

**1a PART: ELS INSTRUMENTS DE CONSTRUCCIÓ DE L'ORDRE**

## I. LA GEOMETRIA EUCLIDIANA

En un diàleg de Plató Sòcrates diu: "la bellesa és la resultant de les relacions que es troben a les figures geomètriques simples. El que s'ha d'entendre per bellesa de les formes no és el que generalment s'entén, per exemple la dels sers vius i la de les seves representacions, sinó que és el rectilini, el circular, i la superfície i els cossos composts amb les rectes i el cercle per mitjà del compàs i l'escaire, ja que aquestes formes no són, com les altres, belles en certs aspectes, sinó sempre belles en sí mateixes"<sup>1</sup>. Més de 2.300 anys després Le Corbusier afirmava amb la seva habitual contundència: "Els cubs, els cons, les esferes, els cilindres o les piràmides són les grans formes primàries que la llum revela bé; la seva imatge és clara i tangible, sense ambigüitat. Per aquesta raó *són formes belles, les més belles*. Tothom hi està d'acord: el nen, el salvatge i el metafísic".<sup>2</sup>

Entre el filòsof i l'arquitecte, molts tractadistes han comentat repetidament, durant aquest llarg període de la cultura occidental, el que implica l'ús tan universal de la geometria en l'arquitectura i, més concretament, la seva relació amb la bellesa.

Però més que la insistència dels teòrics de les formes en aquesta matèria, ens sorprendria, si no estessim immersos en el seu univers, aquesta presència dominant de les formes geomètriques simples -la recta, l'angle de 90°, les figures de plantes quadrades, rectangulars, triangulars o circulars- en l'arquitectura i en els models de construcció de ciutats. I no només en la nostra història occidental, sinó probablement en la majoria de les civilitzacions del planeta. El patró formal que va configurar gran part d'una ciutat tan antiga i llunyana com **Mohenjo Daro**, construïda en els albors de la civilització urbana a la vall de l'Indus, es troba en molts exemples de les ciutats mediterrànies del XIX; edificis neoclàssics de planta quadrada podrien encaixar-se com en un trencaclosques per formar el conjunt de palaus desenterrats a **Persèpolis**. Els esquemes ortogonals d'algunes ciutats de la Jònia, abans fins i tot dels plans urbanístics d'Hipòdam de Milet, no són gaire diferents de les ciutats de fundació romanes o les noves

colònies americanes configurades segons la Llei d'Índies. El cercle ha estat la base de peces clau de l'arquitectura romana, bizantina o renaixentista, i ha servit com a patró per construir una ciutat tan remota com Sindschirli, un kibutz en el desert del pròxim orient o una colònia gegant a l'Amazonia.

Evidentment aquestes semblances en la majoria dels casos només podem establir-les en la regió dels esquemes formals més abstractes, i en conseqüència, no encara en el pla de l'arquitectura o de l'urbanisme, que implica altres dimensions, com les estructurals, les estrictament funcionals o les simbòliques. Sota els aspectes purament morfològics tampoc és comparable una planta lliure com la del **pavelló de Barcelona** de Mies Van der Rohe amb una planta tancada de Durand, encara que ambdues obres es basin en la geometria de l'angle recte. Els paral·lelismes en proporcions, dimensions i formes geomètriques que s'han volgut establir entre la vil·la palladiana de "**La Malcontenta**" i la corbusieriana de **Garches**<sup>3</sup> tenen aspectes curiosos, però són excessives. L'aparent exactitud de les dues plantes no pot velar -al marge de les dissemblances estilístiques que podríem considerar secundàries- les diferències estructurals, que són substancials, i sobretot la concepció de l'espai que és radicalment divergent.

Fins i tot quan hi ha hagut per part d'alguns arquitectes la voluntat explícita de referir-se i copiar amb exactitud arquitectures antigues amb les seves mesures i la seva geometria, els resultats són distints. Brunelleschi, amb el seu amic Donato, va passar molt temps desenterrant capitells i columnes de l'antiga Roma, mesurant-los, dibuixant-los i comparant-los, amb l'afany de trobar els ordres ideals dels antics. Certament va fer renéixer una arquitectura adormida, ben diferent de l'arquitectura del seu temps que ell qualificava de goda i bàrbara, però mai no va trobar el model perfecte que respongués a la visió ideal que s'havia fet dels clàssics, i la seva personalitat va desbordar les referències estilístiques de les construccions descobertes que van passar a ser, certament, una font de suggeriments formals, però, en tot cas, per reinventar una arquitectura diferent. Com diu Vasari, el secret de la bellesa arquitectònica que tenien els antics "no estava escrit, i si ho hagués estat, no era comprensible, però l'enginy de Brunelleschi i la seva sutilesa el van retrobar o el van inventar...".<sup>4</sup>

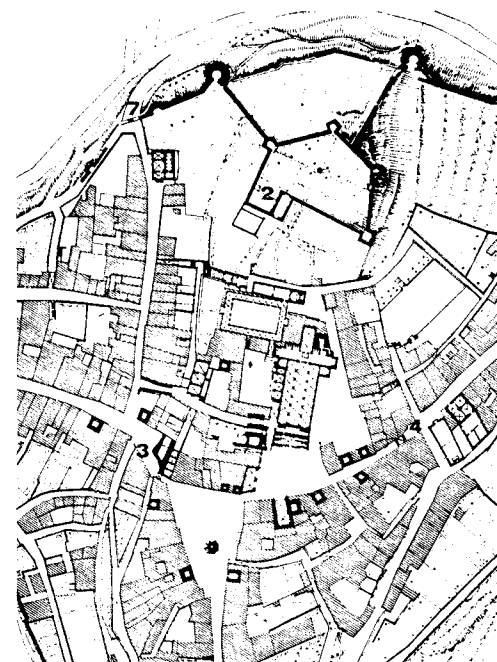
Les històries de l'arquitectura quasi sense excepcions han remarcat, de manera insistent i sistemàtica aquestes diferències d'estil, de formes, de concepció de l'espai o de valors. Aquí, en canvi, malgrat les limitacions del mètode, que reconeixem d'entrada, recalcarem les semblances dels patrons formals abstractes que han configurat parcialment aquestes arquitectures, i que són patrons que semblen transcendir tan el temps com l'espai.

L'ús de la recta, el pla, els díedres de 90º, els paral·lelepípedes regulars, i amb menys abundància l'esfera, el tetraedre o les piràmides de base quadrada, són elements o figures geomètriques d'una persistència inusitada; són instruments poderosos per concretar en formes perceptibles les idees arquitectòniques, i la nostra activitat d'arquitectes moderns amb paral·lel i escaire o ordinador i tauleta digitalitzadora està immersa de ple dins l'àmbit d'aquesta geometria ostensible.

## GEOMETRIES INTEMPORALS

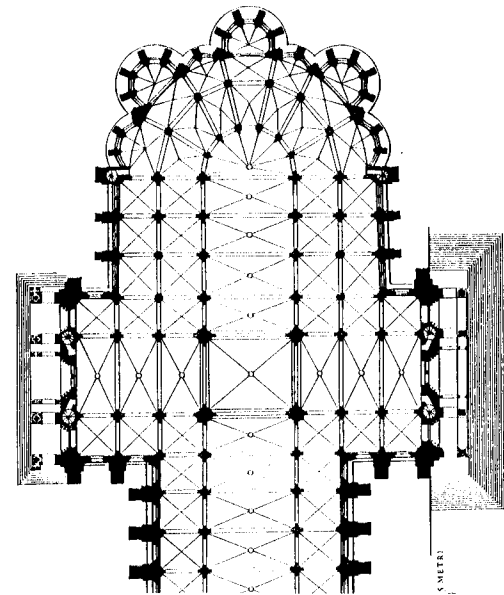
La majoria de les ciutats europees que habitem han tingut el seu origen en l'Edat Mitjana, o sobre nuclis romans dels quals pràcticament se n'han perdut les traces. Els centres medievals que estem avesats a reconèixer dins d'aquestes ciutats tenen generalment una estructura de places i carrers confusa i difícil d'entendre a primer cop d'ull, fins que una visió més atenta ens mostra una formació i creixement dels teixits urbans feta d'adaptacions graduals al lloc amb la perfecció d'un organisme viu que evoluciona lentament per adequar-se al medi (1).

També reconeixem en els pocs edificis que ens queden dels antics teixits residencials unes tipologies constructives ben definides, però que

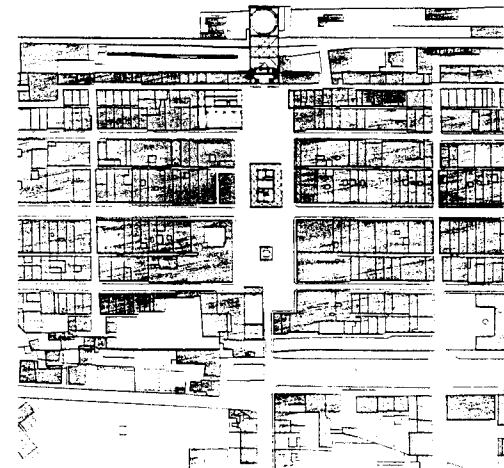


no tenien un patró geomètric exacte. Contràriament, els vells monuments de la mateixa època que concentraven l'esforç i la vida de les comunitats medievals es construïen amb el rigor de la geometria (2), i no podem oblidar tampoc que moltes ciutats d'aquest període fundades en territoris de conquesta, com les bastides franceses o les ciutats establertes per Jaume II a Mallorca o Castelló, o algunes ciutats italianes com **St. Giovanni Valdarno** (3) responien -com tantes vegades en la història de les ciutats de colonització- a patrons ortogonals.

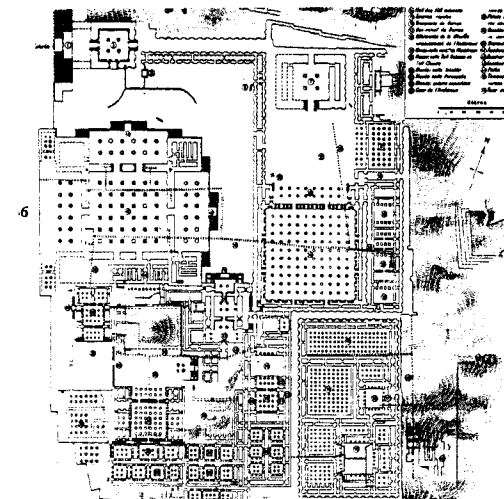
Aquesta dualitat de models urbans i arquitectònics no és específica de la ciutat medieval, sinó que sembla existir en les més diverses civilitzacions que hem tingut ocasió conèixer i entreveure. Una cultura urbana tan distant com la de les ciutats-estat de Mesopotàmia va generar, tal com es dedueix en els múltiples estrats descoberts pels arqueòlegs, ciutats espontànies sense traçats rectilinis, com **Ur**, **Arbela** o part de **Babilònia**, i ciutats d'esquemes ortogonals, com **Khorsabad**, el barri occidental de **Babilònia**, o, la ciutat aquemènida de **Persèpolis** (4). Els edificis religiosos, els palaus o zigurats rescatats responen generalment al rigor de la geometria, mentre que les restes que ens han quedat dels habitatges, si bé semblen sorgir sempre d'una mateixa tipologia en un mateix estrat, no tenen regularitat geomètrica, encara que s'hi trasllueix sempre una certa voluntat dels constructors d'aproximar-se a esquemes ortogonals. El mateix cal dir de l'Antic Egipte, on és ben conegut el rigor matemàtic de l'arquitectura monumental en èpoques molt diverses de la seva llarga història, rigor que a vegades es trasllada a escala urbana, com a **Kahum** i a part de **Tell-el-Amarna** (5), i que



2



3



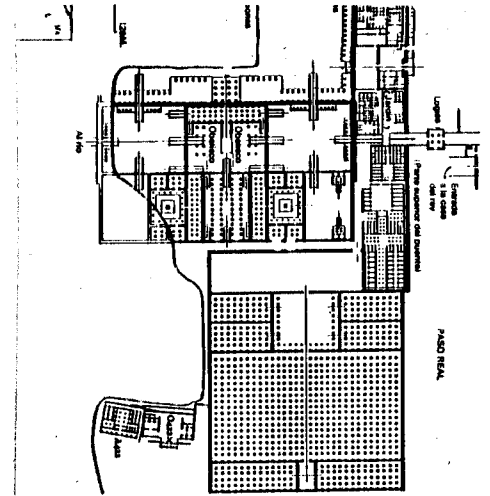
4

coexisteix amb nombrosos nuclis urbans de carrers i habitatges irregulars.

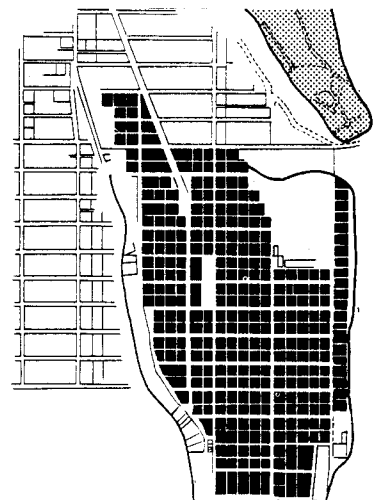
En la Grècia clàssica, podem distingir encara amb més netedat la coexistència o superposició d'aquests models. Algunes colònies gregues, ja abans de l'època d'Hipòdam, presentaven traçats de carrers ortogonals i habitatges de planta regular. A partir del segle V a.c., i al marge dels exemples projectats pel mateix Hipòdam -El Pireu, Rodas, la neàpolis d'Olint (6),- el model geomètric de planta ortogonal i illes rectangulars va aplicar-se cada vegada més i en regions més extenses, des de la Magna Grècia a les ciutats hel·lenístiques d'orient, sovint fins i tot en emplaçaments relativament accidentats (7) que no facilitaven l'establiment d'un esquema tan neutre i indiferent a la topografia, per bé que en casos límits, com a Pèrgam (8), la rugositat del lloc va imposar-se a qualsevol voluntat regularitzadora.

Però és significatiu que en altres regions de l'Hèlade, ciutats implantades en indrets sense grans condicionants orogràfics, com a Delos (9) o a la mateixa Atenes de Pericles (10), la trama de carrers i places no va ser la de la quadrícula ortogonal, i com a conseqüència quasi inevitable, tampoc tenien plantes ortogonals les cases inserides en aquestes ínsules irregulars. El rigor geomètric, en canvi, s'aplicava sempre als temples i a les construccions públiques que han estat objecte de tanta fascinació, tant a l'Acròpolis d'Atenes, com a Pèrgam o Milet.

