

Il BIM e la cultura della preminenza della costruibilità dell'opera

Paolo Fiamma

Abstract

Come contributo all'attuale stato di necessità di adozione del BIM nel nostro Paese, quest'articolo vuole documentare come caratteristica propria e fondante il BIM, la sua metodologia di natura olistica, centrata sul particolare esecutivo e quindi sulla costruibilità dell'opera. Tale dinamica non è in contrasto con gli attuali metodi di progettazione, costruzione e gestione di un edificio, ma attualizza invece un portato proprio della tradizione ingegneristica: il rapporto fra atto ideativo e fatto costruttivo. Esiste una profonda relazione culturale e tecnica fra la concezione di un'opera e la sua verifica, che accomuna il concetto di modellazione attraverso i secoli. Alle regole dell'arte che guidavano la verifica empirica di carattere costruttivo, a posteriori, dopo la realizzazione dell'edificio, il BIM propone, oggi, senza soluzione di continuità con il passato, un concetto di modellazione computazionale in grado di condurre tale verifica a priori: prima che la costruzione sia realizzata. Nel rapporto con l'innovazione il BIM offre reali benefici e concretezza di utilizzo a quanti tendono a utilizzarlo come risorsa nata per riaffermare la centralità del fatto costruttivo, materico, concreto dell'opera da realizzare. Il BIM trova piena valorizzazione per quanti desiderano realizzare manufatti dove sia ridotta al minimo la distanza fra progetto e costruzione. Per il suo funzionamento endogeno e le caratteristiche di complessità dell'attuale mondo delle costruzioni, il Building Information Modeling potrà essere una vera ed efficace risorsa per il nostro Paese se sarà soprattutto un BIM realmente compreso e congruentemente applicato, altrimenti finirà per essere ridotto a una norma fumosa dove al posto della preminenza del fatto costruttivo (edifici migliori per tutti), finiranno per emergere pre-occupazioni normative o d'interesse economico.

Innovazione tecnica e tradizione culturale

Il BIM non è un'invenzione recente e tantomeno originale. Il BIM, infatti, diventa vincente quando se ne comprende la lontana provenienza e le radici profonde: non solo tecniche ma anche culturali. Potremmo affermare che il BIM è l'attuarsi nell'era digitale di una visione che da sempre è stata cercata e riformulata nella cultura e pratica delle costruzioni: una metodologia di natura olistica. Chi ha inventato il BIM, infatti, partiva da una delle attitudini più naturali per un ricercatore e per chiunque desideri conoscere empiricamente qualcosa: la curiosità di sperimentare; e in particolare la curiosità di comprendere i benefici che, per il proprio ambito di attività, potevano derivare dal forte incremento di conoscenze che stava avvenendo in un altro ambito di attività, completamente diverso. Ancora, più in particolare, se fosse stato possibile ottenere benefici ben più importanti di quelli che normalmente si stavano ottenendo, a partite da un approccio totalmente nuovo da quello che era ormai divenuto pratica consolidata. Tradotta, rispetto al presente, quella domanda formulata a metà degli anni '70, diveniva: *"Invece che per disegnare, come potremmo utilizzare il computer per il settore AEC?"*.

Per chi desiderasse affrontare la lettura di quest'articolo in modo criticistico, vorrei suggerire una riflessione: di che cosa si occupava, allora, l'ambito della ricerca e della professione del settore delle costruzioni in Italia? E' una riflessione che è necessario fare non certo per esprimere alcun giudizio di merito, ma solo per prendere piena conoscenza (e coscienza) dello stato dei fatti.

Detto in altri termini: a metà degli anni 70 nel mondo dell'Università e della professione, in Italia, quanti nel settore delle costruzioni, erano nelle condizioni, non tanto di porsi la domanda di Eastman,

quanto di usare il computer anche solo per disegnare? A chiunque desideri comprendere come mai, oggi, vi sia così tanta difficoltà (e confusione) nell'adottare il BIM nel nostro Paese, mi permetto di suggerire come prima ipotesi, per giungere a una risposta ragionevole, un'attenta riflessione proprio su questa differenza di condizioni. Quello che emerge, oltre le apparenze non è tanto la differenza di una condizione tecnica (o tecnologica) ma la consonanza di una dimensione culturale.

