

**Lliçó inaugural del curs acadèmic 2013-2014 de la Universitat Politècnica de Catalunya · BarcelonaTech (UPC). 'Enginyeria i arquitectura', a càrrec del professor Carlos Ferrater, catedràtic del Departament de Projectes Arquitectònics de la UPC (13/09/13)**

Quan el Rector Magnífic Sr. Antoni Giró em va fer l'honor i l'encàrrec d'impartir aquesta lliçó inaugural, era conscient de la dissociació que s'ha produït en els últims anys entre arquitectes i enginyers en el sí de la Universitat Politècnica, agreujada per la pretensió del govern central d'aprovar una nova llei de serveis professionals que més que estendre ponts entre ambdues professions sembla que tracta d'enfrontar-les.

Per això vaig decidir, amb la col·laboració d'Alberto Peñín, professor al qual em lliguen molts anys de docència a la Càtedra Blanca, preparar aquesta lliçó inaugural per posar l'èmfasi en la fructífera relació que al llarg de la història moderna ha existit entre enginyers i arquitectes, relació que ha suposat la més gran revolució tecnològica i constructiva de tots els temps. Crec que la història s'ha encarregat de demostrar que això ha estat, és, possible "desvetllant la falsedat de la pretesa contraposició entre arquitectes i enginyers".

I sense més preàmbuls: **"ENGINYERIA I ARQUITECTURA"**

**"El disseny és obra de moltes persones; el mite pel qual la tecnologia és el resultat d'una lògica predeterminada no és cert, sinó que és la conseqüència d'un procés complex en el que s'analitza molta informació per finalment poder triar. Allò principal són les persones i el seu talent"**

Peter Rice, enginyer irlandès, en el seu llibre "Un enginyer imagina" descrivia així el procés constructiu del Centre Pompidou que va compartir amb els arquitectes autors del projecte, els industrials que van participar en el procés, les empreses que el varen dur a terme i inclús algun membre del jurat del concurs, com el cèlebre constructor Jean Prouvé.

Aquest procediment col·lectiu no ens parla d'una forma particular de fer sinó que descriu l'única manera d'afrontar el fet constructiu des de la segona meitat del s. XX. La complexitat, tant en els seus aspectes tecnològics, constructius, instrumentals i de contingut, sense entrar en els merament regulatius, fa que construir, si mai no ho va ser, no pugui ser ja considerat un acte individual. El

projecte és un procés obert i en cap cas lineal, en el que allò comunitari adquireix un pes específic inequívoc. La Universitat en el seu significat original de “Comunitat” sembla ser un lloc ideal per fomentar i transmetre aquesta condició del fet constructiu com un acte col·lectiu.

L'adscripció de l'Escola d'Arquitectura a la Universitat Politècnica a l'any 1.973 va marcar una fita en la relació entre els estudis d'arquitectura i les enginyeries, com un símptoma de convergència entre ambdues professions. És per això i per la meua experiència personal en el tracte amb molts enginyers, en especial els de Camins, pel que avui m'agradaria construir un relat sobre el que considero una apassionant relació, entre enginyers i arquitectes, al llarg de l'època moderna.

I hauríem d'iniciar aquest relat en els inicis del renaixement, segurament el més despullat de tot allò superflu, el més pur i alhora autèntic. Abans d'aquesta etapa d'esplendor, el sistema de gremis atresorava el saber constructiu i eren els seus mestres els que dibuixaven les *monteas* al terra per tal de reproduir l'aparell a molts metres d'alçada. Va ser Brunelleschi, al guanyar el concurs per a la cúpula de “*Santa Maria del Fiore*”, qui conjugà enginy estructural i aparell constructiu, donant lloc a la figura del primer arquitecte modern, o això és el que diu la història de l'arquitectura. Per què no podia haver estat el primer enginyer modern?

