

ARTICLE INFO

Received 04 September 2024
 Revised 20 September 2024
 Accepted 26 September 2024
 Published 30 December 2024

LA FORMAZIONE DELL'ARCHITETTO IN REALTÀ COMPLESSE

Un nuovo approccio sul piano cognitivo

ARCHITECT TRAINING IN MULTIFACETED ENVIRONMENTS

A new cognitive level approach

Andrea Giachetta, Linda Buondonno

ABSTRACT

Questo contributo trae origine dalla consapevolezza che viviamo oggi in una realtà talmente complessa che molti dei presupposti sui quali si basava, fino a qualche decennio fa, l'attività di progettare le trasformazioni del nostro ambiente per abitarlo sono completamente saltati. Su queste basi si intende argomentare la necessità di un allargamento sul piano cognitivo dei processi formativi per le nuove generazioni di architetti, focalizzandosi sull'uso delle immagini mentali. Un tale approccio, utile per la sempre più indispensabile auto-formazione continua degli architetti, può abituare a modalità più appropriate e flessibili di prefigurazione degli spazi, nei loro aspetti percettivi e materico-costruttivi e potrebbe inoltre servire – come alcuni recenti esperimenti mostrano – per affrontare meglio la transizione digitale, uno degli aspetti più pervasivi della complessità contemporanea.

This paper originates from the awareness that today we live in such a complex world that many of the assumptions on which, until a few decades ago, we based the activity of planning how to transform our environment for living have gone completely awry. On this basis, we will put forward an argument for a cognitive expansion of the training processes for new generations of architects, focusing on the use of mental images. Such an approach, useful for the increasingly indispensable continuous self-training of architects, can accustom them to more appropriate and flexible methods of planning spaces, in their perceptual and material-constructive aspects and could also be helpful – as some recent experiments show – for better tackling the digital transition, one of the most widespread and integrated aspects of contemporary complexity.

KEYWORDS

complessità, formazione al progetto, scienze cognitive, immagini mentali, tecnologie digitali

complexity, project training, cognitive sciences, mental images, digital technologies

Andrea Giachetta, Architect and PhD, is a Full Professor at the Department of Architecture and Design, University of Genova (Italy), where he teaches in the Doctoral and Bachelor's Program in Design, Construction Engineering, Architecture Sciences, of which he was the Coordinator. He is also responsible for research in the fields of sustainable design, its technological-social implications, and educational innovation. Mob. +39 347/963.68.36 | Email: andrea.giachetta@unige.it

Linda Buondonno, Architect and PhD, is a Research Fellow at the Department of Architecture and Design, University of Genova (Italy). She obtained her PhD with research on mental images and software in architecture, and she was among the winners of the Call for Research Experts and Young Talents in Artificial Intelligence 2023 promoted by the Architects' Council of Europe. Email: linda.buondonno@edu.unige.it



La formazione delle nuove generazioni di architetti progettisti è, nell'era della complessità, un tema cruciale del quale, purtroppo, ci si occupa molto meno di quanto si dovrebbe, restando spesso ancorati a modelli non del tutto rispondenti alle nuove sfide da affrontare. Progettare architettura implica una complessa attività previsionale per guidare (si pretenderebbe oggi responsabilmente) i possibili processi di trasformazione degli ambienti che abitiamo, attraverso i mezzi culturali, tecnici ed economici che, in ogni epoca e condizione, possediamo. Ma questa complessa attività può fondarsi oggi sui presupposti sui quali si è basata fino a qualche decennio fa? O meglio, in altri termini, in quale misura possiamo disporre ancora di dati certi per esercitarla e, prima ancora, per imparare ad affrontarla?

I tentativi fatti nel corso della storia per condensare in compendi manualistici quanto necessario ad apprendere come si progetta architettura sono innumerevoli. Senza scomodare Vitruvio, tra i più pregevoli – oltre a una moltitudine di scritti forse meno degni – vi sono sicuramente i famosi *Précis des Leçons d'Architecture* di Jean Nicolas Louis Durand, un vero e proprio abbecedario (pubblicato, in varie edizioni, dal 1802, in oltre trent'anni di lezioni all'école Polytechnique) con il quale lo studio dell'architettura viene ridotto a «[...] a small number of fruitful ideas, [...] and simple combinations could achieve results that would be as rich and varied as language itself» (Durand, cit. in Gomez, 1983, p. 316).

Probabilmente fino a qualche generazione fa era ancora ragionevole cercare di fornire una serie di elementi base e regole combinatorie per insegnare a progettare architettura, anche perché il repertorio di conoscenze acquisito negli anni di studio poteva poi essere speso, arricchito dall'esperienza, in un'intera vita professionale. Nella nostra epoca tuttavia questo tipo di approccio non pare più né seriamente pensabile né strutturalmente possibile. Oggi infatti le conoscenze necessarie per affrontare con consapevolezza un progetto architettonico sono tante, cambiano, si aggiornano, sommandosi alle esistenti, così velocemente che quelle apprese negli anni di formazione invecchiano in pochissimo tempo, specie se frutto del semplice travaso di contenuti stilistico-tecnologici docente-discente.

Linguaggi e tendenze si modificano sempre più rapidamente, anche per il moltiplicarsi esponenziale dei veicoli di comunicazione. Nell'arco di una sola generazione si susseguono trasformazioni del gusto un tempo impensabili e questo avviene anche in relazione ai cambiamenti relativi alle competenze riconosciute come professionalizzanti, alle esigenze dei vari attori del processo edilizio, ai bisogni abitativi, lavorativi, commerciali, produttivi, di svago, socioeconomici, ecc. Due eclatanti esempi sono stati il periodo della pandemia da Covid-19 (Carpo, 2020) e un singolo evento come l'11 settembre, con implicazioni importantissime sui rapporti tra spazi confinati ed esterni o sulle logiche commerciali, distributive, di sicurezza, ecc.

La situazione non cambia – semmai si complica – in relazione ai sistemi strutturali e impiantistici, ai componenti, agli elementi e ai materiali edilizi, con una vera e propria rivoluzione negli ultimi decenni improntata al concetto di sostenibilità, nelle sue più diverse e mutevoli declinazioni. Per di più,

in architettura, le nuove tecnologie e i nuovi materiali normalmente non soppiantano quelli esistenti, piuttosto vi si sommano; cosicché se oggi non siamo in grado di capire come potremo costruire tra vent'anni, sicuramente sappiamo che in parte costruiremo ancora come nei secoli passati.

Le trasformazioni tecnologico-costruttive determinano inoltre modificazioni rilevanti delle logiche organizzative e delle dinamiche di cantiere; basti pensare all'impiego, negli ultimi anni, dei sistemi di prefabbricazione leggera (Russo Ermolli and Galluccio, 2019; Bellini, Arcieri and Gullace, 2023) e della stampa 3D di componenti edilizi se non di interi edifici (Russo and Moretti, 2020). Ancor più considerevole è il rapido susseguirsi di nuove norme, vincoli, modelli gestionali e di finanziamento, per non parlare della pervasività crescente degli strumenti digitali di modellazione, controllo, condivisione dei dati e ottimizzazione dei parametri progettuali, con relativi cambiamenti nell'organizzazione del lavoro (Sposito, 2022). Si tratta, in sostanza, di un vero e proprio intreccio incessante di rilevanti trasformazioni in esponenziale crescita nei prossimi anni: è il mondo della complessità, cumplexus, intrecciato-con, intrecciato insieme (Cerruti, 2018).

In questo mondo non sono più pensabili regole universalmente valide e ripetibili da inserire in qualche sorta di manuale; non è più immaginabile una formazione al progetto come semplice travaso di conoscenze storico-critiche, stilistico-compositive, gestionali e tecnico-scientifiche (Raiteri, 2014); non sono più accettabili le pur legittime pretese di certezza di chi intende imparare il mestiere dell'architetto (Sacchi, 2021) e neppure è forse più pensabile che quello dell'architetto sia considerato un vero e proprio mestiere, perdendo sempre più – per quanto possa far gioco richiamarle – le sue peculiarità legate alla manualità, all'artigianalità, al metter su bottega.

Progettare architettura non è questione sempre più difficilmente insegnabile per la sua (fortunatamente) inevitabile componente di ineffabilità; lo è strutturalmente e da quasi tutti i punti di vista, persino (e forse maggiormente proprio) da quello tecnico-scientifico che sembrava poter offrire, fino a qualche decennio fa, saldi punti di ancoraggio oggi ormai del tutto saltati.

Nell'era della complessità e dell'intreccio sempre più rapido di trasformazioni l'unico principio che possa dirsi strutturalmente valido è proprio la mancanza di certezze; non accettarlo porta a semplificazioni che non possono che essere aberranti, come sostiene Peter Sloterdijk (2018, pp. 57, 58) quando afferma che «[...] wherever manifestations of the extreme were encountered in the course of the twentieth century, there was always an uprising against complexity». Questo è riscontrabile anche in campo architettonico, dove progettare significa sempre più e strutturalmente risolvere un problema 'mal definito' (Webber and Rittel, 1973; Zambelli, 2019), ovvero dettato da richieste e con dati di contesto sempre più vaghi e interpretabili e con un immenso campo di possibili risposte alternative che si generano solo avanzando idee per cercarle.