Vi erano eccessi di costume (quella mentalità definita "palazzinara") ma anche molti sforzi che si producevano in termini di ottimizzazione di costi e benefici, per quanto finissero poi per incanalarsi nello sviluppo delle tecnologie di fabbricazione fuori cantiere. Gli Stati Uniti erano già un paese digitale, l'Italia no. In Italia, quindi, la progettazione integrata rimaneva sulla carta e la sua forma più concreta rimaneva ferma alla prefabbricazione. Negli USA, invece, la progettazione integrata iniziava ad attuarsi grazie ad un fattore di conoscenza esterno al mondo delle costruzioni, il progresso dell'ICT, che permetteva di fare della prefabbricazione una tappa importante, ma sempre più obsoleta, nel progresso delle specifiche conoscenze.

Attenzione è importante chiarire da subito che il BIM non è certo sinonimo di prefabbricazione e tantomeno di progettazione integrata ma, prefabbricazione e progettazione integrata, sono due concetti fondamentali che, in sequenza, possono aiutare chi non conosce il BIM ad avvicinarsi a una sua efficace metabolizzazione.

Quello che interessa evidenziare è come – da sempre – l'uomo abbia voluto costruire qualcosa che fosse sicuro, utile e appagante per gli occhi e come tale esigenza abbia attraversato i secoli per giungere fino a noi, pur nelle note differenze di accezioni culturali nelle varie parti del mondo.

Contaminazione o potenziamento?

Il progresso delle conoscenze, dunque, riduce progressivamente lo spazio fra tale anelito e la realtà dell'edificio costruito. Per chi desideri dunque un sano progresso delle conoscenze nel settore la domanda è da sempre piuttosto chiara: come ottenere manufatti sempre più sicuri, stabili, comodi da abitare, belli da vedere, che costano il giusto, (adesso aggiungiamo), ecosostenibili, riciclabili, ecc. ecc..? In ogni tentativo di risposta, emerge, oggi, un'evidente problematica che potremmo definire di "complessità" o, più tecnicamente, "di sistema".

Senza tornare alla caverna o alla palafitta qualsiasi addetto al settore delle costruzioni nel nostro Paese, è pronto ad affermare che quaranta anni fa non c'era certo l'assoluta difficoltà, complicazione, contraddizione, di norme, procedure, specifiche, burocrazia, cavilli, di ora. Considerando, inoltre, nuovi materiali, specializzazioni, controlli, aspetti legali, amministrativi e altro arriviamo rapidamente alla situazione attuale.

A fronte di questo aumento di entropia dobbiamo prendere atto che, l'approccio per fasi consecutive e adiabatiche di preliminare definitivo ed esecutivo non si sia dimostrato all'altezza del compito. In estrema sintesi, fra un livello appena superiore all'idea di progetto e l'edificio consegnato dopo il collaudo sappiamo che sono divenuti purtroppo quasi "scontati" varianti in corso d'opera, aumenti di costo iniziale, correzione presunta in cantiere di errori di progettazione, ecc.. Estremizzando il concetto, quindi: ritornare "alla palafitta" o semplificare (e quindi finire, alla fine, per tornare alla palafitta?). A meno che non esista la possibilità – nuova tanto quanto lo è la dinamica delle difficoltà che si stanno generando – di controllare efficacemente questa complessità.

La possibilità è stata colta e attuata in altri ambiti della conoscenza facendo ricorso al progredire delle tecnologie digitali e, nello specifico del mondo delle costruzioni, la forma più evoluta e congruente di tale supporto potremmo appunto identificarla nel Building Information Modeling.

Il BIM parrebbe dunque porsi, secondo un'ulteriore specificazione, come una metodologia pertinente al controllo – e quindi alla soluzione – dell'attuale livello di complessità del settore.

Ed è a questo punto che diviene logicamente necessario comprendere come questo possa avvenire per individuare proprio quel nesso con la cultura del costruire in generale e dell'ingegneria in particolare, altrimenti il BIM rimarrà per gli addetti ai lavori come l'ennesima imposizione dall'esterno, o imposta indiretta, o moda, o tutto quello cui siamo stati abituati in questi decenni. Infatti, pur non essendo la panacea dei vari problemi che affliggono il settore, il BIM, se colto nella sua completezza potrebbe divenire una vera e propria naturale trasformazione, anche in Italia, dei tradizionali metodi di approccio, promossa proprio dai concreti benefici che, in tutto il mondo, ha già ampiamente dimostrato di poter far ottenere.

