospettiva sul processo seguito.

Ogni sessione era strutturata con la seguente scaletta di attività:

- Spiegazione/ introduzione
- Consegna di fogli con descrizione del brief di progetto
- Fase di risposte a eventuali richieste di chiarimento
- Sopralluogo nell'area di progetto
- Svolgimento del compito progettuale
- Compilazione dei questionari post attività tramite la piattaforma Google Forms.

Al fine di epurare da eventuali differenze dovute a tratti individuali i risultati ottenuti attraverso le prime due sessioni, è stata effettuata una terza sessione in cui a tutti i partecipanti è stata somministrata una serie di 5 questionari (si veda § 7.3.4 a seguire).

7.3.2 Descrizione del task

I compiti progettuali proposti sia per la sessione 1 che per la sessione 2 sono stati pensati per essere affrontabili in 30 minuti e il livello di complessità proposto è stato calibrato sulle conoscenze di studenti del 2° anno del corso di laurea triennale in Scienze dell'Architettura. In entrambe le sessioni oltre alla descrizione dell'incarico erano forniti anche un abaco di elementi strutturali in legno da poter utilizzare per realizzare il progetto e l'indicazione del sito di progetto: l'area del Dipartimento adibita a giardini e terrazza.

Nella sessione 1 è stato chiesto di progettare una pensilina e di collocare delle sedute [Allegato 01]. Nella sessione 2 la richiesta era di progettare uno spazio per praticare meditazione [Allegato 02].

Al termine della fase di spiegazione dell'incarico, in ogni sessione, era previsto un sopralluogo nell'area di progetto della durata di 10 minuti.

Alla fine dei 30 minuti a disposizione, gli studenti erano stati istruiti per consegnare quanto prodotto: nella condizione DIG dovevano consegnare semplicemente uno screenshot del/dei disegni prodotti, senza richiedere alcuno sforzo grafico o di impaginazione; nella condizione IMM era richiesto di consegna-

re un testo descrittivo del progetto, tramite un Google Form predisposto. Gli output non sono stati valutati, ma sono stati richiesti con l'intento di fornire agli studenti un incentivo per mettere in atto effettivamente un processo progettuale sul quale successivamente riferire attraverso i questionari.

7.3.3 Strumenti psicometrici post-task

Questionario *ad hoc*

Per elaborare le domande del questionario *ad hoc* sono stati preliminarmente individuati alcuni temi di indagine ritenuti significativi e tali da offrire un quadro piuttosto ampio sulle possibili aree di interazione tra immagini mentali e strumenti digitali nella progettazione architettonica. Si riportano qui i temi di indagine e si rimanda all'Allegato 03 per la lista completa di items.

Produzione e gestione delle idee:

uno dei possibili effetti dell'uso dei software per la progettazione potrebbe riguardare la produzione e la gestione delle idee, come già indagato da Ibrahim e Pour Rahimian (2010). Le domande volevano ottenere risposte circa la quantità percepita di idee prodotte, la capacità percepita di arrivare a un'idea ritenuta compiuta, la capacità di reinterpretare la prima idea.

(Es: q003, q004, q007, q008, q009, q010, q011, q020, q034, q035, si veda Allegato 03)

Relazione con il tempo a disposizione:

abbiamo voluto indagare la percezione della quantità di tempo a disposizione per svolgere il compito assegnato.

(Es: q001, q002)

Sensazioni provate durante l'attività:

abbiamo misurato il grado di costrizione o disagio che alcuni vincoli imposti al processo progettuale (gli strumenti a disposizione, i materiali da costruzione dati, l'area di progetto) potevano generare.

(Es: q012, q013, q014, q015, q016, q017, q018, q019, q077)

Pensiero di tipo embodied:

questo aspetto è stato ritenuto significativo e si è quindi voluto indagare in quale misura vi fosse una eventuale differenza nel grado di immedesimazione nello spazio in fase di progettazione nelle due diverse condizioni imposte.

(Es: q023, q024, q025, q042, q043, q047, q049, q055, q063, q064, q066,

q067, q068, q069, q070, q071, q072, q073, q074, q089, q090, q092)

Ragionamento astratto:

come argomentato nell'introduzione, abbiamo ipotizzato che software per la progettazione indirizzino il pensiero verso rappresentazioni astratte dello spazio (pianta, sezione, schemi) invece che simil-materiche e si è quindi voluto indagare in quale misura vi fosse una eventuale differenza di grado di immedesimazione nel progetto nelle due diverse condizioni imposte.

(Es: q022, q053, q062, q021, q028, q029, q030, q031, q032, q033, q037, q041, q044, q046, q048, q054, q059, q061, q065, q076, q093)

Rapporto con il ricordo:

durante la progettazione, grazie all'immaginazione si accede al bagaglio esperienziale che viene manipolato in modo da generare soluzioni nuove. Si è quindi voluta misurare la frequenza con cui i soggetti facessero ricorso ai ricordi durante la progettazione nelle due diverse condizioni.

(Es: q023, q027, q036, q038, q039, q040, q043, q045, q072, q073, q074)

Stati attentivi:

contrariamente a quanto ci si aspetterebbe riguardo ai vantaggi di una ben riuscita concentrazione, recenti studi (Vannucci & Agnoli, 2019) hanno dimostrato che il *mind wandering*, se controllato può essere uno strumento utile per la produzione creativa, soprattutto nella prima fase di incubazione del processo. È stato quindi misurato in che modo i soggetti rispondessero dal punto di vista attentivo nelle due diverse condizioni.

(Es: q005, q056, q058, q075, q060, q006, q057)

Prestazioni / Elementi:

si intende la differenza di approccio tra chi tende a progettare prefigurandosi le prestazioni che un'architettura e le sue parti devono garantire (in termini, ad esempio, di illuminazione, ventilazione, vista, distribuzione, separazione degli spazi, protezione dagli agenti climatici e simili) e chi interpreta la progettazione come somma e combinazione di elementi (ad esempio, finestre, porte, tetti, muri, pilastri, travi e simili). Questo aspetto si è ritenuto importante specialmente in relazione all'impostazione di diversi software per la progettazione architettonica che offrono a chi li impiega la possibilità di utilizzare ricchi repertori di elementi importabili direttamente nei disegni 2D e 3D di progetto.

(Es: q026, q050, q051, q052)

Riflessioni sul risultato:

si è infine ritenuto interessante ottenere una misura anche delle sensazioni di soddisfazione o insoddisfazione relative al risultato ottenuto dal processo svolto nelle due condizioni.

(Es: q078, q079, q080, q081, q082, q083, q084, q085, q086, q087, q088, q089, q090, q091, q092, q093, q094)

A partire dai temi sui quali si è deciso di concentrare l'indagine, si è elaborato un questionario con 94 items formulati *ad hoc* ai quali rispondere attraverso una scala Likert da 1 a 4 (per niente, poco, abbastanza, molto), il questionario è consultabile nell'Allegato 03.

Positive Affect and Negative Affect Scale (PANAS)

Nelle sessioni 1 e 2, a conclusione dell'attività di progettazione, ai partecipanti è stato chiesto di rispondere, oltre che ai 94 items del questionario elaborato *ad hoc* per questo studio, anche al test Positive Affect and Negative Affect Scale – PANAS– (Watson et al., 1988).

La scala PANAS [Allegato 04] è una delle scale più ampiamente usate per misurare l'umore o l'emozione. Questa breve scala è composta da 20 elementi: 10 elementi misurano l'effetto positivo (ad esempio: entusiasta, ispirato) e 10 elementi misurano l'effetto negativo (ad esempio: angosciato, spaventato). Ogni item è valutato su una scala Likert di cinque punti, che varia da 1= "leggermente o per nulla" a 5="estremamente" e che misura quanto l'effetto positivo o negativo è stato percepito durante l'esperienza oggetto di analisi – in questo caso l'esperienza di progettazione in una delle due condizioni imposte.

7.3.4 Valutazione delle differenze individuali

Una terza sessione è stata dedicata alla sola compilazione, da parte di tutti i soggetti, di una batteria di test validati che misurano alcuni tipi di differenze individuali e di una scheda elaborata *ad hoc* con domande riguardanti l'istruzione precedente a quella universitaria, la formazione, gli hobby e l'esperienza nell'utilizzo del computer.

Attentive Control-Shifting, Attentive Control-Distraction

Attraverso questo test [Allegato 05] sono stati raccolti dati sulla propensione dei soggetti sul controllo attentivo.

Il controllo attentivo (AC) è descritto come la capacità generale di controllare l'attenzione in relazione a informazioni positive o negative (Derryberry & Reed,

2002). AC comprende sia la capacità di messa a fuoco – cioè di mantenere l’attenzione su un oggetto – che la capacità di spostamento dell’attenzione da un oggetto a un altro.

Mind Wandering-Deliberate, Mind Wandering-Spontaneous

Grazie alla traduzione e validazione in italiano realizzata da Vannucci e Chiorri (2019) delle scale Mind Wandering-Spontaneous (MW-S) e Mind Wandering-Deliberate (MW-D), originariamente formulate da Carriere e colleghi (2013) è stato possibile ottenere dati sull’attività di *mind wandering*, ovvero “lo spostamento della nostra attenzione dal compito che stiamo svolgendo e dall’ambiente esterno verso contenuti mentali interni (memorie, fantasie...), in gran parte autobiografici” (Vannucci, 2022) [Allegato 06]. Sebbene il MW rappresenti uno stato attentivo rivolto ad altro rispetto al compito da svolgere, nel contesto di un processo creativo – a differenza di quanto si potrebbe sostenere invece per l’ambito educativo – il MW, se soggetto ad un certo grado di regolazione, può avere ripercussioni positive soprattutto se questa apertura a contenuti “extra” viene sfruttata nella prima fase di raccolta e organizzazione delle informazioni (Baird et al., 2012). Il MW può essere disfunzionale, invece, se si verifica con frequenza eccessiva durante la fase di ideazione creativa.

Object-Spatial Imagery and Verbal Questionnaire (OSIVQ)

L’OSIVQ [Allegato 07] (Blazhenkova & Kozhevnikov, 2009) è uno strumento che consente di ottenere una misura dell’auto-valutazione di tre stili cognitivi: Verbalizzatore (preferenza del codice verbale per registrare ed elaborare informazioni), Immaginatore *object* (preferenza per l’uso di immagini mentali simil-percettive e concrete, e per un processing percettivo di tipo olistico-sintetico) e Immaginatore *spatial* (preferenza per l’uso di immagini mentali schematiche e spaziali, e per un processing percettivo di tipo locale-analitico). Di questo argomento si è già trattato più diffusamente nel Cap. 2.3.

FDS-short

Per valutare la tendenza generale dei soggetti a esperire le caratteristiche connotanti lo stato di *flow*, è stata usata la versione breve e validata in italiano (Boffi et al., 2012) della scala Dispositional Flow Scale (Jackson & Eklund, 2002) [Allegato 08]. Con “stato di *flow*” ci si riferisce ad una “sensazione olistica, caratterizzata da un’improvvisa espansione dei confini del sé, da una destrutturazione dell’esperienza temporale e da un significativo incremento della percezione di controllo nei confronti dell’attività stessa”.

Ten Item Personality Inventory (TIPI)

Grazie alla versione breve della misura dei tratti di personalità validata da Chiorri et al. (2015), sulla base del lavoro di (Gosling et al., 2003), sono stati raccolti dati per individuare la propensione dei soggetti verso uno dei cinque tratti di personalità riconosciuti: estroversione, amicalità, coscienziosità, nevroticismo, apertura mentale [Allegato 09].

7.4 Analisi dei dati

I dati derivanti dalle tre sessioni sono stati messi a sistema. I dati provenienti dalla sessione 3 hanno permesso di individuare 52 possibili variabili moderatrici tra le informazioni di background, l'esperienza con i software, le differenze individuali sul *mind-wandering*, sul controllo attentivo, sugli stili cognitivi, sui tratti di personalità e sull'esperienza di *flow*. Per ogni moderatrice è stato specificato un Linear Mixed Model che include gli effetti del tempo (1° e 2° sessione), della condizione (usando software o solo immaginazione), della moderatrice e dell'interazione tra condizione e moderatrice. Il False Discovery Rate (FDR) è stato controllato usando il metodo suggerito da Hu e collaboratori (2010). È stata inoltre computata la grandezza degli effetti; vengono riportati effetti moderati o grandi.

Questa fase dell'esperimento è stata gestita soprattutto da Carlo Chiorri data la sua complessità e specificità.

7.5 Risultati

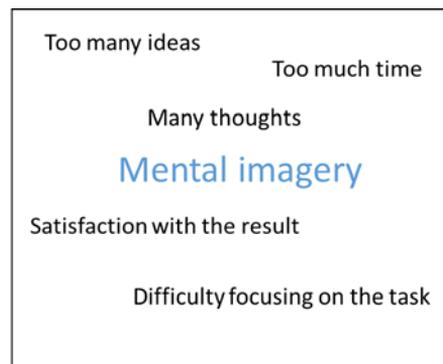
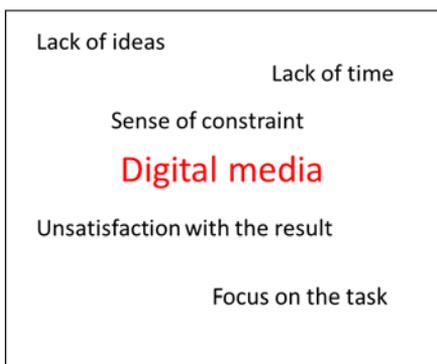
7.5.1 Principali effetti della condizione

Vengono qui riportati gli item per i quali la differenza nei punteggi medi è risultata statisticamente significativa. Si tratta di diversi aspetti chiave dell'esperienza condotta, peraltro, con un certo grado di coerenza tra loro.

Domanda	Condizione col punteggio maggiore
Scarsa disponibilità di tempo per affrontare il compito assegnato	DIG
Ho disegnato quello che mi sembrava corretto rispetto al tema assegnato	DIG
Mancanza di idee	DIG
Senso di costrizione rispetto agli elementi assegnati	DIG

Vorrei rifare tutto in un altro modo	DIG
Senso di costrizione rispetto ai materiali assegnati	DIG
Ho immaginato il sito dall'alto per capire il funzionamento generale	DIG
Ero particolarmente concentrato/a sul compito assegnato	DIG

Domanda	Condizione col punteggio maggiore
Sensazione che il tempo non passasse mai	IMM
Difficoltà a capire bene le misure del progetto	IMM
Sono ritornato/a con la mente al sopralluogo	IMM
Ho pensato a tante soluzioni diverse e sono passata/o da verificarle una alla volta	IMM
Ho parlato tra me e me	IMM
Ho deliberatamente chiuso gli occhi	IMM
Ho pensato ad alcune frasi, parole connesse con il progetto o a slogan o titoli	IMM
Penavo a me che disegno a mano	IMM
Il suo punto di forza è il rapporto con il contesto	IMM
Bombardamento di idee	IMM
Ho pensato a me mentre mi siedo	IMM
Avrei bisogno di fare un modello	IMM
Il suo punto di forza sono gli aspetti relazionali	IMM
Ho cercato di immaginarmi le sensazioni che avrei provato in quel posto	IMM
Sono soddisfatto/a	IMM
Ho pensato all'immagine finale stampata del mio progetto	IMM
Difficoltà di concentrazione	IMM
Penso che la mia idea potrebbe piacere	IMM
Pensavo a me che racconto il progetto	IMM
Ho usato esperienze vissute	IMM
Ho lavorato con analogie (vorrei che fosse come...) o metafore	IMM



7.5.2 Principali effetti delle variabili moderatrici

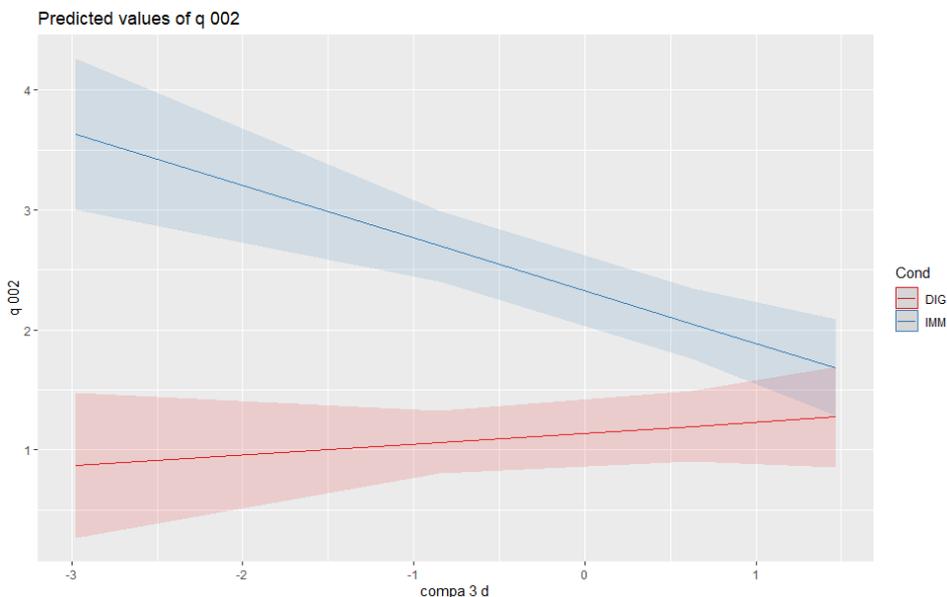
Sono qui di seguito riportati i principali effetti dei moderators al netto del tempo e della condizione.