Proprio per questo si dice che gli scienziati adottino strategie rivolte al problema, mentre gli architetti siano direttamente orientati alla soluzione (Lawson, 2005; Zambelli, 2021) elaborata spesso prima di aver compreso del tutto il problema: è oggi

esattamente quel che può definirsi il 'gettare in avanti', il 'pro-iacere', il progettare architettura.

Questa distinzione tra scienziati e architetti, per certi versi condivisibile, porta a pensare una cosa per altri versi non vera e cioè che si possa insegnare a risolvere un problema di tipo scientifico, mentre si debba lasciare ormai alla sola innata creatività e intuizione ogni problema progettuale in architettura; il che tradurrebbe il lavoro di chi dovrebbe insegnare a progettare architettura in quello di un mero scopritore di talenti e il senso degli esercizi di apprendimento in una sorta di compilazione di cartine di tornasole utili a individuare o meno predisposizione, predestinazione ed elezione.

Non sarebbe una resa inaccettabile quella di pensare a tutto il nostro sistema formativo come a una sorta di talent show? Se è vero che per il 'gettare in avanti', il 'pro-gettare' architettonico non ci sono più semplici precetti da manuale da svelare, è proprio inevitabile anche arrendersi all'idea che tutta questa incertezza strutturale implichi che non esistano più metodologie formative applicabili? Ovviamente è sperabile di no e forse occorre solo avanzare in tal senso proposte come quella a seguire.

Una possibile proposta: la formazione delle abilità cognitive del progettista

La formazione dell'architetto e del designer più in generale richiede notoriamente un quadro molto articolato di competenze piuttosto eterogenee. Prevede infatti insegnamenti di base su tematiche molto diverse, da quelle storico-critiche a quelle compositive e grafico-rappresentative, da quelle tecnologico-costruttive a quelle strutturali e fisico-tecniche, fino a quelle gestionali, economiche, paesaggistiche, ecossistemiche e tante altre ancora (in continuo, anche se a volte un po' lento, aggiornamento, spesso anche all'insegna di effimere esigenze di mercato).

Una tale articolata e generale formazione serve a fornire ai futuri architetti alcune delle nozioni di base necessarie a progettare in diverse circostanze (dalla realizzazione ex novo, 'permanente' o temporanea, agli interventi di riqualificazione e restauro) e alle differenti scale, visto che il celebre slogan 'from the spoon to the city' di Ernesto Nathan Rogers (che parafrasava il motto di Hermann Muthesius) offre forse ancora spunti di riflessione sul futuro (Larcher and Dalla Costa, 2020), nonostante le alterne fortune, gli scetticismi, le difese di campo e settore (Bulegato and Chiesa, 2015) e l'incombente e irragionevole moda odierna della specializzazione a ogni costo dei Corsi di Laurea per architetti.

Ma i futuri designer, oltre a conoscere gli elementi di base che servono loro per progettare (dovendo aver comunque sempre chiara e chiarita l'aleatorietà e provvisorietà delle nozioni acquisite), devono soprattutto imparare 'come si fa a progettare'. Questa competenza – salvo eccezioni e rare e fortunate possibilità di interventi concreti sul campo – viene normalmente acquisita attraverso insegnamenti di tipo laboratoriale (talora con differenti declinazioni e accenti, ad esempio sulla composizione, la tecnologia, l'urbanistica, ecc.) nei quali i discenti dovrebbero imparare (da questi diversi punti di vista) a progettare, essenzialmente attraverso simulazioni del processo progettuale.

Nell'ambito di questi insegnamenti più specificatamente rivolti a favorire l'apprendimento dell'attività progettuale in sé, la didattica si basa prevalentemente, oltre che sull'esercizio simulato delle



Figg. 1, 2 | Moments of discussion between architecture professors and psychologists, as part of the Didactic Innovation project of the Course of Studies in Architecture Sciences of the University of Genova (credits: University of Genova, 2022).

varie competenze sopra menzionate, sulla discussione e valutazione, non sempre peraltro oggettivabile, degli 'esiti' dei processi immaginativi dei partecipanti. È un sistema comune, ampiamente rodato nelle Scuole di Architettura e di grande efficacia, ma forse oggi – alla luce di quanto osservato in premessa – quantomeno raffinabile. In questo sistema infatti si prendono in considerazione, analizzandoli e giudicandoli, gli elaborati prodotti dai designer in formazione per presentare le loro idee progettuali – ovvero disegni, plastici, relazioni, ecc. – intervenendo al più sulle technicalità di realizzazione di questi elaborati e, nei casi più fortunati, 'insegnando a pescare' (Campo Baeza, 2020), ovvero facendo sì che questa realizzazione avvenga sempre più in modo autonomo da parte dei discenti.

Tuttavia, nella relazione che si instaura tra chi insegna e chi apprende, si trascurano quasi del tutto i processi cognitivi che sono legati alle fasi immaginative necessarie alla generazione di questi stessi elaborati. Si discute, si corregge, si valuta cioè solo l'esito del prodotto, ovvero – semplificando – la bontà dei progetti, ma non si lavora (o si lavora solo molto poco, accidentalmente e parzialmente) sui processi mentali che ne hanno permesso il concepimento.

I processi cognitivi nell'insegnamento dell'architettura e del design più in generale costituiscono un terreno fertile, ma perlopiù inesplorato per diverse ragioni. Innanzitutto sarebbe necessaria l'introduzione di competenze nuove, quelle di esperti in scienze cognitive, che poco si affacciano nei normali Corsi di Laurea in Architettura, salvo rare eccezioni e piccole sperimentazioni¹ (Figg. 1, 2); l'inserimento di queste nuove competenze però può trovare resistenze specie quando queste intervengano nell'ambito della creatività progettuale e del suo insegnamento che gli architetti ritengono di loro stretto appannaggio: il potenzialmente ricco terreno dei processi cognitivi in architettura ha bisogno di essere innanzitutto riconosciuto come campo di azione nella formazione al progetto, mentre sembra se ne ignori quasi completamente l'esistenza.

Una maggiore consapevolezza e un miglior controllo di questi processi cognitivi sarebbero invece indispensabili per dotare i futuri architetti di

strumenti di autoformazione permanente, sempre più utili in un ambito soggetto a continue, rapide, interconnesse e quindi complesse trasformazioni culturali, tecnologiche, normative, dei mezzi espressivi e del gusto estetico.

Queste trasformazioni rischiano di rendere, in breve tempo, obsoleti i presupposti culturali, i concetti funzionali e d'uso, i precetti stilistici e le regole tecnologico-costruttive apprese e quindi superati i giudizi di valore sui lavori svolti durante il percorso formativo. In altri termini, può avere davvero poco senso per coloro che apprendono ricevere solo valutazioni su una presunta correttezza funzionale, formale, espressiva e costruttiva dei loro elaborati progettuali, se queste valutazioni possono non essere più valide o essere completamente sovvertite nel giro di pochi anni.

Se è vero che la storia dell'architettura è fatta, in fondo, di costanti, talora quasi impercettibili, talora dirimpenti 'superamenti' degli insegnamenti dei 'padri', al giorno d'oggi non sembra più essere così. L'impressionante velocità delle continue e intrecciate trasformazioni delle condizioni al contorno, sopra delineata, obbliga infatti a drastici cambiamenti che sono perlopiù subiti e difficili da elaborare criticamente. Questo processo impedisce spesso di tradurre le continue novità in vera innovazione culturale anche in ambito architettonico, dove è sempre più difficile – forse ha ragione Vittorio Gregotti (2013) – 'separare l'originalità dalla trovata'.

Acquisire invece la capacità di gestire meglio le proprie facoltà immaginative in un processo progettuale, ovvero comprendere più adeguatamente quali abilità, strategie, processi e stili cognitivi si adottano (Paivio, 1971; Kozhevnikov, Kosslyn and Shephard, 2005; Blazhenkova and Kozhevnikov, 2009; Kosslyn and Miller, 2013; Chiorri, 2022), persino involontariamente come ad esempio nel Mind-Wandering (Vannucci and Agnoli, 2019; Vannucci, 2022) potrebbe invece rivelarsi una risorsa molto utile e duratura.

Se un architetto impara con quali modalità prefigurare lo spazio e quali abilità mentali mettere in campo quando progetta, a seconda delle proprie attitudini e caratteristiche psicologiche, sarà in grado, nel corso degli anni, di gestire meglio le sue facoltà immaginative da progettista anche relazio-

nandole al rapido mutare delle circostanze al contorno, dei modi e delle mode del vivere, pensare e costruire l'architettura, con nuovi materiali e tecnologie, persino nel confronto con i sempre più indispensabili strumenti della prima, seconda (Carpo, 2017) e forse terza (IA) 'svolta' digitale. Ma, in termini più concreti, cosa può realmente significare lavorare nella formazione degli architetti considerando meglio i processi cognitivi?

Un esempio di approccio: le immagini mentali nella modellazione del progetto

Per comprendere meglio l'approccio cognitivo tramite le immagini mentali, si provi con la mente ad aggirarsi intorno al e per il Pantheon romano²; con un minimo di concentrazione (a meno che non si sia affantasi, condizione tuttavia assai rara) è possibile 'vederne' la rotonda all'esterno e all'interno, la cupola, l'oculo e i cassettoni e percepire, nel gioco di colori e ombre della materia, persino il magico effetto di sospensione che la luce che penetra dall'alto genera, specie in alcuni momenti del giorno e dell'anno. Tuttavia, a meno di essere storici esperti o aver visitato di recente l'edificio, pochi o nessuno probabilmente saprebbe dire con esattezza quante sono le colonne del pronao o il numero dei cassettoni (che pure, in qualche modo, 'vedete') e forse neppure quello dei loro ordini.