Costruire l'opera progettata

La principale conseguenza per il settore delle costruzioni della complessità citata e dei metodi fino ad ora rivelatisi inadatti per controllarla potrebbe essere indicata, seppur sommariamente, in un modo abbastanza efficace: l'aumentare del gap fra il "manupensato" e il "manufatto".

Attenzione, è necessario però un passaggio fondamentale che è paradossalmente figlio proprio di una prima "involuzione" (e non rivoluzione) digitale; o, meglio, conseguenza di un primo errato approccio, non solo italiano, del mondo delle costruzioni, in particolare della progettazione, a quello digitale. Quello che, per intenderci, voleva essere proprio superato dalla domanda iniziale dei ricercatori americani. E cioè il digitale come mera rappresentazione elettronica.

L'aumentare delle potenzialità di raffigurazione del progetto, infatti, ha certamente inciso in una dinamica apparentemente tecnica, ma di fatto profondamente culturale, e cioè la sostituzione del fatto con la sua rappresentazione. Se il prevalere dell'immagine ha interessato in modo unitario la nostra società a tutti i livelli, nello specifico del mondo delle costruzioni, tale sostituzione dell'essere con l'apparire, si è declinata come sostituzione del fatto costruttivo con la sua rappresentazione. Dal punto di vista formativo, infatti, la rivoluzione digitale è stata ridotta (e quindi ostacolata) nel nostro Paese a causa di quel biglietto da visita delle forme strane, fluide, "blobbiformi" che tanto urtava i consolidati parametri delle tipologie consolidate, a partire da quelle architettoniche. Cosa è accaduto allora?

Da un lato interessi vari tenevano fermo quello che identificavano come progresso digitale, non avendo, tuttavia, gli strumenti anzitutto culturali per capire che quanto avevano di fronte agli occhi era solo uno dei possibili utilizzi dell'ICT. Dall'altro il desiderio di novità (e di conoscenza) più ardente nell'uomo in giovane età, che portava le nuove generazioni di studenti a impraticarsi del mezzo digitale, senza avere però una guida adeguata e critica al loro utilizzo da parte della generazione precedente. Risultato? Un proliferare di progetti (non solo nelle università) tanto belli da vedere, quanto impossibili da costruire realmente.

Il divario fra "progetto" e "costruzione" si è ulteriormente amplificato. Fra la rappresentazione e il fatto costruttivo di cui la prima ha preso letteralmente il posto. La verifica più paradossale di questa moda veniva proprio dagli studi professionali considerati "più digitali" nel mondo: nel loro modo di lavorare il digitale non aveva preso il posto per esempio del plastico tradizionale (o di altre metodologie di lavoro materico) ma lo aveva piuttosto integrato, esteso e amplificato.

In più, al di là del giudizio estetico che poteva esserne dato, chiunque avesse avuto esperienza diretta di tali studi avrebbe potuto facilmente constatare quale fosse la caratteristica emergente delle nuove metodologie di lavoro: la fattibilità concreta, esecutiva, del progetto. Che per motivi di business poi la forma del progetto fosse d'impatto, non ha alcuna incidenza nella sostanza del discorso: la novità funzionava e questo era l'importante; poi ognuno la indirizzava come gli faceva comodo e questo era purtroppo un dato altrettanto evidente.

Nel momento in cui la metodologia BIM ha reso alla portata di tutti la costruzione di un edificio, magari semplice, ma che era costruito esattamente come era stato progettato e non solo: anche ottimizzando efficacemente le risorse impegnate, ecco che è apparso chiaro come una rivoluzione veramente

duratura non possa che nascere dal basso. E la vera rivoluzione del BIM è di permettere oggi, pur nella complessità citata, di ottenere “manuprogettati” che diventano “manucostruiti”; o meglio ancora “manufatti” esattamente come “manupensati”.