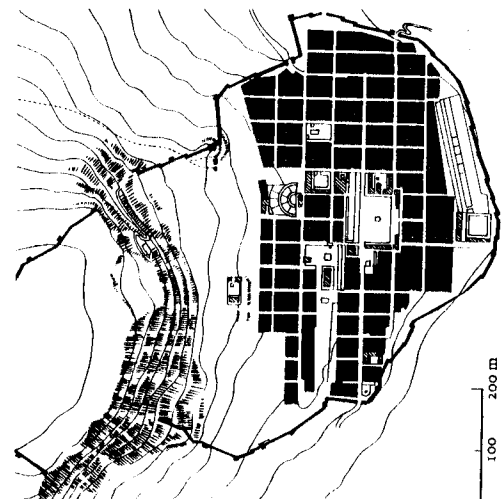
Podria semblar d'entrada que aquestes irregularitats de la ciutat són un producte del creixement lent, en el temps i sense planificació prèvia, de la urbs, i per tant, com la conseqüència d'una dificultat natural que impedia



5



6

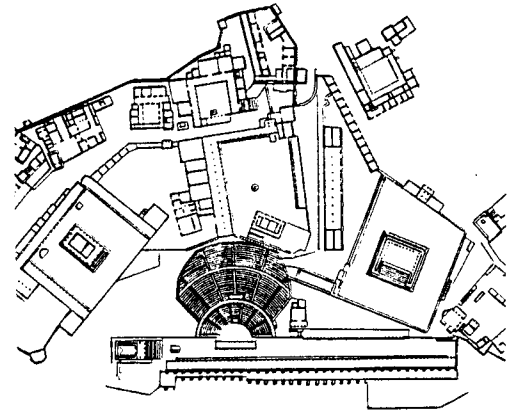


7

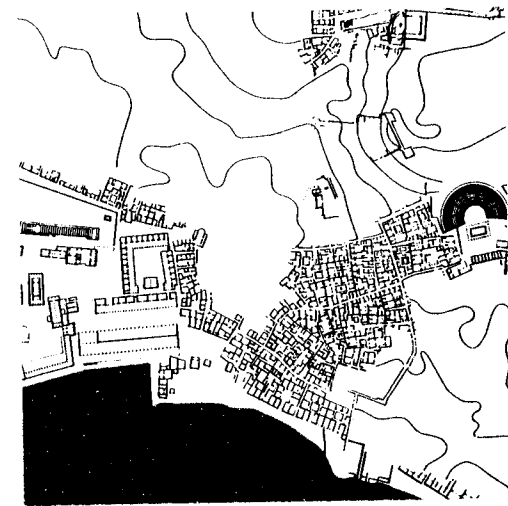
aplicar a l'escala urbana el gust per la precisió geomètrica que exhibien en l'arquitectura. Però probablement no era així. Aristòtil resumeix l'ambivalent actitud dels habitants de la polis respecte de la geometria a l'escala urbana: "Pel que fa a la disposició dels habitatges, semblen més agradables i generalment més còmodes si estan alineats a la moderna, d'acord amb el sistema d'Hipòdam. L'antic mètode tenia, però, l'avantatge de ser més segur en cas de guerra; una vegada dins la ciutat, els estrangers difícilment podien sortir després que l'entrada els costés no menys treball. És precís combinar ambdós sistemes, i serà molt oportú imitar el que els nostres pagesos en diuen plantació "a portell" en el conreu de les vinyes. S'alinejarà, per tant, la ciutat només en algunes parts i en algunes illes, i no en tota la seva superfície; i d'aquesta manera anirà unida l'elegància a la seguretat."<sup>5</sup>

Aristòtil identifica geometria amb elegància, i proposa parcialment la planta erràtica antiga per exigències de defensa. Però no eren aquestes motivacions les que van impulsar Fídias a disposar, per encàrrec de Pericles, els temples de l'Acròpolis -prodigis d'exactitud- d'una manera tan errívola i poc geomètrica (11). Encara l'any 1834 K.F. Schinkel esmenarà la disposició existent, malgrat la seva voluntat de ser respectuós amb les ruïnes, en un curiós projecte per al **palau de Maximilian de Baviera** (12), rei de Grècia, que envaeix la plataforma del turó d'unes dependències palatines composades a partir de l'ortogonalitat i l'alternància d'eixos de simetria.

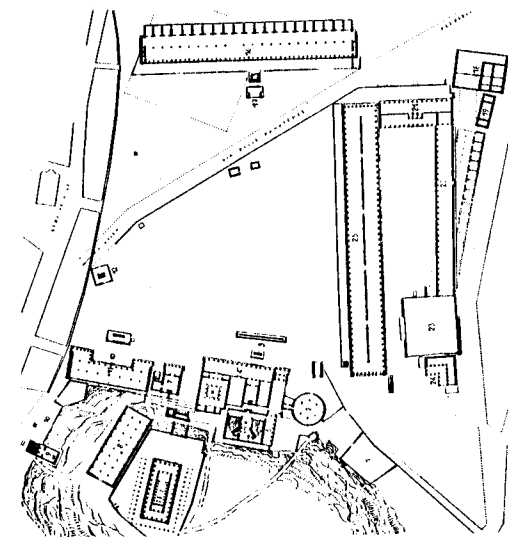
No coneixem els mòbils de l'ordenació -o aparent falta d'ordenació- de Fídias, per bé que sabem que el caràcter sagrat que tenien alguns punts de l'Acròpolis va condicionar parcialment l'elecció



8



9



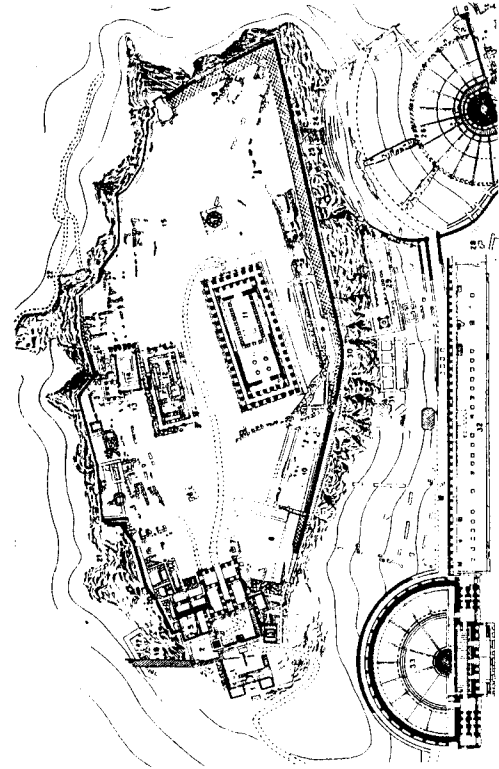
10

del lloc d'alguns temples i la seva orientació, però no hi ha dubte que també una subtil intuïció compositiva va governar les seves decisions encara que no se'n vegin d'entrada les raons, o encara que alguns estudiosos, com W.M. Iving, en neguin l'existència considerant que els edificis estan col·locats igual que pots en una estanteria desordenada i argumentant l'absoluta manca d'un ordre visual interrelacionat i organitzat en l'àmbit de la cultura grega.<sup>6</sup>

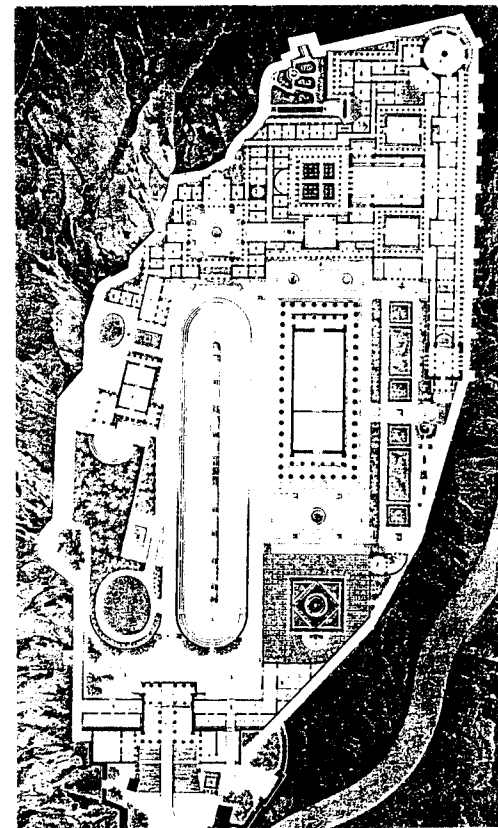
Però l'extraordinària impressió del conjunt no pot derivar només de l'excepcionalitat de cada monument, sinó que sembla sorgir també d'un cert ordre subterrani, poc evident, però no per això menys interessant que molts historiadors de l'arquitectura, de Choisy a Lurçat i Doxiadis, han intentat desvelar, com tindrem ocasió de comentar més endavant.

En qualsevol cas, la geometria va ser un dels mecanismes formals més utilitzats pels arquitectes clàssics i hel·lenístics. Cada un dels elements dels ordres tenia ja un patró geomètric, i la seva situació s'inscrivia també en les conegudes figures derivades de la recta, el pla, l'angle de 90° i dels cossos regulars. Les lleugeres deformacions, les subtils irregularitats tan comentades pels historiadors no invaliden el fet que la geometria continua dominant la forma dels temples, per bé que, com s'ha demostrat, les plantes, quasi sempre rectangulars, no tinguin costats de mesures proporcionals.

A l'escala urbana la pretensió de geometritzar no és comuna, però s'aplica sovint en les ciutats de nova fundació, encara que es limita a esquemes elementals molt menys elaborats que els de l'arquitectura. En efecte, la sola construcció d'un



11



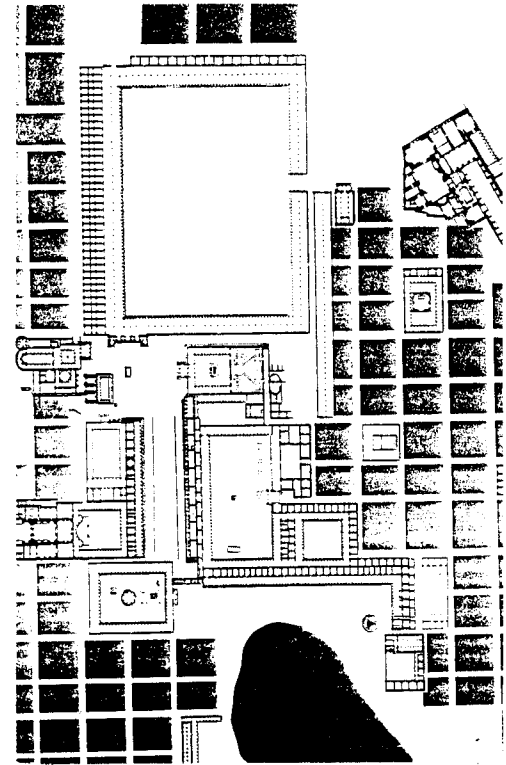
12



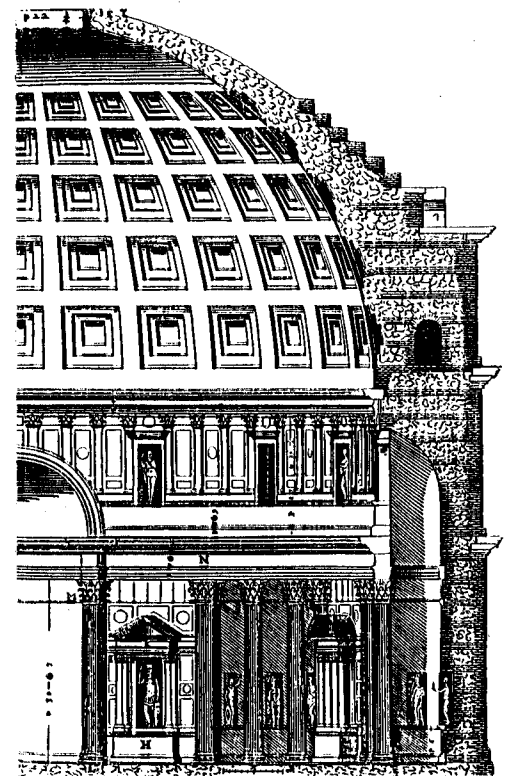
capitell dòric implicava la resolució de problemes geomètric d'una certa complicació, com la formació de superfícies de revolució i les seves interseccions amb paral·lelepípedes, o en el cas dels capitells jònics el perfecte coneixement del traçat de l'espiral, mentre que les plantes de les ciutats ordenades arribaven únicament al model de la trama ortogonal, amb algunes singularitat geomètriques en les àgores i places de mercat(13).

La incorporació a l'arquitectura de noves figures geomètriques, especialment els casquets esfèrics de les cúpules (14), va ser una de les aportacions dels constructors romans que més han transcendit a la seva pròpia època. Les fortes connotacions simbòliques que contien i la possibilitat de bastir espais interiors de gran magnitud en són possiblement les causes. La volta i la cúpula no són només el fruit d'una revolució tècnica de gran abast que té les seves bases en l'ús àgil del totxo, sinó la superació d'una concepció purament arquivada de l'arquitectura i la invenció d'una nova idea de l'espai interior.

Així sembla incorporar-se a la història de les formes arquitectòniques -els grecs i les cultures orientals havien utilitzat la cúpula de manera esporàdica i poc estructural, potser amb l'única excepció de les cúpules de secció elíptica de l'arquitectura aquemènida- la figura geomètrica que per molts antics i moderns és "la imatge de la perfecció perquè en ella la simetria més perfecta deriva de la varietat més infinita" en paraules de E.L. Boullée<sup>7</sup>, que aplicarà l'esfera al seu extraordinari projecte de cenotafi de Newton (42), emparentat, certament, amb el Panteó de Roma.