Si tratta delle immagini mentali che, proprio per questa loro precisione e imprecisione a un tempo, indefinitezza e malleabilità, possono potenzialmente rappresentare uno dei più potenti strumenti dell'approccio cognitivo al progetto di architettura cui si è fatto sopra riferimento. Nel processo progettuale, infatti, può essere di fondamentale importanza per l'architetto avere la possibilità di fare un'esperienza simil-percettiva dello spazio che sta prefigurando, salvaguardando però, almeno inizialmente, un certo grado di indeterminazione fondamentale per mantenere aperte diverse possibilità di configurazione (Rowe, 2017).

Le immagini mentali sono, da tempo, un tema ampiamente studiato e dibattuto (Giachetta, 2019) nel campo della filosofia, da Aristotele, Cartesio, John Locke e David Hume fino a Jean-Paul Sartre e alle più recenti interpretazioni (Dennett, 1993; Zhok, 2014; Nanay, 2018; Montani, 2022), così come nel campo delle scienze cognitive (Kosslyn, 1983; Ko-

zhevnikov et alii, 2013; Oliverio, 2013), delle neuroscienze (Pearson, 2019; Abraham, 2020), della linguistica (Paivio, 1971) e dell'arte (Amheim, 1969; Zeki, 1999), ma incredibilmente quasi del tutto sconosciuto e misconosciuto nell'ambito delle teorie del progetto architettonico e, di conseguenza, nella pratica del suo insegnamento.

Tuttavia negli ultimi anni anche in Italia, benché timidamente, recenti e specifiche trattazioni sull'impiego delle immagini mentali nel progetto architettonico e nella didattica del progetto, che coinvolgono anche psicologi (Giachetta, 2022), numeri di rivista dedicati³ e sperimentazioni didattiche sempre condotte con la partecipazione di psicologi (Lavarello et alii, 2021) cominciano a mostrare le potenzialità dell'introduzione di un approccio cognitivo nella pratica professionale e soprattutto nella formazione degli architetti.

A titolo di esempio una delle potenzialità dell'impiego didattico di esercizi per stimolare le immagini mentali è far comprendere ai progettisti in formazione l'importanza di prefigurare e definire nella propria mente, prima di rappresentarlo, il progetto architettonico che si accingono ad affrontare, imparando così a «[...] disegnare quel che si immagina piuttosto che immaginare cosa disegnare» (Giachetta, 2022, p. 23): sembra un gioco di parole, ma non lo è. Infatti molti progettisti alle prime armi, per cominciare a prefigurare uno spazio architettonico, partono spesso dal disegno delle sue piante, per procedere poi con estrusione di pareti e alzati.

Con questo procedimento (di cui non si contesta qui la legittimità in assoluto) essi però spesso non sono in grado di cogliere e governare – nonostante l'immediatezza delle restituzioni software 3D – l'effettiva complessità degli spazi architettonici che progettano, né di apprezzarne efficacemente la tridimensionalità, la multi-sensorialità e la ricchezza percettiva – anche nel carico di ricordi del proprio vissuto – che le rappresentazioni mentali possono invece restituire in modo molto più efficace.

Imparare a impiegare bene le immagini mentali per progettare, proprio per il richiamo che il loro uso implica a precedenti esperienze spaziali, percettive e propriocettive vissute in modo immersivo, può avere quindi importanti implicazioni anche in relazione a una migliore comprensione delle relazioni spaziali (profondità, sopra-sotto, interno-esterno, luci-ombre), oltre che degli aspetti (non solo visivi, ma anche tattili e uditivi) legati alla consistenza materiale e costruttiva dell'architettura, comprendendo anche meglio il gioco circolare di rimandi tra il generale e il dettaglio, tra il tutto e la parte.

Quelli sommariamente enunciati non sono che alcuni degli aspetti che fanno comprendere quanto le immagini mentali possano essere considerate un eccezionale 'strumento di modellazione' per l'architettura che dovrebbe far parte del bagaglio formativo dell'architetto, al pari di altri che già si sperimentano nei Corsi di Laurea (come i plastici di studio, i modelli rappresentati dal disegno a mano e al computer, quelli fisico-tecnici e strutturali, ecc.) con cui interfacciarsi nelle varie fasi di evoluzione e precisazione del progetto. Proprio questa interazione tra sistemi di modellazione architettonica apre un ulteriore tema che nuovamente riporta alla questione della complessità e che vale la pena di richiamare: è il tema del

rapporto delle immagini mentali con la modellazione software (Fig. 3).

Un possibile sviluppo: l'interconnessione tra modelli immaginativi e software | Alcune sperimentazioni⁴ condotte recentemente con la collaborazione di docenti di psicologia e neurofisiologia (Buondonno et alii, 2023; Buondonno and Leandri, 2024; Buondonno and Giachetta, 2024) hanno indagato la possibile interazione tra immagini mentali e uso di software, coinvolgendo in vari step novanta studenti (Tab. 1) e trenta professionisti esperti e utilizzando questionari e strumenti psicometrici già validati o costruiti ad hoc, così come procedure elettroencefalografiche (Figg. 4-6).

Queste sperimentazioni, sebbene se ne riconoscano i limiti nel ristretto numero di test eseguiti e soggetti per ora coinvolti, hanno prodotto primi risultati molto promettenti: mostrano infatti importanti differenze tra alcuni soggetti (studenti) che in condizioni di progetto date sono stati invitati a prefigurare solo mentalmente gli spazi e altri che sono stati invece obbligati a usare il computer, facendo emergere che i primi sono meno concentrati e hanno un minor controllo metrico dello spazio, ma sono in grado di elaborare un numero maggiore di idee e lo fanno in modo meno astratto, calandosi maggiormente nella realtà (Fig. 7).

Altre differenze riguardano l'uso del computer in ambito progettuale, attribuite al differente stile cognitivo dei soggetti (professionisti) coinvolti nei test e dei quali era stata preliminarmente verificata la propensione per uno stile cognitivo (Kozhevnikov, Kosslyn and Shephar, 2005; Blazhenkova and Kozhevnikov, 2009; Kosslyn and Miller, 2013) di tipo 'object', ovvero più orientato alla visualizzazione di immagini mentali pittoriche e dettagliate, o 'spatial', caratterizzato da un maggior controllo spaziale e nella rotazione di immagini mentali (Fig. 8).

Si tratta solo di primi risultati che, insieme ad altri ottenuti con esperimenti cognitivi su tematiche in qualche modo connesse (Bilda and Demirkan, 2003; Ibrahim and Pour Rahimian, 2010; Cote, Mohamed-Ahmed and Tremblay, 2011; Häggman et alii, 2015; Daemei and Safari, 2018; Ranscombe et alii, 2019; Leandri et alii, 2021), sembrano poter aprire un campo di ricerca enorme e ancora tutto da esplorare sulle interazioni, a livello cognitivo e nelle fasi prefigurative di un progetto di architettura, tra capacità immaginativa, modelli grafici e digitali.

Questi studi potrebbero essere un valido supporto, da un lato ai futuri architetti e designer per meglio impiegare i software che sempre più inevitabilmente utilizzeranno, favorendo e non ostacolando la creatività, dall'altro alle aziende per implementare i software tenendo conto proprio delle abilità e degli stili cognitivi dei progettisti. Si tratta, evidentemente, di aspetti fondamentali – e che non potranno più essere trascurati – nella formazione dei futuri architetti e, più in generale, di tutti coloro che si misureranno con attività creative e progettuali.

Non sarebbe certo qui possibile affrontare anche il tema dell'IA in relazione alle sue applicazioni

in architettura e nella formazione dei futuri architetti, ma è del tutto evidente che la tematica di studio e sperimentazione alla quale si è fatto sopra riferimento è centrale per affrontare seriamente la questione dell'interfaccia tra intelligenza umana e artificiale nelle attività progettuali. Lo studio dei processi cognitivi dell'architetto sembra, infine, rappresentare un ambito complementare a quello che affronta lo studio della risposta fisiologica, emotiva – conscia e inconscia – del corpo nello spazio (Canepe, 2022, 2024; Fig. 9).

Conclusioni: una promettente strada in salita | Quella brevemente tracciata in questo articolo, per quanto inusuale e – in qualche modo – forse bizzarra per alcuni, è una proposta che gli autori sono fermamente convinti possa essere molto efficace nella formazione delle nuove generazioni di architetti e sulla quale ritengono ci siano ampi spazi di ricerca, lavoro e dibattito nei prossimi anni. Le potenzialità dell'approccio cognitivo non vanno assolutamente trascurate non solo per la loro ampiezza e il loro interesse, ma soprattutto perché riguardano la formazione al progetto di architettura e quindi il futuro dell'architettura stessa e del nostro abitare il Pianeta.

