

disegnare con ... MARCO GAIANI ***INTERVISTA DI ADRIANA ROSSI***

Intervistare il professor Marco Gaiani su questo particolare numero della rivista mi sembra occasione veramente opportuna, considerando le esperienze di ricerca da lui maturate ed in particolare le sue recenti realizzazioni. In realtà ricordo con piacere che sono state diverse e reiterate le occasioni in cui ho avuto l'opportunità di scambiare opinioni con lui sull'evoluzione della nostra disciplina. La sua importanza nel nostro settore scientifico infatti, non richiede presentazioni. Mi fa particolarmente piacere quindi commentare il motivo per il quale capiti a me, distante per luogo geografico, formazione ed esperienze, di intervistarlo. Il contesto, come già accennavo, è sicuramente riconducibile anche al tema che questo numero affronta, ma è particolarmente e più ampiamente connesso all'attenzione dovuta agli avvenimenti che in questi decenni hanno fatto evolvere, non solo gli strumenti della nostra disciplina, ma persino il suo ruolo. Mi riferisco

quindi in particolare alle innovazioni scientifiche e strumentali introdotte dall'avvento del digitale e post-digitale che in quest'ultimo mezzo secolo hanno indotto significative ricadute, positivamente mi sentirei di anticipare e in particolare all'interno dei corsi di studio offerti nelle Facoltà/ Dipartimenti di Ingegneria.

Presenze come quella del prof. Gaiani ci guidano a cogliere con attenzione le trasformazioni, di metodi e processi, a leggerle come manifestazioni di un nuovo linguaggio. Nel significato ontologico della parola *disegno*, il prof. Gaiani rivendica uno spazio indipendente per l'elaborazione di percorsi, strutturati dai fondamenti scientifici, per guidare analisi ed orientare sintesi originali. In queste dissolve antinomie vecchie e nuove: rilievo/progetto, modelli/ricostruzioni, analogico/digitale, materiale/immateriale, tangibile/intangibile. Identifica il vero motore, il moto-propulsore, su cui costruire il futuro dell'attività propria



del nostro ruolo, ovvero di ricerca, di didattica, di trasferimento tecnologico, che genera impatto sociale e sul territorio, attività oggi qualificate come strumenti di Terza missione.

Di lui, Marco Gaiani, cattedratico dell'Alma Mater di Bologna, in cui ha compiuto il suo percorso di laurea in Ingegneria, *ricorderò soltanto che* ha insegnato anche in diversi altri Atenei italiani. È stato infatti docente presso l'Università degli studi di Ferrara, il Politecnico di Milano, lo IUAV di Venezia, la Scuola Normale Superiore di Pisa e ha tenuto comunicazioni in molte altre Università italiane e straniere.

Adriana Rossi (AR) È con grande interesse, derivato dal complesso intreccio di sollecitazioni ricevute dal suo lavoro di ricerca e dagli attestati della sua attività accademica, che inizio la mia intervista. Le poche domande che farò spero possano cogliere il cuore della tua esperienza di ricercatore e di docente, convinta come sono che possano costituire, specie in questo tempo di grandi cambiamenti della intera società, un aiuto al comune sforzo di miglioramento di tutte le sue dimensioni e, in particolare, di quelle che ci riguardano sul piano professionale e umano.

AR: Quale contributo alla dimensione professionale del disegnare il progetto è rintracciabile nell'utilizzo degli Smart phone mediante i software da voi ideati (che consentono di realizzare modelli con precisioni millimetriche)?

Marco Gaiani (MG): L'attività del progettista di architettura, ma anche del designer, da sempre è cominciata misurandosi con l'esistente. Il passato è materiale per progettare l'architettura futura ed è con quello che si trova sul sedime come vincolo dimensionale, formale e tecnologico che si realizza la condizione di base per sviluppare il nuovo discorso progettuale.

Questa operazione conoscitiva a-priori è dunque il metodo di base per procedere poi nella ideazione dell'oggetto nuovo. Corrisponde, come tutti sappiamo, all'operazione di rilevamento e restituzione di artefatti e/o luoghi al fine di conoscerli e comprenderli, talvolta anche di comunicarli e, fin da quando Brunelleschi e Donatello, per primi, fanno rilevamenti e prendono appunti nel loro viaggio a Roma del 1405 (come racconta Giorgio Vasari), costituisce l'operazione base nella formazione dell'architetto.

Come sappiamo dalla testimonianza di Girolamo Gualdo, anche Andrea Palladio, uno dei tre eroi che hanno guidato il mio ormai quarantennale lavoro, va a Roma almeno tre volte: nel 1541 con il suo protettore, il letterato Gian Giorgio Trissino, e poi lungamente tra il 1545 e il 1547 in compagnia ancora di Trissino e di altri due amici vicentini: il poeta Marco Thiene e il pittore Giovan Battista

Maganza. Infine, un altro viaggio è documentato nel 1549. In questi viaggi egli prende contatto, conosce e rileva le costruzioni antiche, che saranno la fonte della sua nuova architettura, ed è da questo lavoro che nasce un modo di produrre il progetto che sarà la fonte maggiore di tutto quell'ampio movimento così ben descritto da Guido Beltramini e Fulvio Lenzo nel loro volume del 2015 *Jefferson e Palladio come costruire un mondo nuovo* a noi noto come palladianesimo e che permetterà ad Howard Burns di indicare Palladio come "il ponte principale tra l'architettura dell'antichità e quello dei nostri tempi globalizzati".