La meravellosa construcció de la cúpula de “*Santa Maria del Fiore*” va suposar el major avanç significatiu en 13 segles des del Panteó d'Agripa, de 43 m de llum, constituint el naixement del projecte com a anticipació de la construcció. La supressió dels esforços horitzontals, sense oblidar la inserció de la llanterna com a mecanisme lumínic, que es converteix en un dispositiu d'estabilitat estructural refinant la construcció massiva que es va donar en el Panteó a un problema de llum equivalent. Alhora, Brunelleschi obre un camí a l'especialització tècnica i provoca la gradual segregació entre arquitectes constructors i arquitectes tractadistes com Alberti: “no es tractaria de formalitzar l'estructura sinó d'estructurar la forma”.

Superat el barroc i mentre Ledoux i Boulée imaginaven projectes visionaris i Piranesi plasmava els seus *Carceri*, el segle de les llums va tornar a posar l'ull a la raó i una certa objectivació de la construcció. Les lliçons de Durand van

constituir el preludi a l'eclosió del positivisme, aplicant el concepte d'economia que entraria a formar part de la revolució industrial. Abans i a França, Napoleó havia creat els cossos d'enginyers, una professió vinculada a l'enginy militar (amb precedents en les màquines de guerra de Leonardo da Vinci) i destinada principalment a la construcció d'infraestructures.

D'aquella decisió va néixer *l'Ecole Polytechnique* que fins al dia d'avui s'ha mantingut a semblança d'aquelles primeres estructures napoleòniques.

No és fins l'aparició del ferro com a material vinculat a les estructures, que l'enginyeria comença a adquirir un caràcter de professió liberal, no sempre lligat a l'Estat o les institucions. L'especialització tècnica serà ja intrínseca a la construcció i no procedirà únicament del tractat com va succeir en el neoclàssic, sinó que obrirà un nou ventall de possibilitats.

Del concurs de 1.418 a Florència, passariem al de 1.851 a Londres. Un constructor, Joseph Paxton, guanya el concurs per a la construcció del *Crystal Palace* de 70.000 m<sup>2</sup> de superfície. L'estandardització i el termini decideixen el guanyador d'un projecte en el que la puresa tècnica condueix a la decisió estructural; la serialització com a raó constructiva intervé en el procés en allò que autors com Kenneth Frampton assenyalen a l'afirmar que un concepte tectònic i una obra racional no tenen per què coincidir. En el *Crystal Palace*, paradigma de l'arquitectura victoriana, les columnes de ferro mantenen el seu diàmetre malgrat tenir sol·licitacions diferents amb l'objectiu d'assolir una solució estandarditzada que permetia el muntatge o acoblament fàcil i econòmic entre les peces.

És el temps de les exposicions universals, grans aparadors tecnològics i pretext per a realitzacions emblemàtiques. Està per escriure la història que vinculi material i estructura. Així, l'exposició universal de París de 1.889 serà la del ferro colat i el robló a la mítica galeria de les màquines, i unes dècades després la de les membranes de formigó de Maillart. La de Brussel·les de 1.958 ens sorprendria amb els cables i la de Montreal l'any 1.967 ho faria amb les cúpules geodèsiques de Buckminster Fuller i les estructures tèxtils de Frei Otto, amb els nusos acoblats per Jörg Schlaich, enginyer alemany del que parlarem posteriorment. L'exposició d'Osaka en el 70 quedaria marcada per les estructures neumàtiques com el Pavelló dels Estats Units de David H. Geiger

que després realitzaria el seu somni de construir un estadi de 120 m llum en l'Olimpíada de Corea el 1.988.

Tot aquest camí recorregut des del renaixement condueix a la progressiva segregació del saber constructiu en dues professions: enginyer i arquitecte.

I si al s. XIX l'arquitectura se'ns mostra absorta en l'acadèmia ocupant-se únicament de qüestions estètiques superada pels avenços de la tècnica, l'enginyeria es converteix en el pal de paller de la innovació i el desenvolupament tecnològic. I a Barcelona tenim un exemple proper. Què ens interessa més, l'audàcia estructural i innovadora de la bastida de l'enginyer Joan Torras o la composició escultòrica del monument a Colom de Gaietà Buïgas i Monravà? L'enginyer explorava un món nou, el de la tracció, mentre que l'arquitecte, com ens deia Javier Manterola, un dels millors enginyers d'Espanya en l'actualitat, en una recent entrevista en la nostra publicació acadèmica Palimpsesto, ha pensat en pedra en un món de compressió; en la seva opinió, aquesta inèrcia acompanya a molts arquitectes inclús en l'actualitat.

