

COMUNE DI TORINO

POLITECNICO DI TORINO

CAPOLAVORI DI MINUSERIA AL SERVIZIO DELLA SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

**La Collezione ottocentesca di modelli
di Costruzioni della R. Scuola di Applicazione
per Ingegneri in Torino**

POLITECNICO DI TORINO 22 novembre - 16 dicembre 1989

EDOARDO BENVENUTO

L'ARTE DEL FABBRICARE

*Opera sospesa tra la vecchia trattatistica architettonica
e la nuova impostazione didattica di fine secolo*

Il quarto volume dell'*Appendice all'Arte di Fabricare* di Giovanni Curioni inizia con un breve paragrafo nel quale l'autore enuncia le ragioni dell'impostazione didattica da lui promossa e perseguita: «Un fatto – egli scrive – che, in diciassette anni di insegnamento delle costruzioni nella Regia Scuola d'Applicazione degl'Ingegneri di Torino, costantemente abbiamo potuto osservare... è quello della difficoltà che trovano gli allievi nel passare dalle teorie alle pratiche applicazioni... Molti dubbi sorgono l'un dopo l'altro, in chi per le prime volte scende dal generico al concreto, ed una delle condizioni, a cui devono soddisfare gli ordinamenti ed i programmi d'insegnamento nelle scuola d'ingegneria, sta appunto nel somministrare mezzi pronti e sufficienti per dileguare questi dubbi man mano che si elevano, e nel dare agli allievi quelle giuste idee e quell'impulso d'iniziativa per cui essi stessi sappiano ritrovare le forme più convenienti, e prestabilirsi le principali dimensioni delle costruzioni che devono progettare» [1].

Per raggiungere questo scopo, prosegue Curioni, «ci ha giovato il coordinamento dell'insegnamento orale all'insegnamento individuale da farsi nella scuola di disegno, dove, col sussidio di appositi esemplari e stando a casi concreti, gradatamente si portano gli allievi a studiare i progetti delle opere più importanti e di uso più frequente nella pratica delle costruzioni». L'uso costante di codesti «esemplari» è per Curioni lo strumento fondamentale della sua didattica: essi debbono essere «nitidi e accuratamente quotati», sì da consentire agli studenti, non già di copiarli, ma di «compilare opere analoghe a quelle in essi rappresentate, variando, per quanto è permesso, forme e dimensioni. Con questo mezzo si ottiene il vantaggio d'instradare gli allievi a quel lavoro di composizione, cui sul principio si mostrano tanto ritrosi, e di eliminare quel pericolo di scoraggiamento che generalmente, in mezzo ad una serie interminabile di dubbi, assale

coloro che, per la prima volta e senza aver sott'occhio qualche buon esempio, si accingono a progettare e ad esprimere con disegni e con cifre le loro idee» [2].

Le precedenti parole di Curioni costituiscono forse la migliore introduzione alla mostra dei «Capolavori di Minuseria al servizio della Scienza delle Costruzioni» organizzata dal Politecnico di Torino. Non soltanto esse ci permettono di intuire qual fosse il ruolo centrale assegnato ai modelli nell'insegnamento delle discipline strutturali, ma anche ci danno la testimonianza viva di un periodo storico veramente cruciale per gli studi di ingegneria e, al loro interno, per la scienza delle costruzioni.

Negli anni in cui il valoroso Maestro torinese andava formando la sua scuola di Costruzioni, grandi eventi erano già occorsi o s'apprestavano a realizzarsi nell'arte e nella scienza del fabbricare. L'antico concetto che collocava l'architettura quale ultimo capitolo e coronamento di una *Mathesis Universalis*, elaborato e trasformato durante il secolo dei lumi, riveduto e ingigantito seppur con tutt'altro spirito nell'età del positivismo, aveva condotto ad un profondo rivolgimento delle discipline tecnico-scientifiche afferenti al settore delle costruzioni. Le figure tradizionalmente distinte del Matematico e dell'Ingegnere si erano quasi congiunte verso i primi decenni dell'ottocento: basti pensare a personaggi come L. Navier, A. Cauchy, G. Lamé, B.P.E. Clapeyron, S.D. Poisson, A. Barré de Saint-Venant. Se sul versante più strettamente architettonico, l'ingresso del metodo scientifico, promosso nell'ambito della *École Polytechnique* dal Durand, restava ancor embrionale e ideologicamente orientato, sul versante delle tecniche, invece, gli avanzamenti erano decisivi. Il monumentale trattato del Rondelet, le edizioni ottocentesche (col commento sapiente di Navier) della *Science des Ingénieurs* di Belidor e del *Traité de la Construction des Ponts* di Gauthey, i fondamentali contributi dello Sganzin (*Programmes ou Résumé des Leçons d'un Cours de Construction*) e del nostro Cavaliere di San Bertolo (*Istituzioni di Architettura Statica e Idraulica*), per non citare che le cose maggiori, avevano introdotto un nuovo modo di intendere la trattatistica architettonico-costruttiva: non più quale raccolta ragionata di norme che definissero forme e dimensioni in base a pratiche ben provate e ad esempi classici, bensì quale successione di argomenti tecnico-scientifici che rendessero conto di quelle norme ed altre ne fondassero, specie rispetto a nuovi materiali e a inedite strutture.