13



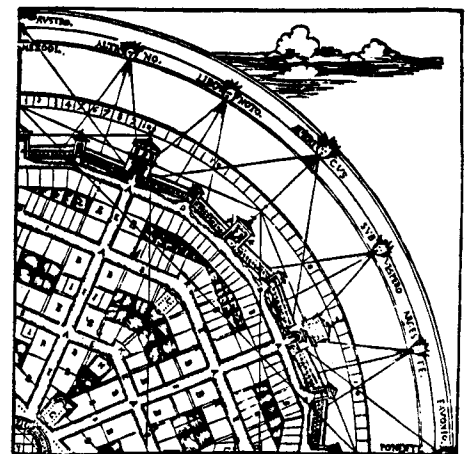
14

Els rituals fundacionals de les colònies romanes eren també rituals geomètric en què el nou establiment es bastia sobre la creu dels carrers principals, el perímetre regular de les muralles, i la quadrícula dels carrers secundaris (16). Però com molt sovint passa a escala de la ciutat, la perfecció de l'organisme urbà és només un ideal fundacional. La mateixa vitalitat urbana acaba quasi sempre desbordant les previsions, i l'exactitud geomètrica sofreix nombroses i interessants alteracions (17), per bé que algunes colònies, com la de **Timgad** (18) al nord d'Àfrica, mortes prematurament i momificades després, les hàgim descobert ara amb l'estranya integritat del model. En altres casos, però, -com a **Pompeia** (19,20)- no hi ha ni la pretensió d'una ordenació física geomètrica, i la trama erràtica de carrers domina la ciutat, encara que endevinem perfectament els esforços per regularitzar els espais més singulars, com el del foro. Els dos models urbans, per tant, coexisteixen a Roma com a Grècia, tot i que podem afirmar que la generalització de tècniques constructives més evolucionades permet construir, no només l'arquitectura pública i religiosa, sinó també els edificis residencials amb la precisió de l'escaire i el compàs.

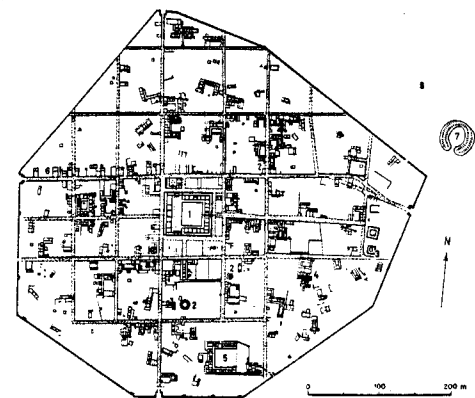
Quan un miler d'anys més tard els arquitectes del Renaixement van descobrir aquesta ingent heretat, la seva posició professional ha canviat en relació als seus predecessors d'una manera que afecta l'ús dels instruments projectuals. La seva progressiva autonomia de les corporacions medievals, i la seva identificació com artistes liberals, suscita el canvi dels seus mètodes de treball en què se sanciona definitivament la distinció entre projecte i execució de l'obra i s'incorpora al projecte el rigor d'un model a



15



16

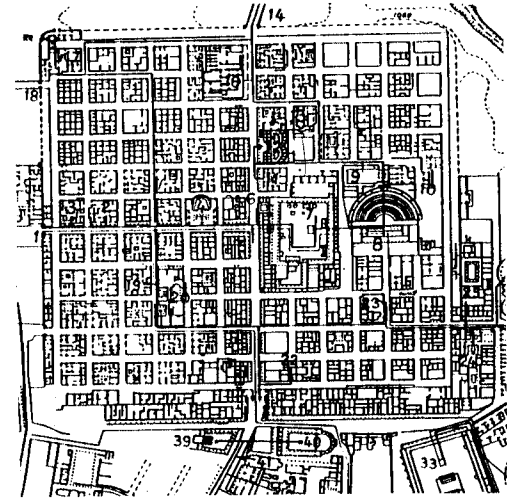


17

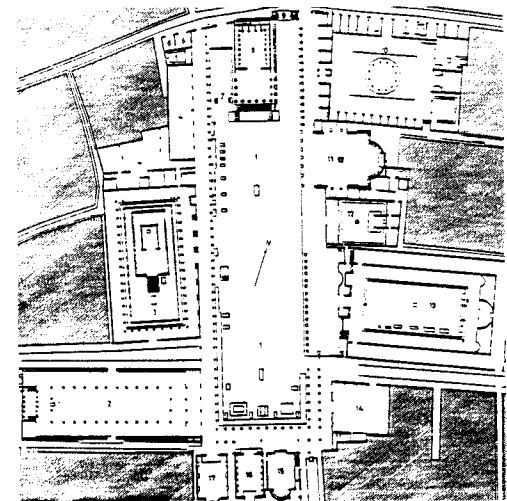
escala i els coneixements geomètrics de la perspectiva cònica.

Tanmateix, els nombrosos tractats sobre geometria i proporcions que van proliferar durant aquest període i dels quals s'alimentaven els arquitectes són en gran mesura l'explicitació pública d'un patrimoni de coneixements que els mestres d'obra i els talladors de pedra medievals es transmetien sota forma de secrets de família o de corporació. Aquesta tradició de caràcter esotèric va ser extremadament persistent; té els seus orígens en els col·legis de l'antiguitat pagana, i es troba en les corporacions de paletes bizantins i en les nombroses confraries medievals de tota Europa. La inusitada continuïtat d'aquesta expertesa es manifesta en els signes lapidaris, molts dels quals, trobats en les tombes dels arquitectes de l'època romana, apareixen en les làpides dels mestres d'obra del segle XV i en els símbols dels francmasons especulatiu<sup>8</sup>. Aquests signes denoten refinats coneixements matemàtics, i en opinió de F. Rziha, tenen caràcter diagramàtic, és a dir, expressen la "xarxa fonamental" que dirigeix els esquemes dels edificis.<sup>9</sup>

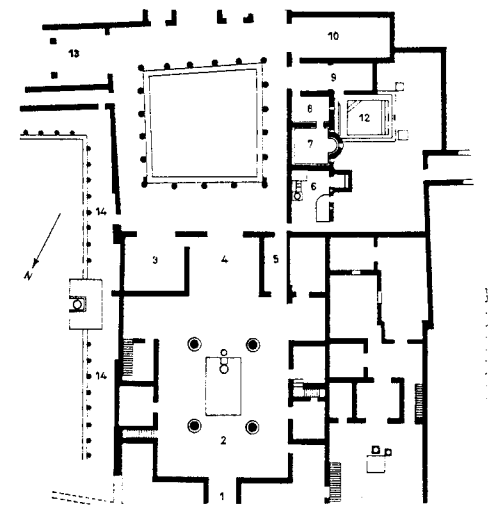
Però si les tècniques geomètriques deriven en gran mesura de la tradició medieval, els sistemes compositius seran els dels ordres de l'Antiguitat Clàssica que semblen amagar el secret de la bellesa, no tant en les formes precises -molt heterogènies- com en les relacions ideals -sempre esquives-. El fet que un dels principis arquitectònics d'aquest nou llenguatge sigui el de la concepció de l'edifici com un organisme acabat i tancat, amb una lògica formal interna, reforça poderosament l'ús dels esquemes geomètrics més elementals i estàtics (21,53,54). Luca Pacioli deia



18



19

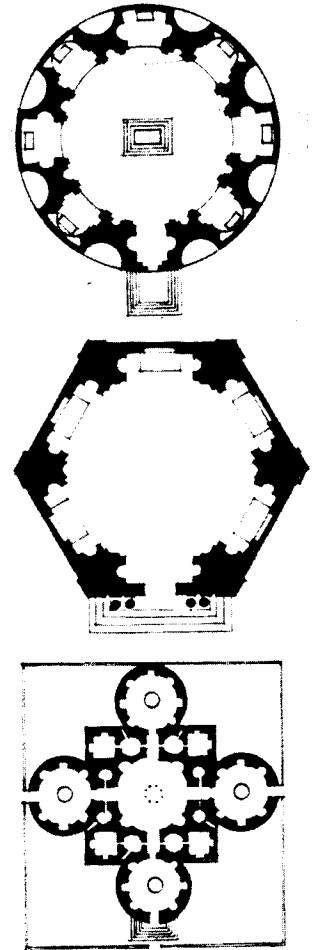


20

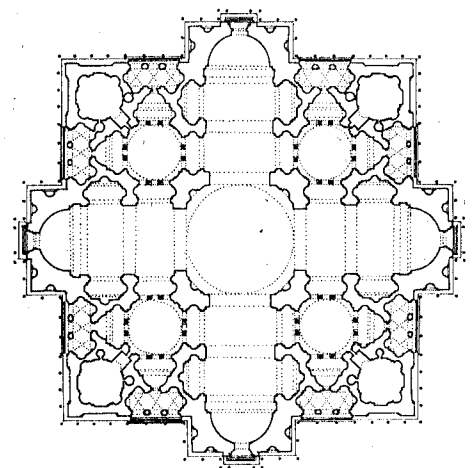
que la línia recta era símbol de castedat, simplicitat i moralitat, en oposició a les extravagàncies del gòtic tardà on el virtuosisme de la corba era símbol d'exhibició luxuriosa de riqueses. Les esglésies de planta central estudiades per Witkower<sup>10</sup>(22), seran l'exponent d'aquest principi, i tindran el seu reflex en els models de ciutats estel·lars, basats quasi sempre en polígons regulars d'una tal rigidesa que serà impossible convertir-los en ciutats reals amb tota la seva complexitat funcional, malgrat que, en opinió de Simoncini, són substancialment racionalitzacions geomètriques de les ciutats nuclears medievals. Escassíssimes excepcions - com **Palmanova** i **Granmichele** (55)- confirmaran aquesta impotència.

No obstant, la planta central no és l'única concepció espacial del primer Renaixement. Brunelleschi havia explorat un mecanisme de control de l'espai basat en la trama reticular que genera un continuum espacial neutre, poc emfàtic, molt coherent amb l'extrema delicadesa de les composicions de façana. Aquesta concepció no tindrà continuïtat en períodes posteriors, però interessa ressaltar que també el mòdul repetitiu de l'arquitectura brunelleschiana es remet a la geometria elemental del cub i les seves agregacions, visibles tan al pòrtic de l'**Hospital del Innocents** (79) com a l'església de St. Llorenç.

El gust per la regularitat geomètrica cala molt ràpidament, i els carrers traçats a cordill, els eixamples ortogonals, les formes en trident - fragments estrets de la ciutat estel·lar- i l'atenció a la geometria de l'espai buit, que E. Bacon fa començar a la **plaça de l'Anunziata** de Florència (78), per bé que es desenvoluparà especialment en l'espai escenogràfic del Barroc,



21

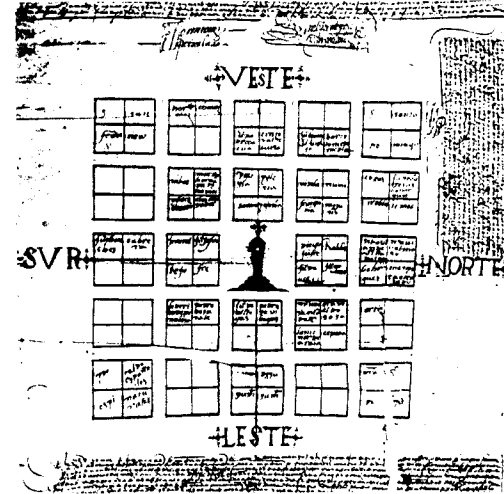


22

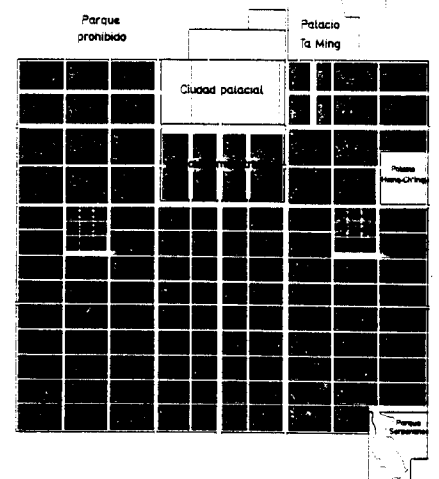
seran ja adquisicions irreversibles de la cultura urbana i arquitectònica. Certament, moltes ciutats i pobles no disposaran de places regulars fins al segle XIX, i seran fruit del racionalisme il.luminista, però tindran el seu model llunyà en els ideals renaixentistes cristallitzats en algunes places barroques.

Mentrestant, les noves ciutats de colonització a Amèrica, sortides de la Llei d'Índies de Felip II, també tindran un patró ortogonal (23) que es desplega a partir d'una plaça central rectangular on s'hi situen els edificis públics. La persistència de la quadrícula durant mil.lenis d'història en les ciutats fundades i en civilitzacions tan distants, -de Mohenjo Daro a la cosmòpolis de Changan (24), de Heiankyo (25) als mandales hindús- no deixa de tenir aspectes sorprenents, tant si som partidaris de la teoria de la difusió -segons la qual va existir un antic gresol on va cristal.litzar el model que després s'exportaria a diversos continents a través de processos migratoris- com si ho som de la teoria del desenvolupament paral.lel, on la semblança d'esquemes derivaria de la mateixa estructura psíquica de l'home que es manifestaria en una mateixa estructura mítica<sup>11</sup>. Potser, com diu Torres Balbás, "la concepció ortogonal és en sí tan simple, tan òbvia, que va poder néixer, i va néixer, de fet, espontàniament allà on es pretengués ordenar i regularitzar un pla urbà qualsevol".<sup>12</sup>

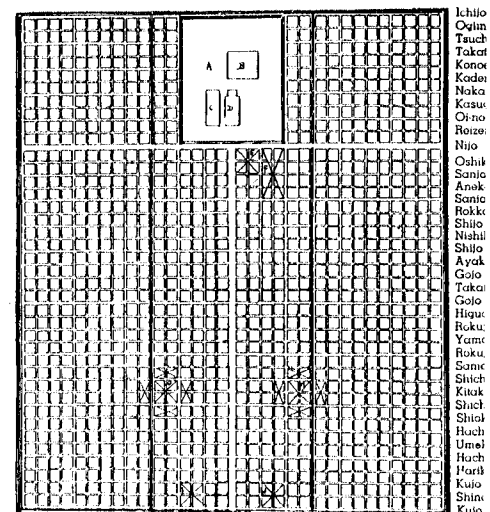
Michelangelo va construir a Florència la **Biblioteca Laurenziana**. Al vestibul, una escala de tres tramades paral.leles envaeix pràcticament la totalitat de l'espai de planta quadrada que té, en canvi, una altura considerable (26). La tensió que es provoca entre continent i escalinata és una



23



24

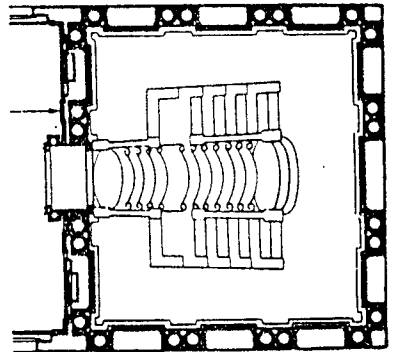
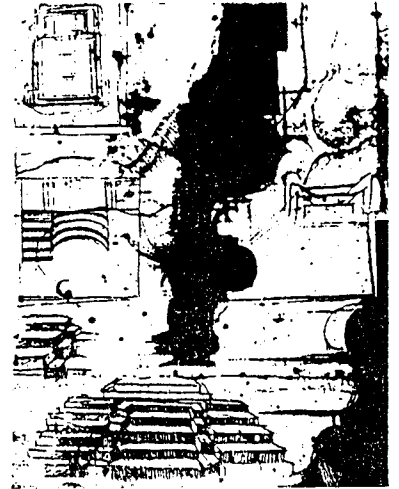