Tutto questo non è stato reso possibile dalla definizione di nuovi processi o dal passaggio dal prodotto al processo (da sempre biunivocamente connessi). Tantomeno dall’ideazione di nuove forme di gestione delle informazioni (ne esistono già molte, tutte digitali, ma hanno ben poca relazione con il BIM che non può certo identificarsi con esse). E ancor meno dalla complicata quanto fumosa assimilazione a una mera forma di gestione della conoscenza: per la quale l’esistenza di metodologie efficaci è consolidata senza essere BIM, tanto quanto quella, appena citata, delle informazioni.

Il BIM è *object oriented*

Il *core* del BIM, infatti, è altro, rispetto a quanto detto; ed ha un nome preciso, anzi un binomio: *object oriented*. Oggetto orientato: una tipologia di oggetto digitale che non è identificabile, appunto, con il disegno elettronico. Ecco cosa hai potuto fare con il computer anziché disegnarci: realizzare, per esempio, un sistema di “modellazione”.

E’ interessante notare come il concetto di modellazione vari molto in base all’interlocutore: per la maggior parte anche degli addetti ai lavori un modello ha a che fare con qualcosa di estetico, che si vede.

Per un gruppo più ristretto il concetto di modellazione ha a che fare con un calcolo, o meglio: con un’approssimazione attraverso il calcolo di un comportamento fisico, reale. In questo la cultura dell’ingegneria aiuta a comprendere bene il BIM. Nel BIM, infatti, il concetto di modello è più vicino a quello di un’equazione che di un plastico virtuale.

Il sistema di modellazione nel BIM, in modo più approfondito, è un sistema di relazione, di rapporto, di sistema e sottosistema. Certo, è presente anche un output tridimensionale ma questo perché l’uomo utilizza - per ora - anche gli occhi nell’interfaccia con il computer (anche senza considerare le implicazioni di carattere cognitivo). L’output visuale, tuttavia, è solo uno dei tanti che il BIM fornisce. Anche se, purtroppo, esiste ancora in Italia una larga fascia di utenza, nel settore delle costruzioni, che confonde modellazione 3D con modellazione BIM.

Equivoco che sta generando molta confusione, specialmente se sommato a quello sull’accezione del significato della parola “modellazione”. Il modello (computazionale e non figurativo; *object oriented* e non 3D generico) del BIM è dunque un modello che permette di ridurre il gap fra elemento progettato ed elemento costruito. Come? Corredando l’elemento (*object*) di una serie d’informazioni, anzi: tendendo a descriverlo con tutti i suoi attributi (*oriented*), mentre lo si genera in un ambito di simulazione *duale* al reale secondo una logica di relazione costruttiva. Un elemento costruttivo reale disposto secondo la pratica costruttiva reale.

Consideriamo, per esempio, un edificio con 1000 elementi costruttivi; e di ognuno i essi abbiamo necessità di avere una decina di informazioni. Ora pensiamo tali elementi in modo relazionato fra loro (e conseguentemente le informazioni che si portano dietro); pensiamo alle possibili ipotesi di relazione prima di arrivare a quella definitiva.... ecco gestire qualche miliardo di operazioni al secondo per tenere sotto controllo l’intero “ambaradan” è quello che possiamo chiedere al computer, oltre che disegnare. Il BIM è questa ipotesi di modellazione dell’edificio inteso come sistema di parti reali che lo compongono e caratteristiche connesse. E’, dunque, una precisa forma di modellazione: non fumosa o astratta o oggetto di speculazioni teoriche. E’ una forma di modellazione *object oriented*.

E’ basata cioè su “oggetti” propri del settore delle costruzioni. E non sul flusso delle informazioni o sulla gestione della conoscenza ecc. ecc... Flusso di informazioni, gestione della conoscenza, identificazioni del processo possono esserci nell’ambito della progettazione, costruzione e gestione di un manufatto senza, però, che il tutto sia BIM.

(Attenzione, per inciso, chiariamo subito che un file object oriented non è detto che sia un file BIM, mentre un file BIM è un file object oriented). E' importante evidenziare che non stiamo parlando delle librerie di oggetti digitali BIM e tantomeno affermando la loro centralità. Anzi. Di centrale nel BIM c'è solo l'elemento costruttivo reale, la sua identificazione e la sua relazione con le altre parti dell'edificio come nell'esempio in figura.