I possibili percorsi di ricerca sono ancora quasi del tutto da inventare in un apparato teorico generale transdisciplinare che deve confrontarsi con non trascurabili problemi di comunicazione e linguaggio e individuare e sperimentare i giusti approcci, ad esempio a partire da quello neurofenomenologico (Varela, 1996). Soprattutto è necessaria una sperimentazione continua e più allargata, che fornisca maggiori evidenze sulle diverse abilità cognitive che gli architetti mettono in campo per progettare con strumenti manuali o digitali, ma soprattutto occorrono idee sul modo in cui si potrà prendere piena consapevolezza di queste abilità per svilupparle più compiutamente.

I possibili rischi – particolarmente elevati in questo caso, trattandosi di processi mentali e immaginativi – sono rappresentati dalle eccessive semplificazioni, riduzioni, schematizzazioni, dall'incapacità di cogliere e apprezzare le differenze individuali per valorizzarle senza che questo implichi la tentazione di classificazioni ingabbianti e di banali ricette e soluzioni operative in pillole.

Al di là di questi rischi si tratta comunque di una strada difficile da percorrere perché il campo di indagine è ancora tutto sommato sconosciuto, richiede un cambio di prospettiva generale non

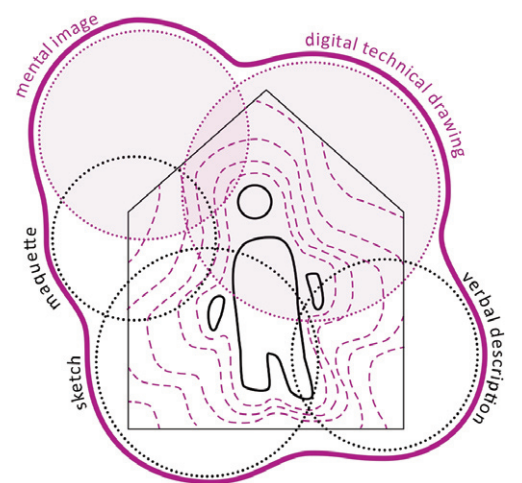


Fig. 3 | Synthetic representation of the different modelling systems involved in the design process (credit: L. Buondonno, 2023).

facile da comprendere e riguarda processi mentali in un momento storico in cui il concetto stesso di mente sta cambiando proprio nell'interazione tra mente, corpo, ambiente e strumenti, non ultimi quelli digitali (Clark and Chalmers, 1998; Ihde and Malafouris, 2019; Bruner, 2018).

È ancora, perché tratta argomenti legati ai processi mentali, che spesso spaventano gli architetti, normalmente curiosi, ma estremamente cauti se si sentono privati di competenze e invasi nel più intimo campo di una spesso mal intesa creatività di tipo iniziatico, oppure perché implica – nell'interazione con il campo delle scienze cognitive – una collaborazione con nuove competenze estranee all'ambito del progetto architettonico, in un mondo accademico che, pur dichiarandosi favorevole alla transdisciplinarietà, di fatto la nega o quantomeno la ostacola, perdendo l'occasione di aggiornarsi anch'esso di fronte alle sfide della complessità che non possono che trovare risposte tanto originali e incodificabili quanto corali.

Training new generations of architectural designers is a crucial issue in the age of complexity. Unfortunately, it receives much less attention than it should, often remaining anchored to models that do not fully respond to the new challenges to be faced. Designing architecture calls for complex foresight to guide (and now also in a responsible way) the possible processes of transforming the environments we live in, using the cultural, technical and economic means we possess according to the period and condition. However, can this complex activity still be rooted on the assumptions it was based on until a few decades ago? Or put another way, to what extent can we still rely on certain data to exercise it, and even before that, to learn how to address it?

Over time, there have been countless efforts to create a concise compendium of manuals encompassing all the essential information needed for learning architectural design. Passing over Vitruvius, one of the most noteworthy – as well as a multitude of perhaps less worthy writings – they certainly include the famous *Précis des Leçons d'Architecture* by Jean Nicolas Louis Durand, an accurate ABC guide (published, in various editions, since 1802, in more than thirty years of lectures at the *École Polytechnique*) with which the study of architecture is reduced to «[...] a small num-

ber of fruitful ideas, [...] and simple combinations could achieve results that would be as rich and varied as language itself» (Durand, cited in Gomez, 1983, p. 316).

Until a few generations ago, it was probably still reasonable to try to provide a series of basic elements and combination rules to teach how to design architecture, also because the collection of knowledge acquired over years of study could then be used, enriched by experience, over an entire professional career. Today, however, this type of approach no longer seems seriously conceivable or structurally possible. Indeed, a vast amount of knowledge is now necessary to take on an architectural project. It changes, is updated, and is added to the existing knowledge so quickly that what you learned while training becomes outdated in no time at all, especially if it was simply a transfer of stylistic-technological content from teacher to student.

Languages and trends are undergoing increasingly rapid changes, also due to the exponential increase in communication channels. In the space of a single generation, there have been transformations of taste that were once unthinkable and this also happens in relation to the changes connected to the skills considered professionalising ones, to the needs of the various players in the construction process, to living needs, working needs, commercial, productive, leisure, socio-economic needs, etc. Two striking examples were the period of the Covid-19 pandemic (Carpo, 2020) or a single event such as 11 September, with major implications on the relationships between confined and external spaces or on commercial, distribution, security logics, etc.

In relation to structural and plant engineering systems, components, elements and building materials the situation remains unchanged, if anything it has become more complicated, with a real revolution, in the last few decades, associated with the concept of sustainability, in its various and evolving forms. Moreover, in architecture, new technologies and new materials do not normally replace existing ones; rather, they add to them. Therefore, if today we are not able to understand how we will be able to build in twenty years, we certainly know that building will still partly be like it was in the past.

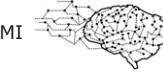
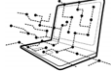


Technological-constructive transformations also lead to significant changes in organisational logics and site dynamics; just think of the use, in recent years, of lightweight prefabricated systems (Rus-

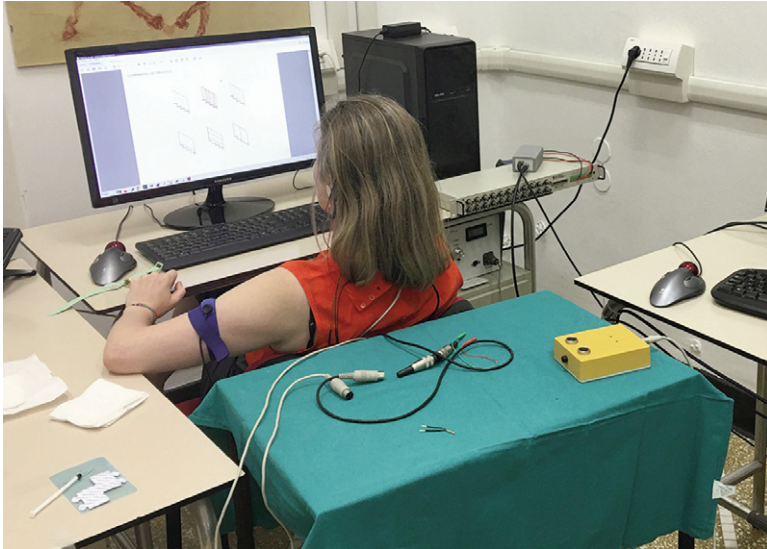
so Ermolli and Galluccio, 2019; Bellini, Arcieri and Gullace, 2023) and 3D printing of building components, or even of entire buildings (Russo and Moretto, 2020). Even more noteworthy is the rapid succession of new regulations, restrictions, management and financing models, not to mention the increased use of digital tools for modelling, control, data sharing and optimisation of project parameters, with related changes in work management (Sposito, 2022). It is, essentially, an incessant tangle of significant transformations that will undoubtedly undergo exponential growth in the coming years; it is the world of complexity, cum-plexus, tangled with, tangled together (Cerruti, 2018).

In this world, universally valid and repeatable rules that can be included in some sort of manual are no longer conceivable. It is no longer imaginable that training for a project could be a simple transfer of historical-critical, stylistic-compositional, managerial and technical-scientific knowledge (Raiteri, 2014). Even the legitimate claims to be given certainties of those who intend to learn the profession of the architect are no longer acceptable (Sacchi, 2021). Indeed, it may not even be conceivable any more that the profession of the architect be considered a true trade, as it is increasingly losing its distinctiveness connected to manual skills, craftsmanship, and setting up a workshop, as much as we like to recall them.

Designing architecture is not something that is increasingly difficult to teach due to its (fortunately) inevitable component of ineffability; it is so structurally and from almost all viewpoints, even (and perhaps more inherently) from the technical-scientific one, which, until a few decades ago, seem to be the strongest, but has now been completely lost.