25

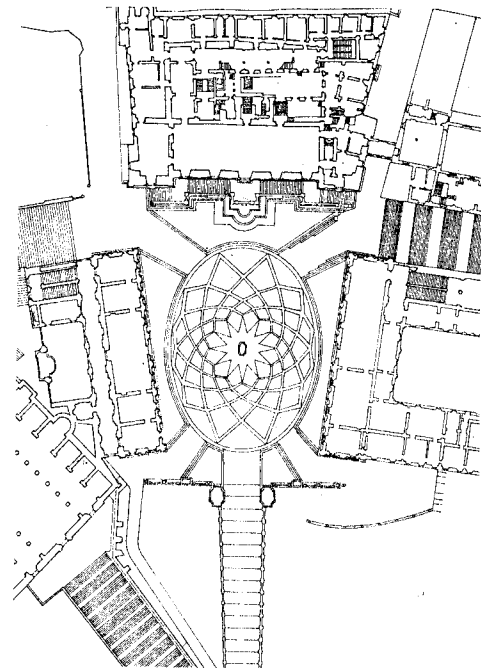
novetat que els artistes del primer Renaixement no haguessin comprès. La tensió de l'espai és un efecte fascinant de l'arquitectura barroca a Itàlia, que aviat es trasllada a les obres urbanes. Però ja molt abans el mateix Michelangelo l'aplica a la construcció de la **plaça del Campidoglio** (27), on es percep l'equilibri tens de forces que provoquen dins l'espai els edificis i elements urbans: el Capitoli al fons, el palau del Conservatori i el dels museus Capitolins que el flanquegen amb una alineació angulada que tanca la plaça parcialment, les estàtues dels *dioscuri* col·locades sobre el costat obert -una balconada sobre la ciutat-, el paviment lleugerament convex, i l'estàtua central de Marc Aureli. Aquesta concepció tensa de l'espai implica una planta que no respon als models simples i distesos del quadrat o del rectangle, sinó a models geomètrics menys evidents com el del trapezi regular i l'elipse inscrita en ell.

L'alteració de premisses arquitectòniques que representa l'arquitectura borrominiana -amb la seva renúncia al principi d'autoritat de la tratadística clàssica i manierista, i la seva valoració de l'experiència- no implica en canvi l'abandó d'un instrument racional de projecte com és la geometria. El seu ús i la seva natura, però, canviaran.

Michelangelo serà per a Borromini l'artista més admirat, però a diferència de Bernini i de tants altres artistes barrocs, no buscarà la solució dels problemes de l'arquitectura en els models del mestre, sinó en la seva actitud. I és l'actitud crítica i desprejudicada la que permet a Borromini assumir patrons geomètrics més difícils. Si comparem la planta de St. Andrea al Quirinale (28) i la de St. Carlino alle Quattro Fontane



26

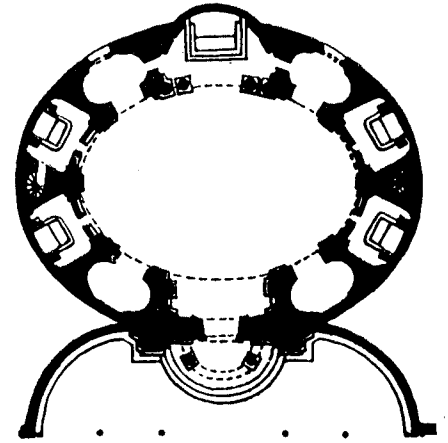


27

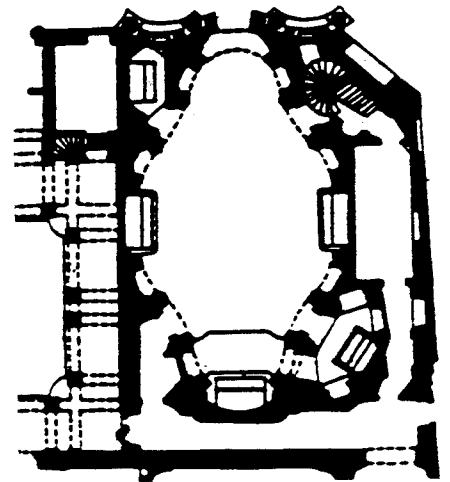
(29,30), notarem el contrast entre la nítida elipse de la planta de Bernini i la imprecisa geometria de St. Carlino, on sembla que una elipse inicial s'hagi deformat com a resultat d'una forta compressió.

A **St. Ivo alla Sapienza** (31,32) la planta es construeix sobre un triangle amb arcs de cercle concavats en els costats i convexos en els vèrtexs. Borromini cobrirà aquesta planta amb una cúpula sense tambor que té una correspondència no precisa amb l'exterior, i la coronarà amb una llanterna que té la forma d'una espiral explosiva (169). Els models ja no es limitaran als de la geometria mètrica o prospettica, sinó al de les geometries orgàniques, com la de les curcules o els cargols marins dels quals l'arquitecte n'era col·leccionista.

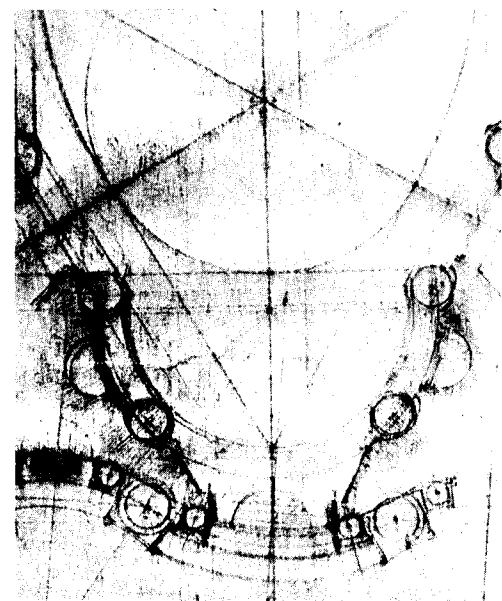
La visió d'un univers que tenia unes bases geomètriques va ser reforçada pels nombrosos pensadors dels segles XVII i XVIII. Galileu, Kepler, Desàrgues, i Pascal entre altres van fer evolucionar la geometria com a ciència, i a l'ensem van certificar científicament l'ordre matemàtic del cosmos que havia estat un postulat de l'edat de l'Humanisme posat parcialment en crisi. Aquest fet no hagués tingut transcendència al món de l'arquitectura si les teories sobre la bellesa basades, des dels precedents clàssics, en la idea que l'art neix i té la seva font en la naturalesa no haguessin persistit durant aquests segles malgrat l'experiència radical de Borromini i els seus seguidors. L'inveterat problema de l'art com a síntesi entre natura i número tenia ara una solució més justificada en donar per demostrat que les proporcions i la geometria tan usades a l'arquitectura tenien arrels comprovades en l'organització de l'univers.



28



29

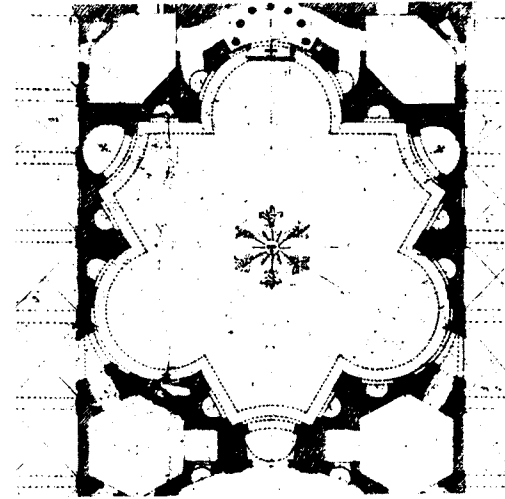


30

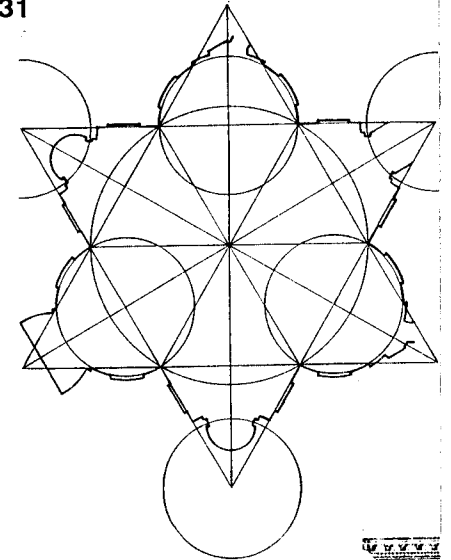
Tot i això els arquitectes més significatius de l'Il·luminisme i el Neoclassicisme no tenien perquè tenir coneixements aprofundits de cosmologia ni tan sols d'alta geometria, entre altres motius perquè no necessitaven traçar ni paràboles ni hipèrboles conjugades de la manera pràctica que Kepler va inventar per dibuixar-les, ni molt menys preocupar-se per l'enigmàtic cinquè postulat d'Euclides que tant inquietava els matemàtics, ja que les formes geomètriques que els hi eren útils eren bastant simples. La preocupació pels fonaments "naturals" de l'arquitectura és palesa en alguns tractadistes de l'època, i en concret en E.L. Boullée, encara que els seus intents de demostrar la síntesi natura-geometria es quedin sempre tancats en arguments tautològics, fet que no és obstacle perquè elabori projectes on els paral·lelèpipedes, els cilindres, les esferes i els cons, fortament travats per la idea de centralitat, adquireixen una formidable potència.

El seu deixeble J.N.L. Durand té una mentalitat molt menys especulativa i més interessada en trobar un mètode projectual simple i eficaç que solucioni a l'ensens problemes funcionals i compositius. Les preocupacions socials dels il·luministes havien de tenir la seva traducció en un reforçament de les components estructurals i funcionals de l'arquitectura, i un rebuig, que ja es manifesta en Lodoli i que comparteixen els arquitectes neoclàssics, de l'ornament decoratiu.

En una de les seves conegudes làmines Durand dibuixa a un costat la planta de St. Pere de Roma amb la columnata del Bernini, i a l'altra una planta "racionalitzada", simple i ortogonal, del mateix conjunt (33). Entre els dos dibuixos un quadrat, mòdul ideal i base del nou sistema



31

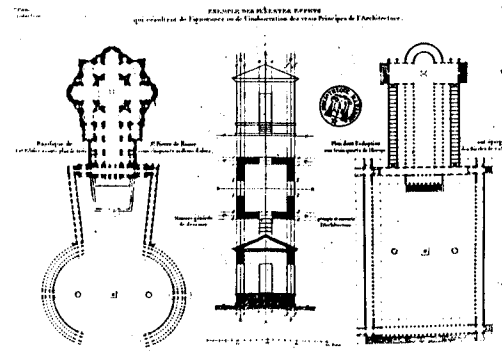


32



compositiu, i l'escrit: "Manera general, ràpida i correcta, de dibuixar l'arquitectura, l'adopció del qual hagués estalviat a les tres quartes parts d'Europa segles de calamitats".<sup>13</sup> Reconeix que hi ha formes específiques de cada material constructiu, les formes de la matèria; també hi ha les formes dels ordres, que qualifica com a formes de compromís o històriques; però descriu finalment les formes "perfectes" que per a ell són les dels sòlids platònics, i més específicament el cub i l'esfera. Les làmines del Durand mostren l'aplicació sistemàtica a diverses tipologies arquitectòniques d'aquestes figures perfectes. El mètode de composició podria semblar purament agregatiu, ja que parteix sempre de la quadrícula on s'insereixen els cubs que formen les cel·les primàries de l'edifici. Però també el conjunt respon a una figura geomètrica reconeixible i jerarquitzada, amb la netedat estructural, la claredat formal i la manca de tensió que són característiques del neoclassicisme.

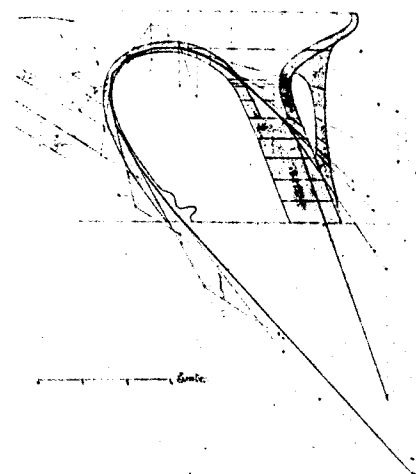
Els experiments amb la forma i la predilecció pels cossos geomètrics més simples amb la tendència a donar cada vegada més autonomia a les parts, refusant l'unitat orgànica barroca, és també una característica de l'arquitectura de Ledoux que es reflectirà en contundents volums cúbics, cilíndrics i piramidals, i també en l'esfera, per bé que en un projecte humil que està ben lluny d'explotar, com Boullée, la potència de l'espai interior esfèric. Aquest procés cap a l'autonomia de les parts -"l'arquitectura de pavellons" en paraules d'E. Kaufmann- atorga a la geometria un sentit diferent en la composició. Eduard Bru ho ha observat quan afirma "tanmateix, sí que hom podria convenir que, si en el Barroc el treball directe amb figures geomètriques és, pot ser, un mecanisme de projecte, en el Neoclàssic és el seu



darrer objectiu, del qual obté la seva aparença".<sup>14</sup>

Sense entrar en la polèmica sobre la continuïtat subterrània entre l'arquitectura il·luminista i la del Moviment Modern, cal dir que la identitat d'alguns postulats entre l'arquitectura de la Revolució i la revolució arquitectònica moderna no implica necessàriament la pervivència d'aquests postulats durant el segle XIX i la seva eclosió posterior. La continuïtat d'alguns criteris formals bàsics podria existir sota la vestimenta dels estils historicistes, però no és raonable pensar que persisteixen dins un moviment com el Modernisme, l'Art Nouveau o Liberty, en els quals no tenen cabuda ni el puritanisme formal dels il·luministes ni la noció, bàsica per a la seva arquitectura, de l'autonomia de les parts.