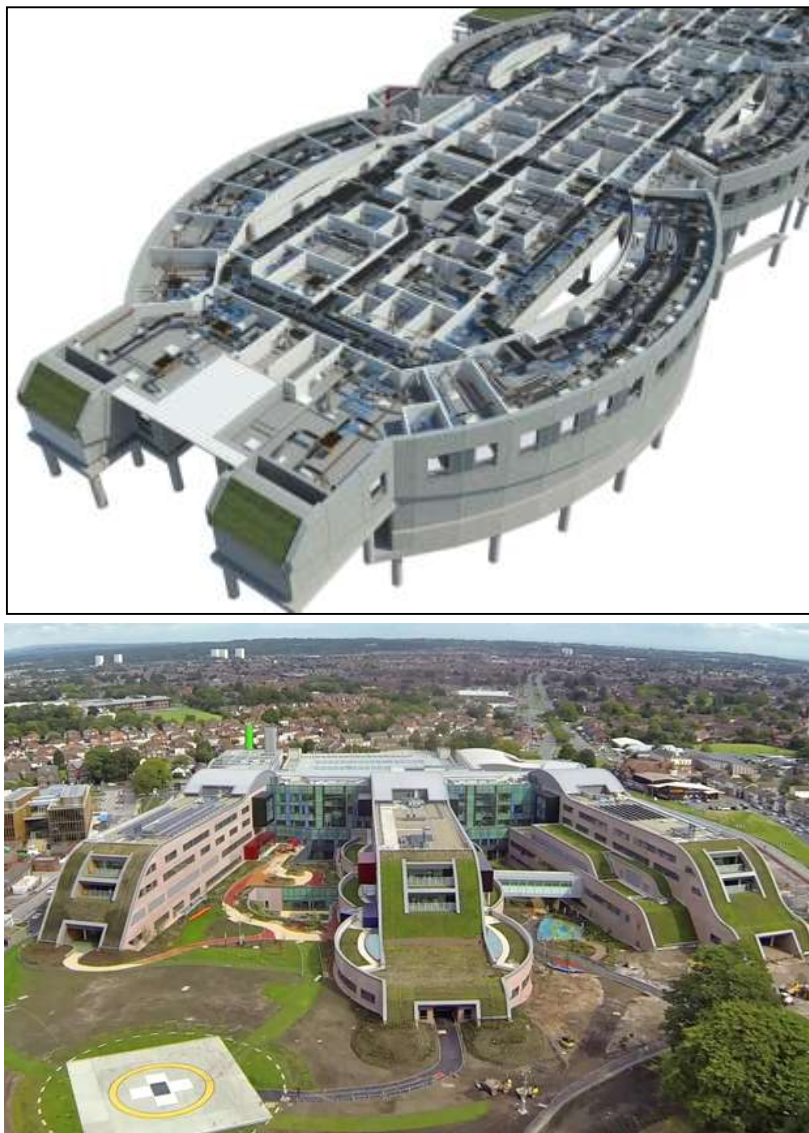


Fig.1 - Alder Hey Childrens Hospital, Liverpool, 2012

Il processo di gestione della conoscenza o il flusso informativo viene “dopo”, ne è conseguenza, non premessa. Per tale ragione il BIM funziona. Altrimenti rimarrebbe vuoto. Pensare in termini BIM congruenti significa pensare anzitutto in termini costruttivi e non solo.

La totalità dei fattori

Significa pensare in termini di rapporto biunivoco fra progettazione e costruzione (e gestione). Più abbiamo strumenti per procedere in questa direzione più possiamo pensare questo binomio secondo il maggior numero di fattori in gioco. Il mattone, che ha una certa consistenza, un certo colore, una certa trasmissanza, comprato in un luogo, trasportato come, messo in opera dove, da mantenere quando. E quel mattone in relazione ad un altro, dentro un muro dove c'è una finestra fatta da e così via.. per estensione è l'edificio pensato per rispondere all'esigenza di solidità, abitabilità, bellezza ecc... ecc...Non

è importante il verso della relazione (dal mattone all'edificio o viceversa) è importante la direzione, e prima ancora che la direzione la si possa percorrere: quel miliardo di operazioni al secondo, appunto. Ed è importante che tutto questo sia relazionato. Che si possa concepire e costruire l'edificio secondo tutti i fattori in gioco, secondo tutte le conoscenze che convergono nella sua realizzazione, in modo che ogni singolo aspetto sia vagliato da tutti i punti di vista. Per questa possibilità di considerazione della totalità degli aspetti il BIM permette di valutare la più ragionevole posizione e ottimizzarla; senza fermarsi alla prima ritenuta accettabile.

