

Articolo

Transizione del disegno di progetto tra rappresentazione e virtualizzazione. Un approccio di trasmissione del sapere

Transition of the project drawing between representation and virtualization. An approach for the transmission of knowledge

Pierpaolo D'Agostino¹, Giuseppe Antuono²

¹Associate Professor, PhD.
DICEA, University of Naples Federico II
pierpaolo.dagostino@unina.it
<https://orcid.org/0000-0002-1385-4940> 

²Adjunct Professor, PhD.
DICEA, University of Naples Federico II
giuseppe.antuono@unina.it
<https://orcid.org/0000-0002-3922-7734> 

DOI: <https://doi.org/10.56205/mim.2-2.2>

Recibido
17/10/22
Aprobado
29/12/22
Publicado
31/12/22

Mimesis.jsad
ISSN 2805-6337



EDITORIAL
Environment & Technology
Foundation

Abstract

In the cultural debate, regarding the mutations of the discipline and the teaching of Drawing in the era of digital transition, the contribution focuses on the reasoning useful to show a proposal of didactic organisation to integrate a traditional educational and communicative structure of knowledge in the academic sphere in the affirmation of digital technologies in the world of architectural and building design.

The aim is to investigate, in parallel, what are the cultural boundaries that define the presence and the place of these technologies in the technical graphic representation, in the maturity of digital modelling. In particular, in the affirmation of object-oriented parametric modelling in the operative scenario of technicians, what we intend to investigate concerns the role of technology on the changes of the disciplinary culture, on the opportunities to address its metabolization in the training processes, in particular for those who will move in the management and communication of information content today conveyed by rules codified within the Science of Representation. Este segundo giro es el complemento de un momento previo, acaecido alrededor de 1990, en el que "la primera generación de diseñadores digitalmente inteligentes" se atrevió a dar un paso adelante hacia el uso ingenioso de las herramientas que la tecnología informática del momento puso a su disposición.





Riassunto

Nel dibattito culturale circa le mutazioni che la disciplina del Disegno, ed il suo insegnamento, sta vivendo nell'epoca della transizione digitale, questo contributo si incentra sui ragionamenti utili a mostrare una proposta di organizzazione didattica che mira ad integrare una tradizionale struttura educativa e comunicativa del sapere in ambito accademico con i nuovi strumenti che la disciplina del Disegno sta incontrando nell'affermazione delle tecnologie digitali nel mondo della progettazione architettonica ed edilizia. Si vuole indagare, in parallelo, quali siano i confini culturali che definiscono la presenza e la collocazione di tali tecnologie nell'alveo della rappresentazione grafica di carattere tecnico, nella maturità della modellazione digitale. In particolare, nell'affermarsi della modellazione parametrica orientata agli oggetti nello scenario operativo dei tecnici, ciò che si intende approfondire riguarda il ruolo della tecnologia sui mutamenti della cultura disciplinare, sulle opportunità di indirizzarne la metabolizzazione nei processi formativi, segnatamente per chi si muoverà nella gestione e nella comunicazione dei contenuti informativi oggi veicolati da regole codificate in seno alla Scienza della Rappresentazione.

Parole chiave: formazione; didattica; Bim, Cultural Heritage; rappresentazione digitale del progetto.

Introduzione

In questi ultimi anni, il dibattito interno alla comunità dei settori impegnati nello sviluppo culturale e applicativo della Scienza della Rappresentazione – nelle sue declinazioni e interpretazioni culturali (Cardone, 2005) – ha generato riflessioni rispetto al ruolo della disciplina del disegno, sia in relazione al suo riferirsi quale strumento di comunicazione che quale scienza nella sua più ampia accezione, cogliendo nuove opportunità di contesto. Tentando un equilibrio tra nostalgia di un consolidato *modus operandi* e nuove visioni, si intende condurre a riflessioni nell'alveo di tale scienza, ancora detentrica di uno dei linguaggi più importanti per l'architettura e l'ingegneria, e di quel portato culturale e di valori che, con essa, mira a collocarsi in un confine disciplinare, ampliato e mutato nel tempo, all'interno del quale è possibile condurre la lettura critica della modellazione digitale in relazione ai diversi domini applicativi.

Appare utile ricordare come l'ingegno umano è sempre stato portato a produrre strategie che sono state dettate dalle tecnologie che ogni epoca ha messo a disposizione, coerentemente con il tema del legame tra scienza e tecnologia e che trova riscontro nelle loro stesse definizioni: se infatti è possibile accettare che una scienza rappresenta un sistema di conoscenze e di metodi da utilizzare per raggiungere ed espandere la conoscenza, è altrettanto possibile accettare che la tecnologia è applicazione della conoscenza per risolvere problemi pratici. Scienza e tecnologia condividono l'agire sulla conoscenza: una nuova scienza nasce anche quando si massimizzano strumenti inediti per nuove forme di conoscenza.

Se non ancora di scienza, è però opportuno verificare come, in tale contesto, la possibilità di ricorrere alla modellazione digitale parametrica (Scheer, 2014) rappresenta, da un lato, una delle frontiere della tecnologia digitale applicata al mondo dell'AEC (*Architectural Engineering and Construction*), acronimo di matrice anglosassone che, come è noto, intende definire quel macrosettore nel quale tutti gli attori della filiera delle costruzioni possano ritrovarsi, dall'altro come mezzo per definire un connubio tra rappresentazione vettoriale e virtualizzazione del

progetto di un manufatto (Pavan, Mirarchi, & Giani, 2017). Il confrontarsi con un simile approccio di fatto definisce un nuovo paradigma operativo che vede nella simulazione digitale del progetto la propria essenza.

Ciò impone che non venga tralasciato di guardare ad una integrazione culturale nelle nuove generazioni di tecnici: simulazione e virtualizzazione impongono e imporranno sempre più un mutamento nel confrontarsi con l'informazione tecnica insita nell'oggetto modellato, come accade per una scienza ai suoi primordi. Peraltro, la crescente presenza dell'interattività posta dalla diffusione di *device* digitali e dell'*Information Technology* applicata alla progettazione e alla gestione del manufatto architettonico ed edilizio, potrebbe scardinare definitivamente il modo di trasmettere l'informazione oltre il portato valoriale tipico della rappresentazione grafica a carattere tecnico (Mingucci, 2003; De Rubertis Roberto, 1994; Cardone, 2015).

Queste tendenze stanno imponendo da tempo una intensa riflessione su come andare incontro a questa nuova sfida circa la definizione di una impalcatura scientifica robusta e coerente mirata alla definizione – o ridefinizione – di strategie educative per una nuova pratica della comunicazione del progetto di architettura civile, pur nella necessaria affermazione di identità e autonomia culturale nell'ambito per lo specifico della scienza della rappresentazione.

Temi dunque non estranei al mondo accademico (Migliari, 2004; Lo Turco, 2011). Nelle scuole di architettura e di ingegneria si sono da tempo intraviste le potenzialità della modellazione digitale, anche applicata alla comunicazione grafica a carattere tecnico, nelle varie declinazioni che lo scenario attuale di tecnologie informatiche in senso lato propone (D'Agostino, 2016).

È tuttavia vivo il dibattito, speculativo prima che operativo, su come immaginare un ottimale adattamento dei principi teorici disciplinari con le nuove frontiere culturali offerte dalla rivoluzione digitale, guardando con particolare attenzione a come queste forme inedite di loro integrazione siano percepite e metabolizzate dal mondo professionale e dal mercato del lavoro.

Strumenti digitali tra prassi e innovazione tecnologica

Proprio in tal senso, persiste il problema, non già diretto a come si sia presa contezza dei nuovi scenari entro i quali si potrebbe operare poi nella pratica professionale, ma piuttosto a quanto questa sia chiamata a utilizzare i nuovi strumenti che vengono qui richiamati, o si conceda di farlo.

In relazione a tipologie di modellazione parametrica che stanno avendo, nel contesto italiano, è sempre più diffusa la possibilità di attingere da strumenti di modellazione digitale e dai suoi paradigmi – penso, ad esempio, al *Building Information Modeling* (BIM) – anche per le mutazioni del combinato disposto normativo in materia. Fatte salve tali condizioni, tuttavia, assistiamo ancora a diverse soluzioni di continuità nella prassi applicativa che si oppongono alla presa d'atto dell'utilità tecnica dell'organizzazione di un coerente flusso informativo digitale, creando una difficoltà a riconoscere e ad accettare la significativa rivoluzione del mutamento concettuale, prima ancora che operativo, che si accompagna a tali nuovi strumenti.