Numero item	Item	Caratteristica	Effetto	Spiegazione
q086	Sono molto confuso/a rispetto ai risultati ottenuti	Difficoltà nel rifocalizzare l'attenzione quando si passa da un compito a un altro (AC-S)	Positivo	All'aumentare delle difficoltà nel rifocalizzare l'attenzione da un compito all'altro aumenta la sensazione di confusione rispetto ai risultati ottenuti
q055	Ho pensato ad un'atmosfera che volevo ricreare e ho approfondito alcuni aspetti e lasciato in sospeso altri	Competenza percepita disegno tecnico	Negativo	All'aumentare della competenza percepita nel disegno tecnico, diminuisce il pensare a un'atmosfera che si voleva ricreare
q014	Senso di incompetenza	Sensazione di Flow	Negativo	All'aumentare del livello di flow percepito, diminuisce il senso di incompetenza
q014	Senso di incompetenza	Instabilità emotiva (nevroticismo)	Positivo	All'aumentare del livello di instabilità emotiva, aumenta il senso di incompetenza
q028	Ho schematizzato il sito per averlo sotto controllo	Instabilità emotiva (nevroticismo)	Negativo	All'aumentare del livello di instabilità emotiva, diminuisce lo schematizzare il sito per averlo sotto controllo
q031	Ho immaginato il sito dall'alto per capire il funzionamento generale	Instabilità emotiva (nevroticismo)	Negativo	All'aumentare del livello di instabilità emotiva, diminuisce l'immaginare il sito dall'alto per capire il funzionamento generale
q039	Ho pensato a dipinti o quadri famosi	Instabilità emotiva (nevroticismo)	Negativo	All'aumentare del livello di instabilità emotiva, diminuisce il pensare a dipinti o quadri famosi
q038	Ho cercato di ricordarmi progetti di altri architetti che avevo visto su riviste specializzate	Frequenza uso Power Point prima dell'università	Positivo	All'aumentare della frequenza di utilizzo di Power Point prima di iniziare l'università, aumenta il tentare di ricordarsi progetti di altri architetti
q051	Ho cercato di elencare le caratteristiche funzionali delle coperture che avevo già visto	Stress percepito disegno a mano libera	Positivo	All'aumentare dello stress percepito nel disegno a mano libera, aumenta il tentare di elencare le caratteristiche funzionali delle coperture già viste

q064	Pensavo a me che racconto il progetto	Stile cognitivo verbale	Positivo	All'aumentare del livello di stile cognitivo verbale, aumentava il pensare a sé mentre si racconta il progetto
q009	Difficoltà a smuoversi dalla prima idea immaginata	Frequenza elaborare o gestire video prima di iniziare università	Negativo	All'aumentare della frequenza nell'elaborazione/gestione video prima di iniziare l'università, diminuisce la difficoltà a smuoversi dalla prima idea immaginata
q048	Ho pensato a quali caratteristiche funzionali dovesse avere lo spazio	Frequenza elaborare o gestire video prima di iniziare università	Positivo	All'aumentare della frequenza nell'elaborazione/gestione video prima di iniziare l'università, aumenta il pensare a quali caratteristiche funzionali dovesse avere lo spazio

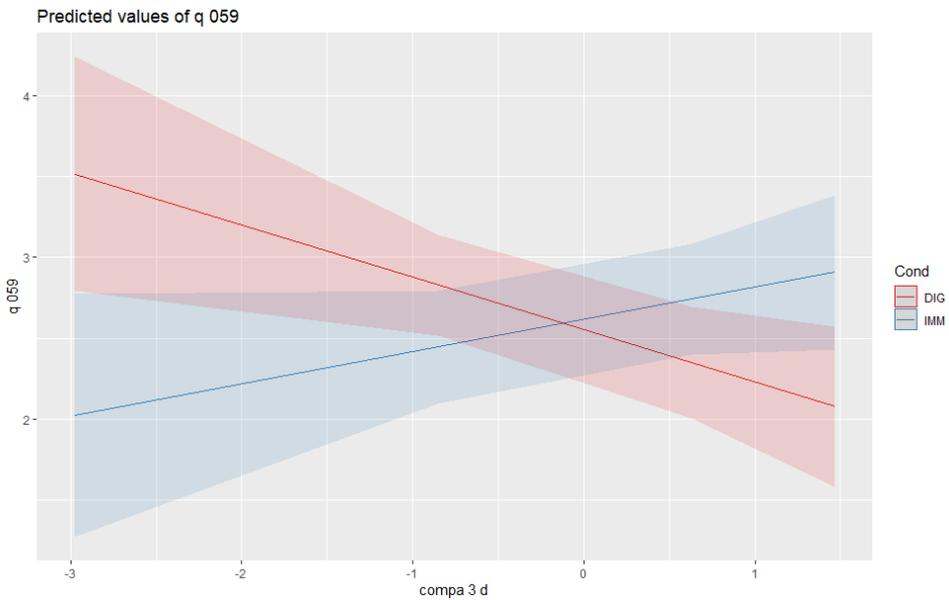
7.5.3 Principali effetti di interazione

Vengono qui presentati gli effetti di interazione tra la condizione e le variabili moderatrici.



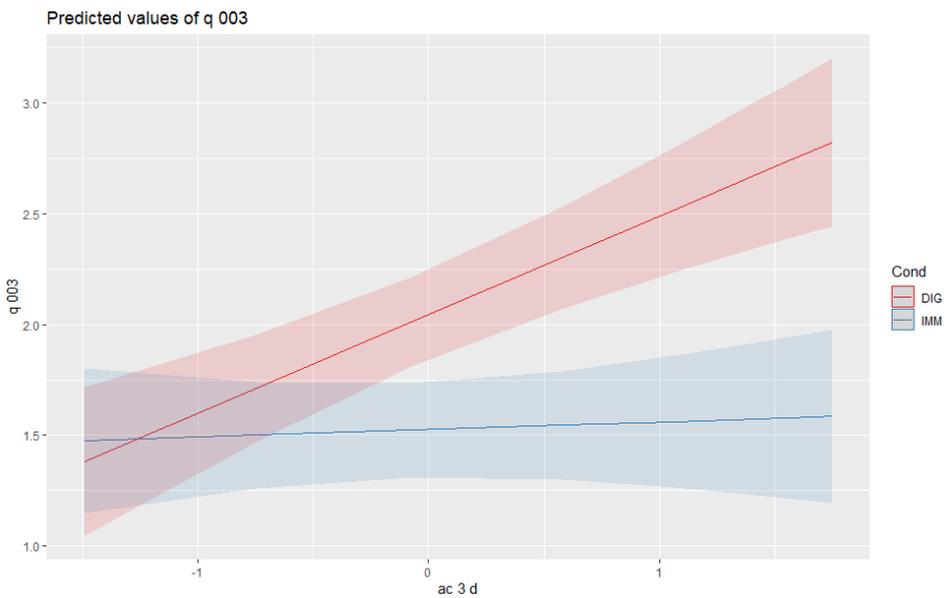
q002 = Sensazione che il tempo non passasse mai
 compa3d = competenza percepita uso Autocad 3D

All'aumentare della competenza percepita nell'uso di Autocad 3D, la sensazione che il tempo non passasse mai diminuiva nella condizione IMM ma non nella condizione DIG



q059 = Mi sono dato istruzioni; compa3d = competenza percepita uso Autocad 3D

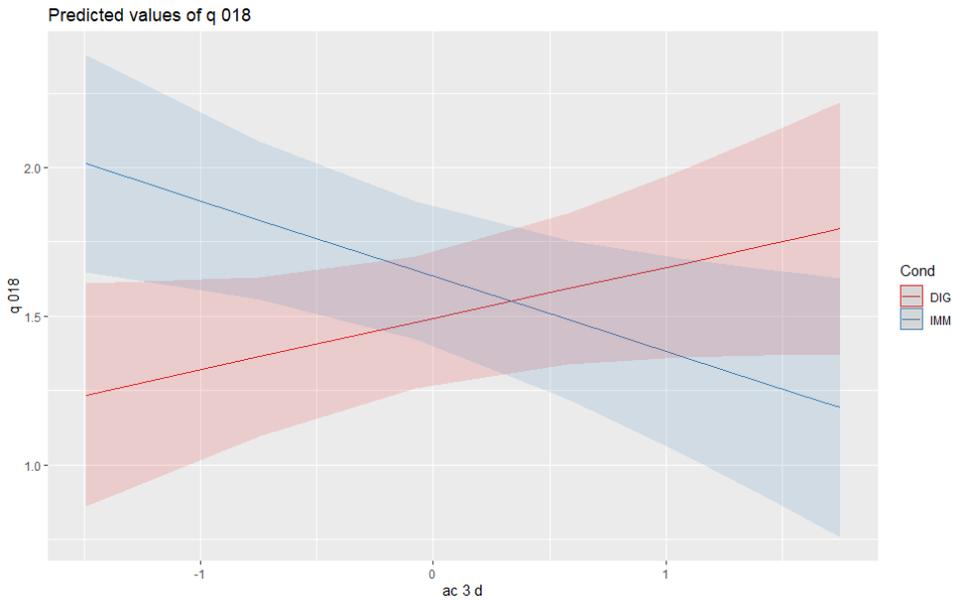
All'aumentare della competenza percepita nell'uso di Autocad 3D, il darsi istruzioni aumentava nella condizione IMM e diminuiva nella condizione DIG.



q003 = Mancanza di idee;

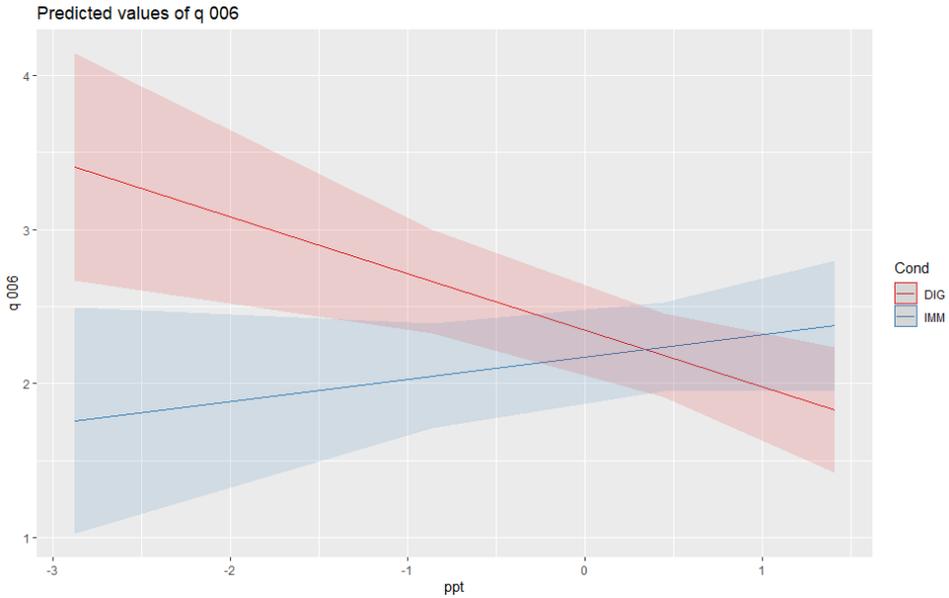
ac3d = esperienza d'uso di Autocad 3D (in valori standardizzati, non gaali anni originari)

All'aumentare dell'esperienza di uso di Autocad 3D, la sensazione di mancanza di idee aumentava nella condizione DIG mentre rimaneva invariata nella condizione IMM.



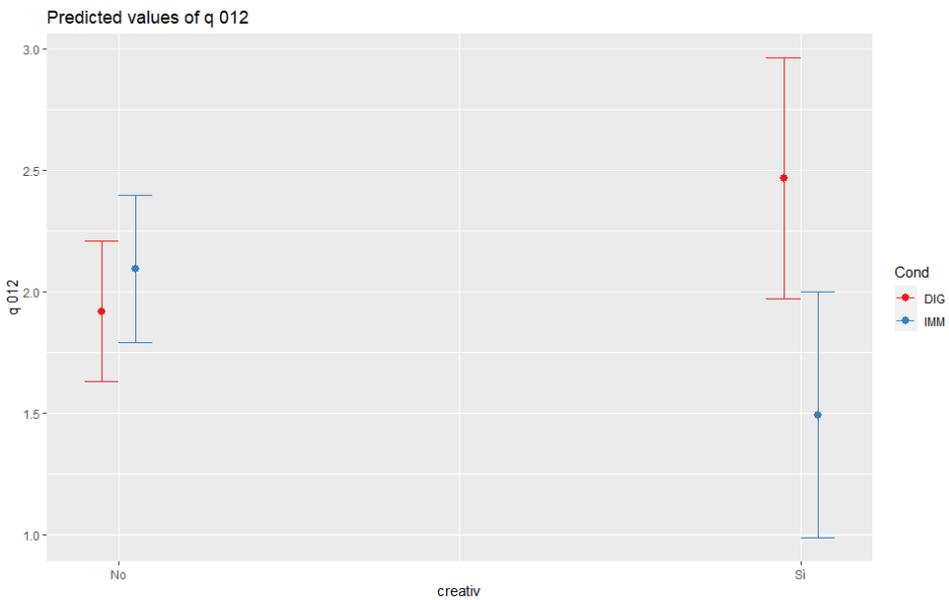
q018 = Difficoltà a capire bene come erano fatti gli elementi assegnati; ac3d = esperienza d'uso di Autocad 3D (in valori standardizzati, non gli anni originari)

All'aumentare dell'esperienza di uso di Autocad 3D, la sensazione di difficoltà a capire bene come erano fatti gli elementi assegnati aumentava nella condizione DIG mentre diminuiva nella condizione IMM



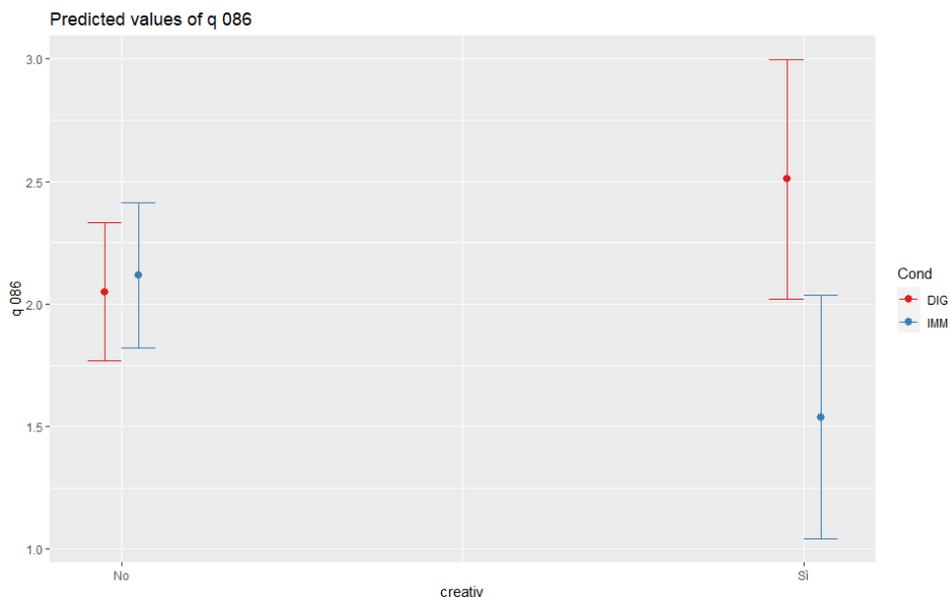
q006 = Eccessiva focalizzazione sul tema; ppt = frequenza uso Power Point

All'aumentare dell'utilizzo di Power Point nel periodo pre-universitario, la sensazione di eccessiva focalizzazione sul tema diminuiva nella condizione DIG mentre rimaneva sostanzialmente invariata nella condizione IMM



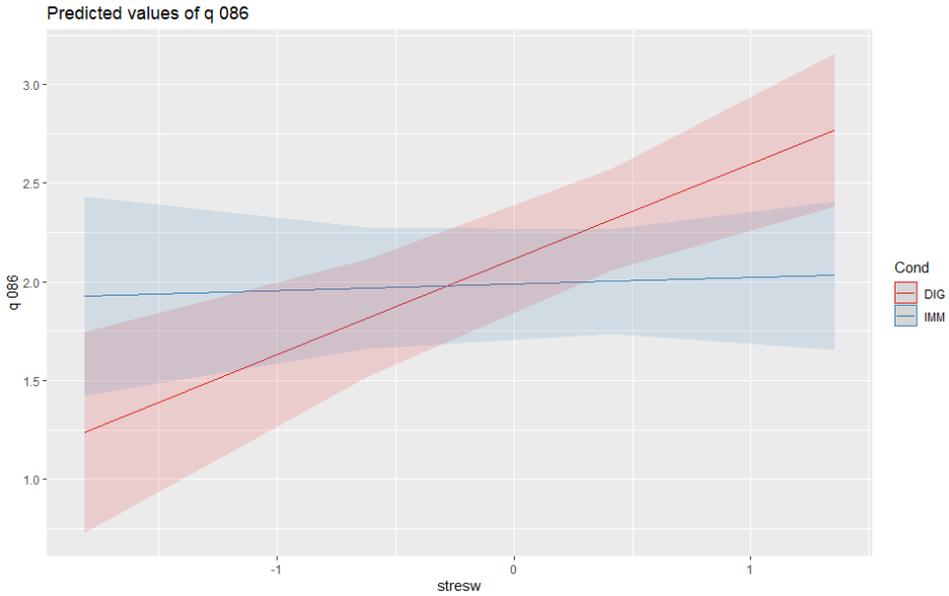
q012 = Fatica mentale; creativ = Avere genitori o parenti stretti che lavorano nella creatività

Nelle persone che avevano genitori o parenti stretti che lavorano nella creatività la fatica mentale era maggiore nella condizione DIG che nella condizione IMM, mentre nelle persone che NON avevano genitori o parenti stretti che lavorano nella creatività questa differenza non c'era.



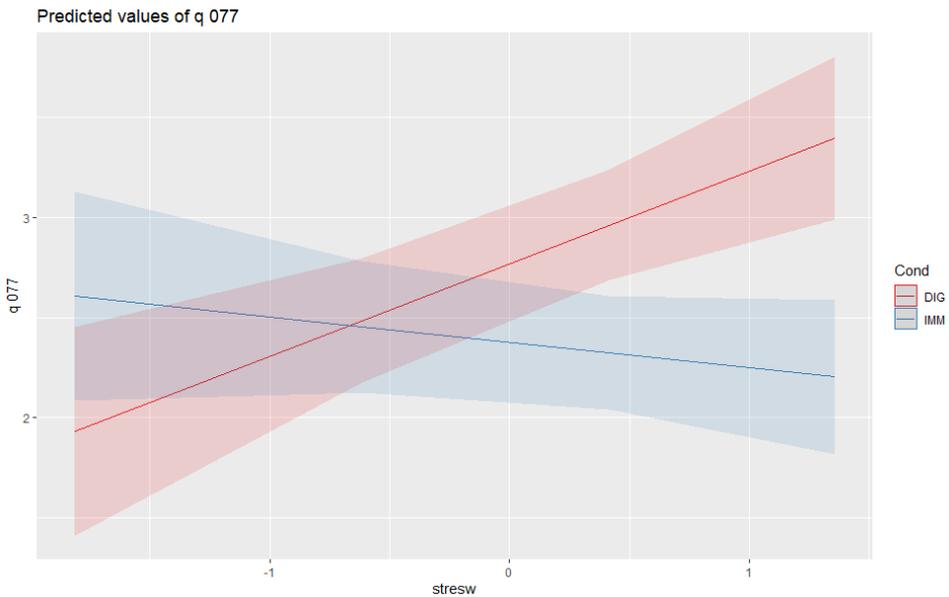
q086 = Sono molto confuso/a rispetto ai risultati ottenuti; creativ = Avere genitori o parenti stretti che lavorano nella creatività

Nelle persone che avevano genitori o parenti stretti che lavorano nella creatività la sensazione di confusione rispetto ai risultati ottenuti era maggiore nella condizione DIG che nella condizione IMM, mentre nelle persone che NON avevano genitori o parenti stretti che lavorano nella creatività questa differenza non c'era.



q086 = Sono molto confuso/a rispetto ai risultati ottenuti; stressw = stress percepito nell'utilizzate il software per la progettazione

All'aumentare dello stress percepito nell'utilizzate il software per la progettazione la sensazione di confusione rispetto ai risultati ottenuti aumentava nella condizione DIG mentre rimaneva sostanzialmente invariata nella condizione IMM



q077 = Avrei voluto svolgere l'attività seguendo un altro processo; stressw = stress percepito nell'utilizzate il software per la progettazione

All'aumentare dello stress percepito nell'utilizzare il software per la progettazione il desiderio di svolgere l'attività seguendo un altro processo aumentava nella condizione DIG mentre rimaneva sostanzialmente invariata nella condizione IMM

7.6 Conclusioni

Su quali dei molteplici aspetti del processo progettuale incide maggiormente l'utilizzo di AutoCAD e SketchUp?