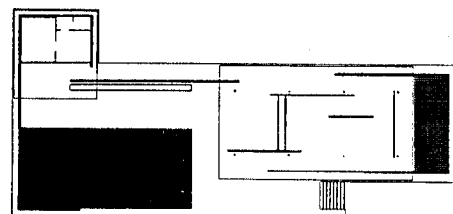
Tampoc la geometria elemental serà el suport dels projectes modernistes. Certament moltes obres de principis de segle són encara paral·lelepípedes regulars revestits de profuses decoracions florals, però aquest fet no minora la importància de les recerques de Víctor Horta, o especialment d'Antoni Gaudí per aplicar sistemes estructurals i formals radicalment diferents on, per primera vegada, s'integren a la construcció geometries còniques, com la de la paràbola dels polígons funiculars de forces (34). Són noves formes i noves geometries, ja allunyades de la dels cossos platònics, que afecten la mateixa estructura de l'edifici i no als seus additaments externs, trencant de nou, com ja ho havien fet els constructors gòtics, la llarga tradició de l'arquitectura arcaica i estàtica que havia estat també un punt ferm de la sensibilitat il·luminista i neoclàssica



Possiblement un dels aspectes més sorprenents de la nova arquitectura del Moviment Modern és l'ambigüitat en la delimitació de l'espai arquitectònic. Le Corbusier i P. Jeanneret en dos dels "Cinc punts de la nova arquitectura" parlen de la planta lliure possible gràcies a la tècnica del formigó armat i, com a conseqüència, la façana lliure, independent del suports estructurals. Els límits de l'espai interior poden fer-se oberts i indefinits i, per tant, aquests espais poden fer-se fluids i interferir-se de manera inconcebible en la construcció tradicional de murs i llindes estructurals.

Observem el comentat **Pavelló Alemany de Barcelona** de l'any 29 (35), projectat per Mies van der Rohe. Els murs, els paviments, els vidres, l'aigua, les cobertes defineixen espais intersecats que no són ni coincidents ni absolutament tancats. Les visuals llargues, les transparències insòlites, la incorporació de l'exterior a l'interior, la rica sèrie d'espais intermedis, són temes inèdits en la història de l'arquitectura. Mies ha descomposat els cossos geomètrics en els seus elements primaris: els plans i els díedres, i els ha recomposat segons una sintaxi oberta que no té per objectiu la conformació de volums. Algunes obres de Le Corbusier escodrinyen el mateix camí (36). La seva passió per la pintura i la seva adhesió al cubisme analític de Braque són significatives d'aquesta manera d'entendre l'espai.

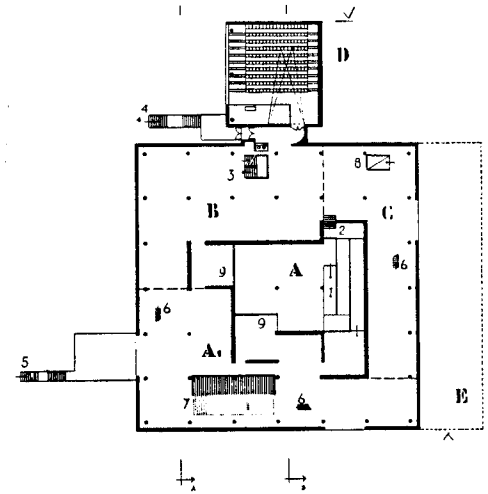
Però si continuem observant també se'ns fa evident que tant en Mies com en Le Corbusier la disposició dels plans generatrius de les seves obres segueixen directrius estrictament ortogonals. La geometria més elemental continua imposant-se més enllà de la commoció que ha



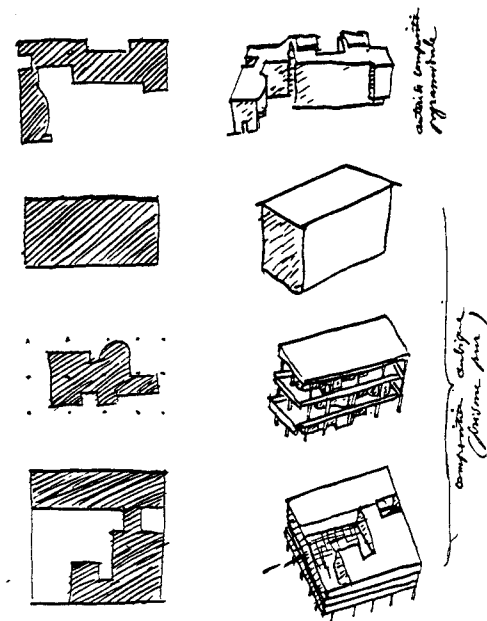
35

sofert la noció de l'espai arquitectònic. La glorificació de la geometria com eina de projecte és constant en els escrits de Le Corbusier. Un dels "suggeriments" als senyors arquitectes<sup>15</sup> és que l'arquitectura s'ha de sotmetre al control dels traçats geomètrics reguladors. L'any 29 dibuixa quatre apunts referits a quatre sistemes compositius (37): en tres d'ells parla de "composició cúbica" i dibuixa i) un paral·lepípede tancat; ii) una estructura regular de pilars que forma un paral·lepípede virtual dins del qual les parets de tancament segueixen un perímetre erràtic; iii) un esquema de façanes conformant un prisma perfecte a l'interior del qual s'hi encaveixen volums i buits. En tots els casos traspua la fascinació pel "prisma pur" que fa compatible amb l'ambigüitat i la llibertat dels espais interiors. El díedre recte és primordial, en concordança amb la seva asseveració que "l'angle recte és lícit; més encara, forma part del nostre determinisme. És obligatori".<sup>16</sup>

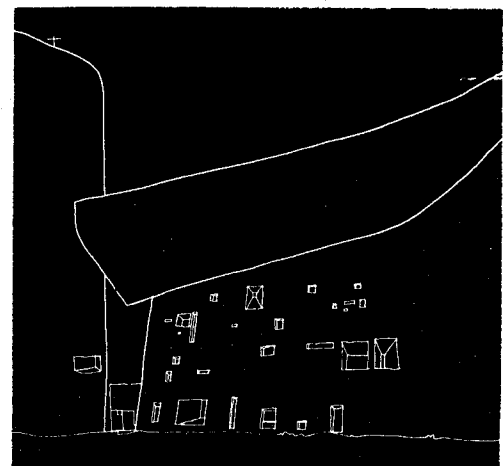
La concordança, però, no és tan absoluta. Els escrits són tan contundents com vulnerats; i no només a la **Capella de Ronchamp** (38) o al **Pla Obús** (133) sinó a nombroses obres de totes les etapes de la seva producció; i si Le Corbusier es permet aquest desbordament radical de les seves mateixes premisses, que comentarem en el capítol VI, no cal dir què faran altres mestres menys imperatius. F. Ll. Wright investigarà sobre geometries més complexes que la de l'angle recte: a la **casa Hanna** assajarà el mòdul exagonal, a **Taliessin West** s'aventurarà a interferir dos sistemes de directrius ortogonals angulats entre sí. Al **Gughenheim Museum** projectarà una espiral cònica. Medelson model·larà la **torre de Postdam** com si actués sobre una matèria plàstica investigant les possibilitats expressives del



36



37

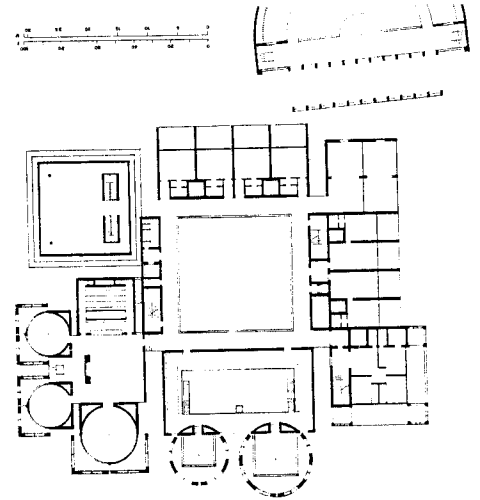


38

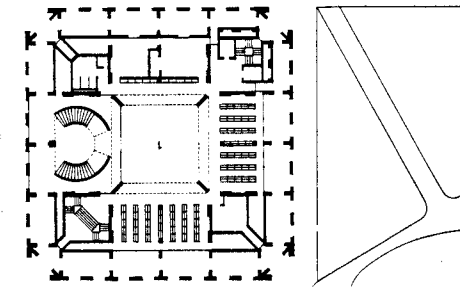
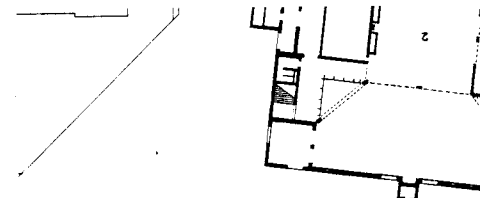
formigó -encara que l'obra s'acabés fent amb totxo-. Aalto sobreposarà damunt de geometries ortogonals espais explosius fets de poligonals erràtiques, o desplegarà blocs d'edificis segons le directrius d'un ventall, o segons una línia sinusoidal. Els constructivistes russos inventaran disposicions en el límit de la identificació formal, i anys més tard trobaran el seu eco en la corrent deconstructivista que sembla ja fora de tota òrbita geomètrica, per bé que la impressió és més aparent que real.

Però l'enlluernament pels cossos platònics sembla imperible. No parlem ja de l'arquitectura cúbica de L. Kahn (39,40,41), o la insistència de Mies en la seva etapa americana per compondre les plantes a través de precisos modulats de base quadrada(87). Com tindrem ocasió de comprovar, inclús P. Eisenman utilitzarà en la seva arquitectura difícil, el "cub boolià de n geometries", o la malla cúbica en el seu mètode del *scaling*; i en el mateix decenni en què s'ha desenvolupat l'obra de Ghery, Libeskind o els Himmelblau, l'arquitectura més emblemàtica de París tornava a utilitzar el cub, la piràmide i l'esfera, per bé que ni el cub de l'Arc de la Defensa ni la piràmide del Louvre no són obres que s'ajustin a l'elementalitat dels models platònics.

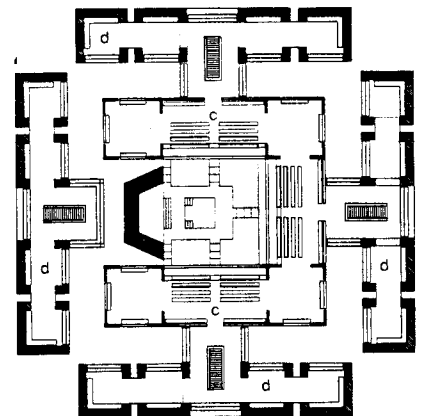
Les possibilitats de reinterpretar les geometries bàsiques són inesgotables.



39



40



41

## GEOMETRIA: FUNCIO I SÍMBOL

És una evidència que la geometria va relacionada amb els procediments racionals de construcció dels edificis i de la ciutat. Apareix sistemàticament quan hi ha una construcció mental prèvia a la construcció física de la forma, i per tant quan hi ha una distinció entre projecte i execució.

La geometria és una eina de gran efectivitat per traslladar a l'obra els models dibuixats a escala, però també un mecanisme potent per traduir en gràfics les idees prèvies sobre la forma de l'espai, fins al punt que és senzill convertir l'instrument en finalitat. La facilitat d'aplicació i la considerable flexibilitat de la geometria simple s'acaben convertint sovint en l'únic àmbit dins del qual es pensa l'arquitectura, i per tant en un límit per a la mateixa imaginació espacial. "Es pot verificar, com sovint es verifica, que el *mitjà geomètric* del disseny es barreja i es confon, fins i tot fins a substituir-lo, amb la *finalitat geomètrica* del procés projectual. Cal que l'arquitecte es guardi bé de convertir-se en esclau de la fascinació profunda de la geometria en ella mateixa, que és una cosa diferent de l'arquitectura".<sup>17</sup>

Però la facilitat per passar de la idea al projecte i del projecte a l'obra no és l'únic avantatge -amb els seus riscos- de la geometria. Els plans verticals i horitzontals, els angles de 90º, els paral·lelismes, la regularitat faciliten considerablement la labor de bastir edificis arquitravats i la resolució de problemes constructius. Per tant també el principi d'economia constructiva ens impel·leix a l'ús dels components més elementals de la geometria. Aquesta facilitat, en canvi, no explicaria l'universalitat dels esquemes ortogonals en les ciutats fundades, si bé, *grosso modo*, la regularitat de l'edifici indueix a la regularitat urbana i viceversa.

S'ha dit sovint que les trames ortogonals podrien tenir una explicació funcionalista. L'etimologia de la paraula ja ens dona una definició cadastral que informa sobre el caràcter eminentment funcional de la geometria en els seus orígens. Herodot comenta que la ciència de la geometria neix a Egipte amb el treball dels harpedonaptes de dividir en partions iguals les terres fèrtils del Nil per repartir-les entre els clans

familiars. Les "centuriato" romanes (15), realitzades amb una finalitat similar, tenen també la regularitat de la quadrícula, un procediment no massa diferent del que s'utilitza per establir els campaments i per extensió les noves colònies de l'imperi, i també semblant al que estableix la Llei d'Índies per a les fundacions americanes.