In the era of complexity and the increasingly rapid tangle of transformations, the only principle that can be considered structurally valid is precisely the lack of certainty; not accepting it leads to simplifications that can only be considered undesirable, as Peter Sloterdijk (2018) argues when he states that «[...] wherever manifestations of the extreme were encountered in the course of the twentieth century, there was always an uprising against complexity». This can also be found in the architectural field, where designing increasingly and structurally means solving a 'wicked' problem (Webber and Rittel, 1973; Zambelli, 2019), that is to say, one dictated by requirements and with increasingly vague and interpretable contextual data and with an immense range of possible alternative answers that,

SESSION		February		April		May
90 bachelor students 2 aleatory groups 2 conditions: MI Modeling tool: Mental Imagery DIG Modeling tool: 2D-3D CAD	DESIGN ASSIGNMENT	Canopy and seats		Meditation space		
	TASK	CONDITION	MI  DIG 	MI  DIG 		Assessment of individual differences
	GROUPS	A	B	B	A	
POST TASK	QUESTIONNAIRES	Ad hoc questionnaire PANAS		Ad hoc questionnaire PANAS		
	GROUPS	A+B		A+B		A+B

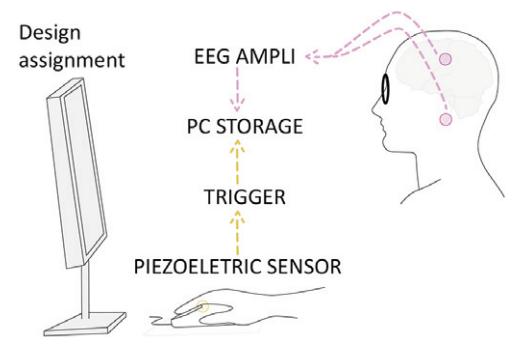


Previous page

Tab. 1 | Schematic representation of the arrangement of the experiment involving architecture students (credit: L. Buondonno, 2023)

Figg. 4, 5 | Subjects photographed during the experiment recorded cortical activity while performing a guided drawing task (credits: L. Buondonno, 2023).

Fig. 6 | Schematic representation of the arrangement of the experiment involving professional architects (credit: L. Buondonno, 2024).



moreover, are generated only by proposing ideas to search for them.

For this precise reason, scientists are said to adopt problem-focused strategies, whereas architects are directly solution-focused (Lawson, 2005; Zambelli, 2021). The solution is often drawn up before fully understanding the problem: today, this is exactly what can be defined as 'pro-jecting' or 'anticipating' architecture solutions.

This distinction between scientists and architects, in some respects justifiable, leads us to think something that, in other respects, is not true; namely that solving a scientific problem can be taught, whereas any design problem in architecture has to be left to innate creativity and intuition. This would transform the work of those who should be teaching how to design architecture into that of a mere talent scout and the sense of the learning exercises into a sort of compilation of litmus tests useful to identify predisposition, predestination and choice.

Would it not be unacceptable capitulation to think of our entire training system as a sort of talent show? If it is true that for the 'pro-jecting', or designing architecture there are no longer simple precepts to be taught from manuals, is it really inevitable that we have to accept the idea that all this structural uncertainty implies that no more applicable training methodologies exist? Obviously, we hope not, and perhaps we only need to make proposals like the following in this regard.

A possible proposal: developing the cognitive abilities of the designer | Training the architect and, more generally the designer is known to require a complex framework of rather heterogeneous skills. In fact, it entails basic teachings on a wide range of topics, from historical and critical subjects to com-

positional and graphic representation, from technological and constructive topics to structural and physical-technical ones, up to management, economics, landscapes, ecosystem topics, and many others (they are also continuously updated, although sometimes a little slowly, often trying to meet too short-lived market needs).

Such comprehensive general training provides future architects with some of the basic notions necessary for designing in different circumstances (from new, 'permanent' or temporary construction, to redevelopment and restoration projects) and at different scales. Indeed, Ernesto Nathan Rogers' famous slogan 'from the spoon to the city' (paraphrasing Hermann Muthesius' motto) perhaps still offers ideas for reflecting on the future (Larcher and Dalla Costa, 2020), despite the alternating fortunes, scepticisms, field and sector defences (Bulegato and Chiesa, 2015) and today's incumbent and unreasonable tendency towards specialisation at any cost in Architecture Degree Courses.

However, future designers, in addition to knowing the basic elements they need to design (while always being aware of the uncertain and provisional nature of the notions learned), must above all learn 'how to design'. Exceptions apart and in rare and fortunate circumstances of concrete interventions in the field, this skill is normally acquired through workshop teaching (sometimes with different variations and aspects, for example, on composition, technology, urban planning, etc.) in which learners are supposed to learn (from these different viewpoints) to design, essentially through simulations of the design process.

Within the scope of these teachings, more specifically aimed at fostering the learning of the project activity itself, training is mainly based not only on the sim-

ulated exercise of the various aforementioned skills (when it is successful and they can be integrated), but also on discussion and evaluation of the 'outcomes' of the imaginative processes of the beginner participants, which is not always objectively achievable. It is a common system, widely tried and tested in the Schools of Architecture and highly effective, although today – in light of the observations made in the introduction – it could be refined somewhat. Indeed, this system actually takes into consideration, analyses, and evaluates the works produced by the trainee designers, to present their design ideas – i.e. drawings, models, reports, etc. – intervening primarily in the technical creation of these works and, in the best-case scenarios, 'teaching them to fish' (Campo Baeza, 2020), that is ensuring that this realisation occurs increasingly autonomously by the learners.

However, in the relationship between those who teach and those who learn, the cognitive processes related to the imaginative phases necessary to produce these documents have been almost completely neglected. Therefore, we discuss, we correct, and we evaluate only the outcome of the product, or more simply, the worth of the projects, but we do not work (or we work only very little, accidentally and partially) on the mental processes that led to its conception.

For several reasons, the cognitive processes in teaching architecture and design more generally constitute fertile yet mostly unexplored ground. First, it would be necessary to introduce new skills, those of cognitive sciences experts who barely appear in the normal Degree Courses in Architecture, with rare exceptions and limited experiments¹ (Figg. 1, 2). Including these new skills can meet resistance, especially when they come within the field of design creativity and its teaching, which architects consider their exclusive domain. However, what above all

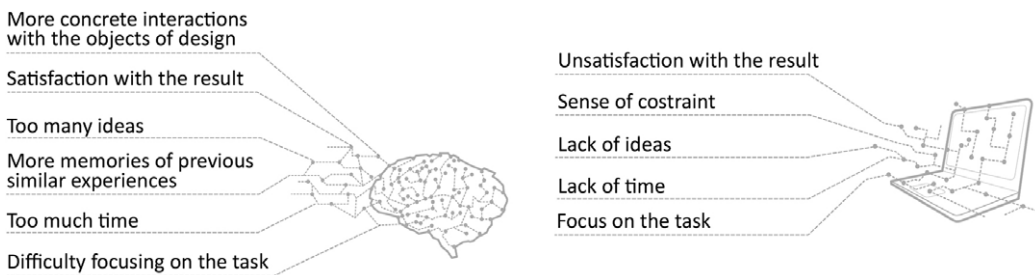
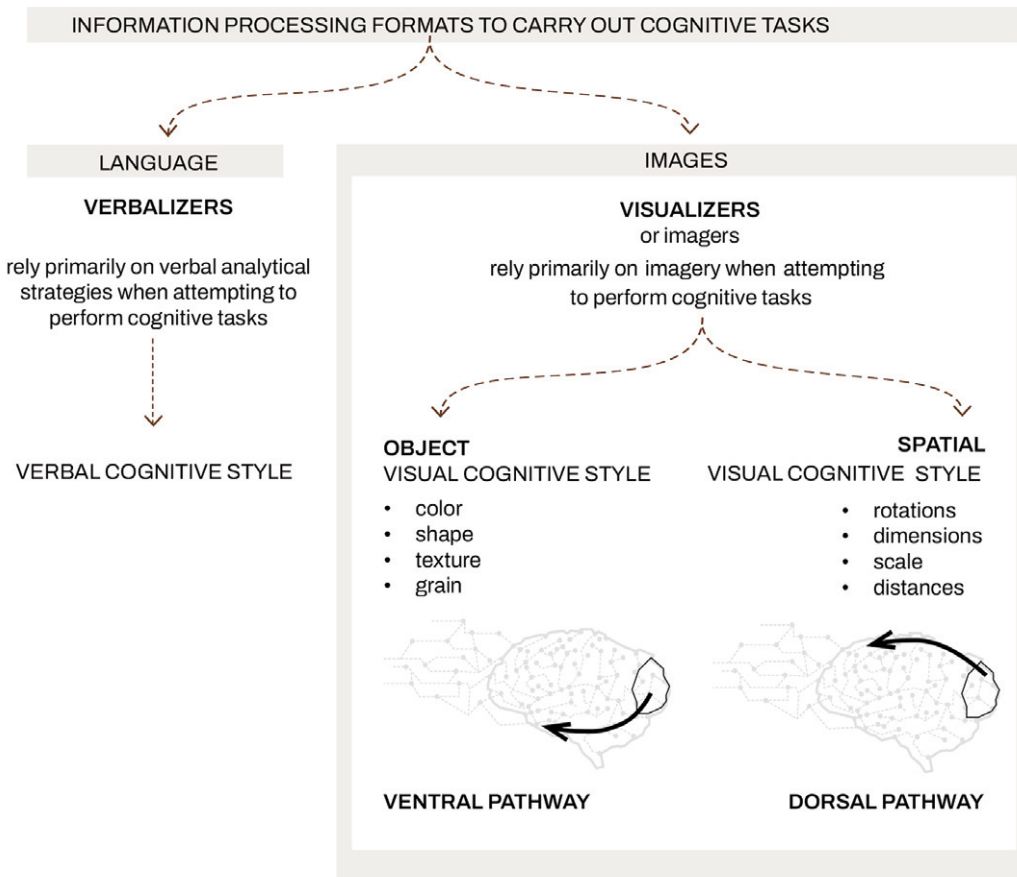


Fig. 7 | Brief representation of the most relevant results from the experiment involving the students (credit: L. Buondonno, 2023).