In questo studio è stata affrontata la questione analizzando le risposte ad un inventario sulle dimensioni cognitive ed emotive somministrato, post-task, nelle due sessioni descritte, ad un gruppo omogeneo di partecipanti. È stata alternata, tra la prima e la seconda sessione, la modalità con la quale alle due metà dei partecipanti è stato chiesto svolgere il task (modalità IMM e DIG).

I risultati mostrano alcune differenze sull'effetto della diversa condizione di svolgimento del compito progettuale.

In particolare, emerge che quando i partecipanti hanno svolto il compito in modalità DIG, ovvero potendo utilizzare soltanto i software AutoCAD e SketchUp combinati secondo la propria abitudine, hanno sentito maggior senso di costrizione rispetto all'abaco di elementi costruttivi dati, come se avessero considerato più ridotto il ventaglio di possibilità d'uso dato degli elementi forniti. Questo dato è confermato anche dalla maggiore scarsità di idee avuta nella modalità DIG, che si riflette anche sulla minore soddisfazione rispetto al risultato ottenuto. Dal punto di vista della cognizione spaziale, nella modalità DIG c'è stata una maggiore astrazione dell'area di progetto: ovvero durante la progettazione è stato maggiormente pensato il sito in pianta più che nella sua conformazione tridimensionale, come sarebbe nella realtà. La modalità di svolgimento DIG ha inoltre portato i partecipanti a una maggiore concentrazione sul task, indirizzata principalmente sulla disposizione degli elementi nello spazio astratto dalle sue condizioni reali.

Se durante l'attività svolta in modalità DIG, i partecipanti sono risultati più concentrati, meno aperti verso contenuti esterni, in modalità IMM è emersa maggiormente una certa apertura verso contenuti esperienziali possibili o derivanti da ricordi. In particolare, quando i partecipanti hanno potuto svolgere il progetto usando solo l'immaginazione, hanno espresso di aver avuto una grande quantità di idee, esperienza di immaginazione di sensazioni possibili nello spazio che stavano configurando e di sé stessi interagendo con il progetto. È stata registrata anche una maggiore rievocazione di esperienze vissute, evidenza che potrebbe suggerire un indirizzo su futuri sviluppi di ricerca sulla correlazione tra la memoria e la facoltà di mantenere attivi durante il processo progettuale frammenti dell'esperienza registrata. Se quindi, l'avvalersi della sola immaginazione ha aperto alla possibilità di portare nel progetto contenuti legati alla mul-

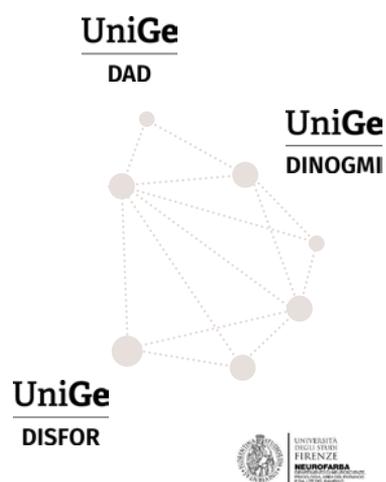
tisensorialità della percezione, allo stesso tempo ha fatto registrare anche una maggiore difficoltà ad avere sotto controllo gli aspetti metrici. Nel complesso però, a seguito del compito svolto in modalità IMM, è stata riferita una maggiore soddisfazione rispetto al risultato ottenuto.

Dallo studio delle due modalità di svolgimento dell'attività progettuale emerge, in generale, una differenza della modalità di cognizione dello spazio immaginato: da un lato (DIG) più sbilanciata verso l'astrazione e limitata nella considerazione delle possibilità che possono scaturire a partire dai vincoli progettuali, ma più precisa negli aspetti metrici; dall'altro (IMM) più immedesimata, cioè comprensiva di contenuti derivanti dal far affiorare, strumentalmente alla composizione del progetto, frammenti di esperienza vissuta nel passato –remoto o più recente (sopralluogo)– o dal simulare possibili interazioni tra sè stessi e lo spazio in fase di progettazione.

A partire da questi risultati, future ricerche potrebbero essere ulteriormente focalizzate sul tema dell'*embodiment* e su come altri tipi di software, rispetto a quelli considerati qui, possano interagire con questa modalità di cognizione spaziale. Futuri sviluppi della ricerca dovrebbero comprendere un campione diverso di soggetti, preferibilmente professionisti esperti.

Capitolo 8

Correlati neurali e stili cognitivi visuali.
Una valutazione psicologica ed elettroencefalografica.

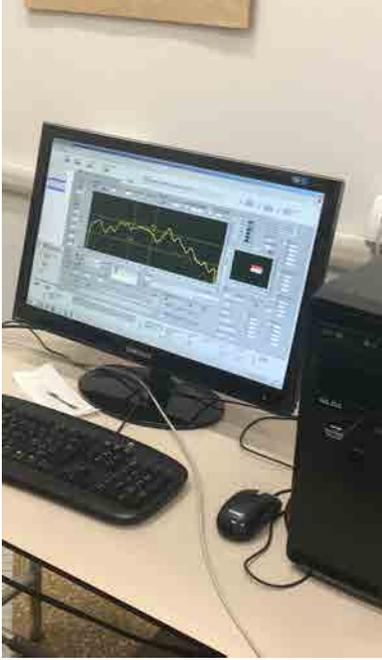


Abstract

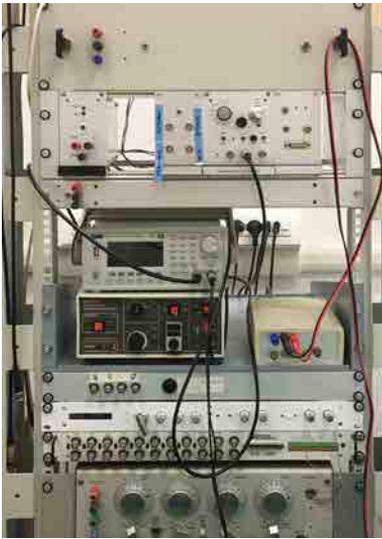
Attraverso un lavoro multidisciplinare in collaborazione con psicologi e neurofisiologi, è stato condotto un esperimento con l'obiettivo di capire se architetti con diversi stili cognitivi visuali (*object* o *spatial*) mostrassero differenze nella loro attività cerebrale, misurata tramite elettroencefalogramma, durante un compito che simula un processo di progettazione basato su un software BIM. L'esperimento è stato sviluppato in due fasi: la prima è consistita nella valutazione psicologica di 30 architetti esperti attraverso strumenti psicometrici validati, la seconda nella valutazione elettroencefalografica di sei architetti durante lo svolgimento di un *task* progettuale. Il *task* è stato costruito in modo da simulare un processo che contenesse una serie di step predeterminati e stimoli visuali astratti, aspetti che si ritiene siano caratteristici dell'interazione con un software di tipo BIM. I risultati rilevano un'effettiva differenza nell'attività corticale di due gruppi omogenei, ciascuno formato da architetti con stile cognitivo visuale di tipo *object* o di tipo *spatial*.

Questo capitolo tratta di un esperimento svolto in collaborazione –per la parte di valutazione psicologica– con la Prof.ssa Manila Vannucci (NEUROFARBA - Unifi) e il Prof. Carlo Chiorri (DISFOR - Unige) e –per la successiva parte di valutazione elettroencefalografica– con l'Arch. Gaia Leandri (DAD - Unige), il Prof. Massimo Leandri (DINOGMI - Unige) e con il supporto del Prof. Angelo Schenone (DINOGMI - Unige).

La seconda parte dell'esperimento si è svolta presso il laboratorio del Prof. Leandri, presso la Clinica neurologica dell'Ospedale S. Martino di Genova [Fig. 1A, 1B, 1C].



iA.



iB.

iC.



8.1 Introduzione

L'esperimento si basa sulle premesse gettate nel corso della Parte I della ricerca e, in particolare, si focalizza sulle implicazioni di eventuali differenze individuali negli stili immaginativi –*object* e *spatial*– (cfr. § 2.3) sull'utilizzo di software per la progettazione di tipo BIM.

L'esperimento è suddiviso in due fasi: la prima consiste in una valutazione psicologica di 30 architetti esperti attraverso strumenti psicometrici validati, con il fine di individuare due sottogruppi omogenei formati da architetti con stile cognitivo visuale *object* (Gruppo A) e *spatial* (Gruppo B). Nella seconda fase è stata valutata tramite l'elettroencefalogramma (EEG) l'attività cerebrale degli architetti appartenenti a entrambi i gruppi durante lo svolgimento di un compito progettuale uguale per tutti.

Per arrivare alla costruzione dell'esperimento è stato necessario un processo durato mesi; sono state organizzate diverse riunioni tra i vari ricercatori coinvolti per arrivare a una mediazione tra quelli che erano gli interessi di indagine e i limiti dati dalle strumentazioni a disposizione.

8.2 Obiettivo

L'obiettivo dell'esperimento è capire se architetti con diversi stili cognitivi visuali (*object* o *spatial*) mostrano differenze nella loro attività cerebrale durante un compito che simula un processo di progettazione basato su un software BIM. Sulla base dell'obiettivo generale, lo scopo delle registrazioni EEG è:

- 1) valutare la fattibilità della registrazione dei *movement-related cortical potentials*¹ (MRCP) durante una sessione di progettazione BIM simulata;
- 2) valutare l'affidabilità intra- e inter- progetto della procedura;
- 3) identificare i parametri MRCP influenzati da diversi stati cognitivi;
- 4) rilevare possibili differenze tra gruppi di soggetti o compiti.

¹ spostamento negativo a bassa frequenza nella registrazione elettroencefalografica che si verifica circa due secondi prima della produzione di movimento volontario.

8.3 Metodo e risultati

8.3.1 Fase 1: valutazione psicologica

Partecipanti e procedura

Con l'obiettivo di selezionare alcuni architetti con un profilo di immaginatore spiccatamente *object* e altri con un profilo spiccatamente *spatial* in modo da rilevare, nella successiva Fase 2, possibili differenze elettroencefalografiche tra loro nell'affrontare un medesimo compito progettuale eseguito simulando un processo BIM, nella Fase 1, sono stati valutati 30 architetti esperti.

È stata fatta loro compilare una scheda che registrava informazioni personali (età, sesso, istruzione) e informazioni professionali (anni di esperienza professionale, principali attività svolte, competenza nell'uso di software diversi). Nella stessa sessione abbiamo testato architetti con tre diversi strumenti psicometrici già validati (ovvero i contenuti, l'impostazione e l'efficacia dei quali sono comunemente riconosciuti dalla comunità scientifica a seguito dei test già effettuati e dei risultati pubblicati) per valutare gli stili cognitivi e abilità visuali: Object-Spatial Imagery Verbal Questionnaire, Vividness of Visual Imagery Questionnaire, Paper Folding Test.

Object-Spatial Imagery and Verbal Questionnaire (OSIVQ)

L'OSIVQ [Allegato 07] è uno strumento di autovalutazione per valutare tre stili cognitivi: Verbalizzatore, Immaginatore *object* (chi preferisce l'uso di immagini mentali simil-percettive e concrete, e mette in atto un processing percettivo di tipo olistico-sintetico) e Immaginatore *spatial* (chi preferisce l'uso di immagini mentali schematiche e spaziali, e mette in atto un processing percettivo di tipo locale-analitico) (Blazhenkova & Kozhevnikov, 2009). L'OSIVQ consiste di 45 items: 15 item che valutano lo stile cognitivo *object*, 15 item che valutano lo stile cognitivo *spatial* e 15 item che valutano lo stile cognitivo verbale. I partecipanti sono invitati a valutare su una scala di 5 punti ogni dichiarazione (5=accordo assoluto con la dichiarazione e 1=disaccordo totale).

Paper Folding Test (PFT)

Secondo Ekstrom & Harman (1976) il Paper Folding Test [Allegato 10] misura l'abilità di visualizzazione spaziale, che riflette la capacità di apprendere, codificare e manipolare mentalmente forme astratte. La prova consiste in 2 serie di 10 item ciascuna, ognuno dei quali rappresenta un foglio di carta quadrato che viene sottoposto a due o tre pieghe e forato attraverso tutti gli strati. Ai partecipanti viene chiesto quale tra cinque disegni proposti sia quello che rappresenta

correttamente come apparirebbe il foglio, in seguito alle piegature e alla foratura, quando completamente aperto. Ogni serie di 10 item va svolta in un massimo di 3 minuti.

Vividness of Visual Imagery Questionnaire (VVIQ)

Il VVIQ [Allegato 10] è uno strumento di autovalutazione che valuta la vividezza e la chiarezza delle immagini mentali (Marks, 1973). Ai soggetti viene chiesto di valutare da 5 a 1 la vividezza delle immagini mentali evocate di un elenco di 16 frasi descrittive (5= nessuna immagine 1=immagine perfettamente chiara).

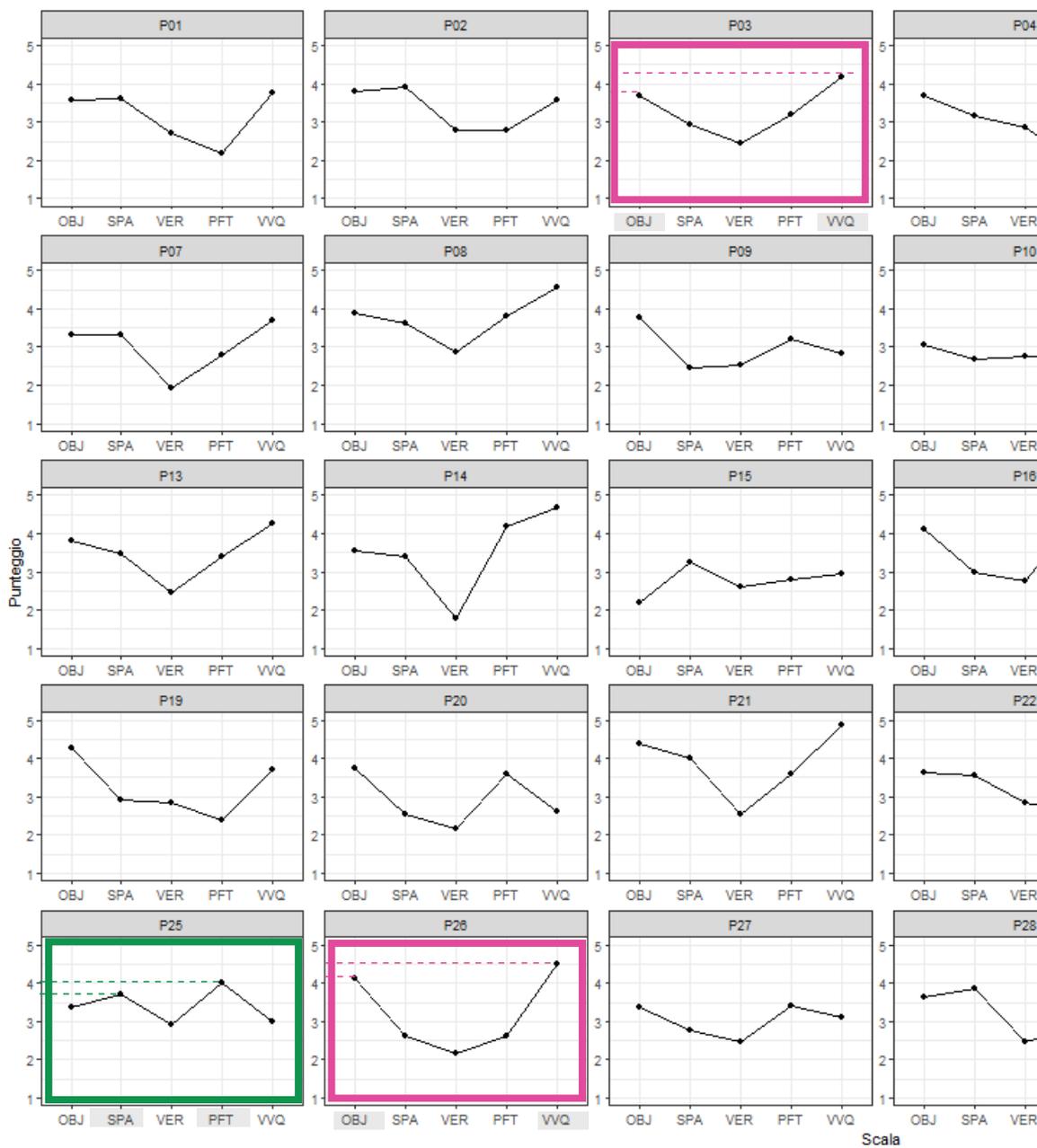
Risultati qualitativi della Fase 1

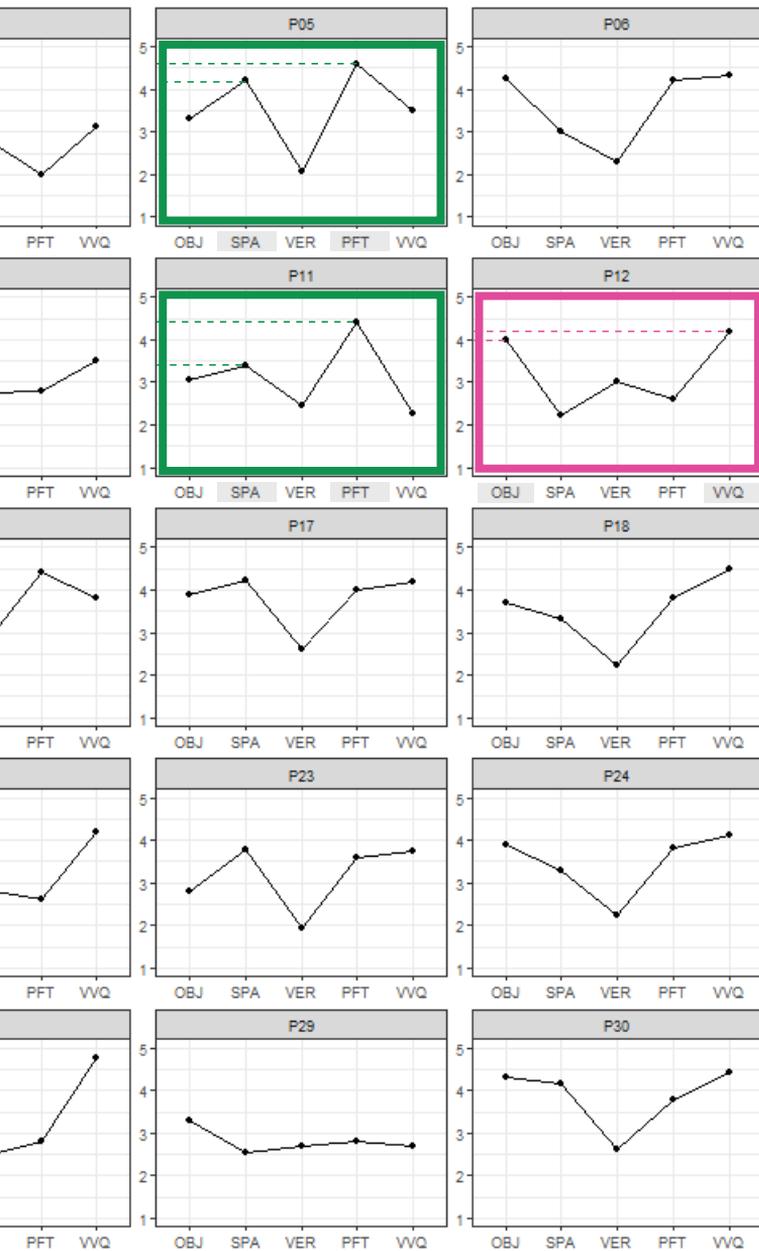
La Figura 3 mostra un grafico tipo relativo alle dimensioni analizzate attraverso gli strumenti psicometrici appena descritti. Le scale denominate “OBJ”, “SPA”, “VER” misurano ciascuno degli stili cognitivi rilevati con il OSIVQ. La scala “PFT” misura la capacità di eseguire rotazioni spaziali, rilevata con il Paper Folding Test. “VVIQ” misura la vividezza autoriportata delle immagini mentali, risultante Vividness of Visual imagery questionnaire.