Tot i que és possible que la gran majoria dels traçats de les ciutats fundades tinguin un origen similar que, com afirmava Torres Balbás, neix d'una concepció tan òbvia que sorgeix espontàniament allà on és necessari establir un pla, en cap cultura urbana la regularitat geomètrica no és immediata i les nombroses ciutats irregulars, "espontànies", ho proven. Com diu le Corbusier, "no es creen rectes deliberadament. S'arriba a la recta quan es té força suficient, fermesa suficient, armes suficients i lucidesa suficient per voler i poder traçar rectes".<sup>18</sup>

Els escrits de filòsofs i tractadistes al llarg de mil·lenis donen a la geometria una volada diferent. En realitat la ciència de la geometria tal com l'entendem ara és ben diferent de l'art del traçat o de la tècnica exacta del dibuix, o de la mètrica pròpia dels egipcis i de les cultures orientals. Els grecs, precisament, ja van superar aquesta idea de la geometria com estratègia de la mesura per convertir-la, a través d'un insòlit procés d'abstracció, en un llenguatge sistemàtic de números, raonaments i axiomes. Michel Serres comenta que les matemàtiques no tenen res a veure amb l'exactitud; la física, les ciències aplicades són exacte o inexactes; la matemàtica, en canvi, és anexacta, i precisa: "la geometria en el sentit grec, o sigui, en el vertader sentit, no necessita en absolut de les formes perfectes en l'art o en la natura: raona, com es diu, amb rigor sobre qualsevol traçat. Amb necessitat, no amb precisió. Plató té raó de rebutjar la paraula "geo-metria".<sup>19</sup>

Però tant aquesta directriu abstracta de la geometria matemàtica que "llença la ciència i la història de la ciència..." com la tècnica de la mesura i de la reproducció no exclouen altres facetes que afecten vigorosament la intel·ligència i la sensibilitat. Per a molts pensadors els cossos geomètrics reconeixibles són el suport de símbols poderosos que tenen fondes arrels psicològiques. "Les característiques formals específiques intrínseques, de les figures geomètriques simples són tan fortes que generen en l'home, sigui quin sigui el grau d'evolució al que

pertany, referències simbòliques immediates i instintives ".<sup>20</sup>

A Messopotàmia i Egipte, així com a altres cultures orientals, els càlculs geomètrics que es reflecteixen en els edificis representatius adquireixen connotacions místiques o dimensions religioses i el seu coneixement es reserva a les castes sacerdotals. El mateix Pitàgores, influït per aquests concepcions de la matemàtic, atorga al número una dimensió sincrètica i transcendental. Plató afirma que "Deu geometritza" i reserva en el seu món de les idees un lloc privilegiat a les figures geomètriques. A la "República" els déus geomètrics són els déus de l'aristocràcia, en clara contraposició als déus antropomòrfics del poble crèdul. Els neoplatònics influiran en els humanistes del Renaixement, i no és estrany que Alberti vegi en el cercle i en la cúpula la metàfora de l'univers i la imatge de la divinitat, un neoplatonisme que té el seu ressò actual en Le Corbusier quan parla de la geometria com a "suport dels símbols que representen allò diví".<sup>21</sup>

Sembla cert, en qualsevol cas, que sempre que en l'evolució de la cultura ens trobem en una època de refundació dels principis arquitectònics, es produeix una utilització de la geometria elemental com a suport d'aquesta refundació. Alberti i la majoria dels arquitectes renaixentistes, després Ledoux i els arquitectes de l'Il·luminisme, i posteriorment Le Corbusier i alguns altres mestres del Moviment Modern, en serien exemples.

L'idealisme arquitectònic que és a la base d'aquestes actituds trobaria en les figures platòniques el seu suport simbòlic i a l'ensens una poderosa capacitat de comunicació. En opinió de Stonorov i Boesiger es tractaria "d'alguna cosa d'abast molt superior a la gran victòria de les línies rectes" o al retorn "de la gran arquitectura als elements bàsics que són l'esfera, el prisma i el cilindre"<sup>22</sup>; com diu Damisch parlant de Ledoux "és com si s'hagués proposat en aquest moment fundacional connectar amb el primer coneixement...del qual va néixer la geometria"<sup>23</sup>. Aquest fonamentalisme sol buscar en la metàfora moral una justificació de les opcions arquitectòniques i troba en les "formes pures" la seva expressió més vigorosa.

Aquestes "formes pures" tenen connotacions simbòliques diferenciades. Com hem comentat repetides vegades, el cercle o els hemisferis s'han



considerat figures que reflecteixen el cosmos i que tenen les ressonàncies més instintives i arcaiques. "...per començar a protegir la seva persona, l'home traça, en rèplica a la circumferència de l'horitzó, el cercle, límit del seu refugi i de l'entorn que hi annexa...La cúpula amb què es cobreix, a vegades estirada amb punta cònica per comoditats tècniques, no fa més que materialitzar sobre el pla terrestre la imatge de l'esfera que construeix mentalment al voltant d'ell"<sup>24</sup>. El cercle és la imatge del "poder del centre", el focus del que emanen i al que convergeixen les forces<sup>25</sup>. És la forma del model concèntric de l'espai. La seva configuració, del tot simètrica i hermèticament aïllada del seu entorn, s'ha entès en cultures molt diverses com la imatge de la perfecció.

El quadrat, el cub i els paral·lelepípedes són, en canvi, en el simbolisme tradicional, imatges de la terra en oposició a l'esfera celeste; imatges de l'intel·lecte en oposició a la intuïció. "Amb la civilització el càlcul ha substituït l'instint; la línia recta ha imposat la seva preponderància. El cub i el paral·lelepípede han substituït l'esfera...El quadrilàter apareix com invenció del cervell"<sup>26</sup>. Des de les primeres societats organitzades, la voluntat de clarificació i simplificació imposa l'imperi del rectangle i del quadrat. A diferència del cercle, governat per un esquema estructural propi desconnectat de l'entorn i sense posició fixa, el quadrat obeeix a les lleis de la quadrícula vertical-horitzontal, per tant a les de la trama cartesiana, l'altre sistema de referència espacial, complementari del cercle.

A aquestes connotacions abstractes cal afegir les denotacions més directes sorgides de les lleis internes de cada forma, lleis que condicionen també la sintaxi entre elles i que comentarem al final del capítol. En qualsevol cas no podem cenyir les explicacions de l'ús generalitzat de la geometria en l'arquitectura als seus atributs funcionals; però tampoc podem limitar-los als simbòlics. Cal prestar també atenció a les teories que han relacionat geometria i bellesa.

"La bellesa és la resultant de les relacions que es troben a les figures geomètriques simples" deia Sòcrates en el *Philebus* de Plató. La geometria ha impressionat directament la sensibilitat dels homes de totes les cultures. Alois Riegl ja ens va mostrar que l'estil geomètric, comú a moltes civilitzacions primitives, existeix des de la més remota

antiguitat, i sembla provenir d'una progressiva abstracció, estilització i embelliment dels motius vegetals<sup>27</sup>. Tanmateix el fet que abundi precisament en els patrons decoratius sense implicacions funcionals i connotacions simbòliques corrobora la dimensió estètica que sempre s'ha donat a les conformacions geomètriques. Owen Jones va publicar l'any 1956 un treball monumental sobre les arts decoratives on també demostra que enmig de la superficial varietat de les aparences existeix el plaer de reconèixer la lògica invariable de la geometria, una teoria que va impressionar F. L. Wright i Le Corbusier, com ells mateixos van manifestar.

De fet els que practiquem l'exercici de l'arquitectura som plenament conscients de la força d'atracció de les configuracions elementals de la geometria més enllà dels avantatges funcionals i estructurals. Tot i que sabem que la relació entre bellesa arquitectònica i geometria no és ni immediata ni imprescindible, la satisfacció de l'ordre nítid que genera ens porta, possiblement massa sovint, a utilitzar els seus poderosos serveis. És fàcil entendre que s'hagi convertit en "el medi que ens hem donat per percebre el nostre entorn i per expressar-nos"<sup>28</sup>.

## ARQUITECTURA I SELECCIÓ GEOMÈTRICA

Des de l'experiència projectual és més intel·ligible tant l'aplicació sistemàtica de la geometria a l'arquitectura com també el fet que només determinades construccions geomètriques hagin tingut èxit.

Si tenim present que l'arquitectura és una activitat de síntesi en la qual les dimensions funcionals, estructurals, simbòliques i compositives se solden en una nova entitat que té una magnitud diferent de la simple addició, ens adonarem que la geometria elemental sembla un reflex especular de la multiplicitat arquitectònica. En efecte, també la geometria conté en les seves formes reconeixibles atributs d'ordre funcional, simbòlic i compositiu, pel que no solament ens ajuda a pensar, entendre i formalitzar l'espai, sinó que sobretot facilita la solució integrada del conjunt de problemes heterogenis -o d'una part important d'ells- que

es plantegen en els diferents plans de l'arquitectura. Per tant, les figures geomètriques no són només un repertori de formes belles, sinó un sistema de resolució unitària i flexible de la pluralitat de sol·licitacions arquitectòniques.

Però no tots els patrons geomètrics són capaços d'actuar amb la mateixa eficàcia, d'aquí que els arquitectes hàgim fet una selecció espontània de les formes decantant les que han optimitzat els resultats arquitectònics. El diferent desenvolupament que els cossos platònics han tingut en l'arquitectura és una mostra d'aquesta selecció.

En efecte, dels cinc sòlids platònics -de fet els tres descrits per Pitàgores, el cub, la piràmide i el dodecaedre, i els dos definits per Teetet, l'octàedre i l'icosàedre, als quals cal afegir l'esfera-, el cub i les seves variants,- els paral·lelepípedes regulars- són, amb molta diferència els més usats en la construcció, als quals segueixen les variants de l'esfera, especialment els casquets esfèrics, i a molta distància els cossos piramidals, molt més els de base quadrada que el tetraedre. Si ens és difícil distingir, o fins i tot plantejar, diferències de "bellesa" entre els diversos sòlids, no hi ha dubte que el cub i els prismes ortogonals, tant en la definició de volums com en la delimitació d'espais, afegeixen a la seva claredat formal la seva capacitat de combinar-se o de dividir l'espai sense residus, generant trames regulars, i en conseqüència, la capacitat de facilitar la resolució senzilla de pòrtics ortogonals i la flexibilitat per adequar-se a múltiples disposicions funcionals.

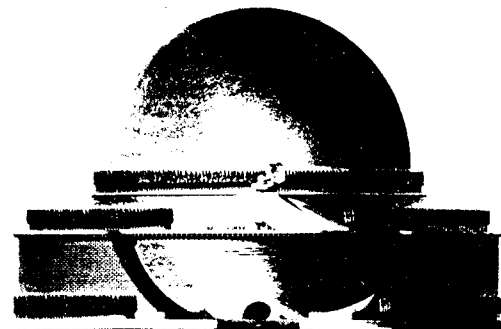
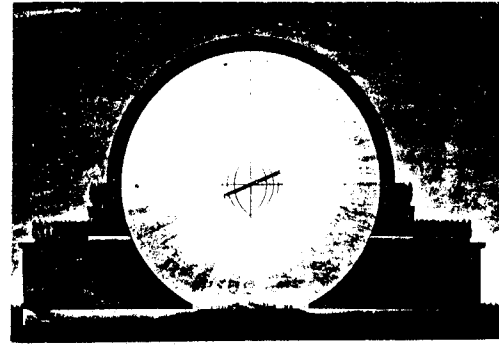
És, per tant, el seu valor sintètic, és a dir, "arquitectònic", allò que l'ha convertit en la figura per excel·lència de l'arquitectura, fàcilment combinable amb els casquets esfèrics i els cilindres que impliquen altres sistemes estructurals, menys habituals, però també factibles amb les tècniques constructives conegudes i compatibles amb els sistemes arquivats. Per altra banda la reducció del cub a la simple sintaxi de plans ortogonals, que és la seva llei més primària, permet un desplegament il·limitat de figures complexes, obertes i flexibles, totes coherents entre sí i construïdes amb economia compositiva, una síntesi d'atributs difícils de trobar en altres eines de projecte.

Els altres cossos platònics estan lluny de posseir aquestes qualitats, d'aquí que en la construcció hagin quedat relegats a pures curiositats

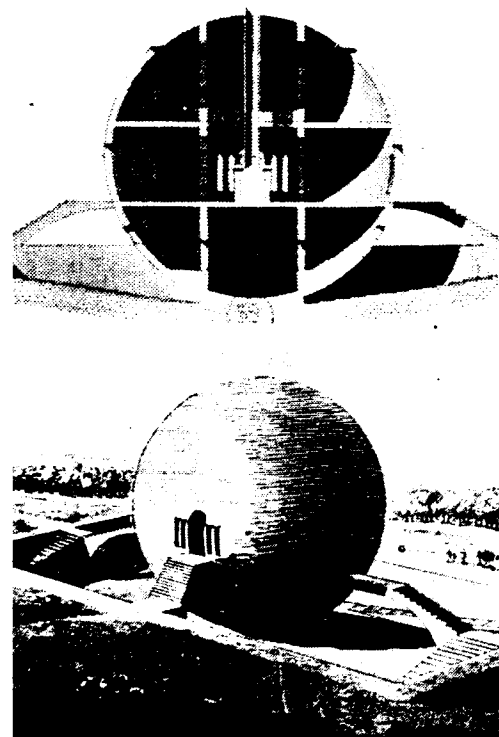
formals. Les formes més pures, autònomes i tancades no admeten les vulneracions necessàries pels ajustaments funcionals i constructius perquè aquestes vulneracions contradeixen la seva mateixa raó formal. En tenim un exemple significatiu en el problema de l'abordatge d'aquestes formes des de l'exterior. Un espai esfèric com el de Boullée en el **Cenotafi de Newton** (42), no és subdivisible, i la seva penetració des de baix és, sens dubte, l'única acceptable si tenim en compte que l'arquitecte va introduir a l'interior una clara directriu vertical en voler mimetitzar la volta celeste. En canvi Ledoux no va ser capaç de manipular aquesta figura quan la va utilitzar al seu **alberg per a guàrdies rurals** (43). Ni l'ús, ni les subdivisions, ni l'accés ni les dimensions sorgeixen d'un bon enteniment de les rigoroses lleis de l'esfera.

Un espai interior cilíndric té també dificultats d'accés, perquè qualsevol forat en una superfície cilíndrica tibada és contradictori amb les vocacions d'aquesta forma. Quan E.G. Asplund es va plantejar el problema a la **Biblioteca Pública d'Estocolm** (44), va trobar la solució òptima: l'accés s'havia de produir per sota el cilindre. La raó formal de la figura es conservava, però a més s'accentuava l'impuls vertical de l'espai que Asplund pretenia quan va alçar considerablement l'altura del tambor -una desproporció inspirada-, i s'introduïa l'efecte sorpresa en el descobriment d'aquest espai singular. En canvi I. Pei no ho aconsegueix abordar la **piràmide del Louvre** quan es limita a fer un trauc rectangular en un dels costats, una solució ben poc subtil comparada amb el delicat tractament de la pell transparent.