Non è infatti raro verificare – anche solo restando sul piano della mera percezione soggettiva – come la prassi quotidiana di quanti operino nell'industria delle costruzioni e, più nello specifico, nelle dinamiche della progettazione e del processo costruttivo, abbia difficoltà a scostarsi da un consueto modo di strutturare l'informazione tecnica, sia nella sua costruzione che, infine, nella sua

comunicazione tra i vari attori coinvolti. A dare sguardo al panorama italiano, se gli attori e gli utenti della filiera delle costruzioni non hanno avuto – e non hanno – sinora significative necessità che li spinga a lasciare il *2D drafting* e a passare integralmente al *3D modeling* e alle tecnologie che su di esso si basano, una delle ragioni risiede nell'ibrida necessità di risposta alle richieste prescrittive nella disciplina delle costruzioni.

Ad esempio, nel tema della comunicazione e condivisione di scelte progettuali, nel nostro Paese la maggior parte degli enti preposti all'edilizia ancora continuano a veicolare l'informazione tecnica in forma di elaborato informativo e non pienamente di modello informativo, perseverando nella logica della rappresentazione del manufatto e mettendo in subordine la logica della virtualizzazione del relativo clone digitale.

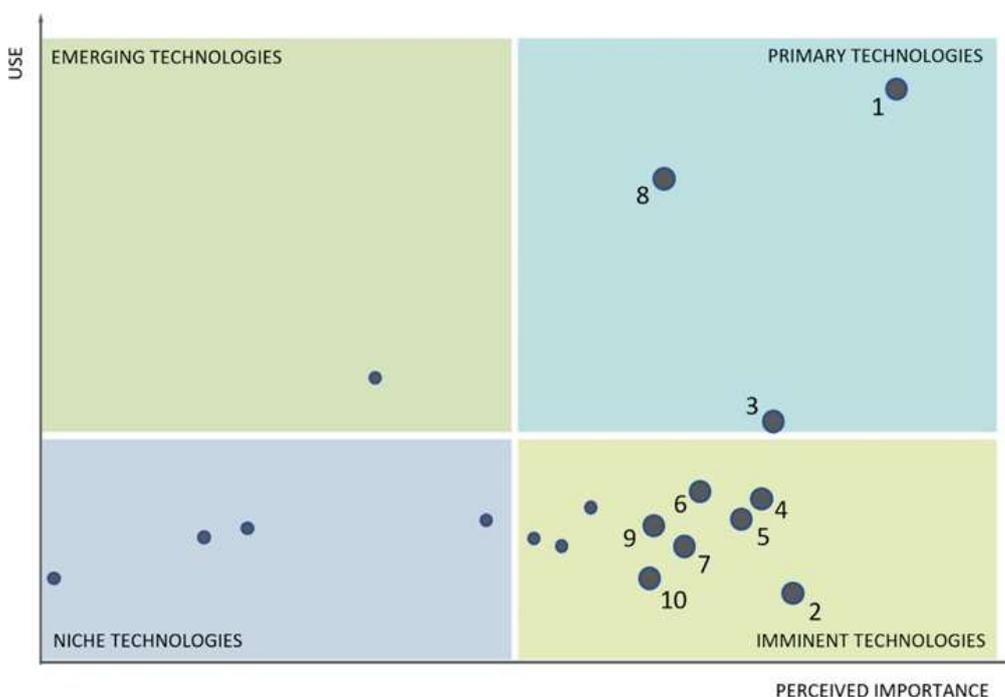


Figura 1. Indagini del Business Advantage Group 2022: l'importanza percepita rispetto all'uso delle tecnologie digitali (in alto), nel confronto tra le incidenze percentuali 2019 e 2022 (in basso) (Worldwide CAD Trends, 2022) (Rielaborazione di P. D'Agostino).

Figure 1. Surveys of the Business Advantage Group 2022: the perceived importance of the use of digital technologies (top), in the comparison between percentages in 2019 and 2022 (bottom) (Worldwide CAD Trends, 2022) (Elaboration by P. D'Agostino).

Questa considerazione si riverbera sul ritardo nell'acquisizione diffusa di tecnologie nei processi autorizzativi, solo raramente derogabili alla norma cogente. E non è esigua la fetta di operatori che intravede nel perseverare con l'approccio tradizionale al *2D drafting* come esito del processo progettuale, una condizione di abitudine e di inabilità al cambiamento, dettato da una certa lentezza nell'adeguamento dei rapporti tra domanda e risposta, tra prescrizioni inderogabili e adeguamento operativo. Questa affermazione, tuttavia, sarebbe pienamente fondata se si verificasse che, nell'*overlay* tra i due approcci tecnologici, ci si trovasse nella condizione di comprovata obsolescenza per una forma di operatività digitale ancora surrogata ad una tradizionale interazione con il progetto rispetto a quella più innovativa basata sulla modellazione parametrica. D'altro canto, a titolo esemplificativo – e a manifestare, invero, un problema diffuso oltre le frontiere nazionali – è possibile rilevare come dal *Business Advantage Group* sulle tendenze CAD più significative degli ultimi anni, il mercato si trovi significativamente concentrato sulla modellazione 3D combinata alla progettazione dei dettagli in 2D, come ancora fotografato dal suo Report 2022 (Worldwide CAD Trends, 2022) (figura 1). Ancora perché, in pieno accordo con l'analogo report del periodo pre-pandemico del 2019, si può rilevare come tra le principali tendenze del mondo del CAD, i dati circa il grado di conoscenza tecnologica (*awareness*) e d'uso del *3D modeling* come del *2D drafting* li vedano significativamente prevalere su altre tecnologie digitali in crescita, ma meno pervasive rispetto a quanto una percezione diffusa sembrerebbe suggerire. Invero, il tema del *digital twin* assurge ad approccio ritenuto importante nello scacchiere dei trends tecnologici *CAD-based* (figura 2).

Figura 2. Esiti didattici: dal modello grafico al modello info-grafico nell'integrazione di elaborati (Rielaborazione degli autori).

Figure 2. Teaching results: from the graphic model to the info-graphic model in the integration of technical drawings (Elaboration by the authors).



È solo questa l'unica nota che inizia a poter incidere per un vero e significativo stravolgimento delle prassi.

Ma quanto è significativo questo stravolgimento?

In questo, pare utile ricordare come possa essere espressa la funzionalità della cosiddetta curva di Rogers sulla diffusione delle innovazioni (Rogers, 2003), che distribuisce la vita di una tecnologia su di una curva con un tratto finale asintotico e orizzontale rispetto ad una ascissa temporale: quando si raggiunge tale tratto, il contesto è pronto ad abbandonare una certa tecnologia preferendone, di conseguenza, un'altra, che si configura pertanto come innovazione della precedente in grado di sostituirla.

Le elevate percentuali di persistenza di *3D modelling* e *2D drafting* offerte dal *Report* citato paiono indicare che si è ancora lontani dall'asintoto orizzontale: se pure una nuova tecnologia è nata e potrà soppiantare le precedenti, non pare che ci si trovi di fronte al tempo in cui si attesti l'obsolescenza dell'approccio tradizionale, magari mediato da forme mimetiche di digitale ma ancora pienamente integrato nel processo progettuale (D'Agostino, 2021) (figura 3). Può essere opportuno parlare, piuttosto, del come integrare dinamiche culturali che potrebbero indirizzare all'andare oltre l'interfaccia grafica, per dominare oltre che nell'adattarsi alle modalità di interazione col modello digitale, sempre più associato ad una sua articolazione parametrica che vincola alle possibilità

Figura 3. Esiti didattici: masterplan e modelli digitali BIM del riassetto di un'area di servizio autostradale (Rielaborazione degli autori).

Figure 3. Teaching results: masterplan and BIM digital models of the reorganization of a highway service area (Elaboration by the authors).



informatiche di back-end e di architettura software di basso livello che assume invero, in settori culturali affini a quello in parola, un ruolo sempre più fondativo. Ma lo spazio ai nuovi metodi e strumenti digitali incide significativamente nella riarticolazione dell'impalcatura formativa di livello accademico, per cui occorre delineare i processi senza tralasciare le teorie della scienza della rappresentazione grafica a carattere tecnico, nei margini formali imposti dall'organizzazione didattica che viene relegata alla parametrizzazione culturale che passa per ore – e crediti formativi – destinati alle singole discipline.

Cosa quindi mantenere – e trasmettere – alle nuove generazioni del portato culturale tradizionale?