Guardando poi alla base concettuale del rilevare-per-conoscere, è facile osservare come essa abbia sempre mantenuto un fondamento costante, ritrovabile nella sua definizione tramite due sole parole: *misura e disegna*, cioè prendere una misura e riportarla nella restituzione là dove è stata presa. Viceversa, la sua operatività è sempre stata assai complessa. Innanzitutto, per la necessità di un *processing* da ricalibrare caso per caso e comunque da predisporre accuratamente prima del lavoro di acquisizione dati *in situ*. Ben lo dimostra l'elenco di minuziose istruzioni procedurali che Raffaello espone nella sua *Lettera a*



Fig. 1 - Al lavoro con gli studenti del corso di *Fotogrammetria per l'architettura* dell'Università di Bologna presso il Museo dei Gessi dell'Università di Urbino Carlo Bo a Urbino (2023).

papa Leone X per procedere a quella ‘carta archeologica di Roma’ che sarebbe servita come strumento di base per la conservazione degli augusti monumenti della Città, un documento databile probabilmente al 1519. In secondo luogo, perché basata su un insieme di strumenti specialistici. Lo chiarisce, all’inizio dell’Ottocento nel suo *Dictionnaire Historique de l’architecture*, l’inventore del sistema Beaux-Arts Antoine Chrysostome Quatremère de Quincy: “*Misura* significa pur anche *dimensione*; perciò, dicesi prendere le misure di un edificio, d’una colonna, etc. Quando si rileva una pianta, è lo stesso che dire la *misura* delle dimensioni di ciascuna parte. In quest’operazione si prendono le *misure* riportando sulla carta quelle che vengono determinate da qualche strumento.” Questi ultimi sono sempre stati ingombranti e, per questo, non semplici da trasportare, di utilizzo complesso e, infine, di costo crescente nel tempo, tanto è vero che Quatremère parla di ‘qualche strumento’, chiarendo bene come il loro uso e i risultati che se ne traevano fosse materia a lui distante e forse non ben chiara.

Palladio, quando era andato a Roma a misurare i monumenti, si era dovuto dotare di un ricco e articolato insieme di strumenti specifici per prendere misure e figurare gli edifici: vari metri, la squadra, il filo a piombo, fogli di carta, forse qualche dispositivo ottico, chiodi, pinze, martelli. Le cose non erano cambiate più di tanto, quattro secoli dopo, quando Le Corbusier parte per i suoi viaggi in Italia e in oriente. Aveva sì limitato l’attrezzatura di misura e annotazione a un metro e un taccuino per gli appunti, ma aveva con sé una macchina fotografica su treppiede *Cupido 80* che montava lastre di vetro 9 x 12, e quindi ancora un’attrezzatura articolata, scomoda e di utilizzo non semplice. Ma nemmeno vi sono stati mutamenti sostanziali, da questo punto di vista, alla fine dello scorso millennio quando sono apparsi i laser scanner terrestri (TLS) che hanno aggiunto nuove valigie e treppiedi alla strumentazione già in uso, fornendo sì dati non più in forma discreta ma densa (le nuvole di punti), ma portabilità e maneggevolezza limitate, costi elevati, elaborazione dei dati ed estrazione dei risultati comples-



Fig. 2 - Al lavoro con gli studenti del corso di *Fotogrammetria per l’architettura* dell’Università di Bologna presso il Palladio Museum di Vicenza (2023).

si, tant’è che ancora oggi la dimensione critica del rilevamento tridimensionale basato su nuvole di punti, non ha minimamente raggiunto quella del rilievo diretto o indiretto tradizionali. La scelta che ho fatto, oltre un lustro fa, di dedicare attenzione alle smartphone camera come potenziali strumenti per il rilevamento, è stata motivata dal voler disporre di uno strumento capace di saper creare un nuovo paradigma per fissare-riconoscere-comprendere, capace di oltrepassare le difficoltà di questo approccio al ‘misura e

disegna’. Il nuovo approccio doveva permettere all’architetto e al designer di formare conoscenza per il progetto fruendo di tecnologie semplici, con un acculturamento all’uso dello strumento fondato su basi solide ma allo stesso tempo rapido, e attuabile *everywhere* ed *everytime* tramite dispositivi sempre con noi, nelle nostre tasche, nella borsetta, nello zaino.

Se l’operazione di base proposta è quindi quella consueta, cioè rilevare-per-conoscere, quello che cambia rispetto al passato è la possibilità di poter

formare conoscenza per il progetto minimizzando la necessità di conoscenze tecnologiche e massimizzando l'attenzione verso la qualità del dato acquisito e la sua consistenza rispetto al processo progettuale.

Le potenti fotocamere di cui sono dotati oggi gli smartphone infatti, non solo riassumono le caratteristiche di Instant Camera della vecchia Polaroid e del "You press the button, we do the rest" delle prime Kodak, ma vi coniugano quelle di codificazione numerica e di trasmissibilità proprie dei sistemi digitali. Utilizzando la moderna fotogrammetria, cioè la scienza della misura servendosi della luce e di immagini registrate tramite le smartphone camera, è così possibile non solo produrre immagini e conservarle, ma anche generare rapidamente viste ortogonali e modelli tridimensionali, quindi tutto il materiale che arricchisce la conoscenza specifica dell'architetto. In più anche connettere immediatamente queste informazioni tra loro e con tutto il resto delle conoscenze pertinenti, permettendo non solo di generare sapere in modo semplice e rapido, ma di creare una nuova, straordinaria esperienza capace di stimolare la creatività futura.

I materiali di base della recente mostra *Palladio designer* al Palladio Museum a Vicenza curata da me e Guido Beltramini, sono stati ottenuti proprio servendosi di questa tecnologia e in più sono stati estratti da lavori curriculari degli studenti del mio corso di *Fotogrammetria dell'architettura* che si propone proprio di insegnare agli studenti come memorizzare l'esistente (fig.02). Gli oggetti di design di Palladio, delle vere e proprie microarchitetture, hanno permesso quindi non solo agli studenti di imparare come potevano rapidamente realizzare rilievi con i soli strumenti in tasca, ma anche di conoscere come un grande architetto lavorava e poi realizzava i suoi progetti.

AR: La scelta fatta risulta quindi come una sintesi di ideazione di un processo operativo per l'azione professionale e di una metodologia didattica per comunicare sia l'utilizzo della specifica strumentazione, sia la metodologia dell'indagine da compiere. Un doppio risultato.