Fig. 8 | Brief representation of verbal, 'object' visual and 'spatial' visual cognitive styles and their neural correlates (credit: L. Buondonno, 2024).



them to the rapid changes of the surrounding circumstances, of the ways (and trends) of living, thinking, and constructing architecture, with new materials and technologies, even in comparison with the increasingly indispensable tools of the first, second (Carpo, 2017), and perhaps third (AI) digital 'revolution'. In more concrete terms, though, what can training architects by better considering cognitive processes really mean?

An example of an approach: mental images in the modelling of the project | To better understand the cognitive approach through mental images, try to let your mind wander around the Pantheon in Rome²; unless you suffer from aphantasia, or the inability to mentally visualise, which is a very rare condition, with little concentration you can 'visualise' the rotunda outside and inside, the dome, the oculus and the coffer and perceive, in the play of colours and shadows of the materials, even the magical suspending effect generated by the light that penetrates from above, especially at certain times of the day and year. However, unless you are an experienced historian or have recently visited the building, few or no one would probably be able to say exactly how many columns there are in the portico or the number of coffers (which you also, somehow, 'visualise') and perhaps not even the number of rings.

These are the mental images that, precisely because of their simultaneous precision and imprecision, this indefiniteness and malleability can potentially represent one of the most powerful tools of the cognitive approach to the architectural project referred to above. Indeed, it can be of fundamental importance in the design process for the architect to have the possibility of experiencing a similar perception of the space that is being envisaged, while initially preserving a certain degree of indeterminacy to keep various configuration possibilities open (Rowe, 2017).

Mental images have long been a widely studied and debated topic (Giachetta, 2019) in the field of philosophy, from Aristotle, Descartes, John Locke and David Hume to Jean-Paul Sartre and the most recent interpretations (Dennett, 1993; Zhok, 2014; Nanay, 2018; Montani, 2022), as well as in the field of cognitive sciences (Kosslyn, 1983; Kozhevnikov et alii, 2013; Oliverio, 2013), neurosciences (Pearson, 2019; Abraham, 2020), linguistics (Paivio, 1971) and art (Arnheim, 1969; Zeki, 1999), but incredibly almost completely unknown and misunderstood within the theories of architectural design and, what is worse, in the practice of its teaching.

However, in recent years, even in Italy, be it as it may gingerly, recent and specific discussions on the use of mental images in architectural design and in the teaching of design, which also involve psychologists (Giachetta, 2022), dedicated magazine issues³ and didactic experiments also conducted with the participation of psychologists (Lavarello et alii, 2021) have begun to show the potential of introduc-

happens is that the potentially fertile ground of cognitive processes in architecture needs to be recognised, first of all, as a field of action in design training, while it seems that its existence is almost completely ignored.

Greater awareness and better control of these cognitive processes would, however, be essential to equip future architects with permanent self-training tools, increasingly useful in an environment subject to continuous, rapid, interconnected and therefore complex transformations of a cultural, technological, and regulatory nature, as well as transformations of expressive means and aesthetic tastes.

These transformations risk making the cultural assumptions, the functional and use concepts, the stylistic precepts and the technological-constructive rules learned obsolete in no time at all. Therefore, the value judgments on the works carried out during the training itself will become obsolete (not very useful, even disorienting). In other words, it may make little sense for learners to receive only assessments on the alleged functional, formal, expressive and constructive correctness of their project designs, if these assessments are no longer valid (or completely subverted) within a few years.

If it is true that the history of architecture is fundamentally made up of constant, sometimes almost

imperceptible, sometimes disruptive 'obsolescence' of the teachings of the 'masters', it now no longer seems to be so. Indeed, the incredible speed of the continuous and tangled transformations of the underlying conditions, outlined above, forces drastic changes that are mostly undergone and difficult to deal with critically. This process often prevents the continuous new developments from being translated into true cultural innovation, even in the architectural field, where it is increasingly difficult, as Vittorio Gregotti (2013) possibly correctly says, 'to separate originality from gimmickry'.

However, acquiring the ability to better manage one's imaginative faculties in a design process, that is to understand more adequately which abilities, strategies, processes, and cognitive styles are adopted (Paivio, 1971; Kozhevnikov, Kosslyn and Shephard, 2005; Blazhenkova and Kozhevnikov, 2009; Kosslyn and Miller, 2013; Chiorri, 2022), even involuntarily as in the case of Mind-Wandering (Vannucci and Agnoli, 2019; Vannucci, 2022), could prove to be a very useful and lasting resource.

If an architect learns how to envision space and what mental skills to deploy when designing, according to their own aptitudes and psychological characteristics, over the years they will be able to better manage imaginative skills as a designer, even relating

ing a cognitive approach in professional practice and especially in the training of architects.

For instance, one potential didactic use of exercises to stimulate mental images is to make trainee designers understand the importance of prefiguring and defining the impending architectural project in their minds, before representing it, thus learning to draw what you imagine rather than imagine what to draw (Giachetta, 2022). It seems like a play on words, but it is not. Indeed, many novice designers, in order to begin envisioning an architectural space, often start by drawing the floorplans and then proceed with the extrusion of walls and elevations.

However, by using this procedure (whose legitimacy is not being contested here per se), they are often unable to grasp and manage the actual complexity of the architectural spaces they design, in spite of the immediacy of 3D software renderings, nor to effectively appreciate their three-dimensionality, multi-sensory nature, and perceptual richness – enhanced by personal experiences and laden with memories – which mental representations can, instead, convey much more effectively.

Learning to effectively employ mental images for design can have significant implications. This is because their use involves recalling previous immersive experiences related to spatial, perceptual, and proprioceptive aspects. This can lead to a better understanding of spatial relationships (such as depth, above-below, inside-outside, and light-shadow), as well as aspects related to the material and constructive consistency of architecture (which include not just visual but also tactile and auditory elements). Additionally, it can help in better understanding the interplay between the general and the detailed, between the whole and its parts.

These brief examples are just some of the aspects that make us understand how mental images can be considered an exceptional 'modelling tool' for architecture that should be part of the architect's training armamentarium, along with the others that are already included in Degree Courses (such as architectural study models, freehand and computer-design models, physical-technical and structural ones, etc.) with which to interface in the various phases of evolution and clarification of the project. This interaction between architectural modelling systems introduces a further theme that once again brings us back to the question of complexity and that is worth recalling: the theme of the relationship of mental images with software modelling (Fig. 3).

A possible development: the interconnection between imaginative models and software

Some experiments⁴ recently conducted with the collaboration of professors of psychology and neurophysiology (Buondonno et alii, 2023; Buondonno and Leandri, 2024; Buondonno and Giachetta, 2024) have investigated the possible interaction between mental images and the use of software, involving ninety students (Tab. 1) and thirty experienced professionals in various steps and using already validated or ad hoc questionnaires and psychometric tools, as well as electroencephalographic procedures (Figg. 4-6).

Despite recognising the limits of the small number of tests performed and of subjects involved for now, these trials have produced very promising

initial results. Indeed, they highlight major differences between some subjects (students) who, under given design conditions, were invited to only mentally prefigure the spaces and others who were instead forced to use the computer, indicating that the former are less concentrated and have less metric control of space, but are able to process a greater number of ideas and do so in a less abstract way, engaging more deeply in the reality (Fig. 7).

Other differences concern the use of the computer in the design field, attributed to the different cognitive style of the subjects (professionals) involved in the tests and whose propensity for an

'object' type cognitive style (i.e. more oriented to the visualisation of pictorial and detailed mental images) or a 'spatial' type one (characterised by greater spatial control and in the rotation of mental images) had been previously verified (Kozhevnikov, Kosslyn and Shephar, 2005; Blazhenkova and Kozhevnikov, 2009; Kosslyn and Miller, 2013; Fig. 8).

These are only the initial results and together with others obtained with cognitive experiments on issues in some way connected (Bildá and Demirkan, 2003; Ibrahim and Pour Rahimian, 2010; Cote, Mohamed-Ahmed and Tremblay, 2011; Häggman et alii, 2015; Daemei and Safari, 2018;



Fig. 9 | Experiment with virtual reality as part of the RESONANCES Project (credit: A. Mendoza, 2022).

Ranscombe et alii, 2019; Leandri et alii, 2021) they seem to be able to open up a huge field of research with everything still to be explored on the interactions, at the cognitive level and in the pre-figurative phases of an architecture project, between imaginative capacity, graphic and digital models.

These studies could provide valuable support, on the one hand, to future architects and designers to better use the software they will increasingly inevitably use, promoting rather than hindering creativity; on the other hand, to companies to implement the software while taking into account the skills and cognitive styles of the designers. These are obviously fundamental aspects – and can no longer be overlooked – in the training of future architects and, more generally, of all those who will engage in creative and design activities.

It would certainly not be possible here to address the issue of AI in relation to its applications in architecture and in the training of future architects, but it is quite clear that the subject of study and experimentation referred to above is central to seriously address the question of the interface between human and artificial intelligence in design activities. The study of the architect's cognitive processes seems, finally, to represent a complementary field to the one concerning the study of the physiological and emotional responses – both conscious and unconscious – of the body in space (Canepa, 2022, 2024; Fig. 9).