Quanto spazio dedicare all'alfabetizzazione digitale di strumenti prima d'ora considerati marginali nella formazione di tecnici che non fossero meri operatori? Questi quesiti, tra gli altri, hanno indotto a una riflessione su come proporre un sistema di organizzazione educativa nei corsi di studio di Ingegneria Edile dell'Ateneo federiciano (figura 4).

Attraverso applicazioni su casi simulati, di edilizia ex novo ed esistente, individuati per guidare alla soluzione tecnica prima ancora che alle qualità architettoniche, si è inteso declinare un flusso didattico che fosse pertanto in grado di equilibrare le esigenze imposte dalla coesistenza dei vari metodi sottesi alle diverse tecnologie digitali in discussione.

Modelli digitali per la rappresentazione del progetto tra didattica e professione

Come osservato in precedenza, in un contesto in cui il disegno tecnico si è evoluto nei metodi e negli strumenti di rappresentazione, mantenendo il suo ruolo centrale nei nuovi campi di applicazione dell'informazione e comunicazione, è opportuno chiedersi come ampliare l'offerta formativa all'interno dei corsi incardinati nel settore scientifico-disciplinare del Disegno verso i nuovi modelli digitali di conoscenza, analisi e rappresentazione delle realtà esistenti o di progetto. Verso tale indirizzo, negli ultimi anni, lo sforzo nell'ambito dei corsi della Laurea Triennale e Magistrale in Ingegneria Edile del nostro Ateneo, è stato quello sviluppare un modello di apprendimento (figura 4) per lo sviluppo dei saperi nel campo della rappresentazione digitale dell'architettura - alla luce dell'evoluzione delle teorie e delle tecniche - aprendo ai nuovi orizzonti alla conoscenza e valorizzazione dell'esistente a partire dall'uso consapevole delle tecnologie di acquisizione e dei dati del rilevamento digitale fino alla simulazione

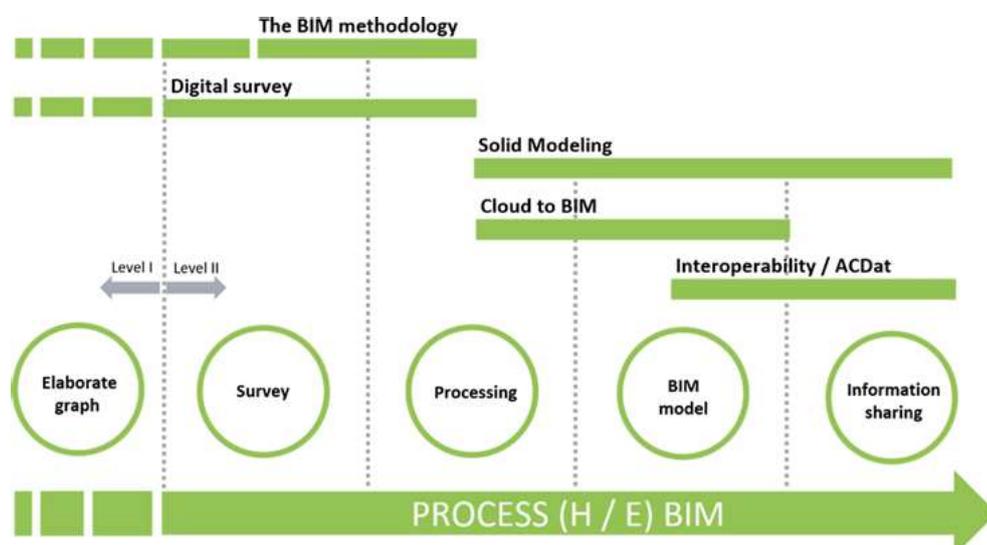


Figura 4. Schema del sistema di organizzazione didattica nei corsi di studio di Ingegneria Edile in discussione (Elaborazione di G. Antuono)..*Figure 4. Outline of the teaching program of the university courses of Building Engineering, currently under discussion (Elaboration by G. Antuono).*

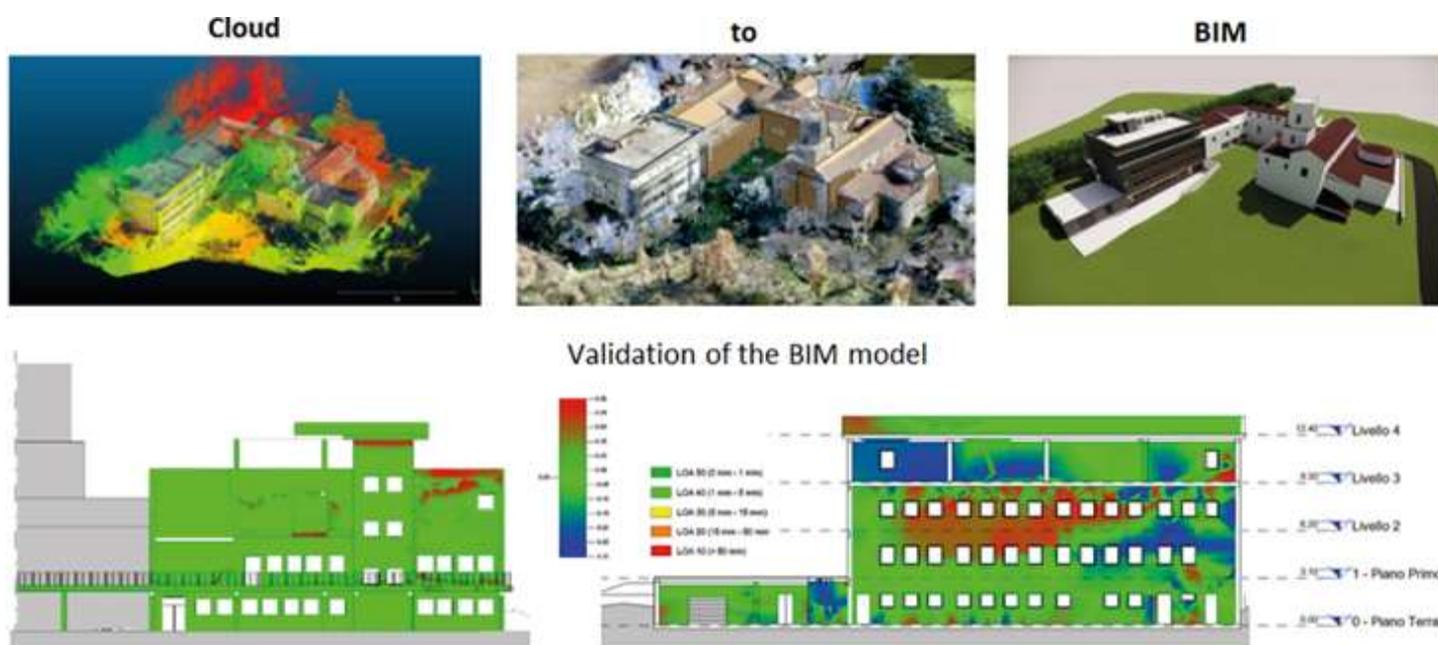
e rappresentazione dell'intervento sul patrimonio edilizio attraverso approcci *Cloud to BIM* (figura 5). Appare evidente come il fornire gli elementi metodologici e pratici per il rilevamento con tecniche digitali integrate a quelle più tradizionali, già nell'insegnamento di "Rilievo e rappresentazione digitale" nel corso di laurea di primo livello, conduca lo studente ad acquisire quelle competenze anche nella gestione e rappresentazione del dato nei molteplici linguaggi rappresentativi, anche modellativi. Le attività laboratoriali diventano l'occasione, durante questo primo momento formativo, per sperimentare le diverse fasi del rilievo, ricche di contenuti culturali, geometrici e grafici, che dalla ricerca sul campo conducono ad una rappresentazione dell'esistente coerentemente con i dettami del linguaggio del disegno tecnico.

L'opportunità poi di lavorare su manufatti tanto di edilizia convenzionale quanto dotati di una certa valenza culturale, preventivamente individuato per attività di team-work, permette agli studenti di: sperimentare tempi e modalità di acquisizione dei dati, con l'ausilio di tecniche di acquisizione fotogrammetrico-terrestri integrate ai metodi di rilevamento diretto e topografico, in ragione delle dimensioni, caratteristiche morfologiche e specificità dei luoghi; interpretare i risultati di un'operazione di rilievo in termini di accuratezza dei dati, dei risultati e di affidabilità complessiva del lavoro svolto; descrivere i caratteri architettonico-strutturali del manufatto nell'avvicinamento all'approccio conforme alla metodologia tecnica di tipo BIM, con l'obiettivo di perseguire il paradigma informativo in un modello interpretativo HBIM del costruito esistente che, nella distinzione dal semplice modello tridimensionale, segue logiche di semplificazione controllata in funzione delle differenti finalità.