I avançaríem uns anys.

Tot i la retòrica tecnològica, el moviment modern no va fer més que augmentar la separació entre concepció i construcció ja iniciada, malgrat la inserció entusiasta, encara que en ocasions ingènua, de les noves tècniques per part de la generació heroica d'arquitectes que representaven i mitificaven la tecnologia.

El crític històric Reyner Banham en la seva obra ***“Teoría y diseño en la era de la máquina”***, aprofundeix en la incapacitat del moviment modern per captar els atributs de les noves tecnologies, a l'apostar pel *tipus* i entendre la tècnica més com una eina operativa que com una disciplina creadora. Únicament Buckminster Fuller anys després seria una excepció a aquesta asseveració, a l'utilitzar l'avantguarda tècnica per fondre-la en els seus projectes.

Ha estat freqüent a la història una certa inèrcia que frenava l'expressió fidedigna dels avenços tècnics. El primer pont en ferro *l'Iron Bridge* de Coalbrookdale es va construir seguint les directrius de la construcció en pedra, no aprofitant l'aptitud del ferro per treballar a tracció.

Mentre la majoria dels arquitectes de les avantguardes sublimen la imatge avantguardista, l'alemany Mies van der Rohe assumia la industrialització de la construcció com el problema central de l'arquitectura del seu temps, afirmant:

**“Solament els gratacels en construcció reflecteixen les seves audaces idees estructurals i únicament en aquesta fase és imponent l'efecte que produeix l'esvelt esquelet d'acer”**

Com un nou home nietzscheà **“ortogonal en cos i ànima”**, va definir Ludwig Hilberseimer un edifici a Chicago de l'arquitecte alemany. Mies troba una nova nuesa que es mostra per primer cop a la història de l'arquitectura, dient-nos que la veritat està en la obra i en la seva arquitectura el medi es transforma en el fi: **“la tècnica subjacent en la forma s'anteposa a l'estètica de la tècnica”**.

D'altra banda Le Corbusier assenyalava que **“l'important c'est le choix”** (l'important és l'elecció), deixant al món de la construcció la decisió del mètode constructiu, reservant-se per a sí mateix, la càrrega moral per transferir el mètode fins a la formalització.

En ambdós casos la construcció és el que importa, però si per a Mies aquesta representa la perfecció, per a Le Corbusier l'important del signe constructiu està en el senyal de la mà de l'home.

Els anys posteriors a la segona guerra mundial forcen la necessària convivència entre arquitectura i enginy tecnològic. El dibuix de Le Corbusier mostrant dues mans entrellaçades, indica la consciència d'aquella necessitat com ja posen de manifest associacions com *ATBAT* o la *Unió d'Artistes Moderns*.

Molts autors assenyalen encertadament com la conclusió apocalíptica de la segona guerra mundial marca el declivi del positivisme pel qual la tècnica incorpora un significat transcendent que en el seu dia il·luminà el projecte modern.

Existirà una tercera generació d'aquell moviment, més atenta a la ciutat, l'home, l'art i la natura. Un dels arquitectes d'aquesta tercera generació identificat per Giedion, Jorn Utzon, reconeixia que tenia l'oportunitat de dur a la pràctica el que els visionaris havien pregonat: **“Les modernes tècniques han posat a la nostra mà una bella eina”**. S'obria doncs la porta després d'un període de dissociació involuntària del moviment modern per trobar la

convergència entre les dues disciplines, convergència necessària per escometre les necessitats socials i programàtiques cada cop més complexes.

Per un costat l'inevitable interès dels arquitectes pels avenços tecnològics i per l'altre, la proliferació d'enginyers amb un perfil humanista, molts d'ells cultivant genres com la poesia, l'art o la filosofia, alhora que autors de rellevants textos en els que la tècnica trobava la seva raó de ser en les humanitats, tradició que ha arribat fins als nostres dies.