Aquesta selecció de les figures geomètriques en funció de la seva flexibilitat funcional, formal i



42

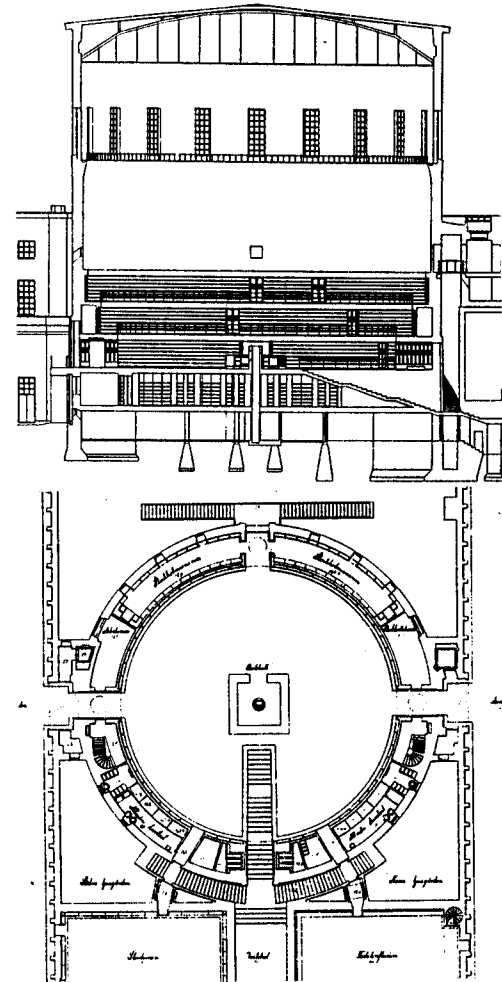


43

constructiva s'ha produït també en els polígons regulars. El pentàgon és una figura que ha fascinat multitud d'artistes i geòmetres per la seva relació amb el número d'or i la proporció d'àurea. Durero, Cardano, Tartaglia i Galileo, per exemple, hi van mostrar un interès especial, però en canvi quasi mai ha estat usada pels arquitectes, molt probablement a causa de la seva rigidesa i dificultat de combinació i desplegament. L'exàgon, si bé de manera limitada, ha tingut més èxit per les seves propietats additives i divisòries i per tant, per la possibilitat de construir xarxes planes obertes i flexibles, més adequades a les complexitats funcionals de l'arquitectura i de la ciutat.

També les corbes reconeixibles que sorgeixen de les seccions còniques han tingut aplicació desigual. Les variants de l'esfera i el cilindre s'han utilitzat, certament, però quasi sempre en casquets esfèrics o voltes de canó compatibles amb la geomatria del quadrat i del rectangle. L'el·lipse ha tingut un ús més secundari, i limitat quasi sempre a les voltes. Les paràboles i les hipèrboles que com les altres corbes ja eren conegudes des del segle III a.C. pel tractat d'Apoloni de Pèrgam pràcticament no han existit en la història de l'arquitectura.

En el cas de la paràbola caldria preguntar-se el per què de la seva mancança en la tradició arquitectònica, ja que precisament els polígons funiculars de força dels arcs de descàrrega tenen forma parabòlica. De fet, però, aquesta virtut que agermana la forma geomètrica amb aspectes estructurals de la construcció no va ser aplicada fins a Gaudí, i només es generalitzarà en l'enginyeria moderna quan es tracta de construir peces singulars, com ponts o estructures de



coberta. També l'enginyeria actual fa ús en casos singulars de corbes complexes com les epicicloides, algunes conegudes ja pels clàssics, la majoria molt usades en la investigació geomètrica dels segles XVII i XVIII perquè servien de models pels nous mètodes de geometria analítica i càlcul diferencial.

Aquest fet és simptomàtic d'un fenomen que s'ha de reconèixer: l'evolució de la geometria com a ciència i l'aplicació de la geometria a l'arquitectura no segueixen camins paral·lels. Ni la revolució de Descartes, o la invenció per Girard Desargues -malgrat ser arquitecte- de la geometria projectiva, ni la formulació transcendental per a la ciència d'una geometria no euclidiana, a començament del XIX, van tenir efectes apreciables en un canvi visible de la geometria aplicada a l'arquitectura.

Fins i tot la geometria més lligada a la percepció no té una correspondència precisa en la concepció de l'espai. Tot i que en l'*Òptica* d'Euclides es descriu el sistema visual de la piràmide amb vèrtex a l'ull, cap geòmetra o artista no va usar aquest teorema per tractar el problema de la representació perspèctica fins que Brunelleschi va idear la intersecció de la piràmide de la visió amb un pla. Però aquesta nova teoria de la perspectiva, que tanta transcendència va tenir en la pintura, no sembla tenir relació directa amb els nous llenguatges arquitectònics del Renaixement. Argan comenta que les distribucions espacials en simetria bilateral i tipologia longitudinal, i les de planta central i simetria radial, responen a dues concepcions de la perspectiva: la "perspectiva artificialis" -les paral·leles que es troben a l'infinit- i la perspectiva "comunis"- la imatge projectada sobre la curvatura òptica-<sup>29</sup>. Però durant el Renaixement s'utilitzen indistintament les dues tipologies, per bé que és més específica la de planta central, de la mateixa manera que en l'arquitectura gòtica i barroca abundarà, sense ser exclusiva, la simetria bilateral que és precisament la que teòricament correspondria a la "perspectiva artificialis" descoberta en el XIV i precisada geomètricament per Brunelleschi.

## L'ORDRE DE LA GEOMETRIA.

Les causes per les quals les configuracions geomètriques simples tenen l'especial poder de seducció i comunicació que els atorguem, no són pas simples, com van mostrant els psicòlegs de la percepció postgestàltics. La natura de la percepció és polièdrica, amb moltes components i reflexos, alguns dels quals intentarem observar més tard. En una primera aproximació ens és suficient preguntar-nos què percebem en observar cossos geomètrics, com un cub o un paral·lelepípede regular. Cal advertir d'entrada que els tipus de sensacions canvien radicalment en funció del punt de vista: si observem des de l'interior d'un espai cúbic notarem una envolvent concavada i, per tant, un espai delimitat que ens produirà una impressió molt diferent de la visió exterior del mateix cub, on l'espai és envolvent i el cub un objecte convex tancat.

Aquestes diferències en la percepció de la convexitat i la concavitat obliguen sovint a modelar els límits dels espais interiors de manera diferent a com ho són les pells exteriors del mateix edifici. L'arquitecte Joseph Watterson va construir en guix una maqueta insòlita: l'espai interior de Sta. Sofia de Constantinopla com un volum massís. "Com a sòlid, és una forma malgirbada i bulbosa, que cap arquitecte sensat hagués concebut mai per la massa de l'edifici"<sup>30</sup>, un volum malformat ben diferent de la visió externa del monument, esplèndida perquè, pensada també des de l'exterior, no té una pell absolutament mimètica respecte de l'interior.

No obstant això, tant si observem des de l'interior una plaça regular de perímetre i façanes quadrades, com si contemplem des de fora un edifici cúbic, notarem, malgrat les deformacions de la perspectiva que la nostra maquinària cerebral s'encarrega de corregir, els paral·lelismes de plans de façana, la identitat de les superfícies, la igualtat de les arestes, l'ortogonalitat dels diedres, i altres entitats geomètriques virtuals com els plans, eixos i centres de simetria. En ambdós casos percebem un conjunt d'elements que no estan aïllats ni són indiferents els uns envers els altres, sinó que es presenten relacionats visualment. És a dir, podem establir en ambdós casos un *sistema de relacions formals*, i en conseqüència aquestes configuracions se'ns presenten com una "estructura formal", o dit genèricament, com un conjunt dotat d'ordre.

Un ordre escassament emocionant si els elements percebuts són pures entitats abstractes, però un ordre que és fa vívid quan copsem aquests elements amb la textura dels materials visibles.

La introducció de la paraula estructura en aquest punt exigeix un mínim comentari terminològic, però per raons de continuïtat discursiva deixarem per més tard aquests aclariments limitant-nos a assumir de moment una definició àmplia i oberta d'estructura com un conjunt constituït per unitats, autònomes o no, relacionades formalment entre sí; una definició que té paral·lels en les múltiples concepcions de la paraula que s'han desenvolupat sobretot en el camp de la lingüística i que tenen en Helmslev la definició més concisa i sintètica: "estructura és una entitat essencialment autònoma de dependències internes"<sup>31</sup>.

En aquest punt és raonable deduir que en realitat l'encís de les formes geomètriques no és sinó un aspecte d'una fascinació més general: la que exerceix l'estructura o ordre formal i que és precisament aquesta atracció per l'ordre la que copsem en l'arquitectura que té les seves bases en la geometria. La deducció pot semblar òbvia, però no per això deixa de ser important. De fet, l'ordre formal visible és una extraordinària excepció en un món fonamentalment entròpic i el sentit de l'ordre i, sobretot, l'adquisició dels instruments capaços de crear-lo, no són ni innats ni palmaris, sinó que requereixen un procés d'aprenentatge i de desenvolupament de la sensibilitat que no és contradictori amb el fet que les teories de la informació i de la psicologia de la percepció ens indiquin la preferència, per part de les sensibilitats més evolucionades, de configuracions on l'ordre és més críptic i menys flagrant.

Les maneres a través de les quals ens fem conscients de les relacions a l'interior d'una estructura formal poden ser diferents. En l'exemple comentat les relacions són d'igualtat, de paral·lelisme, de congruència, i d'ortogonalitat, que són fenòmens innats del nostre sistema perceptiu. Sabem que l'activitat visual depèn a la vegada de fenòmens fisiològics i culturals, i que la visió és una construcció complexa de visions parcials i de caràcter "prognòstic", és a dir, capaç d'extrapolar i de deduir encara que la informació visual sigui fragmentària. Aquesta capacitat ve de l'experiència i és, per tant, adquirida, però desenrotlla una competència innata.



Com tindrem ocasió de comprovar a la segona part, la universal atracció de les configuracions estereomètriques simples deriva del fet que determinades components innates en la percepció, com la consciència de la planeïtat, de la igualtat, de la congruència, del paral·lelisme, fins i tot l'ortogonalitat que és un cas particular d'igualtat, han actuat poderosament en la construcció de les formes de qualsevol època, i impregnen els components culturals a través dels quals la forma abstracta es converteix en arquitectura.

Però la geometria té una altra vessant: és la base d'una manera de veure i tractar amb claredat la realitat externa. Les formes cristal·lines de la geometria amaguen relacions més complexes que les que la percepció directa ens ofereix; la recerca d'aquestes relacions, que és a la base del procés de la geometria com a ciència, es converteix en una manera d'analitzar la realitat, en un mètode deductiu d'investigació del món.

A la bellesa dels cossos matemàtics simples s'hi afegeix l'embrió d'un potent plaer especulatiu lligat al coneixement deductiu. Jeremy Gray ho suggeriria quan, referint-se als orígens de la ciència geomètrica, deia "...de cap manera puc creure que els grecs estiguessin interessats en els seus cercles i triangles per a ells mateixos, per molt fascinats que poguessin ser. Si els teoremes són, com jo suggereixo, part d'un programa que fa que les operacions realitzades amb números siguin intel·ligibles, i en els mètodes dels quals hi ha l'esperança d'explicar les coses, llavors és realment excitant. Planteja la possibilitat d'obtenir un coneixement deductiu del món, coneixement que parteix de premisses innegables i que condueix a descriure la realitat a través d'un procés irrefutable. Llavors podríem conèixer la naturalesa de les coses".<sup>32</sup>

Des d'aquest angle, bellesa i racionalitat segueixen camins entrelaçats, a diferència de moltes conviccions que plantegen precisament una clara contraposició dels dos termes. Gombrich afirma que "va ser Ruskin qui ens va llegar aquesta oposició entre la indòmita exuberància de la vida i la morta perfecció de l'enginyeria" i continua dient que, tot i que la preferència per les línies rectes i les formes regulars és una qüestió de conveniència més que de creativitat, creu "que el contrast entre racionalitat i creativitat és, en el fons, fals".<sup>33</sup>

Tot i això, en un determinat moment el plaer especulatiu del matemàtic i el de l'artista comencen a divergir. La pura satisfacció visual apel·la directament als sentits i l'afany inductiu del matemàtic, a partir d'un determinat llinar, implica un procés d'abstracció incompatible amb el plaer perceptiu.

Luca Pacioli, amic de Leonardo i Bramante, viu en una època en la qual l'art i el coneixement matemàtic es relacionen estretament, i tot i així, quan comença a adjectivar les qualitats de la proporció harmònica - "inefable", "admirable", "inestimable", "suprema"...- i escriu que l'efecte "més excels" consisteix en què "si en un cercle es forma un pentàgon equilàter i en dos angles propers es tracen dues línies rectes des dels extrems dels costats, aquestes necessàriament es divideixen entre sí segons la proporció harmònica"<sup>34</sup>, ens adonem que el plaer del matemàtic ja no és de l'artista.

La natura no exhibeix un desplegament abundant de formes geomètriques. Les formes organitzades perceptibles es limiten al territori dels sers vius, que presenten un sorprenent nivell d'ordre complex, però no geomètric, i a petites illes l'estructura cristal·lina. Els cossos geomètrics perfectes apareixen als nostres sentits com elements insòlits enfront de la natura, més fruit de la creació mental que de la imitació dels fenòmens naturals. Però també la natura ha deixat entreveure ordres secrets traduïbles en números, que han esperonat permanentment la ment.

L'ordre de la geometria no nega l'ordre de la natura, però és d'una altra índole i pertany a un altre univers. "Mentre la resta dels artistes s'escarrassen en tractar la naturalesa, els geòmetres la substitueixen per una naturalesa més o menys estreta de la primera, però la forma i l'ésser de la qual no són, al capdavant, sinó actes de l'esperit", diu Sòcrates en el fals diàleg platònic de Paul Valéry "Eupalinos o l'arquitecte". El constructor parteix de l'ordre de la natura per continuar-lo, perquè "no convé que les masses de marbre romanguin com mortes a la terra forjant una nit sòlida".<sup>35</sup>

## ARTIFICI I NATURA

L'oposició aparent entre geometria i natura no té una traducció immediata en una oposició entre arquitectura i natura. Ja hem observat com alguns arquitectes s'han servit de formes orgàniques que mostren lleis de formació comprensibles. Tindrem també ocasió de veure còm la simetria bilateral dels animals superiors ha estat plagiada en infinitat d'edificis i, més genèricament, còm la metàfora orgànica ha estat un model per a l'arquitectura de molts períodes.

L'arquitectura, per tant, ha tret suggeriments formals tant dels esquemes geomètrics mentals com de les estructures de la biosfera. S'ha trobat així al bell mig de les innumerables teories que han intentat sintetitzar dos termes antitètics i d'entrada irreconciliables com geometria i organisme, número i mimesi, artifici i natura. És lògic que poques vegades els tractadistes hagin aconseguit raonar aquesta síntesi. Vitruvi pràcticament no ho intenta; els arquitectes del Renaixement esgrimeixen, certament, el símil antropomòrfic per l'arquitectura, però sobretot associen natura amb antiguitat clàssica i traslladen la teoria de la mimesi a una mimesi directa d'aquesta arquitectura que s'havia conformat, al seu parer, amb un coneixement molt més exhaustiu de la natura del que ells posseïen. Després es conclou que la naturalesa no pot ser representada per les seves aparences, sempre canviants, sinó per les seves lleis immutables, que intenten trobar en les proporcions del cos, en les harmonies musicals, o en les relacions de determinades sèries numèriques.