Temiche trovano un approfondimento, tanto nelle tecniche avanzate di rilevamento digitale quanto nella generazione e gestione dei moderni modelli informativi, nel percorso di laurea di secondo livello ed in particolare nell'insegnamento di "BIM e processi di modellazione per l'edilizia", con l'obiettivo di formare futuri tecnici che sappiano affrontare le sfide e i problemi legati alle tecnologie costruttive (figura 6), e alle relative discipline digitali tipicamente riscontrabili negli strumenti BIM – architettonica, strutturale e MEP (*Mechanical, Electrical and Plumbing*) (figura 7) – che derivano dalle mutate esigenze di restituzione delle

Figura 5. Approccio Cloud to Bim per la conoscenza e valorizzazione del patrimonio costruito esistente: dall'integrazione dei dati da rilevamento digitale alla valutazione del LOA del modello BIM (Rielaborazione degli autori).

Figure 5. Cloud-to-BIM approach for the knowledge and the enhancement of the built environment: from integrating digital survey data to evaluating the LOA of the BIM model (Elaboration by the authors),g Engineering, currently under discussion (Elaboration by G. Antuono).



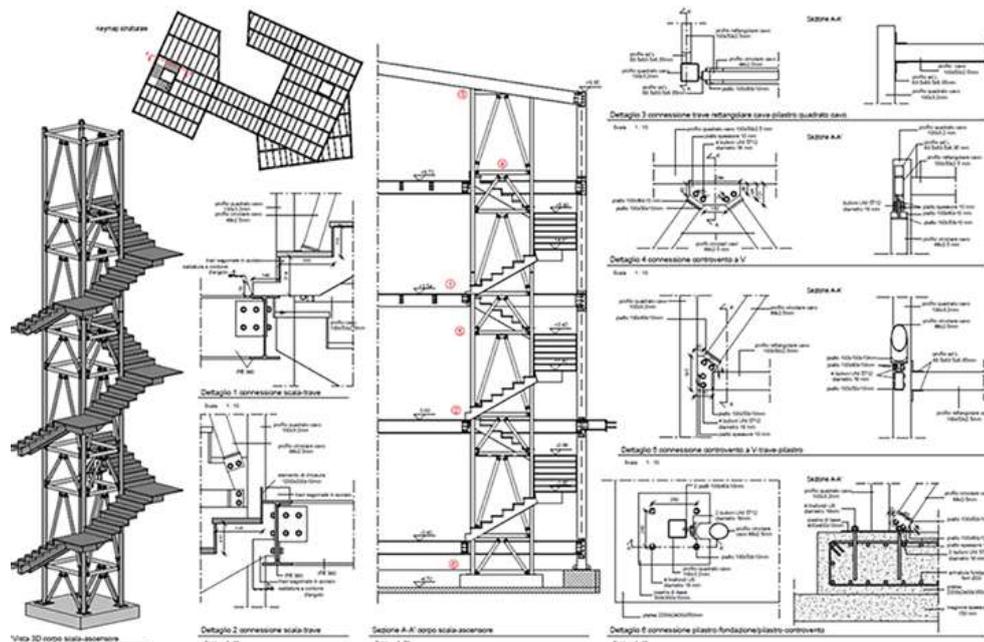


Figura 6. Esiti didattici: modello e rappresentazioni multiscalari del sistema strutturale di un collegamento verticale in acciaio (Rielaborazione degli autori).
 Figure 6. Teaching results: multi-scalar model and representations of the structural system of a vertical steel connection (Elaboration by the authors).

strutture ed infrastrutture tecnologiche esistenti, attraverso modelli informativi in ambienti condivisi che ottimizzano i processi di acquisizione delle informazione, garantendone l'adeguata e consapevole comunicazione mediante l'uso del disegno. È in questo secondo momento formativo che gli studenti rafforzano gli elementi del bagaglio formativo triennale, approfondendo le tematiche teorico-operative del rilevamento e della rappresentazione digitale, per la strutturazione di un modello inteso come spazio rappresentativo-strumentale, uno spazio conformativo-creativo, uno spazio mediatico-informativo (Unali, 2009), che descrive anche le fasi di evoluzione del progetto dallo stato di fatto (figura 8). È per l'appunto specifica finalità dell'insegnamento quella di fornire agli studenti gli elementi per la generazione e la gestione di un modello da nuvole di punti (TLS e fotogrammetrico), attraverso l'approfondimento delle teorie e tecniche di *reverse engineering/ modeling* e modellazione computer based (NURBS, poligonale, solida).

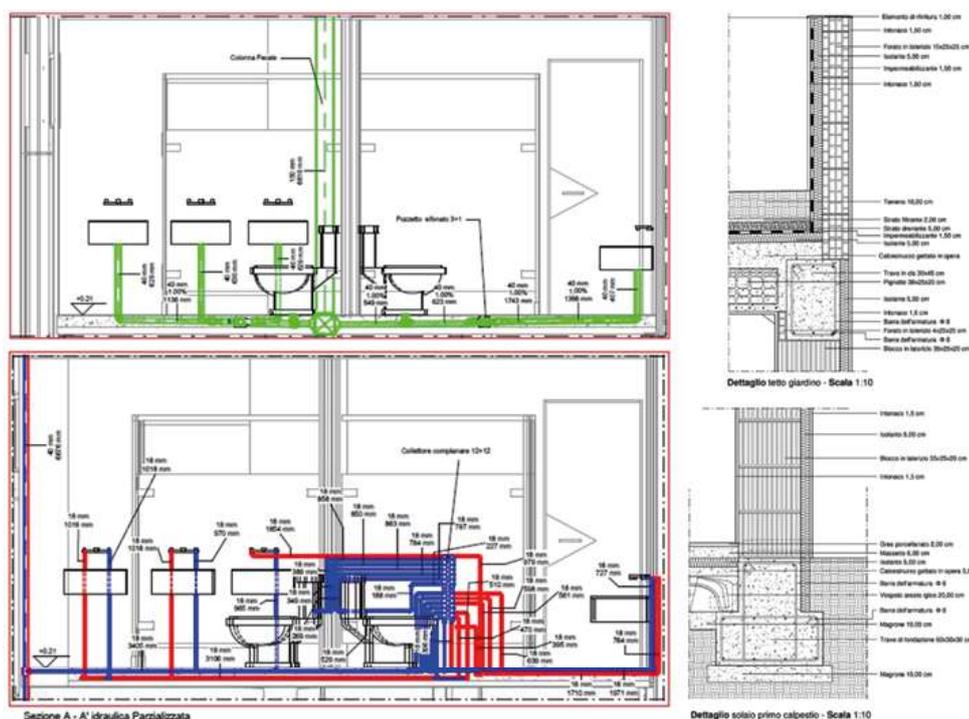


Figura 7. Esiti didattici: modello MEP e rappresentazioni di dettaglio dei modelli costruttivi del sistema architettonico (Rielaborazione degli autori).
 Figure 7. Teaching results: MEP model and detail representations of the construction models of the architectural system (Elaboration by the authors).

Del resto, l'apprendimento dei metodi e degli strumenti per la modellazione informativa passa preliminarmente da una costruzione dei saperi circa le modalità di costruzione/rappresentazione della modellazione volume-based (tra cui la *Constructive Solid Geometry*) e *surface-based* (come la rappresentazione poligonale mesh e la *Boundary Representation*). Due metodi della rappresentazione digitale, tra matematica e modellazione numerica o poligonale (Migliari, 2009), che trovano la loro ibridazione nella modellazione procedurale dei software di *BIM authoring* (Zhu et al., 2017) per la definizione delle relazioni topologiche ed agevolare la visualizzazione degli elementi del modello. Il fine è la generazione di un modello informativo dinamico, interdisciplinare e condiviso (il *Digital Twin*, ovvero il gemello digitale del manufatto), che nell'ambito del patrimonio costruito esistente si porta dietro il delicato tema della definizione ontologica *object oriented* degli elementi - dalla morfologia complessa e con una componente geometrico-formale diversificata - e del controllo degli indici di qualità del modello HBIM generato.

È proprio il patrimonio esistente a rappresentare per lo studente l'occasione per sperimentare la discretizzazione, la modellazione e la rappresentazione di forme di una complessità difficilmente standardizzabile, rispetto a quelle di nuova costruzione, muovendo nella successiva fase di prefigurazione progettuale, in un'espressione digitale che sintetizza una complessità tra nuovo ed esistente, come esperienza guida per qualsiasi intervento professionale.