Conclusions: a promising uphill road | The proposal briefly outlined in this article, although unusual and – in some ways – perhaps bizarre for some, is a proposal that the authors are firmly con-

vinced can be very effective in training the new generations of architects and on which they believe there will be ample space for research, work and debate in the coming years. The potential of the cognitive approach must not be overlooked not only for its breadth and interest, but above all because it concerns training in architectural design and therefore the future of architecture itself and of our life on the planet.

Potential research paths are still almost entirely to be invented within a general transdisciplinary theoretical framework that must address significant communication and language problems and identify and experiment with the right approaches, for instance starting from the neurophenomenological one (Varela, 1996). Continuous and extended experimentation is especially necessary to provide more evidence on the various cognitive skills that architects employ in designing with manual or digital tools. However, what is especially needed are ideas on how to fully understand these skills in order to develop them more completely.

In this case, the possible risks are particularly high, because they concern mental and imaginative processes. They consist of excessive simplifications, reductions, schematisations, the inability to grasp and appreciate individual differences to enhance them without this implying the temptation of confining classifications and trivial recipes and operational one-size-fits-all solutions.

Beyond these risks, however, it is a difficult road to travel because the field of investigation is still largely unknown. It requires a change of general perspective that is not easy to understand and concerns mental processes at a time when the very concept of mind is changing precisely in the interaction be-

tween mind, body, environment and tools, not least digital ones Clark and Chalmers, 1998; Ihde and Malafouris, 2019; Bruner, 2018).

Also, because it deals with topics related to mental processes, which often frighten architects, who are normally curious, but extremely cautious if they feel deprived of skills and that their most intimate field has encroached with an often-misunderstood creativity of an initiatory type, or because, by interacting with the field of cognitive sciences, it implies an extensive collaboration with new expertise outside the realm of architectural design. Indeed, architecture is an academic world that, despite declaring itself in favour of transdisciplinarity, actually denies or at least hinders it, thereby missing the opportunity to also update itself in the face of the challenges of complexity that can only be met with responses that are as original and unclassifiable as they are collective.

Notes

1) In this case, reference is made to the didactic innovation project carried out within the Degree Course in Architecture Sciences, at the University of Genova, between 2019 and 2022, coordinated at the time by Prof. A. Giachetta (Corso di Laurea in Scienze dell'Architettura UniGe, 2021).

2) The experiment was inspired by a work by Jean-Paul Sartre (1940), which probably refers to the neoclassical Pantheon in Paris.

3) In particular, reference is made to issue 7 of the GUD magazine entitled 'Sinapsi | Synapse', on which articles by architects, philosophers as well as neuroscientists and psychologists of the calibre of Giacomo Rizzolatti, Giovanni Vecchiato, Fausto Caruana, Dario Costi, Antonella Marchetti, Cinzia Di Dio, Sergio Agnoli and Manila Vannucci are published. [Online] Available at: stefanotermaninieditore.it/portale/gud-design-2/gud-archives/gud07-01_2023-sinapsi-synapse/ [Accessed 10 September 2024].

4) Some experiments were conducted as part of funding obtained by Linda Buondonno, the winner in 2023 of the Call for Research Experts and Young Talents in Artificial Intelligence, issued by the Architects' Council of Europe. The call can be viewed on the website: ace-cae.eu/activities/call-for-research-experts-and-young-talents-in-artificial-intelligence/ [Accessed 30 August 2024].

References

Abraham, A. (2020), "Surveying the Imagination Landscape", in Abraham, A. (ed.), *The Cambridge Handbook of the Imagination*, Cambridge University Press, Cambridge,

pp. 1-10. [Online] Available at: doi.org/10.1017/9781108580298.001 [Accessed 10 September 2024].

Arnheim, R. (1969), *Visual Thinking*, University of California Press, Berkeley.

Bellini, O. E., Arcieri, M. and Gullace, M. T. (2023), "Sistemi abitativi modulari off-site – Soluzioni speditive per l'abitare da studenti | Off-site modular housing systems – Expeditious solutions for student residence", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 14, pp. 152-163. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/14122023 [Accessed 10 September 2024].

Bilda, Z. and Demirkan, H. (2003), "An insight on designers' sketching activities in traditional versus digital media", in *Design Studies*, vol. 24, issue 1, pp. 27-50. [Online] Available at: doi.org/10.1016/S0142-694X(02)00032-7 [Accessed 10 September 2024].

Blazhenkova, O. and Kozhevnikov, M. (2009), "The new object-spatial-verbal cognitive style model – Theory and measurement", in *Applied Cognitive Psychology*, vol. 23, issue 5, pp. 638-663. [Online] Available at: doi.org/10.1002/acp.1473 [Accessed 10 September 2024].

Bruner, E. (2018), *La mente oltre il cranio – Prospettive di archeologia cognitiva*, Carocci Editore, Roma.

Bulegato, F. and Chiesa, R. (2015), "Note sull'insegnamento della storia del design in Italia – 1950/1990", in Peruccio, P. P. and Russo, D. (eds), *Storia Hic et Nunc – La formazione dello storico del design in Italia e all'estero*, Umberto Allemandi, Torino, pp. 68-103. [Online] Available at: iris.unipa.it/bitstream/10447/224263/1/Articolo%20DR_%20Storia%20hic%20et%20nunc.pdf [Accessed 7 September 2024].

Buondonno, L. and Giachetta, A. (2024), "Mental images and digital models in architecture", in Diaconescu, O.,

Armenciu, D. N., Ionitã, B. M., Duminiã, C., Dunel, A., Haiduc, S., Ilie, O. and Stan, A. (eds), *20 Architectural Experiences – Proceedings – International Conference of Architecture and Design, 30-31/10/2023*, Accademia Adrianea Edizioni, Roma, pp. 196-201.

Buondonno, L. and Leandri, G. (2024), "Images choices by object and spatial oriented thinkers – An EEG study", in Leandri, G. (ed.), *IDEA – Innovation design application – 2024 Edition*, Genova University Press, Genova, pp. 13-22. [Online] Available at: gup.unige.it/IDEA-Innovation-Design-Application-2024 [Accessed 10 September 2024].

Buondonno, L., Vannucci, M., Chiorri, C. and Giachetta, A. (2023), "Mental imagery and digital media in architectural design process – An experimental study", in Leandri, G. (ed.), *IDEA – Investigating Design in Architecture – 2023 Edition*, Genova University Press, Genova, pp. 126-136. [Online] Available at: gup.unige.it/IDEA-Investigating-Design-in-Architecture [Accessed 10 September 2024].

Campo Baeza, A. (2020), "Per una sapienza architettonica", in Faroldi, E. and Vettori, M. P. (eds), *Insegnare l'Architettura – Due Scuole a confronto*, Letteraventidue, Siracusa, pp. 34-41.

Canepa, E. (2024), "Empathic imagination – Nurturing architectural creativity in Video Games and Virtual Reality simulations", in Leandri, G. (ed.), *IDEA – Innovation design application – 2024 Edition*, Genova University Press, Genova, pp. 109-127. [Online] Available at: gup.unige.it/IDEA-Innovation-Design-Application-2024 [Accessed 10 September 2024].

Canepa, E. (2022), *Architecture is Atmosphere – Notes on Empathy, Emotions, Body, Brain, and Space*, Mimesis International, Milano.