Il nobile edificio della *Teoria Matematica dell'Elasticità*, costruito per massima parte dagli Ingegneri Matematici sopra ricordati, era appunto il luogo ideale entro cui le regole empiriche e i primi cenni della *Teoria della Resistenza dei Solidi* d'origine galileiana rilasciavano l'arbitrio o la contingenza delle molteplici ipotesi via via assunte, per rendersi nitidi corollari di una scienza generale e rigorosa. In questo senso il contributo offerto da de Saint-Venant appare di preminente grandezza: già negli anni 40 Cauchy osservava che «i perfezionamenti apportati dal Signor de Saint-Venant alla meccanica pratica, non meno che alla meccanica razionale, sono stati talmente rilevanti che molti di essi sono già passati all'insegnamento». Nel 1864 usciva la terza edizione del famoso *Résumé des Leçons* di Navier con il commento di Saint-Venant: non si trattava in realtà di un semplice commento, bensì di un grandioso progetto, dissimulato nell'umile forma di *Notes et Appendices*, per una nuova concatenazione delle idee nel cam-

*Alla R.^a Accademia delle Scienze
di Torino
cinquante dell'autore*

APPENDICE

ALL'

ARTE DI FABBRICARE

CORSO COMPLETO DI ISTITUZIONI TEORICO-PRATICHE

PER GL'INGEGNERI, PER GLI ARCHITETTI, PER I PERITI IN COSTRUZIONE
E PER I PERITI MISURATORI

VOLUME QUARTO

TESTO



Fig. 1 - Frontespizio della copia del quarto volume dell'Appendice dell'Arte del Fabbricare donata da G. Curioni all'Accademia delle Scienze.

po della meccanica applicata alle costruzioni. L'ordinata collezione di problemi abilmente risolti da Navier col sussidio di appropriate ipotesi e modelli matematici cedeva, di fatto, il posto alle multiformi ma omogenee applicazioni della nuova meccanica che s'era venuta costruendo ad opera dello stesso Navier, di Poisson e di Cauchy durante il terzo decennio del secolo, sotto il nome di *Mécanique Physique*, ovvero di *Teoria Molecolare dell'Elasticità*.

Va osservato che al notevole fascino di questa impostazione, la scuola scientifico-tecnica torinese era oltremodo sensibile. Il *Principio di Elasticità* di L.F. Menabrea, maestro e predecessore di Curioni, era infatti – per dir così – il vero anello di congiunzione tra la *Meccanica fisica* più generale e la *Teoria dei Sistemi Elastici* meglio rispondente alle esigenze tecniche dell'ingegneria. Come aveva detto Poisson, la mèta della *Mécanique Physique* avrebbe dovuto esser quella di «riportare tutto alle azioni molecolari che trasmettono da un punto all'altro [di un corpo] l'azione delle forze assegnate, e sono l'intermediario del loro equilibrio... sì da non dover più fare ipotesi specifiche all'atto di applicare le regole generali della meccanica alle questioni particolari» [3]. Orbene, il principio di Menabrea consentiva appunto di ottenere d'un colpo tale obiettivo: la sola ipotesi di azione intermolecolare, rappresentata dalla sbarra elastica congiungente due punti, portava ad una brillante e completa soluzione che avrebbe potuto applicarsi immediatamente allo studio di qualsivoglia struttura reticolare della moderna ingegneria metallica. Il successivo contributo di A. Castigliano si iscriveva nel medesimo ordine di idee: anch'egli assertore della *Mécanique Physique*, quale fedele seguace di de Saint-Venant, Castigliano fondava la sua *Théorie* sull'ipotesi molecolare, emarginando per quanto possibile la via più diretta – già usata da J.H. Cotterill – subalterna all'ipotesi di Green. L'esauriente e rigorosa trattazione tecnica dei problemi particolari, svolta dal grande ingegnere astigiano, realizzava pertanto nel modo più efficace il progetto di Poisson, collocando la dettagliata analisi della diverse strutture entro una visione unitaria di alto profilo teorico.