AR: Procedendo un po' a ritroso e focalizzando sull'impegno scientifico da te profuso in questi ultimi anni in riferimento al colore, a come questo possa essere accuratamente replicato, normato e codificato per offrire un vantaggio percettivo, cosa potresti dire per commentarci quella tua scelta?

MG: Ho iniziato ad occuparmi del colore in modo casuale poiché nella mia formazione di ingegnere il colore di una costruzione era quello del materiale a vista con cui è fabbricata, senza ulteriori requisiti, mentre definire il colore era un'attività fondamentale per quello di cui mi occupavo a tempo perso: l'abbigliamento (il lavoro di mia madre), la pittura e i disegni (la mia passione), l'arredamento (il lavoro di mio padre), ma li procedo o per nozioni a-critiche, o per comparazioni visuali soggettive, o per via letterale sfruttando rudimenti comuni. Più tardi quello che era, diciamo, un hobby è diventato anche un lavoro quando ho iniziato ad occuparmi anche della riproduzione del colore per via numerica, in progetti di digitalizzazione di giacimenti documentali e di disegni antichi oltre che in quelli di rilevamento di architettura e manufatti archeologici, in cui mi ero aperto un percorso basato su modelli digitali tridimensionali. Ai tempi, cioè nella prima metà degli anni Novanta dello scorso secolo tra i colori reali e quello che vedevo a monitor o peggio, stampato, il legame anziché di replica fedele era assai labile e quindi occorreva studiare tecniche e metodi per avere una restituzione dell'immagine numerica almeno corretta percettivamente (fig.03). La nuova rigida codifica numerica aveva reso la riproduzione del colore un processo dai risultati assai modesti anche rispetto alla preesistente riproduzione analogica e ampi equivoci esistono ancora oggi ampiamente sottostimati: due monitor della stessa marca e modello raramente riproducono il colore in modo identico; tutti i colori che vediamo sul 90% degli schermi è più grigio che nel reale; ciò che vediamo stampato è di solito più verde di quel che vediamo a schermo; ogni *digital camera* acquisisce uno stesso oggetto da uno stesso punto di vista e sotto le

medesime condizioni di luce in modo differente, e così via....

A fronte di questo panorama sconcertante l'ipotesi più importante che offre l'*imaging* digitale ad una revisione del rilievo è quella di poter permettere la replica di un oggetto fedelmente a sé stesso, un'operazione oggi chiamata - secondo me impropriamente - *digital twin*, perché al massimo sono replicati l'aspetto e la forma dell'artefatto. Si tratta di un modo di operare che fruisce di una tecnologia ormai in equilibrio maturo rispetto alla tipologia di lavoro in oggetto, di livello ormai semi-professionale o professionale e non più di laboratorio di ricerca, con conseguente semplificazione delle procedure e loro ripetizione. Nello stesso tempo, si tratta di un'ipotesi che rovescia il tipico modo di procedere analogico, basato su una scala relativa e attributi riprodotti selezionati. E in questo rovesciamento occorre assicurare la consistenza spazio-temporale definendo in modo esaustivo standard e procedure omogenei, chiari e di semplice mantenimento per la loro realizzazione a partire dall'acquisizione dei dati, fino alla visualizzazione finale; ciò costituisce lo snodo metodologico fondamentale a cui occorre dare chiarezza e soluzione e dunque anche la consistenza alla vista della riproduzione del colore. Solo così è possibile utilizzare il modello *master* che si ottiene replicando in forma e aspetto un oggetto con tutte le sue proprietà reali, come un collettore flessibile destinato a possibilità plurime come, ad esempio, nel caso di dipinti e disegni: l'integrazione dentro visualizzatori tridimensionali per le installazioni nei musei alla fruizione immersiva in ambienti virtuali o misti; l'impiego come aggregatore della documentazione degli interventi conservativi praticati nel tempo; l'uso per la valutazione del procedere delle operazioni di restauro in corso d'opera, divulgazione diretta tramite esperienza dell'opera d'arte sino alla sua fruizione remota attraverso piattaforme web; l'utilizzo come base per estrarre rappresentazioni per la divulgazione del bene tramite apparati tradizionali (libri, articoli, opuscoli) o per creare veri e propri percorsi formativi e di *storytelling* sulle opere artistiche.