En el camp de les estructures apareixen noves figures que podríem denominar enginyers projectistes. Entre ells potser un dels més visibles és Pier Luigi Nervi amb les seves estructures nervades deutes de la investigació del formigó pretensat de Freyssinet el 1.928, que va executar entre altres grans obres, el Palazzo del Lavoro a Torí el 1.961, o Ricardo Morandi, potser el primer enginyer deconstructivista amb el hall subterrani del *Valentino Park* construït a Turí el 1.960, o Félix Candela amb les seves membranes primes de formigó que reproduïen geometries reglades i que ens va llegir un text rellevant **“Hacia una filosofía de las estructuras”** (de gran importància en la meua formació) o Eladio Dieste amb les seves voltes de peces ceràmiques (paños cerámicos), experimentació que Guastavino va convertir en patents que encara avui perduren. I no podem oblidar les aportacions d'Eduardo Torroja que va sofisticar la construcció en formigó i que més enllà del cèlebre problema de la fluència en el *Frontón de Recoletos*, ens ha deixat textos com **“Razón y ser de los tipos estructurales”**. Torroja afirmava que amb la sola imaginació no es pot aconseguir una gran obra ja que precisa també de la raó de la mateixa manera que tampoc és possible assolir-la únicament per un procés deductiu tot lògica i determinisme, anunciant així la necessària convergència entre dos aportacions que han de ser complementàries, el que ens duria a analitzar casos d'influències mútues entre arquitectes i enginyers. Podríem citar a Le Ricolais que tant va influir en Le Corbusier per les seves investigacions de estructures naturals, fascinat també aquest últim pel Pont Garabit d'Eiffel de finals del s. XIX; o la relació que es va establir entre Konrad Wachsmann y Walter Gropius per prefabricar cases construïnt-les en set dies o la de l'enginyer Fazlur Khan que en els anys 60 plantejava cobertes rígides penjades de cable corbat de fins a 304 m de llum i que l'any 1.977 va construir l'extraordinari aeroport de

Jeddah amb tèxtils tensats per cables i que va dissenyar una estructura bitubular per a edificis en alçada que SOM va emprar en múltiples realitzacions.

Carlos Fernández Casado assenyalava en el seu text **“La arquitectura del ingeniero”** l’alliberament de la obsessió pels càlculs gràcies als nous mètodes matemàtics i al progressiu ús de les computadores. Aquest “enginyer alliberat” podria segons ell establir zones comunes amb l’arquitectura per aconseguir una col·laboració més eficaç i refundar l’essència de la professió a l’obrir el camp de l’experimentació a processos que intervenen durant l’execució de l’obra.

Javier Manterola, titular en l’actualitat de l’estudi de Carlos Fernández Casado, ens transmetia una posició més pragmàtica. Després d’un període de col·laboració amb arquitectes com Javier Sainz de Oiza, Rafael Moneo o Vázquez Molezún, va orientar el seu interès a la seva pròpia disciplina, en especial el projecte de ponts, **“aquellos que vencen al diablo”**, i que ell admirava com el *Firth of Forth* a Escòcia, que conjuga proesa tècnica amb la transformació del lloc, el que ens donaria peu a significar casos de fructífera relació entre enginyers i arquitectes, com el del Pont de Millau al 2004, entre Michel Virlogeux i Norman Foster que també va realitzar un altre dels seus millors edificis a l’*Aeroport de Stansted* al 91 amb l’enginyeria OVE ARUP. I com es poden entendre les millors obres de Louis Kahn sense les aportacions de l’enginyer August Komendant, que es lamentava de la falta de reconeixement que havia tingut en la obra de Louis Kahn. Obres com la *Biblioteca Phillips Exeter* l’any 1.972 o el Museu Kimbell entre d’altres, en el que Komendant va concebre el sistema estructural d’arcs cicloides en el sentit transversal permetent l’entrada de llum zenital en l’eix longitudinal de la falsa volta, el que li va permetre construir una de les més belles obres del s. XX.