Figura 8. Esiti didattici: modello e rappresentazioni multiscalari del sistema strutturale di un collegamento verticale in acciaio (Rielaborazione degli autori).
Figure 8. Teaching results: multi-scalar model and representations of the structural system of a vertical steel connection (Elaboration by the authors).

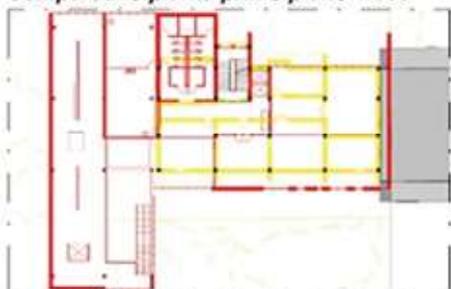
Comparativo pianta piano interrato 1:500



Comparativo pianta piano terra 1:500



Comparativo pianta primo piano 1:500



Nella trasposizione del rilievo *reality-based* in un ambiente BIM, l'individuazione delle criticità geometriche ha un ruolo fondamentale perché costituisce motivo di interesse nello stesso studio dei singoli modelli componenti che si vanno a realizzare, non standardizzabili e non riconducibili a famiglie di oggetti della libreria predefinita.

Difatti, seppure l'edilizia faccia sempre riferimento ad elementi ricorrenti, il portato geometrico-informativo dell'elemento architettonico esistente non è completamente standardizzabile e replicabile.

Per cui è di attuale interesse l'individuazione dei processi per manipolare in maniera diretta delle famiglie di oggetti che codificano le entità grafiche ed i linguaggi legati alla composizione di istruzioni minime per generare forme evolute da dato di rilevamento. La numerosità dei dati che possono scaturire dai sopralluoghi tecnici è per sua natura eterogenea e frammentata ed è spesso oggetto di un processo di selezione per descrivere le diverse componenti dell'organismo edilizio, evitando una semplificazione tipologica troppo lontana dalla conoscenza profonda delle diverse parti dell'edificio e nello stesso tempo evitando la gestione di un numero eccessivo di informazioni rispetto alle esigenze.

Pertanto, guidare lo studente nel definire il dettaglio costruttivo e la portata delle informazioni rispetto agli scopi e alle finalità del lavoro, come esercizio di metodo nel descrivere il *Level Of Information Needed (LOIN)* di tipo geometriche, alfanumeriche e di documentazione. Se da una parte la rappresentazione realizzata nel modello allontana dall'oggetto reale, dall'altra essa facilita quel processo di astrazione che è alla base di ogni possibile iter interpretativo e/o progettuale (Centofanti, 2010).

A tal fine, nel percorso di studio, si prediligono temi alla piccola scala edilizia, presentati agli studenti da un disciplinare che descrive le condizioni di partenza e i vincoli da rispettare e che definisce i risultati attesi in termini sia quantitativi (elaborati da produrre) che qualitativi (correttezza e completezza dei contenuti

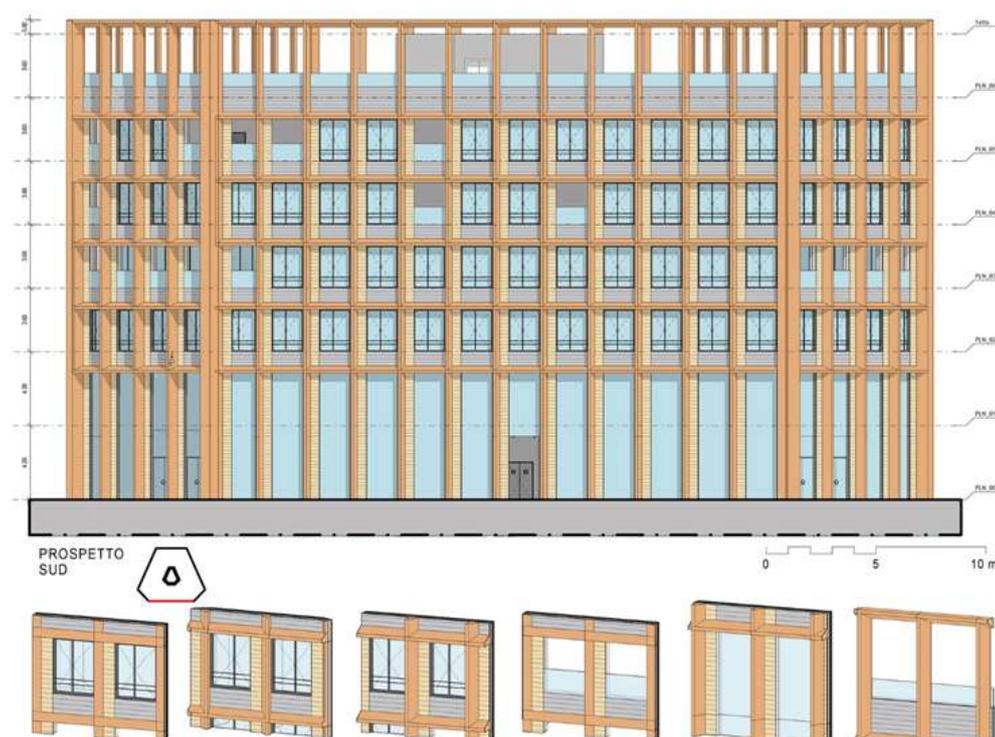


Figura 9. Esiti didattici: definizione dei modelli modulari prefabbricati integrate nelle curtain walls di progetto (Rielaborazione degli autori).

Figure 9. Teaching results: definition of the prefabricated cells integrated into the curtain walls of the project (Elaboration by the authors).

informativo-digitali), coinvolgendo l'ambito architettonico, strutturale ed impiantistico, ovvero quei settori disciplinari maggiormente interessati per la gestione digitalizzata dell'intero processo edilizio, che si rende necessario coordinare nell'"interoperabilità" ed attraverso la strutturazione di un ACDat (Ambiente di Condivisione dei Dati) che permetta la piena collaborazione all'interno di un unico ambiente digitale di storage (Yousefzadeh et al., 2015); interoperabilità che, anche nell'ambito della prefabbricazione di elementi costruttivi, vede la possibile integrazione fra piattaforme Bim e software di progettazione e analisi strutturale per l'implementazione di forme modulare integrate nelle *curtain walls* di progetto (figura 9).

Difatti, gli studenti sperimentano direttamente la collaborazione nello sviluppo di un flusso digitale di un modello BIM federato (Lo Turco, 2011), fondamentale nelle attività di verifica e di gestione delle interferenze (*clash detection*) e delle incoerenze (*code checking*), veicolando le informazioni interdisciplinari anche nel tramite del formato aperto non proprietario IFC, verificando l'eventuale perdita dei dati nella gestione del processo d'interscambio con altri applicativi. Il *fil rouge* durante tale processo, che relaziona i saperi e gli ambiti disciplinari coinvolti (Bianchini, 2014), è la Rappresentazione che partecipa come un agente

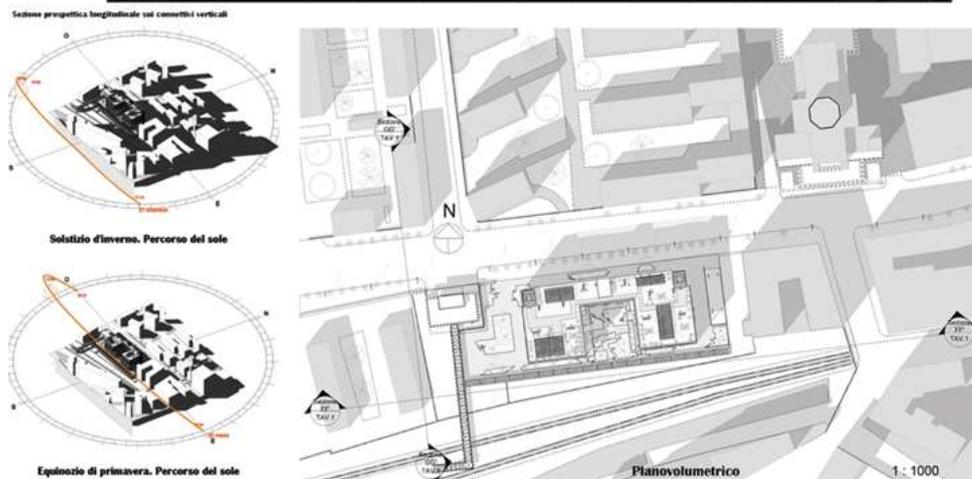


Figura 10. Esiti didattici: rappresentazioni tecniche e visualizzazioni di sintesi nelle simulazioni di esposizione solare (Rielaborazione degli autori).