A questo punto, dobbiamo tornare a Curioni e al suo museo didattico-scientifico di «esemplari». Qual era il progetto che animava il suo insegnamento? Erede di Menabrea e fervido protettore di Castigliano, egli non poteva certo ritenersi estraneo alla dirompente evoluzione dei concetti che informavano la nascente *Scienza delle Costruzioni*; egli non poteva ignorare che proprio in virtù della potente sintesi offerta dalla teoria dell'elasticità congiunta alla teoria delle strutture, l'arte del fabbricare avrebbe ben presto perduto l'aspetto tradizionale di sparso repertorio di regole e metodi, appropriati ognuno a casi singoli o a tipi di costruzioni; in altri termini, egli non poteva non rendersi conto che la teoria avrebbe di lì a poco disciolto le vecchie separatezze che avevano dato corpo all'implicito principio di un necessario rapporto tra forma e struttura, e avrebbe invece dischiuso una nuova epoca per l'arte del costruire, un'epoca in cui tale rapporto, non più dettato da necessità, si sarebbe rivestito di significato estetico-simbolico. Eppure, l'opera teoretica e pratica di Curioni sembra chiaramente orientata in tutt'altra direzione. *L'Arte di Fabbricare* delinea senza dubbio una grandiosa sintesi delle conoscenze afferenti alle costruzioni, nel segno del rigore metodologico e dell'aggiornamento scientifico: ma questa sintesi non pretende di dare nuova forma all'organizzazione ricevuta del sapere; soltanto permette di

immergere nel corpo tradizionale, là dove sia utile, i germi rinnovatori provenienti dalla meccanica dei materiali e delle strutture.

Più che di sintesi, si può parlare di enciclopedia ordinata secondo esigenze pratiche: l'inizio non è determinato dal principio logico che sta alla base delle applicazioni considerate, ma è deciso dalle operazioni preliminari che il costruttore deve saper compiere per procedere nel suo lavoro. La metà resta l'opera da fabbricare passo passo sino a che raggiunga perfetta compiutezza: ma tale compiutezza va intesa in senso profondo, non tanto come impeccabile determinazione d'ogni singola parte, quanto invece come piena comprensione del perché e del come ogni parte interagisce con tutte le altre. D'altro lato, l'opera si pone anche quale primo riferimento per chi s'accinga ad apprendere la difficile arte del costruire, giacché soltanto col tramite di un'attenta analisi e di un accurato «smontaggio» delle grandi opere passate e recenti, l'ingegnere può rendersi conto della complessità dei problemi risolti per via empirica dalla tradizione o ulteriormente aperti dall'ingresso di nuove esigenze e di nuove tecnologie.



Fig 2 - Castello del Valentino.

Di qui emerge, pertanto, il ruolo centrale assegnato agli «esempi» di costruzione che Curioni proponeva ai suoi allievi, sia invitandoli a visitare cantieri ed opere in corso, sia sollecitandoli ad impraticarsi dei disegni e dei calcoli con l'esercizio continuo di una ri-progettazione guidata sulle tracce del progetto realizzato, sia infine offrendo ad essi l'efficace sussidio degli stupendi modelli lignei che consentivano di far risaltare gli elementi essenziali della costruzione, senza perdere di vista la concretezza dell'opera studiata. Ma di qui ancora segue l'impostazione generale del trattato curioniano sull'*Arte di Fabbricare* che oggi forse ci può apparire alquanto dispersiva, ovvero ambiguamente sospesa tra il vecchio impianto della trattatistica architettonica e il nuovo spirito scientifico tendente ad inglobare le norme tecniche al modo di applicazioni di una teoria generale.

Sotto questo profilo, il programma didattico di Curioni può esser giudicato meglio quale ultima, raffinata testimonianza del passato, che non quale apertura al futuro. Vero è che la Scienza delle Costruzioni in esso già signoreggia permeando i diversi capitoli in misura ben più rilevante di quel che non accadesse in precedenza; vero è che la lezione di Navier è tenuta presente come costante sottolineatura, ogni qualvolta la norma tecnica possa giustificarsi su base razionale; vero è, infine, che lo stesso Curioni introduce nelle *Appendici* i risultati delle proprie ricerche per saldare la *Teoria dei Sistemi Elastici* elaborata da Castigliano agli sviluppi più innovativi dell'arte di fabbricare ⁽¹⁾. Tuttavia, quell'ulteriore passo innanzi che andava realizzandosi verso la fine del secolo, per avvolgere le discipline strutturali entro un immane teorema fondato sulla meccanica del corpo materiale, non soltanto è assente dal programma di Curioni, ma anzi è da lui apertamente respinto.