No haurien estat possibles els assoliments de Louis Sullivan en l’*Auditorium Building* de Chicago l’any 1.889, en el seu moment l’edifici més alt del món i el primer il·luminat amb llum elèctrica, sense la imprescindible col·laboració de Dankmar Adler, tant en els aspectes estructurals com en els acústics. Seria innumerable la relació d’obres realitzades en col·laboració entre arquitectes i enginyers que s’han convertit en obres mestres que han escrit la història del s. XX.

Ens detindrem per analitzar breument el paper de les enginyeries que han protagonitzat una part substantiva de les grans construccions de les darreres dècades i és obligat començar per Ove Arup que deliberadament reclama una confluència amb els arquitectes amb els que treballen.

En els seus escrits, poc nombrosos però intensos, Arup enderroca el mite segons el qual la creativitat és una qüestió individual. La seva pertinença a la AA (Architectural Association) als anys 50 va suposar les primeres col·laboracions amb estudis d'arquitectura molt creatius però amb molt poc treball en aquells temps, com Aldo van Eyck, els Summerson, els Smithson o l'estudi TECTON de Berthold Lubetkin amb el que va construir l'extraordinari *Pingüinari* del Zoo de Londres l'any 1934. Arup compartia amb Lubetkin la creença de que el moviment modern considerava l'expressió estructural intrínsecament virtuosa i estèticament superior, mentre que per a ells el desafiament consistia en transcendir el criteri estructural per compassar-lo amb consideracions socials. I d'aquest enfocament neix la fe d'Arup en l'arquitectura al considerar l'innecessari de forçar els càlculs a una exactitud que excedeix allò assumible.

Com Kenneth Frampton anunciava, sembla cert que a excepció d'alguns encàrrecs de petita dimensió o prestigi, l'arquitecte tindrà molt poques ocasions per mantenir el control de la realització, ja que dependrà cada vegada més de la capacitat coordinadora de la informàtica i serà l'habilitat d'enginyers i arquitectes la que establirà els nivells de tolerància dels processos de l'obra.

I ho il·lustrarem amb un episodi històric. Quan Jorn Utzon assoleix com un èxit la solució esfèrica per a les falses voltes de Sidney, també havien estat els anys de treball del llavors un jove enginyer Peter Rice els que van treure a l'arquitecte de l'embolic en que s'havia ficat en el concurs. Doncs bé, anys més tard el mateix Peter Rice, ja un enginyer madur i experimentat, va aconseguir en paraules de Renzo Piano i un cop superada l'arriscada i provocadora aposta programàtica i urbana del Centre Pompidou, implementar la solució constructiva. La incorporació gairebé ideològica del ferro colat en la més pura tradició parisenca va induir una cascada de decisions, des de l'elecció de sistemes como el de la *Gerberette* que havia aplicat l'enginyer alemany Gerber el s. XIX en un pont, fins a la materialització de propostes d'ARCHIGRAM en els preludis del *High Tech*. També Peter Rice ens sorprendria anys més tard amb la



solució estructural de *l'Aeroport de Kansai*, l'any 1.994, també amb l'arquitecte Renzo Piano. Veiem així com algunes de les més emblemàtiques obres del s. XX es van deure a la combinació d'arquitectes i en aquest cas, d'un entre d'altres enginyers.

Dues són les derivades que en el camp de l'arquitectura i en el de l'enginyeria han trastocat en els últims temps aquest saber fer. En el cas de les enginyeries, en ocasions se'ns han mostrat amb una retòrica corporativa que s'ha desenvolupat principalment en el món anglosaxó mitjançant franquícies dirigides per múltiples socis o partners que han equiparat la capacitat de gestió comercial amb la qualificació tècnica, arribant a convertir la gestió en un procés estèril i inoperant.

L'arquitecte americà Owings, associat a Skidmore i Merrill que l'any 1.936 van fundar la firma SOM que ens ha llegat un ric patrimoni d'edificis entre els que voldria destacar la Torre Sears o el gratacels John Hancock ambdós a Chicago, afirmava que a mesura que SOM va créixer com a empresa es va fer cada cop més rígida i es preguntava en què s'havien convertit. Per descomptat, no en dissenyadors, sinó que eren empresaris, promotors financers i homes de negocis, "teníem molts oficis però no n'erem mestres de cap"

Carlos Fernández Casado alertava dels perills de la seva professió que sovint es donen en les grans enginyeries: l'enginyer funcionari que pensa en clau d'un passat que li va permetre conquerir la seva condició i l'enginyer home de negocis que selecciona els seus assumptes no pel seu valor professional i intrínsec sinó per la perspectiva de lucre.