I profili [Fig.4] sono stati analizzati in modo da selezionare, tra i soggetti, quelli che hanno dimostrato essere più spiccatamente immaginatori di tipo *object* o *spatial* al fine di analizzare i loro correlati neurali durante il compito di progettazione dato.

Sono stati identificati 2 gruppi di 3 architetti ciascuno, composti -Gruppo A- dagli architetti che sono risultati come immaginatori di tipo *object* e -Gruppo B- dagli immaginatori di tipo *spatial*.

Per selezionare i soggetti da valutare nella Fase 2 sono stati adottati criteri precauzionali: è stato identificato come immaginatore di tipo *object* chi ha ottenuto un punteggio sia nella scala OBJ che in quella VVIQ maggiore di sia di SPA che PFT. Viceversa, è stato identificato come immaginatore di tipo *spatial* chi ha ottenuto un punteggio sia nella scala SPA che in quella PFT maggiore sia di OBJ che di VVIQ. Poi è stata fatta un’ulteriore selezione per avere un numero uguale di soggetti per ogni gruppo, in base alla disponibilità a partecipare all’esperimento e all’età dei soggetti (in modo che fosse il più omogenea possibile). Tutti i soggetti selezionati hanno tra 6 e 23 anni di esperienza professionale e hanno tra 32 e 47 anni. 3 di loro sono maschi e 3 di loro sono femmine. Il gruppo A (immaginatori *object*) era formato dai partecipanti P03, P12, P26. Il gruppo B (immaginatori *spatial*) era formato da P05, P11, P25 (vedi grafici Fig. 4). È stato rilevato che 2 architetti (P09, P12) hanno riferito – tramite il test OSIVQ– di preferire il codice verbale allo stile visuale *spatial*, mentre un architetto (P15) ha riferito di preferire il codice verbale in OSIVQ allo stile visuale *object*. Da questa analisi qualitativa, possiamo dedurre che, all’interno del nostro campione, gli architetti preferiscono il codice visivo per elaborare le informazioni piuttosto





**SPATIAL-VISUAL
COGNITIVE STYLE**

SPA > OBJ
PFT > VVIQ

**OBJECT-VISUAL
COGNITIVE STYLE**

OBJ > SPA
VVIQ > PFT

che quello verbale. 5 architetti (Po1, Po4, P12, P19, P22) hanno ottenuto un punteggio nel PFT inferiore rispetto alla preferenza riferita sull'elaborazione di informazioni tramite il codice verbale (scala VER), il che significa che la loro capacità di eseguire rotazioni spaziali è più debole delle loro capacità verbali riferite. Considerando i risultati del VVIQ e del PFT, 22 dei 30 architetti testati sono più abili a visualizzare mentalmente immagini rispetto a quanto non siano abili a compiere rotazioni spaziali mentalmente.

8.3.2 Descrizione del task

Ogni partecipante, sia del Gruppo A che del Gruppo B, era seduto davanti a un computer e ha ricevuto, uno alla volta, sei incarichi progettuali che consistevano in alcune informazioni sul sito, sul budget e un elenco di alcune richieste dei clienti (vedi esempi nella Fig. 5, versione estesa nell'Allegato 12). Dopo ciascuna scheda-incarico, seguiva una serie di schede tematiche. Ogni scheda tematica era formata da un titolo e una serie di icone rappresentanti possibili opzioni rispetto al tema in questione. Al partecipante è stato chiesto di formarsi l'immagine mentale del progetto di cui alla scheda-incarico in modo sequenziale, guidato dalle schede tematiche. Una volta cliccata l'icona che meglio si avvicinava all'immagine mentale dell'architettura immaginata, potevano passare alla scheda successiva. La questione posta dalle schede tematiche poteva variare da "posizione nel sito" a "tipo di corrimano" (per altri esempi: nella Fig. 5, versione estesa nell'Allegato 12). Al completamento di tre incarichi, era prevista una pausa e poi si proseguiva con gli altri tre incarichi, con le stesse modalità. Questo procedimento era identico per tutti i partecipanti, che hanno svolto l'esperimento uno alla volta, in giornate separate.

Il task così costruito aveva l'obiettivo di simulare le seguenti caratteristiche BIM:

- (a) la frammentazione del processo di progettazione in sotto-problemi predefiniti,
- (b) l'approccio astratto alla cognizione dello spazio,
- (c) la chiusura dei problemi proposti.

8.3.3 Fase 2: valutazione elettroencefalografica

Elettroencefalografia (EEG) e Movement Related Cortical Potential (MRCP)

La registrazione elettroencefalografica (EEG) sullo scalpo è una procedura innocua e fornisce un'evidenza strumentale dell'attività corticale di aree del cervello che sono in qualche modo influenzate, tra gli altri fattori, dallo stato cognitivo o emotivo del soggetto.

Al fine di rilevare sottili cambiamenti di tale attività, è fondamentale aumentare di diversi ordini di grandezza il tasso di "rumore" nel segnale della regi-

ABITAZIONE UNIFAMILIARE

AREA DI PROGETTO



generica localizzazione
costiere in area mediterranea

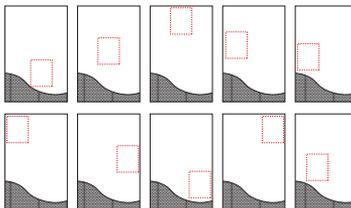


schematizzazione del lotto

INCARICO

Progetto architettonico preliminare
Abitazione unifamiliare
Budget: 500 000 €
Committente: coppia con due figli
Richieste del committente:
- la maggior parte degli ambienti deve avere vista mare
- una parte del lotto a disposizione deve rimanere non costruita e adibita a giardino
- deve essere previsto un parcheggio privato

POSIZIONE DEL LOTTO NELL'AREA



TIPO DI IMPRONTA A TERRA (QUALUNQUE ORIENTAMENTO)



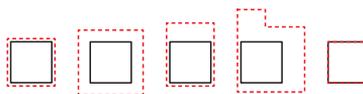
SISTEMA STRUTTURALE



TIPO DI COPERTURA



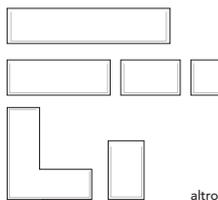
SPORTO DI GRONDA



NUMERO DI BALCONI

0 1-3 4-6 7-10 altro

FORMA DEI BALCONI



strazione. Il metodo più efficace in grado di fornire risultati immediatamente comprensibili con una semplice statistica eseguita da qualsiasi computer è la media. Questo si basa sul principio che se eseguiamo un'operazione di media, quelle parti del segnale di tempo e fase legate a un evento saranno evidenziate, mentre quelle differenze di potenziale che si verificano casualmente si annulleranno. Nel nostro caso, proponiamo di esplorare l'attività EEG sincronizzata al movimento del mouse per selezionare un'immagine sullo schermo. La media ottenuta in conseguenza di tale movimento è chiamata *movement related cortical potential*, o MRCP. È possibile, memorizzando l'EEG digitalizzato in un ciclo di memoria continua di capienza adeguata, individuare la traccia di EEG corrispondente ad un intervallo di tempo precedente al movimento (in questo caso il clic del mouse).

Quindi è possibile esplorare l'attività corticale che conduce al comando motorio per fare clic. Questa attività può formarsi in diverse parti della corteccia, in funzione del processo cognitivo responsabile, chiamato prassi. In neuropsicologia, la prassi è definita come la capacità di eseguire movimenti finalizzati a un determinato scopo (Kriegstein & Brust, 2013). Tutte le nostre azioni sono compiute in risposta ai pensieri o stimoli provenienti dell'ambiente; da questi primi input, interni o esterni, nasce la volontà del movimento e si forma la programmazione del movimento, nucleo della prassi. Recentemente, una serie di esperimenti è stata ideata per comprendere la prassi.

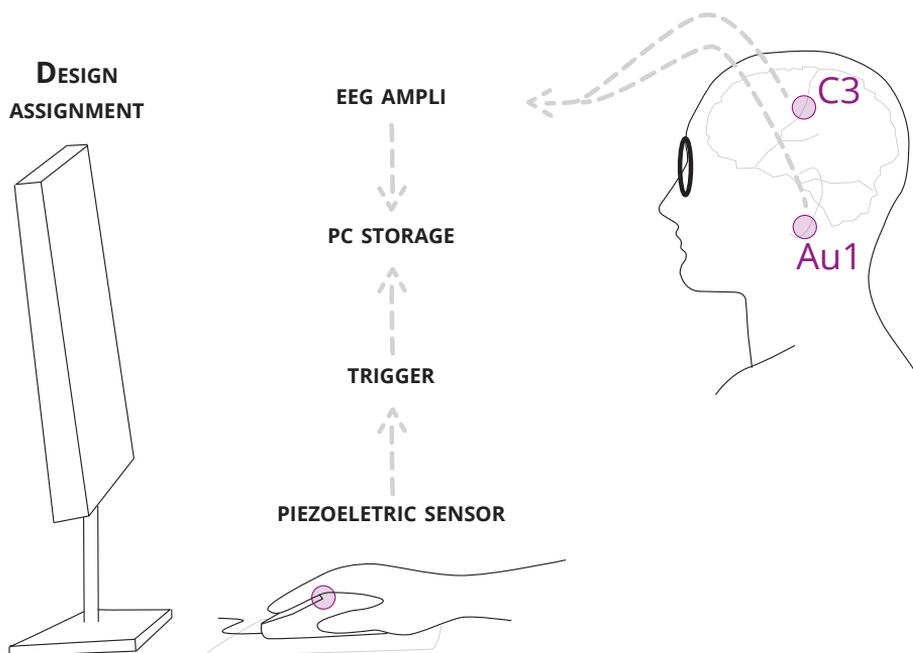
Quando è stato chiesto di eseguire compiti cognitivamente impegnativi, i soggetti studiati hanno prodotto attività corticale circa 3 secondi prima del movimento effettivo. Tale attività era localizzata sia nell'area prefrontale che nell'area parietale situata nella parte posteriore della corteccia cerebrale ed è stato dimostrato che tale attività era effettivamente relativa ad attività di prassi complesse (Bozzacchi et al., 2015; Wheaton et al., 2005). È interessante notare che l'attività molto precoce che si è verificata nelle aree prefrontali è stata modulata da uno stato di aspettativa emotiva. Affrontando il tema della presente proposta, si ipotizza che attività cognitive complesse come quelle impiegate nella progettazione architettonica potrebbero influenzare le caratteristiche di MRCP legate al movimento del mouse necessarie per operare la selezione delle immagini.

Registrazione elettroencefalografica

L'EEG relativo a 100-200 movimenti –corrispondenti ai 100-200 clic relativi alla scelta dell'icona– è stato registrato in ogni sessione. Ogni soggetto ha ripetuto la stessa registrazione in condizioni identiche due volte, per valutare la ripetibilità intra-soggetto. Ogni clic ha attivato l'archiviazione di memoria dei 3500 ms prima e 500 ms dopo il clic. Di conseguenza, ai soggetti è stato chiesto di fare clic con il mouse a intervalli non inferiori a 5000 ms. Le registrazioni acquisite a intervalli più brevi sono state scartate.

Un sensore piezoelettrico era attaccato al tasto sinistro del mouse. Ogni volta che il soggetto premeva il pulsante per selezionare un'icona, veniva inviato un segnale di sincronizzazione all'apparecchio di registrazione EEG per la media MRCP. L'EEG è stato registrato da una derivazione secondo il sistema internazionale 10-20 (C3-Au1, C4Au1 e Cz-Au1) [Fig. 6]. Il segnale EEG è stato amplificato con bandpass di 0,1-2000 Hz e digitalizzato con un convertitore analogico-digitale (NI PCIe-6320, X Series Multifunction DAQ, 16 Bit, frequenza di campionamento 250KS/s del National Instruments, Austin, Texas). La memorizzazione e l'analisi del segnale (media e cross-correlation tra le variabili) sono state eseguite con applicazioni dedicate sviluppate in linguaggio LabView2019©. L'analisi dei componenti MRCP è stata effettuata secondo i metodi già proposti da (Leandri et al., 2021). I componenti di interesse per questo lavoro sono N-150, P-40, N+30, P+120, N+300. Le loro latenze, ampiezze e aree sono state valutate come parametri principali. Per ogni sessione è stata prodotta una media. Una volta che una serie di registrazioni ripetibili sono state identificate, è stata calcolata una *grand-average* (media delle singole medie) per per identificare una tendenza comune.

Le statistiche descrittive e il test T di Student sono stati utilizzati dove necessario, con un valore $p < 0,01$ impostato come livello di visibilità. Il test Shapiro-Wilk è stato utilizzato per valutare la distribuzione normale dei dati quando necessario.



6. Set-up dell'esperimento.

Analisi dei dati e risultati della Fase 2

Nelle Figure 7 e 8 sono mostrate le registrazioni medie dei tre soggetti risultati dalla Fase 1 come immaginatori *object* [Fig. 7] e quelle dei tre soggetti risultati dalla Fase 1 come immaginatori *spatial* [Fig. 8].

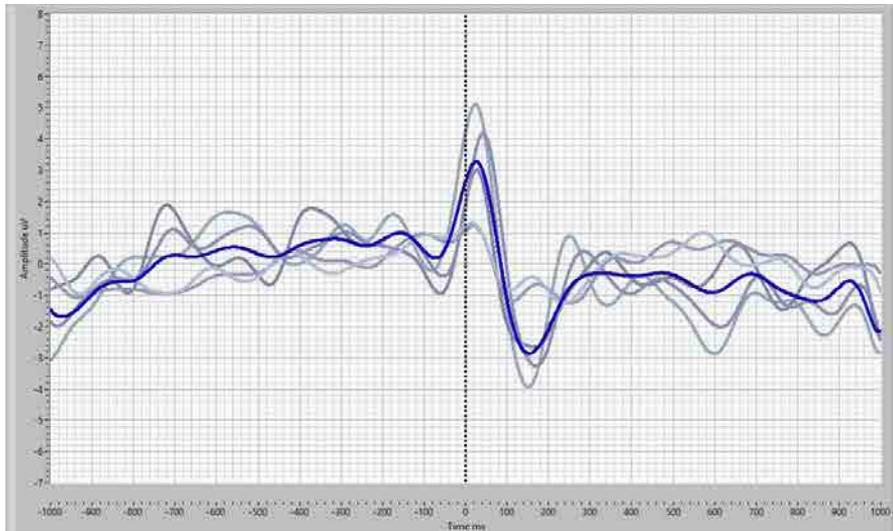
È da notare che da circa 1 secondo prima del movimento (segnato dalla linea tratteggiata verticale) l'attività cerebrale mostra un aumento, raggiungendo il suo massimo al momento del movimento o subito dopo. Questa parte del record riflette: 1) tra il segno -1000 e -100 sull'asse x, l'attività neuronale delle aree di associazione durante la preparazione del movimento, e 2) tra il segno -100 e 0 l'attività dei neuroni corticali primari che inviano gli ordini finali ai muscoli per il movimento della mano e del braccio. Dopo di che, tutte le onde rappresentano la percezione sensoriale da parte della corteccia parietale. Quest'ultima attività può rappresentare un elemento importante nell'innescare di nuove idee nelle aree motorie frontali riportando quanto processato percettivamente.

Quando si confrontano le tracce dei soggetti con stile *object* con quelle dei soggetti con stile *spatial*, è molto evidente che in quest'ultimo caso la loro ampiezza è molto più piccola. Date le forme d'onda complesse, l'ampiezza del segnale non è una misura affidabile, ed è meglio sostituita dall'area sotto la curva, o, ancora meglio, dal calcolo dell'energia del segnale espressa in picoJoules in una data epoca (Leandri et al., 2021). Nella Figura 9 vengono confrontate le due grandi medie ottenute e la superficie del grafico utilizzata per il calcolo dell'energia viene mostrata in colore pieno. Nel caso della curva riferita ai soggetti *object*, il segnale di energia medio è 3530.45 ± 2263.02 pj, da confrontare con il risultato dei soggetti *spatial*, che era 370.15 ± 233.67 pj. Vista la variabilità della singola registrazione, la limitatezza e la tipologia del campione non è stato possibile ottenere una significatività statistica. Tuttavia, la grande differenza che è visibile tra le due condizioni [Fig. 7-8] lascia prevedere che con un maggior numero di soggetti o di ripetizioni all'interno dello stesso soggetto potrebbe essere raggiunto un risultato significativo.

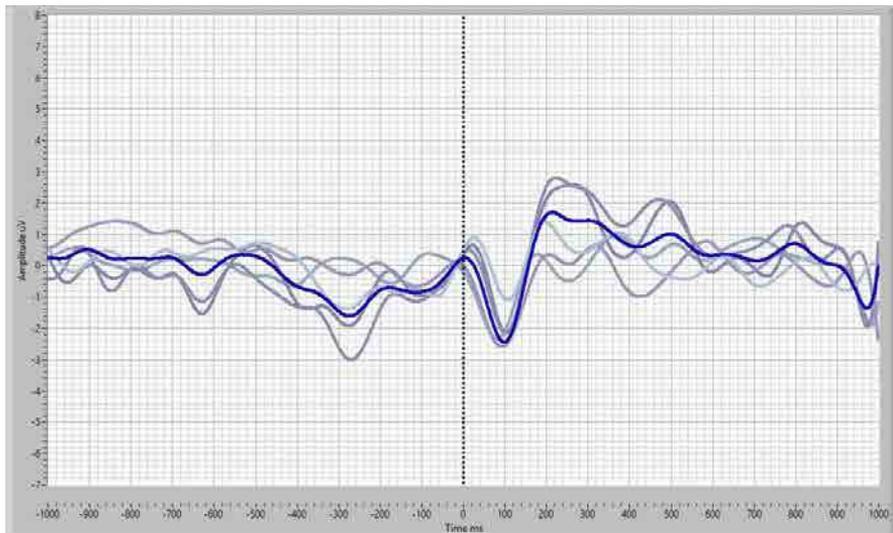
8.4 Conclusioni e futuri sviluppi

L'obiettivo dell'esperimento era quello di indagare se durante lo svolgimento di un compito che simulasse un processo che si avvale di software di tipo BIM architetti esperti manifestassero differenze nell'attività cerebrali, rilevata con l'EEG, corrispondenti alle differenze individuali riscontrate attraverso test psicometrici.