In tale dinamica, si sostanzia l'attualizzazione di un approccio olistico al manufatto che la tradizione della costruzione realizzata "ad opera d'arte" ci ha tramandato nei secoli, a cominciare da quando l'edificio non poteva auto referenziarsi ma doveva cominciare a rispondere, contemporaneamente, alle esigenze di *firmitas utilitas* e *venustas*. Da allora e fino alla "recente" formulazione della teoria delle costruzioni - ben precedente all'era digitale - è stata sempre attuata una forma di modellazione della costruzione, basata sull'utilizzo delle regole dell'arte affinate attraverso i secoli. Progettare e costruire seguendo quelle regole significava essere certi che la costruzione avrebbe rispettato le previsioni di progetto: a partire dal fatto che non sarebbe crollata. L'unica forma di verifica costruttiva possibile della concezione progettuale era quella empirica, che poteva quindi essere effettuata solo a costruzione avvenuta.

Oggi invece la verifica della concezione del manufatto, avviene prima che la costruzione sia realizzata attraverso la modellazione (come definita in quest'articolo) di tutte le sue caratteristiche: statica, termo fisica, estetica, funzionale... Questa modellazione è stata permessa fin dalle prime formulazioni di natura scientifica e computazionale ed oggi, grazie al computer, assume modalità sempre più inclusive ed attendibili. Il BIM, dunque, è l'attuale forma più evoluta di questa dinamica, che conserva ed esprime la tensione che da sempre ha caratterizzato la realizzazione di un'opera.

I progressi nell'ICT non sono progressi del mondo delle costruzioni ma possono essere adottati per ottenere questo scopo, almeno fino a che non ve ne saranno altri. (Come pura speculazione teorica la pianta di John Johansen che geneticamente modificata crescendo diventasse un'abitazione completa, sarebbe già una valida alternativa all'attuale era digitale).

Conclusioni

Come è noto, utilizzando il BIM, notiamo importanti cambiamenti. Figure professionali che tradizionalmente intervenivano nel processo ben dopo la fase iniziale, divengono invece attori fin dalle prime fasi di impostazione del progetto (produttori, imprese di costruzione). La fase di progetto stessa, per esempio, diviene controllo di quella della tempistica del cantiere. La riduzione degli errori in fase di concezione è in pratica quasi totale. Diviene possibile ottenere una riduzione di tempi e costi del 30% rispetto ai tradizionali approcci e la fase di gestione dell'edificio risulta pienamente integrata in quelle precedenti. Vorrei evidenziare che tutto questo avviene quando vi è una convergenza sull'utilizzo del BIM di almeno tre attori: progettisti, produttori e imprese esecutrici. Da questa constatazione deriva, "de facto", un'altra prova inequivocabile di come il BIM funzioni veramente laddove, è utilizzato per riaffermare la centralità del fatto costruttivo: occorre pensare in termini esecutivi e allora i vantaggi sono già ampiamente documentati. Può non essere immediato, magari approcciando la totalità del problema da punti di vista importanti ma non totalizzanti (per definizione stessa del BIM), come la necessità di redigere procedure di appalto. Se oggi in Italia, il BIM, rischia di diventare un'operazione fumosa - e dobbiamo avere il coraggio di affermarlo - è proprio perché, all'origine, s'intende approcciarlo da un tipo di pre-occupazione non pertinente alla sua natura di metodologia orientata all'edificio reale. Abbastanza ingenui appaiono, infatti, i tentativi di ridurlo a un'appropriazione disciplinare univoca, come se nel BIM vi fosse un settore di conoscenza preponderante su altri. Il che contrasterebbe appunto con la natura olistica della sua formulazione

metodologica. Tutti tentativi certamente che documentano il desiderio di impattare con la novità, ma un desiderio che purtroppo in Italia sconta il fatto di non avere primogenitura culturale o tecnica, ma solo caratteristica di conseguenza, di reazione a una direttiva Europea. E che, quindi, deve mettere in gioco anche i fattori devianti come la moda o l'ingente business che ne può derivare. (Eppure italiani sono stati alcuni dei primi professionisti e ricercatori europei proprio sul tema del BIM).