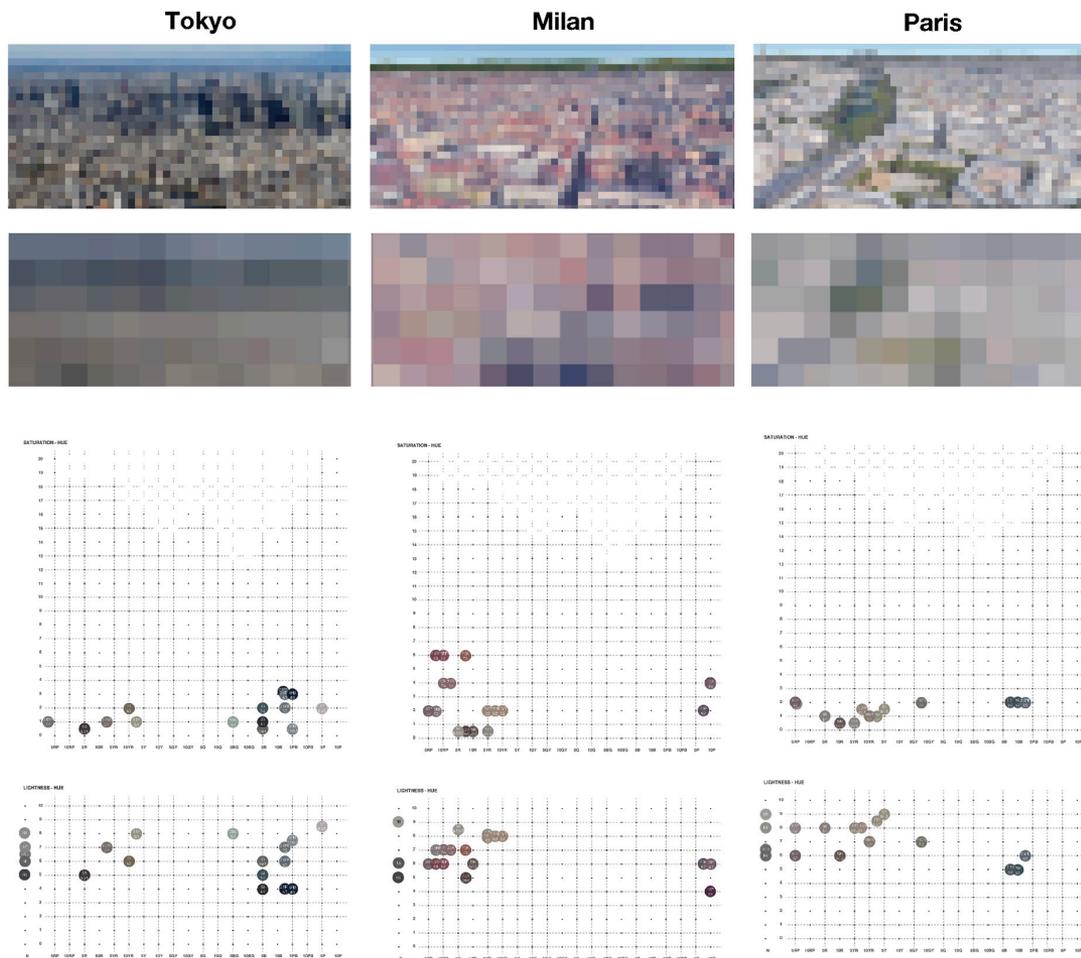


Fig. 3 - La tecnica di analisi del colore urbano alla macroscala sviluppata assieme a Fabrizio Ivan Apollonio e Asako Nakamura nel caso di Tokio.

Una riproduzione del colore percettivamente corretta è quindi - come hanno dimostrato scientificamente il padre della neuroestetica Semir Zeki e Ludovica Marini in un famoso articolo del 1998 spiegando come il realismo percettivo sia attivatore di percorsi visivi in una parte del cervello

chiamata ippocampo - che altrimenti restano inerti - alla base della corretta percezione degli oggetti tramite riproduzione (fig.04). In tempi più recenti ho scoperto poi come una corretta riproduzione colorimetrica permetta di attivare anche processi altrimenti complessi e/o

approssimati come la valutazione visiva della correttezza del grado di pulitura di una superficie nel corso di un restauro, o l'analisi dei materiali impiegati per realizzare disegni antichi. Nel pensiero di Leonardo da Vinci non per nulla vi è una vera e propria centralità conoscitiva del senso della vista che Leonardo definisce "il miglior senso". In conseguenza di questa superiorità della vista, la pittura e il disegno, che passano attraverso il senso della vista, sono la forma di arte superiore. L'atto visivo è dunque conoscitivo prima d'ogni altro, ed è la condizione necessaria per ogni successivo atto interpretativo. In termini leonardiani, all'occhio spetta l'immediata percezione 'dell'opera de natura', e la pittura, che è 'discorso mentale' e 'artificio', nonché 'scienza', serve a sua volta al senso attraverso la facoltà visiva, ossia attraverso il 'miglior senso'.

Queste sono state in sostanza le motivazioni dei miei studi e dei sistemi sviluppati sulle tecniche di definizione e replica del colore.

AR: *Motivazioni mi sembra, che non solo sono state mutate da passioni e circostanze personali e familiari, ma che rendono oggi coerenti allo sviluppo delle nuove tecnologie anche le scelte culturali che già avevano guidato il lavoro prodotto da Leonardo: non poco per confermarne la bontà della scelta mi sembra.*

AR: *Venendo ora alla call di cui si occupa questo numero della rivista, l'utilizzo delle nuvole di punti per la documentazione del Patrimonio culturale o il rilievo e il progetto, quali valutazioni ti senti di fare? Te lo chiedo non solo in ragione dell'inevitabile potenzialità degli strumenti realizzati nell'ambito dell'elaborazione grafica, ma per le nuove dimensioni comunicative che sono state introdotte riguardo ad aspetti educativi e sociali. Cosa ne pensi dal punto di vista professionale?*

MG: Questo è un tema a me caro perché, a distanza di molti anni, posso dire di essere stato, assieme ad Alonzo Addison, il primo sperimentatore dell'utilizzo dei sistemi TLS basati su tecnologia



Fig. 4 - Confronto tra rendering digitale e fotografia del disegno di Leonardo da Vinci Studio per lo sfondo dell'*Adorazione dei Magi*, Firenze, Gabinetto di Disegni e stampe degli Uffizi, inv. 436E, rendering di Riccardo Foschi (2019)

Time-of-flight nel campo dei beni culturali. Uno dei primi, grazie alla collaborazione col National Research Council canadese, nell'utilizzo di laser scanner basati sulla tecnologia a triangolazione nella seconda metà degli anni 1990 e nel tentativo di applicare la fotogrammetria automatica basata su Dense stereo matching su vasta scala dieci anni dopo grazie alla collaborazione con Fabio Remondino che stava terminando in quegli anni il suo dottorato al Politecnico di Zurigo.

L'introduzione di tecniche di misura capaci di generare dense nuvole di punti misurati ha portato alla possibilità di un radicale cambiamento del modo di conoscere l'esistente e riutilizzarlo per il progetto, passando da un processing basato sul tradizionale schematismo vitruviano ad una rappresentazione basata sulla percezione visiva,

che permette di ragionare osservando l'oggetto come apparirà quando costruito o come appare oggi e non analizzandolo attraverso solo i simboli e segni dell'oggetto o sue visioni comunque semplificate. Ciò che è fondamentale per i nostri ragionamenti è il fatto che non si tratta più di avere soltanto strumenti di ausilio (il contributo offerto dalle *maquette* tradizionali), quanto piuttosto di poter trasferire l'intero ragionamento in forma digitale operando su un modello visualizzabile con accessibilità continua, nello spazio e nel tempo allo scopo di realizzare sistemi dinamici e restituzioni di dati analizzabili facilmente anche da operatori non esperti.