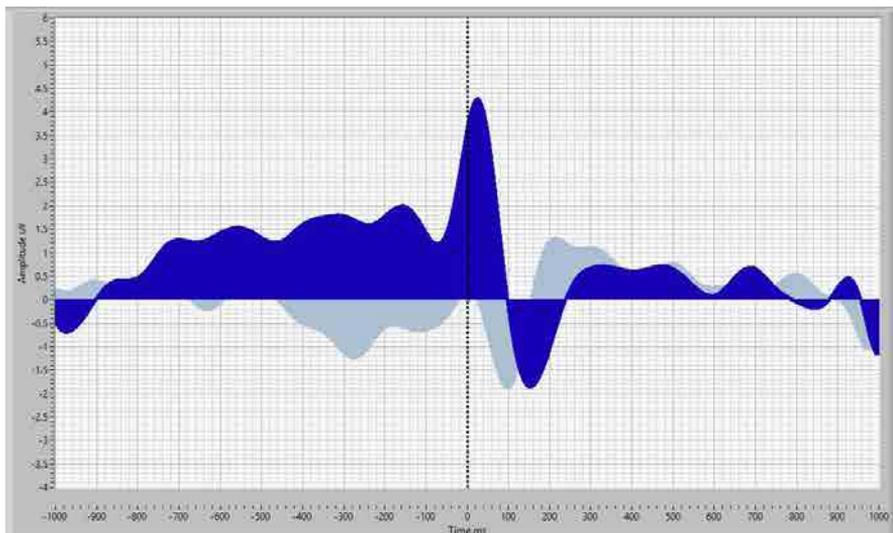
Quello che è stato rilevato è una coerenza tra attività corticali, durante lo svolgimento dello stesso compito, dei soggetti appartenenti allo stesso gruppo. Inol-



7. Media dei MRCPs dei tre soggetti immaginatori di tipo *object*.



8. Media dei MRCPs dei tre soggetti immaginatori di tipo *spatial*.



9. Calcolo dell'energia di superficie delle due medie. *Object* in blu e *spatial* in grigio.

tre, è stata riscontrata una differenza tra le registrazioni delle attività corticali dei due gruppi.

Dalle differenze di potenziale registrate non si può dedurre con esattezza la loro causa, ma quello che risulta interessante è che durante un processo guidato, nel nostro caso simulando un processo creativo guidato da un software di tipo BIM, esistono reazioni diverse corrispondenti a differenze negli stili cognitivi visuali (*object-spatial*). Questo può indicare una fatica maggiore di qualcuno nei confronti di un tipo di processo, in funzione delle proprie caratteristiche individuali, e quindi potrebbe suggerire la necessità di una maggiore adattabilità di alcuni software al fine di risultare più in linea con attitudini o capacità dell'utente.

Si ritiene quindi che questo esperimento abbia fornito un indirizzo per future ricerche, che dovrebbero includere un campione più ampio e potrebbero indagare ulteriori differenze individuali e il loro possibile effetto sull'uso dei software; considerando l'adattabilità dei software per la progettazione come possibile linea di ricerca futura.



10. I partecipanti allo studio durante la registrazione dell'EEG.

Bibliografia

- Abraham, A. (2016). The imaginative mind. *Human Brain Mapping*, 37(11), 4197–4211.
- Abraham, A. (2020a). Surveying the Imagination Landscape. In A. Abraham (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Imagination* (1st ed., pp. 1–10). Cambridge University Press.
- Abraham, A. (Ed.). (2020b). *The Cambridge Handbook of the Imagination*. Cambridge University Press.
- Agnoli, S., Vanucci, M., Pelagatti, C., & Corazza, G. E. (2018). Exploring the Link Between Mind Wandering, Mindfulness, and Creativity: A Multidimensional Approach. *Creativity Research Journal*, 30(1), 41–53.
- Alcaide-Marzal, J., Diego-Más, J. A., Asensio-Cuesta, S., & Piqueras-Fiszman, B. (2013). An exploratory study on the use of digital sculpting in conceptual product design. *Design Studies*, 34(2), 264–284.
- Arbib, M. (2015). Toward a neuroscience of the design process. In S. Robinson & J. Pallasmaa (Eds.), *Mind in architecture. Neuroscience, Embodiment and the Future of Design*. MIT Press.
- Arbib, M. A. (2020). From spatial navigation via visual construction to episodic memory and imagination. *Biological Cybernetics*, 114(2), 139–167.
- Arbib, M. A. (2021). *When brains meet buildings*. Oxford University Press.
- Archer, B. (1979). Design as a Discipline. *Design Studies*, 1(1), 17–20.
- Arielli, E. (2003). *Pensiero e progettazione: La psicologia cognitiva applicata al design e all'architettura*. B. Mondadori.
- Armstrong, D. M. (1980). *The Nature of mind: And other essays*. University of Queensland Press.
- Arnheim, R. (1969). *Visual thinking*. Univ. of California Press.
- Athavankar, U. A. . (1997). Mental imagery as a design tool. *Cybernetics and Systems*, 28(1), 25–42.
- Bachelard, G. (1971). *The Poetics of Reverie: Childhood, Language, and the Cosmos*. Beacon Press.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working Memory. In G. H. Bower (Ed.), *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 8, pp. 47–89). Academic Press.
- Baghaei Daemei, A., & Safari, H. (2018). Factors affecting creativity in the archi-

- tectural education process based on computer-aided design. *Frontiers of Architectural Research*, 7.
- Baird, B., Smallwood, J., Mrazek, M. D., Kam, J. W. Y., Franklin, M. S., & Schooler, J. W. (2012). Inspired by distraction: Mind wandering facilitates creative incubation. *Psychological Science*, 23(10), 1117–1122.
- Bandi, F. (2018). The potentiality of imagination in Mikel Dufrenne's philosophy. *Lebenswelt. Aesthetics and philosophy of experience.*, N. 12 (2018).
- Barsalou, L. W. (2016). Situated conceptualization: Theory and applications. In Y. Coello & M. H. Fischer (Eds.), *Foundations of embodied cognition: Perceptual and emotional embodiment* (pp. 11–37). Routledge/Taylor & Francis Group.
- Bateson, G. (1972). *Steps to an ecology of mind*. Chandler Publishing Company. (trad. it. *Verso un' ecologia della mente*. Adelphi, 2001)
- Bauman, Z. (2000). *Liquid Modernity*. Polity Press. (Trad. it. *Modernità liquida*. Laterza, 2011).
- Bêka, I., & Lemoine, L. (2023). *The Emotional Power of Space*. Bêka and Partners.
- Benjamin, W. (1936). *Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit*. (trad. it. *L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica*. Donzelli, 2019)
- Bergson, H. (1907). *L'Évolution créatrice*. Presses universitaire français. (Trad. it. *L'evoluzione creatrice*. Raffaello Cortina, 2002).
- Bilda, Z., & Demirkan, H. (2003). An insight on designers' sketching activities in traditional versus digital media. *Design Studies*, 24(1), 27–50.
- Bilda, Z., & Gero, J. (2008). Idea Development Can Occur Using Imagery Only. In *Design Computing and Cognition '08—Proceedings of the 3rd International Conference on Design Computing and Cognition* (pp. 303–320).
- Biraghi, M. (2008). *Storia dell'architettura contemporanea*. G. Einaudi.
- Blajenkova, O., Kozhevnikov, M., & Motes, M. A. (2006). Object-spatial imagery: A new self-report imagery questionnaire. *Applied Cognitive Psychology*, 20(2), 239–263.
- Blazhenkova, O., & Kozhevnikov, M. (2009). The new object-spatial-verbal cognitive style model: Theory and measurement. *Applied Cognitive Psychology*, 23(5), 638–663.
- Boffi, M., Diana, B., Riva, E., Inghilleri, P., Argenton, L. U., Muzio, M., & Riva,

- G. (2012). L'adattamento italiano della Dispositional Flow Scale II - DFS 2. In G. R. M. Muzio, G. Riva, & L. U. Argenton (Eds.), *Flow, benessere e prestazione eccellente. Dai modelli teorici alle applicazioni nello sport e in azienda*. FrancoAngeli.
- Bozzacchi, C., Spinelli, D., Pitzalis, S., Giusti, M. A., & Di Russo, F. (2015). I know what I will see: Action-specific motor preparation activity in a passive observation task. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 10(6), 783–789.
- Bresson, R. (1950). *Notes on cinematography*. Urizen Books.
- Bruner, E. (2018). *La mente oltre il cranio: Prospettive di archeologia cognitiva*. Carocci editore.
- Buondonno, L. (2023). L'emergere della mente nella progettazione architettonica: Corpo, cervello e strumenti digitali. *Dialoghi con Sarah Robinson, Bob Condia e Michael Arbib. GUD (Genoa University Design)*, 7.
- Burch, R. (2022). Charles Sanders Peirce. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Metaphysics Research Lab, Stanford University.
- Buse, C., Nettleton, S., Martin, D., & Twigg, J. (2017). Imagined bodies: Architects and their constructions of later life. *Ageing and Society*, 37(7), 1435–1457.
- Caetano, I., Santos, L., & Leitão, A. (2020). Computational design in architecture: Defining parametric, generative, and algorithmic design. *Frontiers of Architectural Research*, 9(2), 287–300.
- Calvino, I. (1988). *Lezioni americane. Sei proposte per il prossimo millennio*. Garzanti. (Calvino, I. (1992). *Lezioni americane: Sei proposte per il prossimo millennio*. Garzanti.)
- Canepa, E. (2022). *Architecture Is Atmosphere. Notes on Empathy, Emotions, Body, Brain, and Space*. Mimesis International.
- Cappuccio, M. (2008). La crisi delle scienze e la neurofenomenologia come missione filosofica. *Rivista di estetica*, 37, Article 37.
- Caravà, M. (2015). La nozione di “mente estesa” tra scienze cognitive, semiotica e pragmatismo. Alcune riflessioni a partire dal tema del linguaggio. *Rivista Italiana di Filosofia del Linguaggio*, 2015, 139–151.
- Carmo, M. (2004). Ten years of folding. In G. Lynn, *Folding in Architecture*. Academy Press.

- Carpo, M. (2013). The Ebb and Flow of Digital Innovation: From Form Making to Form Finding - and Beyond. *Architectural Design*, 83(1), 56–61.
- Carpo, M. (2017). *The second digital turn: Design beyond intelligence*. The MIT Press.
- Carriere, J. S. A., Seli, P., & Smilek, D. (2013). Wandering in both mind and body: Individual differences in mind wandering and inattention predict fidgeting. *Canadian Journal of Experimental Psychology / Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale*, 67(1), 19–31.
- Caruana, F. (2012). Strumenti incarnati. Che cosa accade nel cervello quando estendiamo il corpo. *Sistemi intelligenti*, 1, 127–140.
- Cecchi, D. (2022). Art, Imagination and (Technical) Creativity in the Philosophy of Emilio Garroni. *Aesthetica Preprint*, 53.
- Chalmers, D. (1995). Facing up to the problem of consciousness. *Journal of Consciousness Studies*, 2(3), 200–219.
- Chiorri, C. (2022). Il ruolo dei processi cognitivi nella progettazione architettonica. In A. Giachetta, *Architettura e immagini mentali. Processi cognitivi per il progetto dello spazio costruibile nell'era della complessità*. Franco-Angeli.
- Chiorri, C., & Vannucci, M. (2019). Replicability of the Psychometric Properties of Trait-Levels Measures of Spontaneous and Deliberate Mind Wandering. *European Journal of Psychological Assessment*, 35(4), 459–468.
- Chiorri, C., Bracco, F., Piccinno, T., Modafferi, C., & Battini, V. (2015). Psychometric Properties of a Revised Version of the Ten Item Personality Inventory. *European Journal of Psychological Assessment*, 31(2), 109–119.
- Cialone, C., Tenbrink, T., & Spiers, H. J. (2018). Sculptors, Architects, and Painters Conceive of Depicted Spaces Differently. *Cognitive Science*, 42(2), 524–553.
- Clark, A. (2008). *Supersizing the mind: Embodiment, action, and cognitive extension*. Oxford university press.
- Clark, A., & Chalmers, D. (1998). The Extended Mind. *Analysis*, 58(1), 7–19.
- Condia, B., Jelić, A., Mallgrave, H., Robinson, S., & Hamilton, J. (2020). *Affordances and the Potential for Architecture*. New Prairie Press.
- Cross, N. (1982). Designerly ways of knowing. *Design Studies*, 3(4), 221–227.
- Currie, G., & Ravenscroft, I. (2002). *Recreative Minds: Imagination in Philosophy*

- and Psychology (C. Hoerl, Ed.). Oxford University Press.
- Damasio, A. R. (1994). *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*, Putnam (trad. it.: *L'errore di Cartesio. Emozione, ragione e cervello umano*, Adelphi edizioni, Milano, 1995, Macaluso, F., Transl.).
- De Matteis, F. (2020). *I sintomi dello spazio. Corpo architettura città. Mimesis*.
- Deleuze, G. (1988). *Le pli: Leibniz et le Baroque*. Editions de Minuit. (trad. it. *La piega*. Einaudi, 2004)
- Deleuze, G., & Guattari, F. (1980). *Mille piani. Capitalismo e schizofrenia*. Minuit.
- De Luca, F., & Nardini, M. (2003). *Dietro le quinte: Tecniche d'avanguardia nella progettazione contemporanea. Testo & immagine*.
- Derryberry, D., & Reed, M. A. (2002). Anxiety-related attentional biases and their regulation by attentional control. *Journal of Abnormal Psychology*, *111*(2), 225–236.
- Dilthey, W. (1883). *Einleitung in die Geisteswissenschaften. Versuch einer Grundlegung für das Studium der Gesellschaft und Geschichte*, Duncker & Humblot (trad. it. *Introduzione alle scienze dello spirito*, Bompiani, 2007, De Toni, G. A., Transl.).
- Dorst, K., & Cross, N. (2001). Creativity in the design process: Co-evolution of problem–solution. *Design Studies*, *22*(5), 425–437.
- Eco, U. (2014) *Ekfrasi, ipotiposi e metafora*, in Donna R. Miller; Enrico Monti (eds) *Tradurre Figure / Translating Figurative Language*, Bologna: CeSLiC, 'Quaderni del CeSLiC. Atti di Convegni', pp. 1-9
- Ekstrom, R. B., & Harman, H. H. (1976). *Manual for kit of factor-referenced cognitive tests*. Educational testing service.
- Espuelas F. (2009), *Madre materia*, Outer Ediciones, Madrid (trad.it.: *Madre materia*, Marinotti, Milano, 2012).
- Fazekas, P., Nanay, B., & Pearson, J. (2020). Offline perception: An introduction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *376*(1817), 20190686.
- Fazel, R., & Vasta, G. (2022). *Palermo: Un'autobiografia nella luce*. Humboldt Books.
- Ferraris, M. (1996). *L'immaginazione*. Il Mulino.

- Gallese, V., & Lakoff, G. (2005). The Brain's concepts: The role of the Sensory-motor system in conceptual knowledge. *Cognitive Neuropsychology*, 22(3-4), 455-479.
- Galofaro, L., & Eisenman, P. (1999). Eisenman digitale: Uno studio dell' era elettronica. Testo & Immagine.
- García-Moncó, Í. (2022). Praxis digital: Apuntes para una síntesis fenomenológica. *Argumentos de Razón Técnica*, 255-274.
- Garroni, E. (1992). Estetica: Uno sguardo-attraverso. Garzanti. (Estetica. Uno sguardo-attraverso. Castelveccchi. 2020)
- Gero, J. S., & Milovanovic, J. (2020). A framework for studying design thinking through measuring designers' minds, bodies and brains. *Design Science*, 6.
- Giachetta, A. (2019). Prefigurazioni. Esercitare l'immaginazione; immaginare la materialità. In A. Giachetta, *La costruzione dell'idea, il pensiero della materia. Riflessioni sul progetto di architettura*. FrancoAngeli.
- Giachetta, A. (Ed.). (2022). *Architettura e immagini mentali: Processi cognitivi per il progetto dello spazio costruibile nell'era della complessità*. FrancoAngeli.
- Gibson, J. J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Houghton Mifflin Harcourt (HMH).
- Goldschmidt, G. (1995). Visual displays for design: Imagery, analogy and databases of visual images. In A. Koutamanis, H. Timmermans, & I. Vermeunel (Eds.), *Visual Databases in Architecture. Recent Advances in Design and Decision Making*. Avebury.
- Goldschmidt, G. (2001). Visual Analogy—A Strategy for Design Reasoning and Learning. In *Design Knowing and Learning: Cognition in Design Education* (pp. 199-219). Elsevier.
- Gosling, S. D., Rentfrow, P. J., & Swann Jr., W. B. (2003). A very brief measure of the Big-Five personality domains. *Journal of Research in Personality*, 37(6), 504-528.
- Gurwitsch, A. (2009). *The collected works of Aron Gurwitsch (1901-1973), Volume I: Constitutive Phenomenology in Historical Perspective*, Springer Nature.
- Hägglman, A., Tsai, G., Elsen, C., Honda, T., & Yang, M. C. (2015). Connections Between the Design Tool, Design Attributes, and User Preferences in

- Early Stage Design. *Journal of Mechanical Design*, 137(7), 071408.
- Hansen, B. (2019). *The Dictionary of Multimedia. Term and Acronyms*. Hoepli.
- Hay, L., Duffy, A. H. B., McTeague, C., Pidgeon, L. M., Vuletic, T., & Grealy, M. (2017). Towards a shared ontology: A generic classification of cognitive processes in conceptual design. *Design Science*, 3, e7.
- Heidegger, M. (1927). *Sein und Zeit*. (Trad.it. *Essere e tempo*. Longanesi. 2005)
- Holl, S. (2004). *Parallax: Architettura e percezione*. Postmedia Books.
- Holl, S., & Carta, D. (2018). *Lake of the mind: Conversazione con Steven Holl*.
- Holl, S., Pallasmaa, J., & Pérez Gómez, A. (1994). Questions of perception: Phenomenology of architecture. *A+U*. (Questions of perception: Phenomenology of architecture. William Stout. 2006).
- Hu, J. X., Zhao, H., & Zhou, H. H. (2010). False Discovery Rate Control With Groups. *Journal of the American Statistical Association*, 105(491), 1215–1227.
- Husserl, E. (1968). *Phänomenologische Psychologie, Vorlesungen Sommersemester 1925*, Hrsg. (ed. by) Biemel W., Nijhoff M., Haag D., Martinus Nijhoff (Eng. Transl.: *Phenomenological Psychology*, Martinus Nijhoff / The Hague, 1977, Scanlon, J., Transl.).
- Hutchins, E. (2006). *Cognition in the wild* (8. pr). The MIT Press.
- Ibrahim, R., & Pour Rahimian, F. (2010). Comparison of CAD and manual sketching tools for teaching architectural design. *Automation in Construction*, 19(8), 978–987.
- Ihde, D. (1990). *Technology and the lifeworld: From garden to earth* (Nachdr.). Indiana University Press.
- Ihde, D. (2002). *Bodies in technology*. University of Minnesota Press.
- Ihde, D. (2012). Postphenomenological Re-embodiment. *Foundations of Science*, 17(4), 373–377.
- Ihde, D., & Malafouris, L. (2018). Homo faber Revisited: Postphenomenology and Material Engagement Theory. *Philosophy & Technology*, 32(2), 195–214.
- Imrie, R. (2003). Architects' Conceptions of the Human Body. *Environment and Planning D: Society and Space*, 21(1), 47–65.
- Ingold, T. (2013). *Making: Anthropology, archaeology, art and architecture*. Rout-

- ledge. (Trad. it. Making. Antropologia, archeologia, arte e architettura. Raffaello Cortina. 2019).
- Iriki, A., Tanaka, M., Obayashi, S., & Iwamura, Y. (2001). Self-images in the video monitor coded by monkey intraparietal neurons. *Neuroscience Research*, 40(2), 163–173.
- Irwin, S. (2005). Technological Other/Quasi Other: Reflection on Lived Experience. *Human Studies*, 28(4), 453–467.
- Jackson, S. A., & Eklund, R. C. (2002). Assessing flow in physical activity: The Flow State Scale-2 and Dispositional Flow Scale-2. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 24(2), 133–150.
- Jelić, A. (2015). Designing “pre-reflective” architecture. *Ambiances. Environnement Sensible, Architecture et Espace Urbain*, 1, Article 1.
- Jelić, A., Tieri, G., De Matteis, F., Babiloni, F., & Vecchiato, G. (2016). The Enactive Approach to Architectural Experience: A Neurophysiological Perspective on Embodiment, Motivation, and Affordances. *Frontiers in Psychology*, 7.
- Jelić, A., Tieri, G., De Matteis, F., Babiloni, F., & Vecchiato, G. (2016). The Enactive Approach to Architectural Experience: A Neurophysiological Perspective on Embodiment, Motivation, and Affordances. *Frontiers in Psychology*, 7.
- Kandel, E. R. (Ed.). (2013). *Principles of neural science* (5th ed). McGraw-Hill.
- Kant, I. (1781). *Kritik der reinen Vernunft* (Tr. it Critica della ragione pura, a cura di C. Esposito, Bompiani, Milano. 2004).
- Kant, I. (1790). *Kritik der Urteilkraft* (Trad. it. Critica del giudizio, a cura di M. Marassi, Bompiani. 2015)
- Kelly, L. (2023). The invisible envelopes of extended self. *Domus*, 1079.
- Kind, A., & Kung, P. (2016). *Knowledge through imagination*. Oxford university press.
- Kirsh, D. (2009). Projection, problem space and anchoring. *Proceedings of the 31st Annual Conference of the Cognitive Science Society*.
- Kirsh, D. (2010). Thinking with external representations. *AI & SOCIETY*, 25(4), 441–454.
- Kosslyn S.M. (1983), *Ghosts in the Mind’s Machine. Creating and Using Images in the Brain*, W.W. Norton and Co. (Trad. it.: *Le immagini nella mente. Creare ed utilizzare le immagini nel cervello*, Giunti, 1999, Noferi G., Transl.).