També la professió d'enginyer s'ha imbricat sovint amb les estructures de poder i sense anar més lluny, Espanya ha tingut dos presidents de govern enginyers, Sagasta i Calvo Sotelo, així com molts enginyers han estat responsables de ministeris i d'alts càrrecs de l'administració, el que unit a la gestió del territori, els ha conferit un gran poder econòmic i polític.

A Anglaterra, a la Catedral de Westminster, hi estan enterrats juntament amb Nelson i d'altres herois nacionals, enginyers com Brunel, Telford o Stephenson. Com a factor positiu hem de destacar que també els enginyers han construït i dirigit les xarxes d'infraestructures i la planificació del territori i no oblidem que la Barcelona racional y utòpica en el seu moment, en la que ens reconeixem els

arquitectes, va ser planificada per l'enginyer Ildefons Cerdà, en un temps en el que els arquitectes seguien abstrerts en un pintorenquisme tardobarroc. El contrapunt negatiu en el camp de l'arquitectura seria el de que els avenços tecnològics, però també la capacitat de les empreses per construir, malgrat tot, qualsevol forma per complexa que sigui, unit a les ambicions de les administracions per construir símbols que situïn a les seves ciutats en el mapa global així com la necessitat dels medis per publicitar-los, ha suposat en les darreres dècades per part d'arquitectes de prestigi, aventures formals en les que el valor icònic i la cal·ligrafia han protagonitzat infinitat d'intervencions i edificis, la missió principal dels quals semblava ser la de causar l'estupor, la sorpresa i la admiració, encara que fos per un curt període de temps, oblidant que la funció de l'arquitectura es persistir en el temps, arrelant-se al lloc i tenir un contingut social, per la qual cosa no pot reduir-se a un espectacle efímer.

Però tornem al nostre relat. Agustí Obiol, arquitecte especialitzat en el càlcul d'estructures seguint una tradició d'aquesta ciutat, com els Margarit, Buixadé, Brufau..., ens indicava que és fonamentalment amb l'aparició de les aplicacions informàtiques del mètode dels elements finits i de l'anàlisi numèric, quan es produeix el primer salt qualitatiu dins l'escenari que hem esbossat. La descomposició en una sèrie d'interval·s suficientment petits per a que cadascun d'ells pugui ser descrit amb una funció simple fins que assoleixi la condició de continuïtat en la transició entre interval·s. En definitiva, una eina de treball extraordinària per a enginyers i arquitectes que amb Juan Calvo, enginyer de camins radicat a Madrid, hem pogut utilitzar en diversos projectes en el nostre estudi en un intent de posar en pràctica l'esperit subjacent en aquest relat en allò relatiu a la conjunció d'arquitectura i enginyeria com a base i suport del projecte. Així, en l'edifici Mediapro a l'Avda. Diagonal, el primer embrió conceptual presentat en el concurs, atent a la condició urbana i programàtica, neix amb la solució estructural, resultant que al final de la intervenció l'esquelet que suporta espacialment l'edifici es converteix en la seva última expressió formal, fent-se difícil entendre a primera vista quin és el veritable comportament estructural malgrat la lògica del seu plantejament. Crec que la col·laboració del nostre estudi amb Juan Calvo, deixeble d'aquell gran enginyer alemany Jörg Schlaich autor d'obres tan significades com el *Palau de Gel de Munich* i al que ens hem referit amb anterioritat, ha estat decisiva en la consecució de projectes d'aquesta última etapa, com la membrana aleatòria

d'11 cm de gruix del Passeig Marítim de Benidorm o la sofisticació estructural de la coberta i la doble façana de l'Estació de Saragossa, entre d'altres projectes, que han sorgit gràcies a l'entesa en la fase de concepció, desenvolupament i posta en obra, entre nosaltres com arquitectes i l'empresa PONDIO que dirigeix Juan Calvo.