Si tratta di una problematica che ha un passaggio decisivo nella esplicitazione non tanto in un qualche algoritmo di computergrafica o nell'invenzio-

ne di qualche ammennicolo più o meno laser o più o meno fotografico, quanto in un salto culturale vero e proprio basato su sistemi che consentono di costruire una figura 3D direttamente a partire da dati tridimensionali servendosi di vaste, dense e accurate nuvole di punti. In più presentano il vantaggio di avere una dichiarata e ripetibile accuratezza di misurazione sul singolo punto (certificata a priori dal costruttore e dalla taratura dello strumento). Una cosa assai difficile nel rilievo diretto, dove di solito essa dipende non solo dalla capacità del misuratore di individuare cosa misurare, ma anche da come egli utilizza fettuccia, filo a piombo, ecc., oltre che dalla precisione intrinseca dello strumento.

A questo problema teorico e concettuale ho dedicato in tempi diversi tre scritti.

Il primo assieme a Mario Docci e Riccardo Migliari, che mi hanno sempre incoraggiato e sostenuto nel percorso e a cui sono riconoscente e grato: *Una nuova cultura per il rilevamento*, pubblicato su *Disegnare Idee Immagini* nel 2001.

Il secondo pubblicato, grazie a Giuseppe Pagnano, su *Ikhnos* nel 2011: *Nascita e utilizzo delle tecniche digitali di 3D imaging, modellazione e visualizzazione per l'architettura e i beni culturali*.

Il terzo nel 2012: *Per una revisione critica della teoria del rilievo dopo l'avvento dei mezzi digitali*.

Purtroppo, devo rilevare che se ormai per i colleghi di geomatica il passaggio da strumenti capaci di acquisire misure in modo 'rado' a strumenti capaci di generare dense nuvole di misure 3D è stato quasi completamente assorbito con risultati metrici eccellenti, per l'architettura si sta ripetendo solitamente quello che è avvenuto già con l'avvento dei sistemi di disegno CAD bidimensionali: l'innovazione è re-implementata acriticamente, dimenticando solitamente il passato per costruire il futuro servendosi di strumenti marginali e non andando a risolvere i problemi che il tradizionale operazionismo bidimensionale aveva lasciato irrisolti, forse perdendo probabilmente la più grande occasione per andare a ricostruire l'apparato critico alla base dell'operare dell'architetto in modo da fornire un più saldo equilibrio tra la teoria e l'esperienza. Capisco che, come suggerisce

il titolo di un bel libro di Fulvio Irace *Dimenticare Vitruvio*, questo dopo duemila anni non sia semplice, ma lasciare a sé stesso il processo di produzione del progetto di architettura e design, con fasi che oggi sono svolte in modo meccanicistico e con risultati spesso sommari e vantaggi limitatissimi rispetto al tradizionale processo analogico non è forse la strada giusta.

Assorbendo in modo acritico ciò che i tecnologi ci hanno fornito, forse solo perché facendo semplicemente clic appare una affascinante nuvola di punti, mi sembra come arrendersi all'oblio e alla dimenticanza di chi è l'architetto e quale sia il suo compito sociale e professionale.

La scelta degli strumenti ha sempre svolto un ruolo fondamentale nelle attività degli architetti, come mostrano i loro ritratti, solitamente accompagnati dagli strumenti che caratterizzano il loro mestiere, illustrandone anche la perizia nel selezionarli e impiegarli con precisione ai fini della rappresentazione per la costruzione. Oggi che possediamo, oltre che dell'hardware anche del software sembriamo incapaci di operare questa selezione e sviluppare i metodi di elaborazione più appropriati. Tuttavia, l'aspetto cruciale risiede nel loro corretto utilizzo, un aspetto che rimane obiettivo limitatamente esplorato nella ricerca attuale. Questo è tuttavia quanto ho cercato di fare coi lavori condotti assieme al mio gruppo di ricerca, con cui ho cercato di ricostruire il modo con cui Leonardo da Vinci, il mio secondo eroe di questi anni, disegnava e organizzava il lavoro coi suoi collaboratori al fine di ottenere il risultato voluto e massimizzare lo sforzo intrapreso. In particolare, la recente mostra Il disegno anatomico di Leonardo al tempo del Salvator Mundi, che ho curato assieme a Pietro Marani e Roberta Barsanti, mira proprio a ricostruire il modo con cui si operava nella bottega di Leonardo. L'abbiamo fatto analizzandone strumenti, tecniche grafiche, finalità degli elaborati, workflow di lavoro, traendone un tassello che aiuta a spiegare perché esistono almeno cinque copie coeve del discusso *Salvator Mundi* e varie copie della *Vergine delle Rocce* e della *Gioconda*.

Sempre nella stessa direzione in *Palladio designer*

l'opera di Andrea come progettista di oggetti è ricostruita con un doppio codice, digitalmente con rappresentazioni alfine stampabili in 3D per comprenderne il valore spaziale e percettivo, ma allo stesso tempo tradizionalmente, cioè tramite una serie di tavole organizzate come i suoi *quattro libri*. Cioè con disegni d'insieme e dettagli dei profili delle cornici, per ricostruirne la genesi progettuale e quindi i motivi delle scelte dell'autore, l'appartenere o no alla mano di Palladio, i rapporti con la composizione d'assieme. Tuttavia, la matrice digitale anche della rappresentazione per proiezione e sezione è stata confermata dalla procedura con cui sono state ottenute, non disegnando bidimensionalmente ma ricavando le rappresentazioni 2D sezionando e rifinando con quote e note i modelli 3D ottenuti dalle misure. Con ciò la mostra ha permesso allo stesso tempo di mostrare un aspetto inedito del lavoro del grande architetto e di fissare un'esperienza di formazione per gli studenti autori degli elaborati e dei modelli (fig.05).