D'altra parte un fattore che invece potrebbe generare una feconda accelerazione dell'adozione del BIM in Italia, potrebbe invece essere proprio la necessità di trovare un suo utilizzo come risorsa di recupero sull'esistente. Considerando sia l'ingente patrimonio dell'edilizia degli anni '70 e '80, sia i drammatici recenti fatti legati agli eventi naturali. Certamente questi ambiti potrebbero ulteriormente generare atteggiamenti di convenienza, dove il BIM sarebbe ancora una volta il paravento d'interessi consolidati, ma dobbiamo confidare nell'opportunità che si apre per il settore, dove potrebbe emergere una specificità italiana orientata alla conservazione del patrimonio costruito. Del resto esistono già notevoli applicazioni di restauro e ristrutturazione dove i benefici del BIM sono stati ampiamente documentati come nell'intervento di HOK per il Westminster Palace a Londra in figura.



Fig.2 - Restauro e ristrutturazione del Westminster Palace.

Nel concreto, dunque, il proliferare, tutto italiano, di una certa "bim-mania" e relativi "bim-esperti" ci deve far riflettere attentamente sulla reale possibilità di azzerare un ritardo di almeno quindici anni in poco tempo. Come già avvenuto in altri Paesi e per altre tematiche, non sarebbe infondato chiedere invece, ad oggi, una deroga al Parlamento Europeo per avviare un programma di adozione del BIM che

tenga conto della reale situazione della nostra filiera. Arrivare, fra alcuni anni, a regime come intero “sistema” potrebbe dare dei vantaggi più equamente distribuiti rispetto al farlo in modo episodico, non omogeneo, finendo per generare ulteriori differenze di potenziale nella nostra filiera. Certamente, tale richiesta, non impedirebbe alle realtà più consolidate del nostro Paese di prepararsi a fronteggiare la competitività internazionale, come del resto già avviene.

Quello che preoccupa, infatti, non è la possibilità che qualcuno a livello di cosiddetta “eccellenza” possa attuare un proprio potenziamento in termini di competitività sul BIM, ma l’assenza delle condizioni generali, condivise e diffuse perché possa svilupparsi una mentalità in grado di comprendere correttamente cosa sia il BIM. Senza un’adeguata presa di conoscenza (prima) e di coscienza (poi) a livello nazionale, democratico, “ dal basso”, qualunque tentativo che si risolva in un approccio che “dall’alto” tenda a guidare l’intero Paese è esposto ai rischi di cui quello dell’assenza di veri esperti è solo il più facilmente verificabile. L’assenza di un’indagine capillare dello stato di fatto della filiera, la mancanza di una chiara politica programmatica di formazione che coinvolga tutti i soggetti e una reale ricognizione dello stato dell’arte internazionale (non solo quello europeo, peraltro secondario rispetto allo scenario per esempio degli Stati Uniti), sono solo alcuni punti di criticità che potrebbe essere utile affrontare, prima.

Di fronte al rischio della riduzione del BIM a una norma o all’utilizzo di un software meglio certamente proporre un approccio botton-up che “aspetti” l’emergere dal basso della constatazione di utilità del BIM e, un adeguamento a esso, garantendo con linee guida centrali, la più ampia apertura e valorizzazione possibile di quanto agisce nella società, senza imbrigliare o peggio ancora forzare un’immagine di adeguamento. Il BIM, infatti, funziona. Il compito, quindi, parrebbe essere soprattutto quello di evitarne un percorso amministrativo burocratico che lo renda patrimonio di pochi o ne depotenzi la reale efficacia per diventare uno strumento di sviluppo solidale. Utilizzare la concretezza del fatto costruttivo come tale, verificandone da questo punto l’efficacia, non è solo il fondamento del BIM ma anche la cartina tornasole della sua corretta adozione per la filiera del nostro Paese. L’utilità del BIM, infatti, dovrebbe poter essere validata da chiunque intendesse verificarne l’efficacia partendo anche da casi semplici, quotidiani senza dover aspettare leggi in materia o l’occasione di partecipazione a grandi appalti. Il ricorso a una verifica sulla reale implementazione del BIM può essere condotto subito ed efficacemente, proprio a partire dalla cultura di eseguibilità dell’opera, propria della nostra tradizione costruttiva diffusa.