Nel primo volume dell'*Appendice*, dedicato in parte alla teoria della resistenza dei materiali, egli scrive infatti: «La teoria generale dell'elasticità costituisce una scienza, alla quale finora possono mantenersi estranei gli ingegneri pratici senza alcun pregiudizio al lodevole esercizio della loro carriera. I moderni autori, che hanno preso a trattare argomenti riferentisi all'equilibrio ed alla stabilità delle costruzioni, non che i più valenti ingegneri del secolo, continuano ad accettare per buona la teoria della resistenza dei materiali pei bisogni dell'ingegneria, quale di mano in mano venne accresciuta e perfezionata da Navier fino a noi, nell'intento di soddisfare ai bisogni ognor crescenti della moderna arte edificatoria» [4].

Come si vede, Curioni esprime qui un orientamento di pensiero – del quale permarranno tracce nella storia successiva della *Scienza delle Costruzioni* in Italia – che vede nella «resistenza dei materiali» una disciplina autonoma ed autosufficiente rispetto alle teorie più generali ed astratte venute in luce nell'ambito della meccanica razionale. È questa la via opposta a quella delineata con tanto fervore e perspicacia da de Saint-Venant col suo commento al Navier, dove il *Résumé des Leçons* diventava l'occasione contingente, seppur necessaria, per affermare la superiore sintesi teoretica offerta dalla *Mécanique Physique*.

(1) Cfr. ad es. la «Raccolta di Progetti di Costruzioni in Terra ed in Muratura», volume quarto dell'Appendice (1885), dove Curioni riporta la sua trattazione generale sulla teoria delle volte rivisitata alla luce dell'elasticità (pp. 217-301).

Per Curioni, invece, non può esservi sintesi superiore se non nell'opera d'ingegneria che dev'essere realizzata e che l'esemplare costruito dagli esperti minuziosi presenta nella sua corporea evidenza. Ciò che è richiesto alla teoria per poterla onorare e diffondere tra gli ingegneri è il suo essere servizievole in ogni caso e cioè adeguata ai «bisogni ognor crescenti della moderna arte edificatoria». A tal riguardo, il nostro autore è consapevole che la pretta riproposizione dei metodi consolidati dalla tradizione proveniente da Navier sarebbe insufficiente: la teoria della resistenza dei materiali – egli scrive – «perché sempre stata esposta su casi particolari col considerare separatamente le resistenze elementari all'estensione, alla compressione, alla flessione, allo scorrimento e alla torsione, si riconosce ormai mancante della generalità valevole a porla in armonia colle molteplici esigenze dei lavori che vengono affidati agli ingegneri costruttori ed agli ingegneri meccanici» [5].

L'originale soluzione proposta da Curioni per rimediare a questa lacuna merita forse d'essere ricordata, nonostante i suoi obiettivi limiti e la sua scarsa influenza presso i successori. Egli concepisce il corpo elastico più generale, da cui scaturiscono le formule utili all'ingegnere, come un corpo dotato di una linea d'asse eventualmente curva, per ogni punto della quale è definibile una sezione piana di forma e dimensione variabile con continuità. L'introduzione di qualche ipotesi supplementare (come, ad esempio, la conservazione della sezione piana) gli consente così di esprimere le componenti di spostamento della linea d'asse in termini di caratteristiche della sollecitazione. Le formule trovate sono macchinose e, a dire il vero, poco significative nel caso generale, ma la loro applicazione ai problemi ordinari riesce efficace almeno nell'ambito di una trattazione tecnico-pratica.

La storia ha contraddetto, di massima, la riduttiva interpretazione sostenuta da Curioni per la resistenza dei materiali e più in genere per la meccanica applicata alle costruzioni. Ciò accadde già subito dopo la morte del maestro torinese, quando il Cav. Augusto F. Negro, editore dell'*Arte di Fabbricare*, chiese a Silvio Canevazzi, professore alla Regia Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri di Bologna, di rivedere e completare il trattato. La nuova stesura dei volumi relativi alla meccanica strutturale e alla resistenza dei materiali, operata da Canevazzi, situa la Scienza delle Costruzioni entro un orizzonte incomparabilmente più vasto: nelle mani del successore, la disciplina acquista forse per la prima volta quella struttura coerente, ma composita, che ancor oggi la caratterizza quale nobile e singolare frutto della cultura italiana. Canevazzi inizia infatti il suo straordinario testo con un cospicuo riferimento alla Meccanica analitica di tradizione lagrangiana per poi passare ai principi dell'«equilibrio molecolare» e all'analisi generale della geometria della deformazione, sì da giungere ad una chiara esposizione della teoria matematica dell'elasticità e dei suoi problemi fondamentali; quindi prende avvio – sulla base dei risultati già ottenuti nella parte precedente – lo studio della resistenza dei materiali nell'accezione curioniana di tale settore della meccanica applicata, e l'analisi dei sistemi elastici secondo la linea già tracciata da Castigliano [6].