AR: *Ho ben presente gli articoli da te recentemente presentati sull'acquisizione digitale di casi alla scala architettonico/urbana e altri, come quello per il restauro della fontana monumentale del Nettuno a Bologna, e ancora il caso dei disegni di Leonardo. Ritieni che il tuo sforzo sia stato compreso? E da quali ambienti professionali hai avuto riscontri o proposte? E di che tipo?*

MG: Rivisto a posteriori tutto il percorso che ha accompagnato la formazione di sistemi informativi (IS) per l'architettura storica e i monumenti basati sul *3D imaging* come quello per il restauro della fontana monumentale del Nettuno a Bologna del 2017 è stato un percorso di un quarto di secolo che solo recentemente ha avuto un riscontro effettivo, sia legato alla realizzazione di esemplari ancora più efficienti e di scala di magnitudine superiore, sia alla domanda professionale. Questo probabilmente è dovuto al fatto che non si è trattato mai di soluzioni semplicemente basate sul 3D, ma di sistemi che, per superare i pro-

blemi attuali nella gestione integrata del *lifecycle* del manufatto artistico e architettonico, hanno introdotto nuovi paradigmi, tra cui principalmente un modello di conoscenza globale condivisa e resa disponibile in qualsiasi momento, in qualsiasi luogo, a qualsiasi utente: ricercatori, operatori professionali, studenti e city-user.

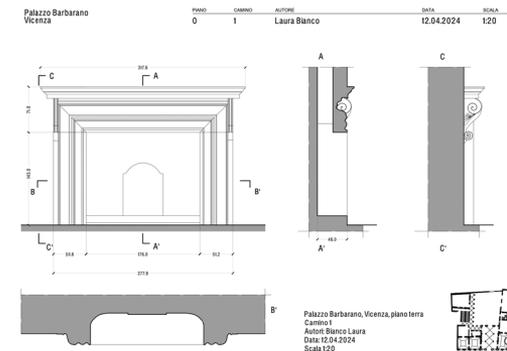


Fig. 5 - Il camino di Andrea Palladio nella Sala della Minerva rilevato con lo smartphone e restituito da Laura Bianco e Filippo Francesco Guerra (2024).



Fig. 6 - Il modello semantico della fontana del Nettuno a Bologna. Modello di Massimo Ballabeni e ricostruzione semantica di Fabrizio Ivan Apollonio (2017)

Questi cambiamenti archetipici hanno fatto sì che tutti i prototipi costruiti a partire dal 1997 da parte di vari gruppo di lavoro, di cui facevo parte o coordinavo, sono stati prima apprezzati come 'bei balocchi', ma poi sono stati progressivamente abbandonati o per obsolescenza tecnologica (che implica un pregresso non-uso), o per precisa volontà di non voler abbracciare la via nuova.

Riguardando anche la situazione globale di quel che è accaduto da quando sono apparse le prime sperimentazioni (verso la fine dello scorso millennio) fino a quando sono state sviluppate soluzioni mature ed efficienti (appena al volgere del nuovo secolo), possiamo affermare che la pratica corrente ha lodato, blandito, talvolta sperimentato sistemi informativi a base tridimensionale fondati su modelli di conoscenza globale condivisa, ma, appena passata la moda, anziché assumerli a metodo di base, li ha abbandonati per nuove chimere (di cui certamente l'intelligenza artificiale è quella oggi maggiormente evidente). Il procedere nell'impiego delle tecniche basate su modelli 3D appare così un continuo reinizio. Dalla 'tabula rasa', senza alcun tipo di assimilazione della cultura che si va formando, o senza avere ben presente le motivazioni che hanno spostato l'interesse verso il loro impiego, a partire dalle tecniche tradizionali. In tal modo la cultura creata viene semplicemente consumata e non accumulata e riutilizzata e non è più possibile una delle procedure che ha governato tutto il progetto di architettura fino all'inizio del Novecento: l'attualizzazione del passato per produrre il futuro.

Questa non è una situazione isolata, ma una condizione rincorrente nel processo di innovazione, soprattutto nel passaggio dall'analogico al digitale, per cui si assiste al cambiamento del mezzo ma non del processo.

Tuttavia, è di questi ultimi anni la messa a regime dello straordinario IS che supporta l'imponente restauro della cattedrale di Notre-Dame da parte del CNRS francese (ma guidato dall'italianissimo Livio De Luca) che, per soggetto di applicazione, metodologia e soluzioni esposte, rappresenta una pietra angolare nella costruzione del sistema teorico alla base della transizione del disegno da

sistema di rappresentazione a sistema informativo basato sugli attributi spaziali e visivi (fig.06). La grandiosità del caso di studio (certamente il più grande cantiere di restauro del nostro secolo, relativo a uno dei più noti monumenti al mondo) e la quantità di problemi affrontati indicano come l'eccellenza abbia acquisito e interiorizzato questo metodo di creare, utilizzare e comunicare la conoscenza al fine dell'analisi e del restauro dei monumenti. Anche la straordinaria esperienza del IS per la conservazione del Duomo di Milano, il Web BIM3DSG sviluppato dal 3D Survey Group del Politecnico di Milano, conferma un processo in divenire, almeno nelle grandi operazioni conservative.

Recentemente, poi, sono stato contattato da vari restauratori per predisporre nuovi IS per supportare la conoscenza, la gestione e la comunicazione dei manufatti archeologici, monumentali e di architettura storica, in virtù del loro essere non solo strumento per guidare il restauro, ma anche dispositivo capace di consentire una gestione completa del manufatto, dalla conservazione alla comunicazione. Un metodo per enfatizzare i processi di conoscenza sia attraverso l'aumento delle memorie del passato, sia con interfacce e contenitori di informazioni per fruitori di vario tipo e livello.