Figure 10. Teaching results: technical representations and synthetic views of the simulation of solar exposure (Elaboration by the authors).

dinamico, stimola azioni e raccoglie istanze; nella sua più ampia accezione di atto espressivo e di comunicazione visiva lavora per facilitare il controllo della complessità, soprattutto nell'integrazione e nell'interoperabilità verticale dei diversi sistemi (spaziale, strutturale, impiantistico, ecc.).

Per cui è opportuno far maturare negli studenti la consapevolezza di un rinnovamento del linguaggio digitale che nel flusso di lavoro coinvolge discipline diverse e che spesso si scontra con difficoltà di scambiare dati tra i diversi gestori delle informazioni utilizzando estensioni di file proprietari, rendendo insostenibile la promessa di collaborazione, coordinamento e comunicazione.

Cosicché diventa cruciale aprire nell'insegnamento quantomeno alla trattazione teorica riferita alle più aggiornate ricerche sui metodi per costruire ponti e rendere i modelli interoperabili, favorendo la gestione di livelli di complessità senza rinunciare alla capacità critica dell'operatore. Lo studente potrà essere così votato alla gestione del processo, nel restituire rappresentazioni tecniche che nei differenti stati di simulazione descrivono la costruzione dalla scala architettonica fino alla scala esecutiva, ed visualizzazioni di sintesi o rendering che inverano percettivamente le simulazioni matematiche (figura 10) (Gaiani, 2006).

Tali prerogative ben si prestano alla categoria formativa del futuro tecnico che, nel percorso triennale e magistrale di indirizzo, sviluppa quelle competenze necessarie a rispondere efficacemente alla nuova "contaminazione digitale" per la prefigurazione del progetto ed ai nuovi paradigmi del lavoro.

Conclusioni e sviluppi futuri

La definitiva selezione di quanto da associare al passato della formazione tradizionale e quanto utile alla sua sopravvivenza per partecipare a nuove capacità cognitive e operative per l'uso della modellazione, parametrica in particolare, in visualizzazioni nel dominio digitale - suscettibile di costituirsi quale strumento tecnico per la figurazione dell'idea progettuale o per la comunicazione di contesto - è un'indagine critica forse solo all'inizio di un processo lungo, che certamente impegnerà tutto il periodo della transizione digitale che stiamo vivendo. Per far sì che ciò trovi compimento, è necessario che si attui la consapevole metabolizzazione dei saperi e l'integrazione tecnologica nella dotazione culturale che conduca a un riequilibrio tra mantenimento dello status quo e proposta alternativa e innovativa nella trasmutazione disciplinare. Questa consapevolezza comporta inedite attenzioni per la comprensione degli spazi residui della rappresentazione grafica a carattere tecnico nell'epoca del 4.0, guardando a quando l'interazione diretta con l'artefatto digitale imporrà nuove codifiche alla sua comunicazione. In tal senso, il concetto di interattività, che diverrà a ben guardare sempre più preminente nel relazionarsi ai contenuti informativi che si manterranno legati al modello anche oltre la selezione semantica del segno digitale, imporrà un rafforzamento della capacità di astrazione da un approccio puramente sintetico incentivando la tendenza alla comunicazione analitica dell'artefatto digitale. Sul piano educativo, pare vivo il dover incidere su quale sia il ruolo di questi nuovi assetti culturali all'interno della proposta formativa di specifico ambito culturale, nel confermare o meno l'esigenza che essa sia di piena pertinenza disciplinare e patrimonio culturale destinato alla formazione di base o se invero debba trovare spazi di specializzazione. Resta innegabile che le nuove generazioni sono preparate ad affrontare più epocali stravolgimenti, a dominare nuovi strumenti che possono quindi essere innervati nella cultura tecnica più di quanto non sia ancora stato.



Certo ciò produrrà forse delle rotture generazionali – qualche avvisaglia già è visibile e quanto è stato è ancora poco rispetto a quello che potrebbe essere –, forse sarà da comprendere se ancora è possibile imparare dal passato senza radicalismi, che come spesso accade sono la tendenza, da un lato e dall'altro della barricata.

Riconoscimenti

Il contributo è frutto del lavoro congiunto degli autori nei Corsi di Laurea in Ingegneria Edile, nelle attività operative del REMLab (Laboratorio di Rilievo e Modellazione), del Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale dell'Università Federico II di Napoli.

In particolare P. D'Agostino è autore dei paragrafi “Introduzione” e “Strumenti digitali tra prassi e innovazione tecnologica”; G. Antuono è autore del paragrafo “Modelli digitali per la rappresentazione del progetto tra didattica e professione”; infine le “Conclusioni e sviluppi futuri” sono in comunione tra gli autori.

Riferimenti

- Bianchini, C. (2014). Survey, modeling, interpretation as multidisciplinary components of a Knowledge System. *SCIRES-IT-SCientific RESearch and Information Technology*, 4(1), 15-24.
- Cardone, V. (2005). A proposito di nome, contenuti, programmi e prospettive per la nostra area culturale. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 10(10), 48–57. doi: 10.4995/ega.2005.10329.
- Cardone, V. (2015). *Modelli grafici dell'architettura e del territorio*. Terza edizione (a cura di Salvatore Barba). Santarcangelo di Romagna: Maggioli Editore.
- Centofanti, M. (2010). Della natura del modello architettonico. In S. Brusaporci (a cura di), *Sistemi informativi integrati per la tutela la conservazione e la valorizzazione del patrimonio architettonico e urbano* (pp. 58-64). Roma: Gangemi Editore.
- D'Agostino, P. (2016). Il codice nell'era digitale. Riflessioni su nuovi bisogni e necessità della rappresentazione grafica a carattere tecnico. In Bertocci S., Bini M., (a cura di), *Le Ragioni Del Disegno. Pensiero, Forma e Modello nella Gestione della Complessità. The Reasons Of Drawing. Thought, Shape and Model in the Complexity Management* (pp. 265-270). Roma: Gangemi Editore.
- De Rubertis, R., (1994). *Il Disegno dell'architettura*. Roma: Carocci.
- Gaiani, M. (2006). Un viaggio attraverso gli strumenti e i metodi di produzione del progetto di disegno industriale nell'epoca della progettazione digitale totale. In M. Gaiani (a cura di), *La rappresentazione riconfigurata* (p. 23). Milano: Poli. Design.
- Lo Turco, M. (2011). Il Building Information Modeling, tra ricerca, didattica e professione. *Disegnarecon*, 4 (7), 42-51.
- Migliari, R. (a cura di) (2004). *Disegno come Modello*. Roma: Edizioni Kappa.
- Migliari, R. (2009). Metodi/tecniche della rappresentazione digitale. In M. Unali (a cura di), *New lineamenta*. Roma: Kappa.
- Mingucci, R. (2003). *Disegno Interattivo*. Bologna: Patron Editore.
- Pavan, A., Mirarchi, C., & Giani, M. (2017). *BIM: Metodi e strumenti. Progettare, costruire e gestire nell'era digitale*. Milano: Tecniche nuove.
- Rogers, E. (2003). *Diffusion of Innovations (5th Ed.)*. New York: Simon and Schuster.
- Scheer, D. (2014). *The death of drawing. Architecture in the Age of Simulation*. New York: Routledge, Taylor and Francis.
- Unali, M. (2009). Qual è il modello di rappresentazione complesso nella rivoluzione informatica?. *Disegnare idee immagini*, 38, 30-39.
- Yousefzadeh, S., Spillane, J. P., Lamont, L., McFadden, J., & Lim, J. (2015). Building Information Modelling (BIM) Software Interoperability: A Review of the Construction Sector. In Raiden A.B., Aboagye-Nimo E. (a cura di). *Proceedings of the 31st Annual ARCOM Conference, ARCOM, 2015, Lincoln, UK, 7-9 September 2015*, pp. 711-720. UK: Association of Researchers in Construction Management.
- Worldwide CAD Trends 2022 in Manufacturing (s.d.) recuperato su https://business-advantage.com/landing_page_CAD_Trends_2022_MFG.php (consultato il 20 febbraio 2021)
- Zhu, C., Huang, M., & Ni, C. (2017). Research on the Topological Model of

Transition of the project drawing between representation and virtualization. An approach for the transfer of knowledge.