- Kosslyn S.M., Miller G.W. (2013). *Top Brain, Bottom Brain. Surprising Insights into How You Think*. Simon & Schuster. (Trad. it. *Cervello alto e cervello basso. Perché pensiamo ciò che pensiamo*. Bollati Boringhieri, Torino, 2018).
- Kosslyn, S. M., Ganis, G., & Thompson, W. L. (2001). Neural foundations of imagery. *Nature Reviews Neuroscience*, 2(9), Article 9.
- Koukouti, M. D., & Malafouris, L. (2020). Material Imagination: An Anthropological Perspective. In A. Abraham (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Imagination* (pp. 30–46). Cambridge University Press.
- Kozhevnikov, M., Hegarty, M., & Mayer, R. E. (2002). Revising the visualizer-verbalizer dimension: Evidence for two types of visualizers. *Cognition and Instruction*, 20(1), 47–78.
- Kozhevnikov, M., Kosslyn, S., & Shephard, J. (2005). Spatial versus object visualizers: A new characterization of visual cognitive style. *Memory & Cognition*, 33(4), 710–726.
- Kriegstein, A., & Brust, J. (2013). Appendix B The Neurological Examination of the Patient. In E. R. Kandel, J. Schwartz, S. Jessell, A. Spiegelbaum, & J. Hudspeth, *Principles of Neural Science*. Mac Graw Hill.
- Landrum, L. (2016). Varieties of architectural imagination. *Warehouse Journal*, 25.
- Lawson, B. (1979). Cognitive Strategies in Architectural Design. *ERGONOMICS*, 22, 59–68.
- Lawson, B. (1980). *How Designers Think*. Architectural Press. (How designers think: The design process demystified. Elsevier/Architectural Press. 2005).
- Lawson, B. (1993). Parallel lines of thought. *Languages of Design*, 1, 357–366.
- Lawson, B. (2023). *Il viaggio degli studenti di progettazione: Capire come pensano i progettisti* (M. Zambelli, Ed.; 1st ed., Vol. 29). Firenze University Press.
- Leandri, G., Schenone, A., & Leandri, M. (2021). Detection of movement related cortical potentials in freehand drawing on digital tablet. *Journal of Neuroscience Methods*, 360, 109231.
- Liao, S., & Gendler, T. (2020). Imagination. In *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2020). Metaphysics Research Lab, Stanford University.
- Lindsey, B., Saggio, A. (2001). *Gehry digitale : resistenza materiale, costruzione digitale. Testo & immagine*.

- Logie, R. H., & Denis, M. (Eds.). (1991). *Mental images in human cognition*. (pp. xvi, 433). North-Holland.
- Loos A. (1924), "Von der Sparsamkeit", *Wohnungskultur*, n. 2/3, (cit. in Espuelas, 2009, p. 90 trad. it. 2012).
- Loos, A. (1962, saggio datato 1913), *Regeln für den der in den Bergen baut*, in *Ins Leere gesprochen, 1987-1900, Trotzdem, 1900-1930*, Verlag Herold, pp. 329-330 (trad. it.: *Regole per chi costruisce in montagna*, in *Parole nel vuoto*, Adelphi, Milano, 1993, pp. 271-272).
- Lynn, G. (1993). *Architectural Curvilinearity: The Folded, the Pliant and the Supple*. In Lynn, G. (a cura di) *Folding in Architecture*. Architectural Design.
- Malafouris, L. (2013). *How things shape the mind: A theory of material engagement*. The MIT Press.
- Malafouris, L. (2020). Thinking as "Thinging": Psychology With Things , Thinking as "Thinging": Psychology With Things. *Current Directions in Psychological Science*, 29(1), 3–8.
- Mallgrave, H. (2015). 'Know thyself': Or what designers can learn from the contemporary biological sciences. In *Mind in Architecture. Neuroscience, Embodiment, and the Future of Design*. The MIT Press.
- Mallgrave, H. F. (2009). *The architect's brain: Neuroscience, creativity and architecture*. Wiley-Blackwell.
- Mallgrave, H. F. (2013). *Architecture and embodiment: The implications of the new sciences and humanities for design*. Routledge.
- Mallgrave, H. F. (2015). *Empatia degli spazi: Architettura e neuroscienze*. Cortina.
- Mancini, M. F. (2022). *Rappresentazioni digitali*. Masterclass - Scuola di dottorato ADD, Genova.
- Manu, A. (2007). *The imagination challenge: Strategic foresight and innovation in the global economy*. New Riders.
- Manzini, E. (1986). *La materia dell'invenzione*. Arcadia.
- Marks, D. F. (1973). *Visual Imagery Differences in the Recall of Pictures*. *British Journal of Psychology*, 64(1), 17–24.
- Merleau-Ponty, M. (1945), *Phénoménologie de la perception*, Gallimard (Trad. it.:

- Fenomenologia della percezione, Bompiani, 2003, Bonomi, A., Transl.).
- Migliari, R. (Ed.). (2004). *Disegno come modello: Riflessioni sul disegno nell'era informatica*. Kappa.
- Migliari, R. (Ed.). (2004). *Disegno come modello: Riflessioni sul disegno nell'era informatica*. Kappa.
- Mitchell, W. J. (1995). *City of Bits: Space, Place, and the Infobahn*. MIT Press.
- Monge, G. (1795) *Geometrie Descriptive*.
- Montani, P. (2021). Lo spazio e la tecnica. Spazio, spazialità, spazializzazione. *E|C*, XV(31), 7–12.
- Montani, P. (2022). *Destini tecnologici dell'immaginazione*. Mimesis.
- Nanay, B. (2010). Attention and perceptual content. *Analysis*, 70(2), 263–270.
- Nanay, B. (2013). Success semantics: The sequel. *Philosophical Studies*, 165(1), 151–165.
- Nanay, B. (2018a). Multimodal mental imagery. *Cortex*, 105, 125–134.
- Nanay, B. (2018b). The Importance of Amodal Completion in Everyday Perception. *I-Perception*, 9(4), 1-16.
- Nanay, B. (2023). *Mental Imagery: Philosophy, Psychology, Neuroscience*. Oxford University Press.
- Negroponte, N. (1975). *Reflections on computer aids to design and architecture*. Petrocelli/Charter.
- Negroponte, N. (1995). *Being digital*. Hodder & Stoughton Ltd.
- Negroponte, N. (1998). *Beyond digital*. *Wired*, 6(12).
- Neutra, R. (1954). *Survival Through Design*, Oxford University Press (Trad. It. *Progettare per sopravvivere*, Edizioni Comunità, 2015, Cambon, G., Transl.).
- Oliverio, A. (2013). *Immaginazione e memoria: Fantasia e realtà nei processi mentali* (1. ed). Mondadori Università.
- Oliverio, A. (2020). *Neurotecnologie e postumanesimo*. *S&F scienzae filosofia.it*, n.24, pp.127-137.
- Oxman, R. (2008). Digital architecture as a challenge for design pedagogy: Theory, knowledge, models and medium. *Design Studies*, 29(2), 99–120.

- Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. Holt, Rinehart & Winston.
- Pallasmaa, J. (2009). *The thinking hand: Existential and embodied wisdom in architecture*. Wiley.
- Pallasmaa, J. (2011). *Lampi di pensiero: Fenomenologia della percezione in architettura* (M. Fratta & M. Zambelli, Eds.). Pendragon.
- Pallasmaa, J. (2011). *The embodied image: Imagination and imagery in architecture*. Wiley.
- Pallasmaa, J. (2014). *Empathic Imagination: Formal and Experiential Projection*. *Architectural Design*, 84(5), 80–85.
- Pallasmaa, J., & Zambelli, M. (2020). *Inseminations: Seeds for architectural thought*. Wiley Blackwell.
- Palmiero, M., Piccardi, L., Giancola, M., Nori, R., D'Amico, S., & Olivetti Belardinelli, M. (2019). *The format of mental imagery: From a critical review to an integrated embodied representation approach*. *Cognitive Processing*, 20(3), 277–289.
- Pareti, G. (2013). *Percezione, spazio e azioni: Le neuroscienze e le suggestioni dei filosofi*. *Rivista di estetica*, 52.
- Pawson, J., & Morris, A. (2012). *A visual inventory*. Phaidon.
- Pearson, J. (2019). *The human imagination: The cognitive neuroscience of visual mental imagery*. *Nature Reviews Neuroscience*, 20(10), Article 10.
- Pearson, J., & Kosslyn, S. M. (2015). *The heterogeneity of mental representation: Ending the imagery debate*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(33), 10089–10092.
- Pearson, J., Naselaris, T., Holmes, E. A., & Kosslyn, S. M. (2015). *Mental Imagery: Functional Mechanisms and Clinical Applications*. *Trends in Cognitive Sciences*, 19(10), 590–602.
- Perec, G. (1974). *Espèces d'espaces*. Éditions Galilée. (Trad. it. *Specie di spazi*. Bollati Boringhieri. 2013).
- Perriccioli, M. (2020). *Complessità e ambiguità della cultura digitale*. In S. Russo Ermolli, *The Digital Culture of Architecture. Note sul cambiamento cognitivo e tecnico tra continuità e rottura*. Maggioli Editore.
- Petitot J., Varela F. J., Pachoud B., Roy J-M (1999), *Naturalizing Phenomenology: Issues in Contemporary Phenomenology and Cognitive Science*, Stanford U. P., Stanford.

- Picon, A. (2010). *Digital culture in architecture: An introduction for the design professions*. Birkhäuser.
- Picon, A. (2020). Beyond Digital Avant Gardes: The Materiality of Architecture and Its Impact. *Architectural Design*, 90(5), 118–125.
- Pierre, C., Ashraf, M.-A., & Sébastien, T. (2011). A Quantitative Method to Compare the Impact of Design Media on the Architectural Ideation Process. 17.
- Pilotto, S. (2020). L'ambiguità del cyborg. Ripensare il corpo e le sue protesi. *S&F ScienzaeFilosofia.It*, n.24, pp.285-296.
- Pongratz, C., & Perbellini, M. R. (2000). *Nati con il computer: Giovani architetti americani*. Testo & Immagine.
- Poulsen, K. S., & Malafouris, L. (2017). Models, Mathematics and Materials in Digital Architecture. In S. J. Cowley & F. Vallée-Tourangeau (Eds.), *Cognition Beyond the Brain* (pp. 283–304). Springer International Publishing.
- Poulsen, K. S., & Malafouris, L. (2020). Understanding the hermeneutics of digital materiality in contemporary architectural modelling: A material engagement perspective. *AI & SOCIETY*.
- Pylyshyn, Z. W. (1981). The imagery debate: Analogue media versus tacit knowledge. *Psychological Review*, 88, 16–45.
- Raiteri, R. (2014). *Progettare progettisti: Un paradigma della formazione contemporanea*. Quodlibet.
- Raiteri, R. (2022). Lo sguardo dell'immigrato digitale. In A. Giachetta, *Architettura e immagini mentali. Processi cognitivi per il progetto dello spazio costruibile nell'era della complessità*. Franco Angeli.
- Ranscombe, C., Zhang, W., Rodda, J., & Mathias, D. (2019). Digital Sketch Modelling: Proposing a Hybrid Visualisation Tool Combining Affordances of Sketching and CAD. *Proceedings of the Design Society*, 1(1), 309–318.
- Richardson, A. (1977). Verbalizer-visualizer: A cognitive style dimension. *Journal of Mental Imagery*, 1(1), 109–125.
- Rietveld, E., & Kiverstein, J. (2014). A Rich Landscape of Affordances. *Ecological Psychology*, 26(4), 325–352.
- Rittel, H. W. J., & Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a General Theory of Planning. *Policy Sciences*, 4(2), 155–169.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Fogassi, L., & Gallese, V. (1997). *The Space Around Us*.

- Science, 277(5323), 190–191.
- Robinson, S. (2011). *Nesting: Body, dwelling, mind*. William Stout Publishers.
- Robinson, S. (2021). *Architecture is a verb*. Routledge.
- Robinson, S. (2022). How 4E cognition changes architectural design education. *Architecture, Structures and Construction*, 2(1), 17–22.
- Robinson, S., & Pallasmaa, J. (2015). *Mind in Architecture: Neuroscience, embodiment, and the future of design*. The MIT Press. (Trad. it. *La mente in architettura. Neuroscienze, incarnazione e il futuro del design*, a cura di Zambelli M., Firenze University Press, 2021)
- Robu-Movilă, A., Andrei Țenea, S., Nisioi, S., Pistol, C., Grigore, B., & Alexandru, B. (2023). The Algorithm of Preferences. Visual Evoked Potentials for Architectural Latent Space Curation. 20th Anniversary Conference Proceedings. ANFA 20th Anniversary Conference, La Jolla.
- Rowe, P. G. (2017). *Design thinking in the digital age*. Sternberg Press.
- Rowlands, M., Lau, J., & Deutsch, M. (2020). Externalism About the Mind. In *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2020). Metaphysics Research Lab, Stanford University.
- Sartre J-P. (1936), *L'imagination*, Presses Universitaires de France.
- Sartre J-P. (1940), *L'imaginaire*. *Psychologie phénoménologique de l'imagination*. Gallimard. (trad. it. *Immagine e coscienza*. Einaudi. 1964).
- Sartre, J-P. (1943) *L'Être et le Néant: Essai d'ontologie phénoménologique*. Gallimard. (Trad. it. *L'essere e il nulla*. Il Saggiatore. 2014).
- Schön, D. A. (1983) *Reflective Practitioner: How Professionals Think In Action*. Temple Smith. (*Reflective Practitioner: How Professionals Think In Action*. Basic Books. 2008).
- Schumacher, P. (2008). *Parametricism as Style—Parametricist Manifesto*. Dark Side Club - Biennale di Venezia, Londra. https://rasmusbroennum.files.wordpress.com/2010/06/schumacher__patrik_-_parametricist_manifesto-2008.pdf
- Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental Rotation of Three-Dimensional Objects. *Science*, 171(3972), 701–703.
- Simon, H. A. (1956). Rational choice and the structure of the environment. *Psychological Review*, 63(2), 129–138.

- Simon, H. A. (1973). The structure of ill structured problems. *Artificial Intelligence*, 4(3-4), 181-201.
- Simondon, G. (1989) *L'individuation psychique et collective*, Aubier. (trad. *L'individuazione psichica e collettiva*, a cura di P. Virno, Roma, DeriveApprodi, 2001)
- Stevenson, L. (2003). Twelve Conceptions of Imagination. *The British Journal of Aesthetics*, 43(3), 238-259.
- Stones, C., & Cassidy, T. (2010). Seeing and discovering: How do student designers reinterpret sketches and digital marks during graphic design ideation? *Design Studies*, 31(5), 439-460.
- Taddio, L. (2017). *Pensare, progettare, abitare*. Mimesis Edizioni. Auditorium Fondazione Cassamarca.
- Tavares, A., Moura, E. S. de, & Bandeira, P. (Eds.). (2012). *Floating images: Eduardo Souto de Moura's Wall Atlas*. Lars Müller.
- Terzidis, K. (2004). *Algorithmic Design: A Paradigm Shift in Architecture?* 201-207.
- Terzidis, K. (2006). *Algorithmic architecture* (1st ed). Architectural Press.
- Thomas, N. J. T. (1999). Are Theories of Imagery Theories of Imagination? An Active Perception Approach to Conscious Mental Content. *Cognitive Science*, 23(2), 207-245.
- Thomas, N. J. T. (2021). *Mental Imagery*. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2021). Metaphysics Research Lab, Stanford University.
- Thompson, E. (2010). *Mind in life: Biology, phenomenology, and the sciences of mind* (First Harvard University Press paperback edition). The Belknap Press of Harvard University Press.
- Van Dijk, L., & Rietveld, E. (2021). Situated anticipation. *Synthese*, 198(1), 349-371.
- Van Leeuwen, N. (2013). The Meanings of "Imagine" Part I: Constructive Imagination. *Philosophy Compass*, 8(3), 220-230.
- Van Leeuwen, N. (2014). The Meanings of "Imagine" Part II: Attitude and Action. *Philosophy Compass*, 9(11), 791-802.
- Vannucci, M. (2022). *Vagare con la mente: Spreco o opportunità per un futuro progettista?* In A. Giachetta, *Architettura e immagini mentali. Processi cognitivi per il progetto dello spazio costruibile nell'era della complessi-*

tà. FrancoAngeli.