In questo rinnovato interesse – che speriamo sfoci in un impiego diffuso e standardizzato – è stata decisiva non solo la capacità dei sistemi a base tridimensionale di riuscire ad accumulare, classificare e trasmettere le informazioni correlate all'artefatto in modo semplice e ad elevato livello di rispondenza con i processi cognitivi umani. Determinante è stato anche il riuscire a supportare la gestione di grandi quantità di dati eterogenei (modelli 3D, immagini, foto, disegni, testi) e soprattutto l'essere un *framework* in grado di integrare due aspetti diversi: documentazione e interpretazione.

Questa suddivisione mostra chiaramente l'intenzione di fornire due livelli di indagine all'utente: uno per la ricerca dei fatti e un secondo per un livello analitico più profondo e personalizzato, e quindi passibile di interazione anche col semplice



Fig. 7 - il sistema informativo Andrea Palladio 3D Geodatabase per il palladio Museum (2010), realizzato da Simone Baldissini.

osservatore (fig.07). Sessanta anni fa la Carta di Venezia ben delimitava la necessità di documentazione di tutte le fasi del processo di conservazione già introdotta a partire dalla fine del Settecento: "In tutti i lavori di conservazione, di restauro e di scavo, dovrà essere sempre presente una precisa documentazione sotto forma di relazioni analitiche e critiche, illustrate con disegni e fotografie". In seguito a questa raccomandazione generale, la documentazione è cresciuta d'importanza e l'evoluzione delle tecnologie informatiche ha offerto sempre nuove possibilità di registrazione e gestione delle informazioni, richiedendo una collaborazione sempre più stretta tra professionisti di discipline coinvolte e non nel campo del patrimonio, come gli specialisti della documentazione e dell'infor-

matica. Questo comunque sarà il nostro orizzonte prossimo e remoto.

AR: Sono sicuramente considerazioni importanti, queste da te fatte, per sottolineare ancora una volta, in questo contesto di impressionate e accelerata produzione di strumenti di rappresentazione della realtà costruita, la natura dell'evoluzione per le discipline del Disegno e del Rilievo di Architettura.

AR: Anche per questo, infine, mi sembra importante raccogliere il tuo punto di vista per il loro futuro nella formazione delle nuove generazioni di specialisti della rappresentazione avanzata. Uno sguardo privilegiato potrai sicuramente riservarlo ai corsi incardinati nel dipartimento di

ingegneria, ambito in cui mi trovo per mia scelta a militare da quasi quindici anni (dopo ventiquattro trascorsi tra quelli di Architettura in diversi atenei (UniNA, UniRM1, SUN oggi Vanvitelli)

MG: Il tema proposto da questa domanda è vasto, centrale, urgente. Lo rendono tali l'evoluzione della disciplina, le mutate condizioni sociali, l'impatto sui giovani del COVID, le nuove tecnologie a disposizione, gli studi pedagogici e didattici accumulati nel merito negli ultimi trent'anni.

Proprio per questa vastità mi fermerò all'ultima parte del tema proposto dalla domanda, che è legata ad un ambito a me caro perché corrisponde a quello della mia laurea – e proprio per questo nel 2007 quando sono rientrato a Bologna l'ho scelto come mio campo di insegnamento, dopo essere stato per quindici anni docente in corsi di architettura e disegno industriale – per diversi motivi.

Perché è un'area critica per le nostre discipline dato che spesso gli ingegneri tendono a rimuovere la didattica relativa alla conoscenza visiva a favore di una conoscenza esclusivamente numerica - con un atteggiamento che potremmo definire al minimo a-storico; perché i corsi in ingegneria-architettura producono uno dei laureati con migliore *appealing* di tutto il panorama universitario italiano; perché è proprio nel campo dell'ingegneria-architettura che è più forte il problema del confronto fra cultura analogica e cultura digitale, dilemma che porta assai spesso a soluzioni superficiali, come l'affidare l'acculturamento rappresentativo digitale a un insegnamento di meri comandi di un qualche software. A queste motivazioni si aggiunga il fatto che il nodo centrale della questione rappresentativa in architettura e delle sue ricadute sulla didattica, cioè la debolezza del legame tra un sapere estremamente limitato e un saper-fare corposo e in progressiva espansione, data l'accresciuta complicazione operativa causata dai sistemi informatizzati, ancora rimane largamente irrisolto.

Ho cercato di spiegare, rispondendo a una domanda precedente, come il disegno di architet-

tura stia sempre più trasformandosi da semplice sistema di figurazione a sistema informativo collettore di tutta la conoscenza sull'artefatto. L'ipotesi di lavoro implica la necessità crescente di considerare la rappresentazione come una forma di conoscenza in cui i nostri processi cognitivi corrispondono a una serie di task ben specializzati e chiaramente identificabili. È simile a quanto avviene nel nostro cervello che, proprio per questo, si occupa dell'elaborazione visiva tramite molte aree differenti, funzionalmente specializzate e topograficamente distinte, ciascuna delle quali elabora e percepisce un differente attributo della scena visiva. Questo tipo di elaborazione del segnale è poi congruente al modo di operare dei sistemi computazionali, cosicché è possibile sviluppare percorsi didattici generali e facilmente assimilabili, appropriati sia per i processi analogici, sia per i sistemi digitali. Il nodo non penso sia quindi nel decidere se insegnare questa o quella cosa (anche perché molti processi digitali non sono altro che scrittura in forma di software di processi analogici – penso, ad esempio, al modo in cui è prodotta digitalmente una vista prospettica) ma ricostruire la rappresentazione come forma di conoscenza basata su *task* semplici e ben identificabili e poi su questo *framework* di base andare a fondare un nuovo sistema didattico. Penso cioè che occorra non tanto andare a cambiare delle parti di materia insegnata, ma ricostruire il quadro generale, cambiando meno porzioni di sapere possibili.