Bibliografia

- AA.VV., *Dynamic digital envelope*, in International Symposium: Involucri quali messaggi di architettura, Building envelopes as architecture's messages, Luciano Editore, Napoli, 2003.
- AAVV., *Computer-aided Design/Engineering Techniques and their Applications*, San Diego, A. Press, 1993.
- Adriana X. Sanchez, Keith D. Hampson, Simon Vaux, *Delivering Value with BIM: A whole-of-life approach*, Routledge, 2016
- Coates, P. *Programming Architecture*, London and New York: Routledge, 2010.
- De Kerckhove D., *L’architettura dell’intelligenza*, Testo & Immagine, Torino, 2001.
- Dringoli M., *Per una progettazione integrale*, SEU, Pisa, 1997.
- Dringoli M. Fiamma P., *Technological innovation and durability* Atti del XXXII convegno IAHS, Trento, 2004.
- Eastman C.M., *Automatic Composition in Design*, Proceedings of the 1988 NSF Grantee Workshop on Design Theory and Methodology, 1988.
- Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K., *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*, John Wiley & Sons Inc, 2011
- Ghang L. Sacks R., *Development of a Knowledge-Rich CAD System for the North American Precast concrete Industry* - Proceedings of the Acadia22 Conference, Indianapolis, Usa, 2003.
- Frampton K., *Modern Architecture: a Critical History*, Thames and Hudson, Londra, 1980, traduzione italiana: *Storia dell’architettura moderna*, Zanichelli, Bologna, 1993.

- Fiamma P., *Architectural design and digital paradigm from Renaissance models to Digital Architecture*, Proceedings of the Acadia22 Conference, Indianapolis, USA, 2003.
- Fiamma P., *Object oriented Thinking for Technical Architecture Modelling*, Ecaade Conference, Graz, 2003.
- Fiamma P., *Dynamic digital envelopes*, International Symposium Involucro quali messaggi di architettura-Building envelopes as architecture's messages, Napoli, 2003.
- Frazer J. H., *An Evolutionary Architecture*, Architectural Association, London, 1995.
- Georgiou C., Christodoulou S., Vamvatsikos D., *BIM-based damage assessment and scheduling for post-earthquake building rehabilitation*, in: *eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction*, Edited by Ardeshir Mahdavi, Bob Martens, and Raimar Scherer, ECPPM 2014 CRC Press 2014
- Gero J. S. and Maher M. L., *Mutation and Analogy to Support Creativity in Computer Aided Design*, CAAD futures '91, 1992.
- Kalay Y.E., *Architecture's New Media*. Cambridge, MA, MIT Press, 2004.
- Knight T., *Designing with Grammars*, in: G. Schmitt (Hrsg.), CAAD futures '91, Wiesbaden Vieweg-Verlag, 1992.
- Kolarevic B., *Architecture in the Digital Age: design and manufacturing*, Taylor & Francis, 2003.
- Mitchell W.J., *E-topia: "Urban life, Jim - but not as we know it"*, The MIT Press, Cambridge, 1990.
- Novak M., *Transmitting architecture* in "Architectural Design", n°118 ottobre 1995.
- Saggio A., *Interactivity at the Centre of Architectural Research*, Architectural Design. 2005.
- Schmitt G., *Information Architecture*. Basi e futuro del CAAD, Testo & Immagine, Torino 1998
- Teicholz P. (Editor), *BIM for Facility Managers*, Wiley, 2013
- Terzidis K., *Algorithmic Architecture*. Boston: Architectural Press. 2006.
- Uddin M.S., *Digital architecture*, Mc Graw-Hill, 1999.