Introduction

In recent years, the debate in the fields that are involved in the cultural and applicative development of the Science of Representation - in its cultural articulations and interpretations (Cardone, 2005) - has led to reflections on the role of the discipline of drawing. This included its functions both as a communication tool and as a science in its wider acceptations, grasping new opportunities within its context.

In an attempt to find a balance between the nostalgia of a consolidated *modus operandi* and new visions, the purpose of this paper is to carry out reflections in the field of this science, which still holds one of the most important languages for architecture and engineering, and characterization of culture and values. By hosting the latter in a disciplinary boundary - which has expanded and mutated over time - it is possible to conduct a critical analysis of digital modeling concerning the various applicative domains within it.

It seems useful to recall that human intelligence has always been inclined to produce strategies concerning the available technologies of each epoch, coherently with the theme of the bond between science and technology. This is inherent in their definitions: indeed, just as we accept that science is a system of knowledge and methods to be used to reach and expand knowledge, at the same time, technology is an application of knowledge to solve practical problems. Science and technology share the action on knowledge: a new science is born when original tools are maximized for new forms of knowledge. Despite it not being specifically science, it seems opportune to verify that, in this context, the possibility to make use of parametric digital modeling (Scheer, 2014) represents, on the one hand, one of the frontiers of the application of digital technology to the field of AEC (Architectural Engineering and Construction). This well-known acronym refers to the macro-sector to which all the subjects in the construction industry belong. On the other hand, it represents a tool to define the union between vector representation and virtualization of a building project (Pavan, Mirarchi, & Giani, 2017). Dealing with this type of approach indeed defines a new operative paradigm, whose essence is represented by the digital simulation of a project. This requires not overlooking the perspective of cultural integration in the new generations of technicians: simulation and virtualization impose, and will increasingly impose a mutation in dealing with the technical information within the modeled object, as it happens with an early-stage science. Moreover, the increasing presence of interactivity, brought about by the diffusion of digital devices and Information Technology applied to the design and management of architectural and building constructions, might ultimately deconstruct the way of transferring information beyond the typical value set of technical graphical

representation (Mingucci, 2003; De Rubertis Roberto, 1994; Cardone, 2015).

These tendencies have been imposing for a long time an intense reflection on the ways of tackling this new challenge, concerning the definition of a robust and coherent scientific framework, aimed at the definition - or redefinition - of educational strategies for a new practice of communication of civil architecture projects. This involves of course the necessary affirmation of cultural identity and autonomy for the specific field of the Science of Representation.

Hence, these themes are not alien to the academic world (Migliari, 2004; Lo Turco, 2011). The schools of architecture and engineering have glimpsed for a long time the potential of digital modeling, also in application to technical graphical communication, in the various articulations that the current scenario of information technologies in a broad sense proposes (D'Agostino, 2016). However, there is a lively - speculative, rather than operative - to imagine an optimal adaptation of disciplinary theoretical principles with the new cultural frontiers offered by the digital revolution, looking with a particular focus at how these original forms of integration are perceived and metabolized by the professional world and the labor market.

Digital tools, between practice and technological innovation

Indeed, in this sense, while there is little doubt about the awareness of the new scenarios of operation in the professional practice, there is still the issue of whether this professional practice has a vocation or compatibility with the use of new tools that are here described. About the increasingly widespread typologies of parametric modeling in the Italian context, there is an increasingly diffuse possibility to draw from digital modeling tools and paradigms - just think of Building Information Modeling (BIM) - also as a consequence of the mutations of the related legislative framework. Given these conditions, there are still various continuity solutions in the applicative practice, opposing the acknowledgment of the technical utility of the organization of a coherent digital information flow, with consequent difficulty in recognizing and accepting the meaningful revolution of the conceptual - even more than operational - mutation, that comes with these new tools. Indeed, it is not uncommon to see that - even just concerning pure subjective perception - the daily practice of those who operate in the field of construction and - more specifically - in the dynamics of the design and construction process - has difficulties departing from the usual way of structuring technical information, concerning both construction and communications among the involved subjects.

Looking at the Italian scene, where subjects and users in the construction process have not had - and do not have - significant needs to push them to leave 2D drafting and integrally switch to 3D modeling and technologies based on it - one of the reasons lies in the need for a hybrid response

to the prescriptive requests of the construction sector. For example, concerning the communication and sharing of design choices, in our country, most of the institutions responsible for building constructions still share technical information in the form of an information drawing, rather than an out-and-out information model, persisting in the logic of building representation, while subordinating the logic of the virtualization of its related digital clone. This consideration reverberates in the delay of diffuse technological acquisition in authorization processes, which can be rarely waived in the current legislative framework. And a consistent number of professionals see this persistence in the traditional approach to the use of 2D drafting as a result of the design process, as a condition of habit and inability to change, dictated by slowness in the adjustment of relationships between demand and response, between mandatory prescriptions and operational update. However, this affirmation would be solidly based if, in the overlay between the two technological approaches, there were a condition of proven obsolescence for the form of digital operativity that is still surrogated to a traditional interaction with the project, compared to the more innovative one, based on parametric modeling. On the other hand, as an example - and as proof that this issue crosses the national frontiers - the Business Advantage Group on the most significant CAD tendencies in the last years has detected that the market mainly makes use of a combination between 3D modeling and 2D representation of detail, as shown in its 2022 Report (Worldwide CAD Trends, 2022) (figure 1).

This is also because, in total accordance with the analogous reports from the 2019 pre-pandemic period, it is possible to detect that among the main tendencies in the CAD world, the data concerning the degree of technological awareness and the use of 3D modeling and 2D drafting show that they significantly prevail over other digital technologies, which are growing yet are less pervasive, as suggested by this diffuse perception. Indeed, the theme of the digital twin stands as a key approach on the chessboard of CAD-based technological trends (figure 2). This aspect is the only one that starts driving toward a true and significant upheaval of practice. But how significant is this upheaval? In this sense, it seems useful to recall the expression of Rogers's curve on the diffusion of innovations (Rogers, 2003). It distributes the life of technology on a curve, whose final span is a horizontal asymptote on a time X-axis: when that span is reached, the context is ready to abandon a given technology and prefer another one as a consequence; at that point, the latter stands as an innovation of the previous one and can substitute it. The high percentages of 3D modeling and 2D drafting shown by the cited Report seem to indicate that the horizontal asymptote is still far: even though a new technology was born and can replace the previous ones, the obsolescence of the traditional approach has not been proven yet, also because it is mediated by mimetic forms of digital representation, which is however not fully integrated into the design process (D'Agostino, 2021). (figure 3).

Yet, it can be opportune to discuss the integration of cultural dynamics that might address going beyond the graphical interface, leading to a domination of the digital model rather than to an adaption to its interaction modalities, to a higher associated with its parametric articulation, hinged to back-end IT opportunities and low-level software architecture, with an increasingly foundational role in similar cultural sectors. However, opening up to new digital methods and tools involves significantly restructuring academic teaching programs, as it is necessary to outline the processes without overlooking the theory of technical graphical representation science, within the formal limits imposed by the organization of the courses, which is relegated to cultural parametrization, through the assignment of hours - and academic credits - to single disciplines. Hence, what is necessary to keep - and transfer - to the new generations, within the traditional cultural setting? How much room must be given to the digital alphabetization of tools that were formerly considered marginal in the formation of professionals, to prevent them from being mere technicians? Among the others, these questions have led to a reflection on how to propose a system of educational organization in the courses of Building Engineering at the University Federico II (figure 4). Through applications on simulated case studies, including new constructions and interventions on the built environment, individuated to guide to the technical solution even before architectural quality, the purpose was to outline teaching streamline to re-equilibrate the needs imposed by the co-existence of various methods underlying the various digital technologies, here discussed.