A questo tema ho dedicato negli ultimi anni due saggi, invero di pochissimo successo, uno nel 2018 sulla rivista di pedagogia *MeTis* intitolato *La rappresentazione dell'architettura: sapere e saper fare*, e uno del 2021, sulla rivista *Heritage* intitolato *The Origins of the Postgraduate Programs on Cultural Heritage Knowledge, Management, Conservation, and Communication in Italy: A Vision of the Past as Engine for the Next Future*. Nel primo scritto avevo abbozzato una proposta di processo didattico basato sulla teoria di David Marr (Marr D. *Vision: A Computational Investiga-*

tion into the Human Representation and Processing of Visual Information. Cambridge (MA): MIT Press, 1982), che pone a input del processo cognitivo rappresentativo un'immagine bidimensionale (la luce che entra nella retina) e ad output la percezione del mondo tridimensionale. Mettendo il pensiero di Marr alla base del *framework* di conoscenza tramite rappresentazione, è possibile rileggere l'intero sistema rappresentativo dell'architettura, ridefinirne teoria, prassi e i modi della loro integrazione e, infine, trarre indicazioni didattiche.

Se questa è una semplice proposta, non solo discutibile, ma probabilmente anche facilmente sostituibile con una migliore, tuttavia quello che lascia sconcertati è la limitata riflessione sul tema. Rimane così nelle mani di modi ormai obsoleti o, peggio, alla comunicazione di saperi dalla breve durata (spesso così breve che alla laurea degli studenti questi a volte nemmeno esistono più). È una situazione che non solo non permette di trasmettere cultura, ma nemmeno conoscenze professionali, lasciando il povero neo-laureato ignaro, nelle mani di un mercato del lavoro sempre più esigente e complesso.

In questo non posso che essere estremamente critico (e certamente auto-critico) per la nostra incapacità di innovarci mentre l'innovazione tecnologica e sociale procedono.

Eppure, i nostri eroi hanno sempre accettato il cambiamento come occasione per migliorare.

Andrea Palladio, uno dei miei eroi, deve una straordinaria e vasta produzione architettonica (oltre 54 siti fra ville, palazzi, edifici pubblici, chiese e ponti) e la chiave del suo successo non solo alla sua abilità nell'innovare l'architettura e inscrivere in un linguaggio facilmente comprensibile grazie a stilemi e morfemi evidenti che hanno connotato un'epoca e un'area geografica. La deve infatti, soprattutto, alla sua capacità di figurare in pochi e semplici schemi grafici un modo complesso e articolato di costruire. Infine, al suo testo (*Quattro libri dell'architettura* pubblicati una prima volta a Venezia nel 1570, ma con innumere-

voli ristampe e traduzioni) compilato in forma di IS così da essere capace di fornire, con poche varianti legate unicamente a istanze regionali, un sistema facilmente replicabile nello spazio e nel tempo: la chiave di comprensione di quel vasto e straordinario fenomeno che fu il palladianesimo.

Sebastiano Serlio (che mio eroe non è, ma che fu mio concittadino) inventò un sistema geniale consistente in un *book* dei propri progetti portatile e facilmente diffondibile, così da assicurarsi fama, successo e clienti, sfruttando le innovazioni tecnologiche di Aldo Manuzio e i suoi progressi sulla stampa con il suo trattato illustrato *I Sette libri dell'architettura*, rivoluzionando così il modo con cui l'architetto si rapportava ai suoi clienti e si promuoveva.

Henri Labrouste, che invece è stato il primo dei miei eroi, fra i primi cercò un metodo per rappresentare, tramite la tradizionale tecnica per proiezione e sezione, non solo la forma ma il sistema con cui era costruito e per costruire un edificio indagando l'architettura romana. Poi da questi studi trasse un sistema articolato con cui riuscì a progettare e controllare la costruzione dei suoi famosi edifici a struttura metallica, primi prototipi di un modo di costruire 'industriale': la sala di lettura della Biblioteca Nazionale e la Biblioteca di Sainte-Geneviève a Parigi.

Penso che quindi sia necessario emulare i nostri eroi di riferimento e sviluppare un nuovo programma per la didattica della rappresentazione che possa avere impatto soprattutto in quelle aree come l'ingegneria-architettura in cui la mancanza di progresso significa regresso.

A questo proposito, reputo che quattro temi siano centrali e quindi da affrontare:

- il rapporto virtuale/materiale, ovvero la relazione tra modello fisico (*maquette*, fotografia, ma anche semplice grafia) e modello digitale (riallacciandosi alla questione dei modelli in senso lato);
- il rapporto uomo/tecnologia, ovvero il suo impiego come strumento attivo per il progetto;
- il rapporto metrico/percettivo, ovvero il problema della forma rappresentativa utilizzata per progettare;

- il rapporto progettista/interfaccia, ovvero la questione strumenti per rappresentare e loro impiego come *tools* per il progetto.

Non so se sarò ancora protagonista quando questa sfida verrà affrontata – se mai verrà affrontata – ma penso che dai risultati di questa sfida dipenda anche il futuro della nostra disciplina, della sua didattica e soprattutto la capacità dei nostri figli, nipoti, pronipoti di poter realizzare quello che è stato sempre il sogno della mia generazione: “un mondo migliore”.

AR: Chiarissimo prof.ing. Gaiani, caro Marco, ti sono veramente grata per la disponibilità con cui hai condiviso tue esperienze e tue convinzioni. La tua generosa e qualificata professionalità ci ha fornito risposte alle questioni messe a tema da questa coinvolgente e profonda trasformazione in atto nelle nostre università e nella nostra ricerca. Daranno a noi, impegnati nella redazione di questo numero, ed anche ai lettori della rivista, la possibilità di riflettere ulteriormente. La profondità e l'estensione delle tue risposte coronano l'impegno e la passione con cui noi tutti abbiamo cercato di costruire un volume di interesse. Grazie veramente.

Un ringraziamento altrettanto sentito va al direttore di DISEGNARECON..., il prof.ing. Stefano Brusaporci e al gruppo che nei diversi ruoli coopera alla rivista. Caro Stefano, ci hai fornito l'opportunità di approfondire questioni di interesse tra noi coautori e autori che apprezziamo e stimiamo per il loro valore culturale e umano. Grazie, sentitamente.