Il nuovo progetto scientifico-didattico realizzato da Canevazzi è davvero eccellente: in esso, forse più che nei trattati coevi o posteriori dei più noti autori italiani e tedeschi, può trovarsi l'espressione compiuta di quell'imponente edifi-

cio teorico che da più di un secolo in Italia continua ad essere arricchito, restaurato, consolidato, sublimato, ornato, esteso e rinnovato in onore alla Scienza delle Costruzioni. In questo grandioso edificio, occorre aggiungere, i capolavori di minuseria raccolti da Curioni occupano ormai un posto marginale: essi non sono più il simbolo della mèta a cui deve tendere e a cui deve sottomettersi l'arte del fabbricare per la costruzione dell'opera perfetta, poiché, nel corso del nostro secolo, la vera e sola opera che ha attratto le migliori energie della nostra comunità scientifica è stato appunto il fascinoso edificio teorico della Scienza delle Costruzioni, alla cui crescita rigogliosa ognuno di noi ha cercato di dare il proprio contributo, ora ricercando nuove sintesi speculative, ora acquistando nuovi spazi – talvolta anche assai periferici – di applicazione.

Ai dì nostri, tuttavia, s'avverte un certo sentore di crisi nella Scienza delle Costruzioni: l'edificio teorico è diventato così vasto e articolato da non lasciar più intravedere il centro, mentre i corpi via via aggiunti tendono ognuno a separarsi dalla casa madre e ad iscriversi entro altri domini e territori della scienza applicata. Nuove frontiere si aprono, preparando forse a conquiste ulteriori, o forse ad un progressivo esodo. Invece, il luogo germinale da cui nacque la disciplina per introdurre la scienza nell'arte di fabbricare, sembra ormai assediato da altri drappelli di ricercatori, indubbiamente meno dotati di retroterra scientifico, ma più attenti custodi della mèta già ravvisata da Curioni: e cioè dell'opera intera, nella quale si compie il composito processo della costruzione.

Per questo è utile tornar oggi con la memoria a quel lontano inizio. Forse non è stato giusto che la Scienza delle Costruzioni si rendesse così compresa della propria solennità disciplinare a cavaliere tra la fisica matematica e la meccanica applicata, da rilasciare ad altri la custodia reale del suo specifico oggetto. La presente crisi ci interpella; e vieppiù noi ci rendiamo conto che, per dar sèguito al passato di cui siamo figli, dobbiamo operare un passo indietro non estraneo a quello *Schritt-zurück* che Heidegger ha insegnato esser anima della riflessione speculativa: ciò vuol dire anche rimeditare sul passato più lontano e ormai quasi smarrito che la presente mostra degli «esemplari» curioniani rievoca. Può darsi che proprio là, tra quelle remote vicende coperte dalla dimenticanza, ci riesca di reperire un messaggio fecondo per il presente, e di là dunque occorra riprendere la corsa per dare impulso ad un nuovo balzo innanzi.

FONTI BIBLIOGRAFICHE

[¹] G. CURIONI, *Raccolta di Progetti di Costruzioni in Terra ed in Muratura*, Appendice all'Arte di Fabbricare, vol. 4, Torino, 1885, p. 1.

[²] *Ibid.*, p. 2.

[³] S.D. POISSON, *Mémoire sur l'équilibre et le mouvement des corps élastiques*, Mém. Acad. Sci. Inst., 8, 1829, p. 361.

[⁴] G. CURIONI, *La Resistenza dei Materiali esposta nei suoi più generali rapporti coi lavori della moderna Ingegneria*, Appendice all'Arte di Fabbricare, vol. 1, Torino, 1884, pp. 10-11.

[⁵] *Ibid.*, p. 11.

[⁶] S. CANEVAZZI, *Meccanica applicata alle Costruzioni*, Parte Prima, Torino, 1890; Parte Seconda, Torino, 1891; nuova ed. in 2 volumi del Volume Quarto dell'Arte di Fabbricare.