Digital models for project representation, between teaching and work

As previously observed, in a context in which technical drawing has evolved into representation methods and tools, keeping a central role in the new application field of information and communication, it is opportune to wonder whether the curriculum of the courses in the scientific-disciplinary field of Drawing should be expanded toward the new digital models for the knowledge, analysis, and representation of existing and new constructions. For that purpose, in recent years, within the Bachelor's and Master's Degree courses in Building Engineering at our University, there has been an effort to develop a learning model (figure 4) for the development of knowledge in the field of digital representation of architecture - in light of the evolution of theory and technique - opening up to new horizons of knowledge and enhancement of the built environment, starting from the conscious use of digital survey technologies and data, up to the simulation and representation of interventions on the built environment through Cloud to BIM approaches (figure 5). It seems evident that providing the methodological and practices elements for the survey with integrated digital and traditional technologies, starting from the Course of "Digital survey and representation" in the Bachelor's Degree course, leads students to acquire skills also in data management and representation with multiple

drawing and modeling languages. In this first educational step, lab activities represent the chance to experience the various survey phases, which are rich in cultural, geometric, and graphical content, starting from on-field research to lead to a representation of the built environment, in coherence with the dictates of the language of technical drawing. Then, the opportunity to work on both conventional buildings and artifacts with a cultural value, preliminarily individuated through teamwork activities, allows students to: experiment with times and modalities of data acquisition, with the support of terrestrial photogrammetric acquisition techniques, integrated with direct and topographic survey methods, according to the dimensions, morphological characteristics and specific features of the locations; interpret the results of a survey operation in terms of data accuracy, results and overall reliability of the developed work; describe the architectural-structural data of the artifact, while coming close to an approach that suits the BIM technical methodology, to pursue the information paradigm in an HBIM interpretation model of the built environment. The latter is distinguished from the simple 3D model and is subjected to simplification logic for its various purposes. These themes are then in-depth studied, both concerning advanced digital survey techniques and the generation and management of modern information models, in the Master's Degree course, and specifically in the course "BIM and modeling processes for building constructions", to educate future technicians to deal with the challenges and problems linked with construction technologies (figure 6), and with the related digital disciplines that can be typically found in the BIM tools - architectural, structural, and MEP (Mechanical, Electrical and Plumbing) (figure 7) - as a consequence of the mutated needs of representing the existing technological structures and infrastructures, through information models in shared environments that optimize the information acquisition processes, guaranteeing their adequate and conscious communication through drawing. In this second teaching phase, students consolidate the elements from the bachelor's degree course, through the further study of theoretical-operative themes of digital survey and representation, to structure a model intended as a representative-instrumental, creative-compositional, information media space (Unali, 2009), which also describes the phases of the project evolution, starting from the pre-intervention state (figure 8). Indeed, the specific purpose of the course is to provide students with knowledge for the generation and management of a model from point clouds (obtained from TLS and photogrammetric survey), through the further study of the theories and techniques of reverse engineering/modeling and computer-based modeling (NURBS, polygonal, solid). Moreover, learning methods and tools for information modeling require the formation of knowledge on the modalities of construction/representation of volume-based (among which, Constructive Solid Geometry and surface-based (such as mesh polygonal representation and Boundary Representation) modeling. These two methods

of digital representation, which are between mathematics and numerical/polygonal modeling (Migliari, 2009), can be hybridized together in the procedural modeling of BIM authoring software tools (Zhu et al., 2017) concerning the definition of topological relations, facilitating the visualization of model elements.

This aims to generate a dynamic, interdisciplinary, and shared information model (the Digital Twin of the building). Concerning the built environment, this involves the themes of the object-oriented ontological definition of elements - characterized by a complex morphology and diversified geometric-formal feature - and of the verification of the quality indexes of the generated HBIM model. Indeed, for students, the built environment represents an opportunity to experiment with the discretization, modeling, and shape representation of a complexity that is hard to standardize, compared to new constructions. Then, in the successive design representation phase, this requires seeking a digital expression to synthesize the complexity of both the new and the already built, as a leading experience for any professional task.

When transposing the results of a reality-based survey into a BIM environment, the individuation of geometric criticalities has a key role, as it must be taken into account during the study of the single models of the components to be realized, which cannot be standardized nor reconnected to family of objects from the default library. Indeed, despite the construction sector always referring to recurring elements, the geometric information characteristics of the built environment cannot be completely standardized or replicated. Hence, there is currently a strong interest in the individuation of processes for direct manipulation of the object families to codify graphical entities and the languages related to the composition of minimum instructions to generate forms from survey data. The data from technical surveys are inherently heterogeneous and fragmented, and often derive from a selection process, aimed at describing the various parts of the building system, avoiding excessive typological simplification, which might hinder a deep knowledge of the different parts of the building, and also the presence of an excessive number of information with respect to needs. Hence, this involves guiding students to define the construction detail and the scope of information in relation to the purposes of the work, practicing the method of describing the Level of Information Needed (LOIN) concerning geometric, alphanumeric, and documental data. While on the one hand, the model representation produces a distance from the real object, on the other hand, it facilitates the abstraction process that is at the base of any possible interpretative and/or design path (Centofanti, 2010).

For this purpose, during the study path, small-scale buildings are preferred, introducing them to the students through a guideline that describes the initial conditions and the constraints to fulfill, and which defines the expected results in both quantitative (drawings to be drafted) and qualitative (correctness and completeness of information-digital content)

terms, involving the fields of architecture, structures, and technological systems, that is the disciplines that are most interested in the digitalized management of the whole building process, and that must be coordinated in the “interoperability” by structuring a CDE (Common Data Environment) that allows full collaboration in single digital storage (Yousefzadeh et al., 2015); this interoperability can include the integration of BIM platforms and software tools for design and structural analysis, aiming at the implementation of modules within the curtain walls of the project (figure 9).

Indeed, the students directly experience collaboration within the development of a federated BIM digital workflow (Lo Turco, 2011), which has key importance in the activities of clash detection and code checking, managing interdisciplinary information also through the open non-proprietary format IFC, checking for data loss also throughout the management of the interchange process with other applications.

The *fil rouge* of this process, which connects the involved knowledge and disciplinary fields (Bianchini, 2014) is Drawing, which participates in it as a dynamic agent, stimulates actions, and collects requests; in its wider meaning of an act of expression and visual communication, it operates to facilitate the control of complexity, especially in the vertical integration and interoperability of the various systems (spatial, structural, systems, etc.). Hence, it is opportune that students develop an awareness of the update of digital knowledge, which involves different disciplines throughout the process, and often clashes with the difficulty in exchanging data between the different information managers, using extensions of proprietary files, making it unsuitable for any perspective of collaboration, coordination, and communication.

Hence, it is crucial to expand teaching activities at least to the theoretical discussion of the most updated research works on the methods to bridge data and make models interoperable. The management of complexity must be facilitated, without renouncing however the professionals' (in this case, the students') critical capacity, throughout the management of the process of production of technical representations to describe a building in various simulation scenarios from the architectural to the executive scale, together with synthetic views or renders that stand as a perceptive confirmation of mathematical simulations (figure 10) (Gaiani, 2006).

These goals suit the formation of future technicians: throughout the specific teaching activities within the bachelor's and master's degree courses, they will develop the required skills to effectively fulfill the new “digital contamination” for the representation of a project, and also new work paradigms.

Conclusions and future developments

The critical analysis aimed at the definitive selection of what should be retained from traditional formation and of pieces of knowledge that are required to survive and acquire new cognitive and operative capacities for modeling - especially parametric modeling - and digital visualization - as a

technical element for project representation and its related communication - is probably still at the very beginning of a long process, which will surely continue for the whole period of the current digital transition. Its accomplishment requires conscious assimilation of knowledge and technology integration into the cultural base. However, this must lead to a balance between the maintenance of the status quo and an alternative and innovative proposal of disciplinary transmutation. This awareness requires novel attention for the comprehension of residual spaces of technical graphic representation in the 4.0 age, in the perspective of a time in which the direct interaction with the digital building will impose new codifications on each communication. In this sense, the concept of interactivity, which on closer inspection will become more and more dominant in the relationship with information content, and which will keep being connected to the model also beyond the semantic selection of the digital sign, will impose an enhancement of the capacity of abstracting from a purely synthetic approach, fostering the tendency to the analytic communication of the digital artifact. In the educational field, one of the key priorities appears to be to affect the future role of these new cultural assets in the educational offer of this specific cultural field: whether or not to acknowledge that it fully belongs in this discipline and stands as a cultural heritage for base formation, or if it has to find room for specialization. It cannot be denied that new generations are prepared to face more epochal changes and dominate new tools, underlying more technical culture than it has been until now. For sure, this will produce generational breaks - some harbingers are already visible and are bland compared to what might happen -, and it will have to be understood whether it is still possible to learn from the past without radicalisms, which are often the main tendency, from both the sides.

Acknowledgments

This paper is the result of the joint work by the authors in the Bachelor's and Master's Degree Courses of Building Engineering and the operative activities of the REMLab (Survey and Modeling Lab) of the Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering of the University of Naples Federico II. In particular, P. D'Agostino has authored the paragraphs “Introduction” and “Digital tools, between practice and technological innovation”; G. Antuono has authored the paragraph “Digital models for project representation, between teaching and work”; finally, the “Conclusions and future developments” are a joint work by the authors.