- Vannucci, M., & Agnoli, S. (2019). Thought Dynamics: Which Role for Mind Wandering in Creativity? In R. A. Beghetto & G. E. Corazza (Eds.), *Dynamic Perspectives on Creativity: New Directions for Theory, Research, and Practice in Education* (pp. 245–260). Springer International Publishing.
- Varela, F. (1996). Neurophenomenology: A Methodological Remedy for the Hard Problem. *Journal of Consciousness Studies*, 3(4), 330–349.
- Varela, F. J., Thompson, E., & Rosch, E. (1991). *The embodied mind: Cognitive science and human experience* (14. print.). MIT Press.
- Verbeek, P. P. C. C. (2001). Don Ihde: The Technological Lifeworld. In *American Philosophy of Technology: The Empirical Turn*. (pp. 119–146). Indiana University Press.
- Vygotskij, L. S. (1934). *Myšlenie i reč'*. (Trad. it. *Pensiero e linguaggio*. Giunti-Barbera. 1966).
- Walton, K. L. (1990). *Mimesis as Make-Believe: On the Foundations of the Representational Arts*. Harvard University Press.
- Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54(6), 1063–1070.
- Wheaton, L. A., Shibasaki, H., & Hallett, M. (2005). Temporal activation pattern of parietal and premotor areas related to praxis movements. *Clinical Neurophysiology*, 116(5), 1201–1212.
- Williams, B. (Ed.). (1973). *Imagination and the self*. In *Problems of the Self: Philosophical Papers 1956–1972* (pp. 26–45). Cambridge University Press.
- Wittgenstein, L. (1953) *Philosophische Untersuchungen*. Blackwell Publishers. (Trad. it. *Ricerche filosofiche*. Einaudi. 1983).
- Wollheim, R., (1973). *Imagination and Identification. On Art and the Mind*. London: Allen Land, pp. 54–83.
- Yarbus A L. *Eye Movements and Vision*. New York: Plenum Press; 1967.
- Yu, R., Gero, J., & Gu, N. (2015). Architects' Cognitive Behaviour in Parametric Design. *International Journal of Architectural Computing*, 13(1), 83–101.
- Yu, R., Gu, N., & Ostwald, M. J. (2021). *Computational design: Technology, cognition and environments* (First edition). CRC Press.

- Zaera-Polo, A. (1994). *Orden desde el caos. Exit, I.*
- Zambelli, M. (2007). *Tecniche di invenzione in architettura: Gli anni del decostruttivismo.* Marsilio.
- Zambelli, M. (2019). *La mente nel progetto. L'analogia e la metafora nell'architettura e nel design.* didapress.
- Zhok, A. (2014). *Rappresentazione e realtà: Psicologia fenomenologica dell'immaginario e degli atti rappresentativi.* Mimesis.
- Zumthor, P. (1998). *Thinking Architecture,* Lars Müller Publishers (Trad. it.: *Pen-sare architettura,* Mondadori Electa, 2019).

Allegati

Allegato

1

DESCRIZIONE DEL COMPITO DA SVOLGERE

Tempo a disposizione per lo svolgimento del compito: 30 min

1. Incarico:

Allestimento dello spazio esterno sulla terrazza del DAD (che visiterete dal vivo) con una tettoia e delle sedute. Gli elementi possono essere collocati liberamente all'interno dell'area data. La tettoia può essere progettata liberamente, a partire dagli elementi costruttivi dati (vd. punto 3) e con la possibilità di utilizzare ulteriori materiali di rivestimento. Le sedute invece sono di forma data (vd. punto 3).

Setting up the outdoor space on the DAD terrace (which you will visit) with a canopy and some seats. The elements can be placed freely within the given area. The canopy can be designed freely, starting from the given construction elements (see point 3) and with the possibility of using other covering materials. The seats' shape is given (see point 3).

2. Descrizione e vincoli dell'area:

l'area a disposizione è tutta la terrazza

the available area is the whole terrace

3. Elementi costruttivi a disposizione

Segati di legno massello di larice di dimensioni:

- 10x10x400 cm
- 8x20x400 cm
- 6x12x400 cm

La lunghezza di 400 cm si deve intendere come massima. È possibile ipotizzare di ridurla secondo le necessità. Le sezioni invece non si possono modificare. Non c'è limitazione di disponibilità per ciascun elemento. Si può tenere in considerazione di progettare i giunti attraverso elementi di fissaggio a scelta, senza l'obbligo di definirli nel dettaglio.

Le sedute sono costituite da semplici cubi di lato 50cm, formati da 5 tavole di legno 50x50cm (le 4 laterali e quella superiore). La disponibilità è di n°25 sedute, non è obbligatorio utilizzarle tutte.

Sawn solid larch wood of dimensions:

- 10x10x400 cm
- 8x20x400 cm
- 6x12x400 cm

The length of 400 cm is to be intended as maximum. It is possible to reduce it as needed. Sections cannot be modified. There is no availability limitation for each element. You can consider designing the joints through fixing elements of your choice, without the obligation to define them in detail.

The seats are made of simple cubes of 50cm side, formed by 5 wooden boards 50x50cm (the 4 lateral and the upper one). The availability is n°25 seats, it is not mandatory to use them all.

¹ Creare il proprio codice identificativo scrivendo: iniziale del nome di tua madre, iniziale del nome di tuo padre, prime due cifre del tuo numero di cellulare, ultime due cifre del tuo numero di cellulare.

Create your own identification code by writing: initial of your mother's first name, initial of your father's first name, first two digits of your mobile number, last two digits of your mobile number.

Allegato

2

DESCRIZIONE DEL COMPITO DA SVOLGERE

Tempo a disposizione per lo svolgimento del compito: 30 min

1. Incarico:

Progettazione di uno spazio per la meditazione collocato, a scelta, in una delle aree verdi della terrazza del DAD (che visiterete dal vivo).

Lo spazio può essere progettato liberamente a partire dagli elementi costruttivi dati (vd. punto 3).

Il progetto deve occupare un volume ideale di 18mc.

Project for a space for meditation, placed in one of the green areas of the terrace of the DAD of your choice (you will be able to visit the area).

The space can be freely designed from the given construction elements (see point 3).

The project should occupy an ideal volume of 18mc.

2. Descrizione e vincoli dell'area:

Le aree a disposizione sono tutte le aree verdi della terrazza del DAD. Potete collocare il progetto dove preferite.

The available areas are the green areas of the terrace. You can place the project where you prefer.

3. Elementi costruttivi a disposizione

Legno massello di larice di dimensioni: 10x10x400 cm e 4x20x100 cm

La lunghezza di 400 cm si deve intendere come massima. È possibile ipotizzare di ridurla secondo le necessità.

La sezione 10x10cm invece non si può modificare.

La lunghezza e la larghezza di 100cm e 20cm sono da intendere come massime. È possibile ipotizzare di ridurle secondo le necessità. Lo spessore di 4cm invece non si può modificare.

Non c'è limitazione di disponibilità per ciascun elemento. Si può tenere in considerazione di progettare i giunti attraverso elementi di fissaggio a scelta, senza l'obbligo di definirli nel dettaglio.

Se utile al progetto, potete decidere di aggiungere un materiale a scelta.

Solid larch wood size: 10x10x400 cm e 4x20x100 cm

The length of 400 cm shall be taken as the maximum. It is possible to assume that it is reduced as necessary.

The 10x10cm section cannot be modified.

The length and width of 100cm and 20cm are to be understood as maximum. It is possible to assume to reduce them according to the necessities. The thickness of 4cm cannot be changed.

There is no availability limitation for each item. It can be considered to design the joints through fasteners of your choice, without the obligation to define them in detail.

If useful to the project, you can decide to add a material of your choice.

¹ Creare il proprio codice identificativo scrivendo: iniziale del nome di tua madre, iniziale del nome di tuo padre, prime due cifre del tuo numero di cellulare, ultime due cifre del tuo numero di cellulare.

Create your own identification code by writing: initial of your mother's first name, initial of your father's first name, first two digits of your mobile number, last two digits of your mobile number.

Allegato

3

QUESTIONARIO RELATIVO ALL'ATTIVITÀ SVOLTA

Si specifica che non ci sono risposte giuste o sbagliate. Lo scopo del questionario approfondire la conoscenza del processo creativo in architettura ed esaminarne le caratteristiche anche in relazione alla modalità di svolgimento del compito dato. È importante dunque rispondere secondo ciò che si è realmente percepito durante il processo.

Grazie per la partecipazione.

Nell'affrontare l'esercizio hai avuto difficoltà o provato sensazioni di disagio 1 riconducibili a...	per niente	un po'	abbastanza	molto
q001 Scarsa disponibilità di tempo per affrontare il compito assegnato q002 Sensazione che il tempo non passasse mai q003 Mancanza di idee q004 Bombardamento di idee q005 Difficoltà di concentrazione q006 Eccessiva focalizzazione sul tema q007 Difficoltà di restituzione delle idee immaginate q008 Eccessivo numero di alternative immaginate q009 Difficoltà a smuoversi dalla prima idea immaginata q010 Eccessiva vaghezza delle idee q011 Difficoltà a produrre un oggetto finito q012 Fatica mentale q013 Senso di insicurezza q014 Senso di incompetenza q015 Senso di costrizione / frustrazione rispetto alle modalità di lavoro q016 Senso di costrizione rispetto ai materiali assegnati q017 Senso di costrizione rispetto agli elementi assegnati q018 Difficoltà a capire bene come erano fatti gli elementi assegnati q019 Difficoltà a capire bene le misure del progetto q020 Insufficienza di dati a disposizione				
Le seguenti espressioni descrivono il processo creativo che ritieni di aver 2 seguito?	per niente	un po'	abbastanza	molto
q021 Ho assemblato parti in un tutto q022 Sono partito/a da una pianta per capire bene le funzioni e le misure degli spazi q023 Mi sono immaginato/a nella terrazza q024 Mi sono immedesimato/a nei futuri utenti q025 Ho pensato a come si sarebbe costruito quello che mi veniva in mente q026 Ho usato gli elementi dati ricombinandoli nel modo migliore q027 Ho immaginato fotografie / video della terrazza q028 Ho schematizzato il sito per averlo sotto controllo q029 Ho pensato a figure geometriche semplici e a loro combinazioni q030 Sono partito/a da un elenco di requisiti e ho cercato di dare risposte a tutti q031 Ho immaginato il sito dall'alto per capire il funzionamento generale q032 Ho disegnato quello che mi sembrava corretto rispetto al tema assegnato q033 Ho fatto prove con gli elementi dati e selezionato l'idea più convincente q034 Ho avuto un'intuizione improvvisa che mi ha convinto q035 Ho aspettato mi venisse in mente un'idea q036 Ho cercato di ricordarmi altri progetti che avevo visto q037 Ho lavorato con analogie (vorrei che fosse come...) o metafore q038 Ho cercato di ricordarmi progetti di altri architetti che avevo visto su riviste specializzate q039 Ho pensato a dipinti o quadri famosi q040 Ho cercato di ricordarmi immagini viste su internet q041 Sono partito dalle geometrie esistenti nel sito per ricollegare ad esse il mio progetto q042 Ho cercato di immaginarmi le sensazioni che avrei provato in quel posto q043 Sono ritornato/a con la mente al sopralluogo q044 Prima ho immaginato schemi, poi li ho trasformati in immagini tridimensionali q045 Ho usato esperienze vissute q046 Ho giocato con le forme q047 Ho cercato di creare sensazioni percettive specifiche q048 Ho pensato a quali caratteristiche funzionali dovesse avere lo spazio q049 Ho pensato a quali caratteristiche estetiche dovesse avere lo spazio q050 Ho pensato ad elementi che avevo già visto in altri spazi e ho pensato a come poterli riproporre nel progetto q051 Ho cercato di elencare le caratteristiche funzionali delle coperture che avevo già visto q052 Ho cercato di elencare le caratteristiche funzionali delle sedute che avevo già visto				

q053	Ho pensato al modo più veloce/semplice per ottenere un progetto che potessi controllare dal punto di vista metrico/quantitativo				
q054	Ho pensato a tante soluzioni diverse e sono passata/o da verificarle una alla volta				
q055	Ho pensato ad un'atmosfera che volevo ricreare e ho approfondito alcuni aspetti e lasciato in sospeso altri				
3 Durante la prova ti sono successe alcune delle cose sottoelencate?		per niente	un po'	abbastanza	molto
q056	Mi sono venute in mente cose che non avevano nulla a che fare con il compito assegnato				
q057	Ero particolarmente concentrato/a sul compito assegnato				
q058	Ho parlato tra me e me				
q059	Mi sono dato istruzioni				
q060	Ho deliberatamente chiuso gli occhi				
q061	Ho pensato ad alcune frasi, parole connesse con il progetto o a slogan o titoli				
q062	Ho pensato a misure e numeri, immaginato distanze				
q063	Penavo a me che disegno a mano				
q064	Pensavo a me che racconto il progetto				
q065	Ho pensato a schemi				
q066	Ho pensato a me che cammino				
q067	Ho pensato a me mentre mi siedo				
q068	Ho pensato a suoni e rumori				
q069	Ho pensato a odori				
q070	Ho pensato di toccare materiali				
q071	Ho pensato ai futuri utenti				
q072	Mi sono ricordato di come mi sono sentito in uno spazio simile a quello che dovevo progettare				
q073	Mi sono ricordato di alcune qualità interessanti di uno spazio simile a quello che dovevo progettare				
q074	Mi sono ricordato di alcune qualità interessanti di uno spazio diverso da quello che dovevo progettare				
q075	Mi sono venute in mente immagini di riferimento				
q076	Ho pensato all'immagine finale stampata del mio progetto				
q077	Avrei voluto svolgere l'attività seguendo un altro processo				
4 Cosa pensi del risultato progettuale che hai ottenuto?		per niente	un po'	abbastanza	molto
q078	Sono soddisfatto/a				
q079	Avrei bisogno di approfondire molti aspetti non chiari				
q080	Avrei bisogno di riscontri da parte di compagni o docenti				
q081	Avrei bisogno di riscontri da parte dei futuri utenti / committenti				
q082	Avrei bisogno di riscontri sulle parti costruttive				
q083	Avrei bisogno di fare un modello				
q084	Vorrei rifare tutto in un altro modo				
q085	Riesco pienamente a comprendere quello che ho progettato				
q086	Sono molto confuso/a rispetto ai risultati ottenuti				
q087	Penso che la mia idea potrebbe piacere				
q088	Il suo punto di forza sono gli aspetti estetico/formali				
q089	Il suo punto di forza è il rapporto con il contesto				
q090	Il suo punto di forza sono gli aspetti tecnologico/costruttivi				
q091	Il suo punto di forza sono gli aspetti funzionali/distributivi				
q092	Il suo punto di forza sono gli aspetti percettivi				
q093	Il suo punto di forza sono gli aspetti simbolici				
q094	Il suo punto di forza sono gli aspetti relazionali				
5 Positive Affect and Negative Affect Scales (PANAS) Questa parte di questionario è composta da parole che descrivono differenti sentimenti ed emozioni. Leggi ogni parola e seleziona la risposta che meglio corrisponde a cosa adesso stai provando, a come ti senti in questo momento		Leggermente o per nulla	Un po'	moderatamente	molto
	interessato/a angosciato/a eccitato/a turbato/a forte colpevole spaventato/a ostile entusiasta orgoglioso/a irritabile				

concentrato/a				
vergogna				
ispirato/a				
nervoso/a				
determinato/a				
attento/a				
agitato/a				
attivo/a				
impaurito/a				

Allegato

4

PANAS

Questo test è composto da parole che descrivono differenti sentimenti ed emozioni. Legga ogni parola e scriva nell'apposito spazio la risposta che meglio corrisponde a **cosa adesso sta provando**, a come **si sente in questo momento**.

Usi la seguente scala per riportare la sua risposta:

1	2	3	4	5
Leggermente o per nulla	Un pò	moderatamente	molto	estremamente

1. ____ interessato

2. ____ angosciato

3. ____ eccitato

4. ____ turbato

5. ____ forte

6. ____ colpevole

7. ____ spaventato

8. ____ ostile

9. ____ entusiasta

10. ____ orgoglioso

11. ____ irritabile

12. ____ concentrato

13. ____ vergogna

14. ____ ispirato

15. ____ nervoso

16. ____ determinato

17. ____ attento

18. ____ agitato

19. ____ attivo

20. ____ impaurito

Allegato

5

Per una migliore comprensione delle risposte che darai al questionario ti chiediamo di specificare:

Codice identificativo¹: _____ **Età**: _____ **Sesso**: **F** **M**

AC-S

Per ognuna delle seguenti affermazioni indica per favore l'alternativa di risposta che riflette nel modo più accurato la tua esperienza quotidiana.

1. Quando passo da un compito ad un altro, sono lento nel rifocalizzare l'attenzione

Quasi mai ¹ ² ³ ⁴ ⁵ Sempre

2. Mi ci vuole un po' prima di riuscire a concentrarmi su un compito nuovo

Quasi mai ¹ ² ³ ⁴ ⁵ Sempre

3. Mi risulta difficile alternarmi tra due compiti differenti

Quasi mai ¹ ² ³ ⁴ ⁵ Sempre

4. Dopo essere stato interrotto, ho difficoltà a riportare la mia attenzione su quello che stavo facendo prima

Quasi mai ¹ ² ³ ⁴ ⁵ Sempre

AC-D

Per ognuna delle seguenti affermazioni indica per favore l'alternativa di risposta che riflette nel modo più accurato la tua esperienza quotidiana.

1. Ho difficoltà a concentrarmi quando c'è della musica nella stanza dove mi trovo

Quasi mai ¹ ² ³ ⁴ ⁵ Sempre

2. Quando lavoro intensamente a qualcosa, mi capita di essere distratto da ciò che succede intorno a me

Quasi mai ¹ ² ³ ⁴ ⁵ Sempre

3. Faccio molta fatica a concentrarmi su un compito difficile quando c'è rumore intorno a me

Quasi mai ¹ ² ³ ⁴ ⁵ Sempre

4. Quando sto leggendo o studiando, mi distraigo facilmente se ci sono persone che parlano nella stessa stanza

Quasi mai ¹ ² ³ ⁴ ⁵ Sempre

¹ Iniziale del nome e del cognome, ultime due cifre del cellulare e prime due (prime due del prefisso): es. MV7433.

Allegato

6

Per una migliore comprensione delle risposte che darai al questionario ti chiediamo di specificare:

Codice identificativo¹: _____ **Età**: _____ **Sesso**: **F** **M**

MW-D

Per ognuna delle seguenti affermazioni indica per favore l'alternativa di risposta che riflette nel modo più accurato la tua esperienza quotidiana.

1. Se i miei pensieri vagano per conto loro, li lascio fare

Raramente ¹ ² ³ ⁴ ⁵ ⁶ ⁷ Quasi sempre

2. Mi piace quando la mia mente vaga per conto suo

Raramente ¹ ² ³ ⁴ ⁵ ⁶ ⁷ Quasi sempre

3. Trovo che vagare con la mente sia un buon modo per affrontare la noia

Per niente vero ¹ ² ³ ⁴ ⁵ ⁶ ⁷ Molto vero

4. Mi lascio assorbire da fantasie piacevoli

Raramente ¹ ² ³ ⁴ ⁵ ⁶ ⁷ Quasi sempre

MW-S

Per ognuna delle seguenti affermazioni indica per favore l'alternativa di risposta che riflette nel modo più accurato la tua esperienza quotidiana.

1. Mi accorgo che la mia mente vaga liberamente, indipendentemente dalla mia volontà

Raramente ¹ ² ³ ⁴ ⁵ ⁶ ⁷ Moltissimo

2. Quando la mia mente vaga i miei pensieri tendono a saltare da un argomento all'altro

Raramente ¹ ² ³ ⁴ ⁵ ⁶ ⁷ Moltissimo

3. Quando la mia mente vaga liberamente, mi sembra di non avere il controllo sui miei pensieri

Quasi mai ¹ ² ³ ⁴ ⁵ ⁶ ⁷ Quasi sempre

4. La mia mente si mette a vagare anche quando dovrei essere concentrato su qualcos'altro

Raramente ¹ ² ³ ⁴ ⁵ ⁶ ⁷ Moltissimo

¹ Iniziale del nome e del cognome, ultime due cifre del cellulare e prime due (prime due del prefisso): es. MV7433.