En l'actualitat, un dels enginyers que ha reflexionat amb major atenció sobre aquestes qüestions és Cecil Balmond, format a Anglaterra i col·laborador habitual d'arquitectes com Rem Koolhaas, Toyo Ito o Alvaro Siza, al que vaig conèixer i amb qui vaig dialogar extensament quan va apadrinar precisament una promoció d'arquitectes de la Universitat Internacional. Balmond, autor de publicacions com *Informal* o *Element* i un dels responsables d'ARUP en l'última etapa, opinava que solament amb la unió d'enginyeria i arquitectura era possible encarar els reptes del projecte i l'obra contemporània.

Si analitzem una de les seves més modestes en aparença realitzacions, el *Pavelló del Serpentine* juntament amb Toyo Ito a Londres, veiem com partint d'un algoritme matemàtic es van definint les peces triangulars en aparent desordre del pavelló, que podríem comparar amb aquell altre construït mig segle abans per Ove Arup i Lubetkin en el zoo de Londres. Del paradigma mecànic saltaríem al disseny informàtic de les màquines de control numèric en el *Pavelló del Serpentine*.

Pel que fa al concepte estructural, Cecil Balmond en la seva publicació *Informal* fa l'esforç de definir els paràmetres teòrics d'un nou tipus de procés estructural on l'objecte tendeix a desaparèixer, on es dilueixen els límits i on no hi ha jerarquia sinó interdependència, abordant la geometria de la complexitat.

**“Que no és rígida sinó l'exploració de l'immediat?”** Potser Cecil Balmond està anunciant una aproximació projectual per a la improvisació i potser demanant un més gran protagonisme de l'enginyer en processos creatius.

I per acabar considerem quina ha de ser l'actitud i el marc per conjugar una relació fructífera en el futur entre ambdues disciplines. En quant a l'actitud podríem destacar que ha estat l'experimentació la que ha promogut i dinamitzat la col·laboració entre enginyers i arquitectes, col·laboració que potser va néixer en aquells *ateliers* parisencs de “Beaux Arts” de finals del s. XIX i que es va traslladar a l'esperit Bauhaus, amb el que es va consolidar la creació

col·lectiva que alhora es va propagar a través de l'Escola de Weimar de la mà de Walter Gropius, el text del qual **“Alcance de la arquitectura total”** connecta amb la màxima aspiració de l'enginyer Ove Arup al posar l'èmfasi en que la integració, la coordinació i la conclusió seran les bases de la construcció entesa com a fenomen col·lectiu de la nova societat.

I si la unió de ciència i coneixement a través de l'experimentació empírica ha estat el recurs per als arquitectes i enginyers dels que hem anat parlant, no és menys certa la transmissió d'aquests coneixements a la Universitat ja que la pràctica totalitat d'ells ha ensenyat a les seves aules. Amb dignes excepcions com Peter Rice o Jean Prouvé, qui va dir als seus amics **“deixeu-me morir ignorant”** ja que no va trobar el seu lloc a les aules ni es va integrar en processos d'investigació reglats, la qual cosa ens hauria de fer reflexionar. Seria un bon senyal que si Jean Prouvé aixequés el cap i veiés la nostra Universitat Politècnica, pogués canviar d'opinió. Molts enginyers i arquitectes han identificat la universitat com un lloc d'aprenentatge i de creació de noves idees a l'entendre-la com el llindar que uneix els dos recintes, el de la intuïció i el del coneixement.

I acabem com hem començat, posant de relleu el caràcter col·lectiu del fet constructiu que més enllà d'una labor de síntesi d'especialitats, arquitectes i enginyers comparteixen en la seva acció un substrat intel·lectual.

**“Fer és pensar”** paraules del sociòleg americà Richard Sennett que reivindica l'ofici que ens uneix i l'actitud de col·laboració que ens obliga. Aquest és el sentit d'aquestes breus línees, una mirada transversal a les nostres disciplines que podria ajustar-se a la idea universal d'Universitat amb la que iniciava aquestes paraules que espero que serveixin per iniciar un curs ple d'incerteses, és cert, però no per això exempt d'esperança.