- Carpo, M. (2020), "The pandemic changed everything – Or so we thought", in *The Architect's Newspaper*, 26/06/2020. [Online] Available at: archpaper.com/2020/06/the-pandemic-changed-everything-or-so-we-thought/ [Accessed 10 September 2024].
- Carpo, M. (2017), *The Second Digital Turn – Design beyond intelligence*, The MIT Press, Cambridge (US).
- Ceruti, M. (2018), *Il tempo della complessità*, Raffaello Cortina Editore, Milano.
- Chiorri, C. (2022), "Il ruolo dei processi cognitivi nella progettazione architettonica", in Giachetta, A. (ed.), *Architettura e immagini mentali – Processi cognitivi per il progetto dello spazio costruibile nell'era della complessità*, FrancoAngeli, Milano, pp. 89-95.
- Clark, A. and Chalmers, D. (1998), "The Extended Mind", in *Analysis*, vol. 58, issue 1, pp. 7-19. [Online] Available at: [jstor.org/stable/3328150](http://www.jstor.org/stable/3328150) [Accessed 10 September 2024].
- Corso di Laurea in Scienze dell'Architettura UniGe (ed.) (2021), *Un anno di didattica – Innovazione e ricerca nella Scuola di Architettura di Genova*, Sagep Editori, Genova.
- Cote, P., Mohamed-Ahmed, A. and Tremblay, S. (2011), "A Quantitative Method to Compare the Impact of Design Media on the Architectural Ideation Process", in Leclercq, P., Heylighen, A. and Martin, G. (eds), *CAAD Futures 2011 – Proceedings of the 14th International Conference on Computer Aided Architectural Design Futures*, Liège, Belgium, 4-8 July 2011, Les Editions de l'Université de Liège, Liège, pp. 539-555. [Online] Available at: papers.cumincad.org/data/works/att/cf2011_p051.content.pdf [Accessed 10 September 2024].
- Daemei, A. B. and Safari, H. (2018), "Factors affecting creativity in the architectural education process based on computer-aided design", in *Frontiers of Architectural Research*, vol. 7, issue 1, pp. 100-106. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.foar.2017.09.001 [Accessed 10 September 2024].
- Dennett, D. C. (1993), *Consciousness Explained*, Penguin, London.
- Giachetta, A. (2022), *Architettura e immagini mentali – Processi cognitivi per il progetto dello spazio costruibile nell'era della complessità*, FrancoAngeli, Milano.
- Giachetta, A. (2019), "Prefigurazioni – Esercitare l'immaginazione; immaginare la materialità", in Giachetta, A., Novi, F. and Raiteri, R. (eds), *La costruzione dell'idea, il pensiero della materia – Riflessioni sul progetto di architettura*, FrancoAngeli, Milano, pp. 13-66.
- Gregotti, V. (2013), *Il sublime al tempo del contemporaneo*, Einaudi, Torino.
- Hägglman, A., Tsai, G., Elsen, C., Honda, T. and Yang, M. C. (2015), "Connections Between the Design Tool, Design Attributes, and User Preferences in Early Stage Design", in *Journal of Mechanical Design*, vol. 137, issue 7, article 071408, pp. 1-13. [Online] Available at: doi.org/10.1115/1.4030181 [Accessed 10 September 2024].
- Ibrahim, R. and Pour Rahimian, F. (2010), "Comparison of CAD and manual sketching tools for teaching architectural design", in *Automation in Construction*, vol. 19, issue 8, pp. 978-987. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.autcon.2010.09.003 [Accessed 10 September 2024].
- Ihde, D. and Malafouris, L. (2019), "Homo Faber Revisited – Postphenomenology and Material Engagement Theory", in *Philosophy & Technology*, vol. 32, pp. 195-214. [Online] Available at: doi.org/10.1007/s13347-018-0321-7 [Accessed 10 September 2024].
- Kosslyn, S. M. (1983), *Ghosts in the Mind's Machine – Creating and Using Images in the Brain*, W.W. Norton and Co., New York.
- Kosslyn, S. M. and Miller, G. W. (2013), *Top Brain, Bottom Brain – Surprising Insights into How You Think*, Simon & Schuster, New York.
- Kozhevnikov, M., Kosslyn, S. and Shephard, J. (2005), "Spatial versus object visualizers – A new characterization of visual cognitive style", in *Memory & Cognition*, vol. 33, issue 4, pp. 710-726. [Online] Available at: doi.org/10.3758/BF03195337 [Accessed 10 September 2024].
- Kozhevnikov, M., Kozhevnikov, M., Yu, C. J. and Blazhenkova, O. (2013), "Creativity, visualization abilities, and visual cognitive style", in *British Journal of Educational Psychology*, vol. 83, issue 2, pp. 196-209. [Online] Available at: doi.org/10.1111/bjep.12013 [Accessed 10 September 2024].
- Larcher, C. and Dalla Costa, V. (2020), *Disegnare un cucchiaino per cambiare la città*, Quodlibet, Macerata.
- Lavarello, A., Battistini, J., Buondonno, L., Dighero, A., Giachetta, A., Leonardi, M. and Rava, G. P. (2021), "Innovazione didattica nei laboratori di tecnologia del II anno", in Dipartimento di Architettura e Design dell'Università di Genova (ed.), *Un anno di didattica – Innovazione e ricerca nella scuola di architettura di Genova*, Sagep Editori, Genova, pp. 84-97. [Online] Available at: sagep.it/prodotto/un-anno-di-didattica/ [Accessed 10 September 2024].
- Lawson, B. (2005), *How Designers Think – The Design Process Demystified*, Routledge, London. [Online] Available at: doi.org/10.4324/9780080454979 [Accessed 10 September 2024].
- Leandri, G., Leone, C., Stara, S. and Leandri, M. (2021), "Movement related cortical potentials and meaningful drawing", in *Journal of the Neurological Sciences*, vol. 429, supplement, article 118555. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.jns.2021.118555 [Accessed 10 September 2024].
- Montani, P. (2022), *Destini tecnologici dell'immaginazione*, Mimesis Edizioni, Milano.
- Nanay, B. (2018), "Multimodal mental imagery", in *Cortex*, vol. 105, pp. 125-134. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.cortex.2017.07.006 [Accessed 10 September 2024].
- Oliverio, A. (2013), *Immaginazione e memoria – Fantasia e realtà nei processi mentali*, Mondadori Università, Milano.
- Paivio, A. (1971), *Imagery and verbal processes*, Holt, Rinehart & Winston, New York. [Online] Available at: archive.org/details/imageryverbalpro0000paiv/page/n3/mode/2up [Accessed 10 September 2024].
- Pearson, J. (2019), "The human imagination – The cognitive neuroscience of visual mental imagery", in *Nature Reviews Neuroscience*, vol. 20, pp. 624-634. [Online] Available at: doi.org/10.1038/s41583-019-0202-9 [Accessed 10 September 2024].
- Pérez-Gómez, A. (1983), *Architecture and the Crisis of Modern Science*, The MIT Press, Cambridge (US).
- Raiteri, R. (2014), *Progettare progettisti – Un paradigma della formazione contemporanea*, Quodlibet, Macerata.
- Ranscombe, C., Zhang, W., Rodda, J. and Mathias, D. (2019), "Digital Sketch Modelling – Proposing a Hybrid Visualisation Tool Combining Affordances of Sketching and CAD", in Wartzack, S. and Schleich, B. G. (eds), *Proceedings of the Design Society – 22nd International Conference on Engineering Design (ICED19) – Responsible Design for Our Future*, Delft, The Netherlands, 5-8 August 2019, Cambridge University Press, pp. 309-318. [Online] Available at: doi.org/10.1017/dsi.2019.34 [Accessed 10 September 2024].
- Rowe, P. G. (2017), *Design thinking in the digital age – The incidents*, Sternberg Press, London.
- Russo Ermolli, S. and Galluccio, G. (2019), "Industria- lizzazione Edilizia e Prefabbricazione tra Materialità e Immaterialità | Building Industrialization and Prefabrication between Materiality and Immateriality", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 5, pp. 93-100. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/5102019 [Accessed 10 September 2024].
- Russo, D. and Moretti, M. (2020), "Shamballa, il Paradiso può attendere – Come la stampa 3D sostiene il futuro | Shamballa, Heaven can wait – How 3D printing will sustain the future", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 8, pp. 32-43. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/832020 [Accessed 10 September 2024].
- Sacchi, L. (2021), *Il mestiere di architetto*, Letteraventidue, Siracusa.
- Sartre, J.-P. (1940), *L'imaginaire – Psychologie phénoménologique de l'imagination*, Librairie Gallimard, Paris.
- Sloterdijk, P. (2018), *What Happened in the 20th Century?*, Polity Press, Cambridge.
- Sposito, C. (2022), "Riflessioni e traiettorie di ricerca interdisciplinari sulla transizione digitale | Reflections and trajectories for interdisciplinary research on the digital transition", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 12, pp. 2-13. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1202022 [Accessed 10 September 2024].
- Vannucci, M. (2022), "Vagare con la mente – Spreco o opportunità per un futuro progettista?", in Giachetta, A. (ed.), *Architettura e immagini mentali – Processi cognitivi per il progetto dello spazio costruibile nell'era della complessità*, FrancoAngeli, Milano, pp. 96-103.
- Vannucci, M. and Agnoli, S. (2019), "Thought Dynamics – Which Role for Mind Wandering in Creativity?", in Beghetto, R. A. and Corazza, G. E. (eds), *Dynamic Perspectives on Creativity – New Directions for Theory, Research, and Practice in Education*, Springer, Cham, pp. 245-260. [Online] Available at: doi.org/10.1007/978-3-319-99163-4_14 [Accessed 10 September 2024].
- Varela, F. J. (1996), "Neurophenomenology – A Methodological Remedy for the Hard Problem", in *Journal of Consciousness Studies*, vol. 3, issue 4, pp. 330-349. [Online] Available at: ingentaconnect.com/content/imp/jcs/1996/0000003/00000004/718 [Accessed 10 September 2024].
- Webber, M. M. and Rittel, H. W. J. (1973), "Dilemmas in a General Theory of Planning", in *Policy Sciences*, vol. 4, issue 2, pp. 155-169. [Online] Available at: urbanpolicy.net/wp-content/uploads/2012/11/Rittel+Webber_1973_Policy-Sciences4-2.pdf [Accessed 10 September 2024].
- Zambelli, M. (2021), "L'analogia – L'euristica dell'architettura e del design", in *Op.Cit. | Selezione della critica d'arte contemporanea*, vol. 170, pp. 5-14. [Online] Available at: opcit.it/cms/wp-content/uploads/2021/01/OpCit_170_21.pdf [Accessed 10 September 2024].
- Zambelli, M. (2019), *La mente nel progetto – L'analogia e la metafora nell'architettura e nel design*, didapress, Firenze.
- Zeki, S. (1999), *Inner Vision – An Exploration of Art and the Brain*, Oxford University Press, Oxford.
- Zhok, A. (2014), *Rappresentazione e realtà – Psicologia fenomenologica dell'immaginario e degli atti rappresentativi*, Mimesis Edizioni, Milano.