Allegato

7

A QUESTIONARIO DI IMMAGINI MENTALI E STILE COGNITIVO

Questo questionario di auto-valutazione riguarda le preferenze individuali nell'uso di immagini mentali o rappresentazioni verbali. L'immaginazione mentale è la capacità di rappresentarsi mentalmente le cose (soprattutto oggetti visibili o concreti), non attraverso una percezione diretta ma attraverso la memoria o l'immaginazione. Le immagini mentali non sono ciò che noi vediamo direttamente, ma sono le "immagini" che spesso abbiamo nella nostra mente quando pensiamo ad oggetti o cose.

In questo questionario non ci sono risposte giuste o sbagliate, quindi ti preghiamo di essere il più sincero possibile.

Per compilare correttamente il questionario leggi attentamente le seguenti affermazioni e valuta ciascuna di esse su una scala a 5 punti. Utilizza il punteggio massimo "5" quando sei totalmente d'accordo con quanto riportato nell'affermazione, e utilizza il valore minimo "1" quando sei totalmente in disaccordo. Utilizza i valori intermedi per indicare quanto, in gradi intermedi, ti rappresenta quanto riportato nell'affermazione.

È molto importante che tu risponda a tutti gli items del questionario.

Per una migliore comprensione delle risposte che darai al questionario ti chiediamo, prima di iniziare a rispondere di specificare:

Codice identificativo¹: _____ Età: _____ Sesso: _____
 Scuola Superiore frequentata: _____
 Altri corsi di studio²: _____
 Hobby (Max 5): _____



		Totalmente in disaccordo ↓					Totalmente d'accordo ↓				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1.	A scuola ero molto bravo/a in geometria solida.	1	2	3	4	5					
2.	Ho difficoltà ad esprimermi quando scrivo.	1	2	3	4	5					
3.	Se mi chiedessero di scegliere fra una professione che ha a che fare con l'ingegneria e una che riguarda le belle arti, sceglierei quella ingegneristica.	1	2	3	4	5					
4.	Le mie abilità verbali mi consentirebbero di avere una carriera relativamente facile nel campo delle lettere (es. come giornalista, scrittore)	1	2	3	4	5					
5.	L'architettura mi interessa più della pittura.	1	2	3	4	5					
6.	Le mie immagini (mentali) sono molto colorate e nitide.	1	2	3	4	5					
7.	Quando studio su un libro di testo preferisco diagrammi schematici e riassuntivi piuttosto che illustrazioni colorate e pittoriche.	1	2	3	4	5					
8.	Racconto barzellette e storie in generale meglio di gran parte delle altre persone.	1	2	3	4	5					
9.	Scrivere un tema mi riesce difficile e non mi piace affatto.	1	2	3	4	5					

¹ Iniziale del nome e del cognome, ultime due cifre del cellulare e prime due (prime due del prefisso): es. MV7433.

² Specificare se li hai frequentati o li stai frequentando

10.	Le mie immagini (mentali) sono come rappresentazioni schematiche delle cose e degli eventi piuttosto che illustrazioni dettagliate.	1	2	3	4	5
11.	Quando leggo un romanzo, di solito riesco a formarmi un'immagine mentale chiara e dettagliata di una scena o di una stanza che viene descritta.	1	2	3	4	5
12.	Se mi chiedessero di scegliere fra una professione che ha a che fare con l'ingegneria e una che riguarda belle arti, sceglierei belle arti	1	2	3	4	5
13.	Ho una memoria fotografica.	1	2	3	4	5
14.	Riesco facilmente a immaginare e ruotare mentalmente figure geometriche tridimensionali.	1	2	3	4	5
15.	Mi piacciono le illustrazioni con colori brillanti e forme insolite come quelle dell'arte moderna.	1	2	3	4	5
16.	La mie abilità verbali sono eccellenti.	1	2	3	4	5
17.	Quando penso ad un concetto (per esempio, il concetto di "palazzo"), immagino nella mia mente un palazzo astratto schematico o la sua pianta, piuttosto che uno specifico palazzo concreto.	1	2	3	4	5
18.	Quando entro in un negozio che mi è familiare per comprare qualcosa di ben preciso, riesco a raffigurarmi l'esatta posizione della cosa che mi serve, lo scaffale dove si trova, come sono disposte le cose sullo scaffale e gli articoli che la circondano.	1	2	3	4	5
19.	Se devo montare una sedia o un mobile porta TV mi riesce più facile farlo se ho a disposizione istruzioni verbali dettagliate rispetto a quando ho solo un diagramma o uno schema.	1	2	3	4	5
20.	Le mie immagini (mentali) sono molto vivide e fotografiche.	1	2	3	4	5
21.	Quando spiego qualcosa, preferisco fornire spiegazioni verbali piuttosto che fare disegni o schemi.	1	2	3	4	5
22.	Se qualcuno mi desse due numeri di due cifre da sommare (per esempio, 43 e 32) farei l'addizione direttamente, senza visualizzare i numeri.	1	2	3	4	5
23.	Le mie immagini mentali dei vari oggetti ricordano molto la dimensione, la forma e il colore degli oggetti che ho effettivamente visto.	1	2	3	4	5
24.	Di solito non provo a visualizzare o a fare schemi quando leggo un libro di testo.	1	2	3	4	5
25.	In genere non mi capita di avere molte immagini vivide spontanee; utilizzo la mia capacità di creare immagini mentali soprattutto quando tento di risolvere problemi come quelli di matematica.	1	2	3	4	5
26.	Quando immagino il volto di un/a amico/a, ho davanti a me un'immagine perfettamente chiara e nitida.	1	2	3	4	5
27.	Sono molto bravo/a nel disegno tecnico.	1	2	3	4	5
28.	Quando ricordo una scena, uso descrizioni verbali piuttosto che immagini mentali.	1	2	3	4	5
29.	Riesco facilmente a ricordare una gran quantità di dettagli visivi che gli altri non noterebbero mai. Per esempio, memorizzo automaticamente alcune cose, come il colore di una camicia indossata da qualcuno o il colore delle sue scarpe...	1	2	3	4	5
30.	Riesco facilmente a fare uno schizzo della pianta di un edificio che conosco bene.	1	2	3	4	5

31.	A scuola non avevo difficoltà in geometria.	1	2	3	4	5
32.	Sono bravo/a in giochi spaziali di costruzioni con cubetti o carta (es. cubo di Rubik , Tetris, Lego, origami)	1	2	3	4	5
33.	Talvolta le mie immagini mentali sono così vivide e persistenti che è difficile ignorarle.	1	2	3	4	5
34.	Se chiudo gli occhi riesco facilmente a raffigurarmi una scena che ho vissuto.	1	2	3	4	5
35.	La mia fluidità verbale ("parlantina") è superiore alla media.	1	2	3	4	5
36.	Preferirei ricevere una descrizione verbale di un oggetto o di una persona piuttosto che una sua fotografia.	1	2	3	4	5
37.	Ho sempre ben presente la struttura sintattica di una frase.	1	2	3	4	5
38.	Le mie immagini mentali sono più schematiche che colorate e pittoriche.	1	2	3	4	5
39.	Mi piace essere capace di riformulare i miei pensieri in molti modi diversi per il gusto di variare il modo di scrivere e parlare.	1	2	3	4	5
40.	Ricordo tutto in forma visiva. Potrei raccontare che cosa indossavano le persone ad una cena, la loro disposizione, il loro aspetto in modo probabilmente più dettagliato che se dovessi riferire che cosa hanno detto.	1	2	3	4	5
41.	Talvolta ho difficoltà ad esprimere esattamente cosa voglio dire.	1	2	3	4	5
42.	Mi riesce difficile immaginare come apparirebbe esattamente una figura geometrica tridimensionale una volta ruotata.	1	2	3	4	5
43.	Ho sempre immagini mentali.	1	2	3	4	5
44.	Le mie abilità grafiche mi consentirebbero di avere una carriera relativamente facile come architetto.	1	2	3	4	5
45.	Quando ascolto uno speaker alla radio o un DJ che non ho mai visto, in genere cerco di raffigurarmi il suo aspetto fisico.	1	2	3	4	5

Grazie per la tua collaborazione!

Allegato

8

FSS-9

Per favore, rispondi alle seguenti domande in relazione alla tua esperienza nel compito che hai appena svolto. Queste domande si riferiscono ai pensieri e ai sentimenti che puoi aver provato durante il compito. Non ci sono risposte giuste o sbagliate. Pensa a come ti sei sentito durante il compito e rispondi alle domande usando la scala di valutazione proposta. Indica la risposta che meglio corrisponde alla tua esperienza tra le opzioni per ogni domanda

1	2	3	4	5
Fortemente in disaccordo	In disaccordo	Né d'accordo, né in disaccordo	D'accordo	Fortemente d'accordo
1. Sentivo di essere sufficientemente competente rispetto alle difficili richieste della situazione				1 2 3 4 5
2. Agivo in maniera spontanea e automatica senza doverci pensare				1 2 3 4 5
3. Avevo un'idea molto chiara di ciò che volevo realizzare				1 2 3 4 5
4. Avevo un'idea corretta di quanto stessi lavorando bene				1 2 3 4 5
5. Ero completamente immerso nel lavoro che stavo eseguendo				1 2 3 4 5
6. Sentivo di avere il pieno controllo delle mie azioni.				1 2 3 4 5
7. Il tempo sembrava passare in modo diverso dal solito.				1 2 3 4 5
8. Ho trovato quell'esperienza estremamente appagante				1 2 3 4 5
9. Durante il compito non mi importava di quello che gli altri pensavano di me				1 2 3 4 5

Allegato

9

TIPI

Per favore, leggi le seguenti caratteristiche personalità e indica quanto ti senti descritto da ogni coppia, anche se pensi che una delle due caratteristiche ti descriva più dell'altra, utilizzando la seguente scala:

Completamente in disaccordo	Molto in disaccordo	Un po' in disaccordo	Né d'accordo né in disaccordo	Un po' d'accordo	Molto d'accordo	Completamente d'accordo
1	2	3	4	5	6	7

Sono una persona...

1.	Estroversa, esuberante	1	2	3	4	5	6	7
2.	Polemica, litigiosa	1	2	3	4	5	6	7
3.	Affidabile, auto-disciplinata	1	2	3	4	5	6	7
4.	Ansiosa, che si agita facilmente	1	2	3	4	5	6	7
5.	Aperta alle nuove esperienze, con molti interessi	1	2	3	4	5	6	7
6.	Riservata, silenziosa	1	2	3	4	5	6	7
7.	Comprensiva, affettuosa	1	2	3	4	5	6	7
8.	Disorganizzata, distratta	1	2	3	4	5	6	7
9.	Tranquilla, emotivamente stabile	1	2	3	4	5	6	7
10.	Tradizionalista, abitudinaria	1	2	3	4	5	6	7

Allegato

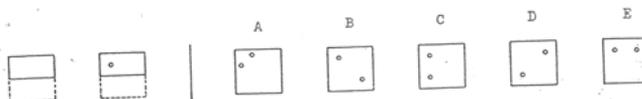
10

Compito di Immaginazione: Ripiegamento di fogli di carta (VZ-2)

In questo compito ti viene chiesto di immaginare di piegare e "stendere" dei fogli di carta. In ogni "esercizio" ci sono delle figure disegnate a sinistra di una linea verticale e altre disegnate a destra della linea verticale.

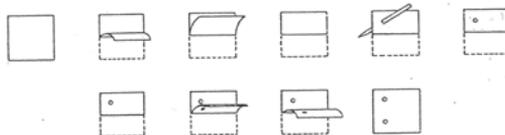
Le figure disegnate a sinistra raffigurano un foglio di carta quadrato che viene piegato, e nell'ultima di queste figure sono disegnati dei cerchietti colorati per mostrare DOVE il foglio di carta è stato bucato. Ciascun buco è stato fatto nel punto indicato "attraversando" l'intero spessore del foglio. Una delle 5 figure disegnate sulla destra mostra DOVE compariranno i buchi quando il foglio sarà completamente "steso". Tu devi scegliere fra le 5 figure quella corretta e fare una X sulla figura corretta.

Ora proviamo con un esempio (in questo esercizio è stato fatto un solo buco nel foglio piegato)



La risposta corretta è la C. Su C avresti dovuto mettere una X.

Le figure riportate sotto ti mostrano come il foglio era stato piegato e perché C era la risposta corretta.



Il foglio di carta non è mai girato o mosso in nessun modo. Ricorda: la risposta corretta è la figura che mostra le **COLLOCAZIONI SPAZIALI** dei buchi quando il foglio di carta è completamente "disteso".

Il tuo punteggio a questo compito verrà calcolato in questo modo: numero di risposte corrette – una frazione del numero di risposte sbagliate. Quindi, non ti avvantaggia tirare ad indovinare.

Hai 3 minuti per ciascuna delle due parti. Ogni parte è una pagina. Quando hai finito la parte 1 fermati. Non passare alla parte 2 fino a che non ti viene richiesto.

Part 1 (5 minutes)

1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

8.

9.

10.

	A	B	C	D	E
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					

DO NOT GO ON TO THE NEXT PAGE UNTIL ASKED TO DO SO.

STOP.

Copyright © 1962 by Educational Testing Service. All rights reserved.

Part 2 (3 minutes)

		A	B	C	D	E
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

DO NOT GO BACK TO PART 1, AND

DO NOT GO ON TO ANY OTHER TEST UNTIL ASKED TO DO SO.

STOP.

Copyright © 1962 by Educational Testing Service. All rights reserved.

Allegato

11

VVIQ

Leggi attentamente ogni definizione ed esprimi, per ciascuna di esse, una valutazione sulla qualità della rappresentazione (“immagine mentale”) che riesci a creare, barrando la casella corrispondente al punteggio desiderato. Attribuisce un punteggio da 1 a 5 per ogni domanda secondo la seguente scala:

- 1 = Immagine perfettamente chiara e vivida come una normale percezione
- 2 = Immagine chiara e ragionevolmente vivida
- 3 = Immagine moderatamente chiara e vivida
- 4 = Immagine vaga e offuscata
- 5 = Nessuna immagine, "sai" soltanto che stai pensando a quell'oggetto

A	Pensa ad un tuo parente o amico che vedi frequentemente (ma che non è presente) considera attentamente l'immagine che ti viene in mente, davanti agli occhi:					
1	L'esatto contorno della faccia, della testa, delle spalle e del corpo	1	2	3	4	5
2	Le posizioni caratteristiche della testa, le posture del corpo	1	2	3	4	5
3	L'esatto portamento, la lunghezza del passo quando cammina	1	2	3	4	5
4	I differenti colori dei suoi abiti	1	2	3	4	5
B	Immagina e visualizza il sole che nasce. Considera attentamente l'immagine che ti viene in mente, davanti agli occhi					
5	Il sole si sta alzando all'orizzonte in un cielo nebbioso	1	2	3	4	5
6	Il cielo si schiarisce e il sole è circondato dal blu	1	2	3	4	5
7	Nuvole, sta venendo su un temporale, con flash luminosi (lampi)	1	2	3	4	5
8	Compare l'arcobaleno	1	2	3	4	5
C	Pensa alla facciata di un negozio dove vai spesso. Considera l'immagine che ti viene in mente, davanti agli occhi:					
9	L'aspetto complessivo del negozio visto dalla parte opposta della strada	1	2	3	4	5
10	Una vetrina che comprende i colori, le forme, i dettagli dei singoli prodotti in vendita	1	2	3	4	5
11	Tu sei vicino all'entrata. I colori, la forma e i dettagli della porta	1	2	3	4	5
12	Tu entri nel negozio e vai al banco. Il commesso ti serve. I soldi passano da una mano all'altra.	1	2	3	4	5
D	Infine pensa a una scena di campagna che comprende degli alberi, delle montagne e un lago. Considera l'immagine che ti viene in mente, davanti agli occhi.					
13	I contorni del paesaggio	1	2	3	4	5
14	Il colore e la forma degli alberi	1	2	3	4	5
15	Il colore e la forma del lago	1	2	3	4	5
16	Un forte vento soffia fra gli alberi e sul lago, provocando delle onde.	1	2	3	4	5

Allegato

12

ISTRUZIONI

Verrai guidato nella progettazione da una serie di schermate.

In ogni schermata troverai un tema assegnato e una serie di possibili input sottoforma di diagrammi o numeri. Dovrai cliccare con il mouse per fornire la tua risposta.

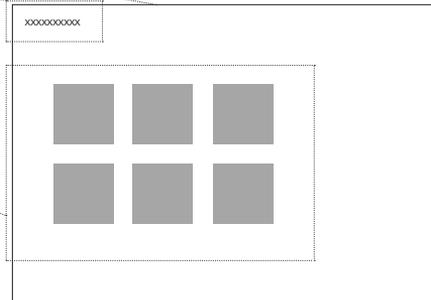
I diagrammi sono puramente indicativi.

È consentito cliccare due icone se queste rappresentano entrambe il tuo progetto.

Se nessuno dei diagrammi rappresenta il tuo progetto, scegli quello che si avvicina di più.

Per passare da una schermata all'altra dovrai scorrere il pdf con la rotella del mouse.

Quello che non è chiaro può essere interpretato liberamente.



A questo [link](#) può essere scaricato il file .pdf che contiene le schermate con cui soggetti erano guidati nella progettazione.

Ringraziamenti

Ringrazio il mio tutor, Prof. Andrea Giachetta, per il costante supporto la pazienza e l'attenta supervisione durante il mio percorso di dottorato.

Ringrazio la Prof.ssa Manila Vannucci e il Prof. Carlo Chiorri: il loro entusiasmo nei confronti di una ricerca transdisciplinare e le loro competenze sono stati fondamentali per l'impostazione e lo svolgimento del primo esperimento.

Ringrazio l'Arch. Gaia Leandri e il Prof. Massimo Leandri che con pazienza, disponibilità ed esperienza hanno reso possibile il contatto di questa ricerca con la neurofisiologia sperimentale.

Ringrazio la giuria e il Practice Committee dell'Architects' Council of Europe per avere selezionato il nostro lavoro sui correlati neurali agli stili cognitivi visuali, premiandolo nell'ambito del concorso *A.I. Architects for innovative research*.

Ringrazio gli studenti e i professionisti che hanno prestato il loro prezioso tempo per lo svolgimento degli esperimenti.

Ringrazio il Collegio di Dottorato per gli spunti e gli insegnamenti che mi hanno fornito nel corso dei tre anni di corso.

Ringrazio amici e colleghi che hanno supportato con affetto il mio percorso di ricerca.

Ringrazio il Prof. Matteo Zambelli e il Prof. Spartaco Paris per le loro preziose osservazioni.

Ringrazio Elisabetta Canepa che con estremo altruismo mi ha invitata a conoscere in prima persona le "atmosfera statunitensi" e mi ha offerto il suo aiuto ogni volta che ne ho avuto bisogno.

Ringrazio anche il Prof. Bob Condia, insieme a Elisabetta, per l'ospitalità presso la Kansas State University.

Ringrazio la Prof.ssa Sarah Robinson e il Prof. Michael Arbib per il tempo che mi hanno dedicato, permettendomi di intervistarli.