La creença en una harmonia còsmica traduïble en números simples o en esquemes geomètrics perdurarà pràcticament fins al segle XVIII, per bé que ja en el segle XVI alguns pensadors heterodoxos, com Girolano Cardano, veuran la natura com una constant interacció entre atzar i necessitat que es reflectirà en la "infinita varietat de les coses i en la irreductible singularitat dels individus i dels fenòmens".<sup>36</sup>

Els punts de contacte natura-geometria es restabliran posteriorment en altres plans. La recerca d'estructures subjacents recurrents que puguin servir de models matemàtics per explicar fenòmens més generals serà una constant en les investigacions científiques del segle XIX. R.J. Haüy

i Ch. S. Weiss ho van fer en cristal·lografia; A.P. de Condolle, Goethe i sobretot A. de Geoffroy ho faran en botànica, i E.H. Hachel en la morfologia animal. Però l'esperit dels investigadors ja ha canviat. Els racionalistes del XVIII i del XIX reemplacen la seva fe en veritats indiscutibles per la fe en les regles i el mètode, un procés que permetrà l'accelerat desenvolupament tècnic i científic modern.

La ciència es fa més fragmentària i aquesta atomització també té conseqüències en les orientacions estètiques que ja no tindran la pretensió de referir-se a postulats universals. Les actituds eclèctiques dels arquitectes del XIX, la seva visió del patrimoni històric de l'arquitectura com a catàleg tipològic, no són alienes a aquesta evolució de la ciència.

Els matemàtics, a partir de Gauss i Poincaré, s'han adonat que les nostres representacions estan ordenades abans que en prenem consciència; els números, igual que les formes estructurades, semblen pertànyer a la vegada al sistema constitutiu de l'univers i al dels nostres esquemes cerebrals de tal manera que, com afirma René Huyghe, sembla existir "un lligam tangible entre els dos dominis de la matèria i de la psique". En el capítol VI comentarem com la moderna psicologia ha demostrat també que les formes i els seus significats no són rebuts com un missatge del món exterior, sinó que són sovint, tot al contrari, formes nascudes en nosaltres i projectades autoritàriament sobre els simples pretextos que ens proposen les nostres sensacions. I les formes geomètriques semblen ser, precisament, les més inherents a la facultat organitzativa pròpia del cervell humà.

Ja H. Poincaré a començaments del XX va veure en el concepte geomètric una convenció de l'esperit. Helmholtz, en canvi, pensava que la geometria no és una projecció del pensament sobre el món, sinó que és desxifrabable en aquest món. Ambdues perspectives són igualment vàlides. "Sens dubte s'ha de veure (en la forma estructurada) un dels lligams més estrets que uneixen les dues realitats tan diferents: aquella, cega, de les coses, i l'altra, lúcida, de la consciència" "així, la geometria en l'esperit i la geometria en la realitat mantenen una espècie de complicitat íntima i acaben per retrobar-se en els seus *écarts* més aparents, com si obeïssin a una fatalitat comuna i participessin d'una misteriosa unitat".<sup>37</sup>

Aquesta convicció sembla comuna als científics contemporanis. Substituint el concepte de geometria pel més general d'ordre, David Bohm comenta: "Intentar atribuir l'ordre només a l'objecte o al subjecte resulta massa limitat. És a ambdós o a cap, i fins i tot a alguna cosa que va més enllà de tot això: un procés dinàmic en què es veuen implicats el subjecte, l'objecte i el cicle percepció-comunicació que els uneix i relaciona".<sup>38</sup>

Aquesta substancial unitat entre l'ordre de la ment i l'ordre extern és un aspecte més de les teories que veuen en els sistemes físics no pas una contraposició entre ordre i caos, sinó un espectre d'ordres de diferent grau. La geometria euclidiana es trobaria en l'extrem dels ordres de grau baix, perceptibles i entenedors, en contraposició a l'amorfia de la natura que sorgiria de la interrelació de molts ordres de grau infinit. La geometria de les fractals, formulada en aquests últims anys per B.B. Mandelbrot, mostra la possibilitat d'establir relacions entre els ordres de baix grau i els de grau infinit. Els seus sistemes es construeixen a partir del concepte de repetició recursiva; serà més apropiat, per tant, parlar-ne en el tercer capítol.

## LES FORCES DE LES FORMES

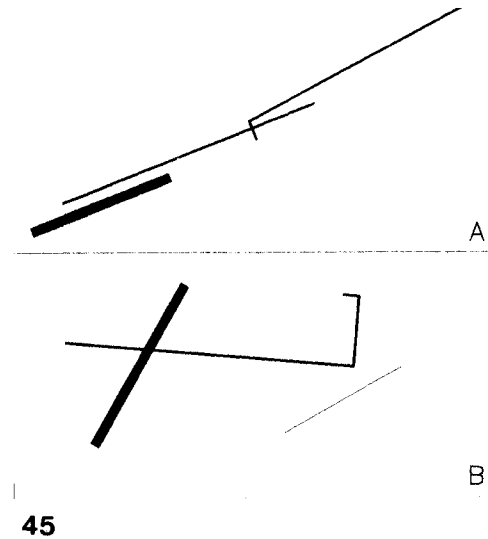
La psicologia moderna ha insistit en el fet que les formes geomètriques -com totes les formes estructurades- tant en l'univers mental com en el físic, han estat concebudes sota l'efecte de certes forces actants que han arribat a un mínim equilibri. Simultàniament, les formes manifesten de manera més o menys explícita aquest camp de forces sota les quals han cristal·litzat. Forma i força constitueixen així una parella dialèctica indissoluble.

En les estructures complexes, com la dels organismes evolucionats, la manifestació de les forces no és clarament unívoca i immediata. En les figures geomètriques simples, en canvi, és possible percebre amb una certa netedat la constel·lació de forces subjacents. Quan aquestes figures s'utilitzen en projectes articulats, el joc d'aquestes forces

permet captar les característiques dinàmiques de l'objecte, característiques que informen més del "comportament" d'aquest objecte que de la seva pròpia forma; Arnheim diu precisament que "les propietats expressives són adverbials, no adjectives" ja que s'apliquen més al funcionament de les coses que a les mateixes coses.<sup>39</sup>

El coneixement de les regles internes segons les quals es disposen els camps de forces és útil per al control dels efectes perceptius de les formes geomètriques. La recta, per exemple, desplega una única línia de força en una directriu del pla. Si aquesta recta parteix d'un origen, la línia de força agafarà un sol sentit dins aquesta directriu. Aquestes característiques elementals del camp de forces imposa ja condicions a la combinació de la recta amb altres elements geomètrics: rectes paral·leles o llargs segments de rectes successives que tenen la mateixa directriu, o que tenen només una petita angulació amb aquesta directriu(45-A), mantindran l'energia que dona la línia de força, en canvi segments de recta relativament semblants en dimensió situats en angles de 90º o propers (45-B) generen línies de força que es neutralitzen i la forma resultant haurà de buscar el seu poder visual en el desplegament d'altres elements geomètrics.

Una altra conseqüència de les forces internes de la recta és la seva difícil compatibilitat amb un centre. Entre centre i línia hi ha una tal contradicció de camps de forces que el resultat de la seva sobreposició (45-C) és un conjunt sense vigor, al marge de la seva antiguitat formal que podria resultar incitant. La compatibilitat entre la recta i el focus és possible a través d'una sintaxi més elaborada, per exemple, a través d'un cert desplegament del centre

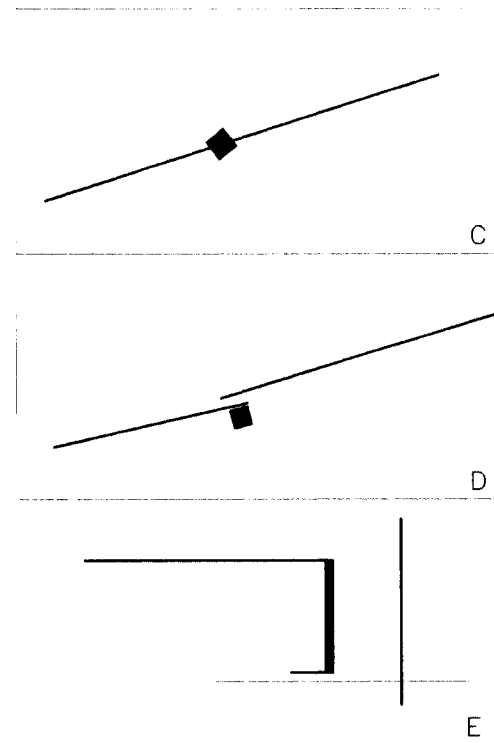


respecte de la recta (45-D) per no anul·lar l'energia de la linealitat, i simultàniament, un trencament lleuger de la recta per denotar la presència del centre que no redueixi, però, la força de la directriu.

Les combinacions més habituals són les rectes perpendiculars (45-E). L'articulació respon així a una forta llei estructurant, la de l'ortogonalitat, que té també els atributs de la flexibilitat i l'economia compositiva ja comentats. Però, malgrat la forta estructuració de la retícula, el camp de forces és dèbil i homogeni a causa de la neutralització de les directrius. No hi ha, per tant, proporcionalitat entre grau d'estructuració i intensitat del camp de forces, però també és cert que aquesta intensitat requereix una mínima coherència formal, ja que la disgregació tendeix també a contrarestar les línies d'energia.

Les corbes de gran radi expressen una tensió que no tenen les curvatures pronunciades perquè el seu lleuger desplaçament respecte de la recta manifesta la força que ha obligat a curvar-se, i a l'ensem la "resistència" a aquesta força que la mateixa recta ha presentat. Les corbes contenen ja directrius virtuals, perceptibles encara que no constitueixen imatges retinianes, que són les radials de la corba (45-F), línies a través de les quals es manifesta l'equilibri entre les forces centrífugues i centrípetes de la forma. Des del punt de vista perceptiu no és imprescindible que les radials siguin matemàticament rectes que passen pel centre de curvatura. Les rectes poden convergir en un centre desplaçat (45-G) sense perdre la coherència formal, i aquest fet dota la forma d'una certa tensió dinàmica.

Les tangents expressen també línies de força de

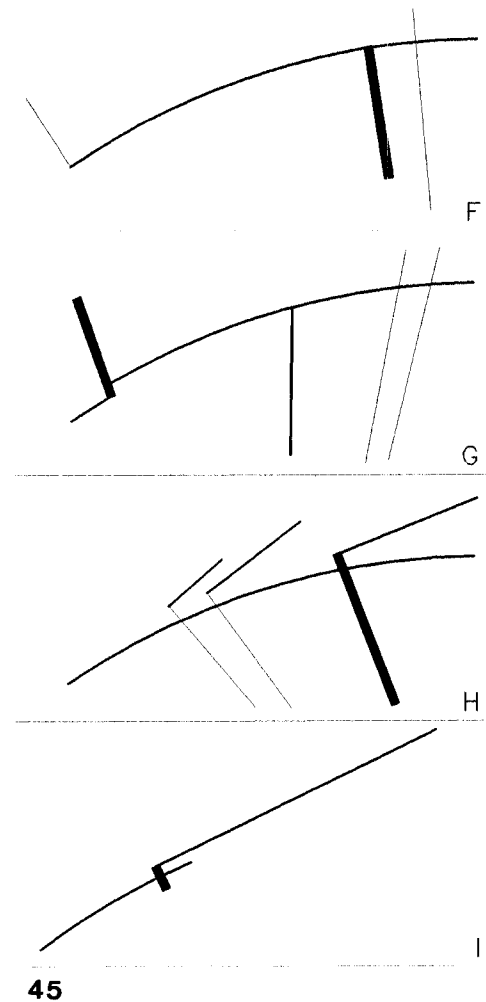


45

la corba; com en el cas anterior, però, una petita angulació de la línia respecte de la corba no destrueix aquesta força. Diverses rectes equiangulars en relació a la corba (45-H) seran coherents entre elles i amb l'esmentada corba directriu. Tot i això el punt de contacte és conflictiu, ja que la mateixa continuïtat de la línia no permet veure amb precisió el punt de transició entre corba i recta, i per tant apareix un petit segment que té una certa indefinició formal. Separar lleugerament les dues entitats geomètriques o articular-les a través d'un curt segment transversal (45-I) són maneres de clarificar les dues formes sense perdre organització ni energia.

Les combinacions més elementals i estructurades de segments rectilinis per formar figures tancades són els triangles i els quadrats. En un triangle el grau d'estructuració es fa lògicament més gran si és entenedora la llei de combinació dels segments. Els triangles equilàters i isòsceles presenten entitats virtuals -eixos de simetria i centre (45-J)- que desapareixen en els triangles irregulars, en els quals no és perceptible tampoc la llei matemàtica de la suma constant dels angles interiors en la geometria euclidiana. El triangle equilàter té un camp de forces estàtic i nuclear, que es fa lleugerament més dinàmic en els altres triangles, per bé que l'energia dinàmica és quasi sempre escassa ja que queda limitada pel caràcter tancat de la figura.

La força perceptiva de l'angle recte atorga una entitat especial als triangles rectangles, que poden també ser isòsceles. El més conegut però, és el que manté una relació de costats de 3, 4 i 5, ja que a la claredat geomètrica de la figura s'hi afegeix la curiosa relació de números enters



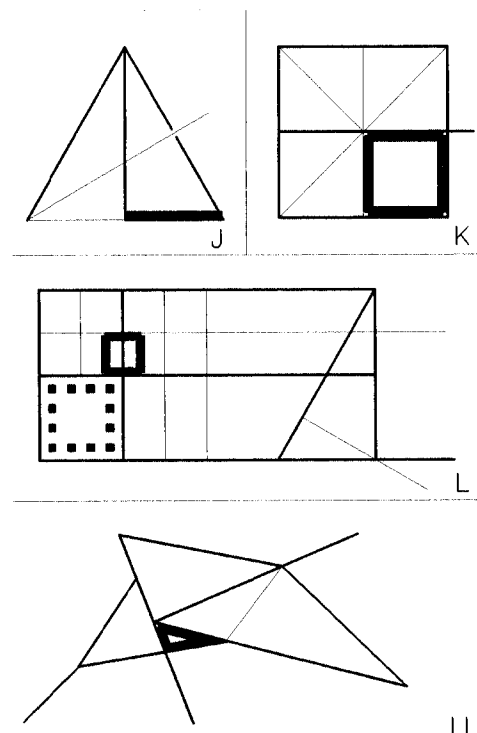


simples en sèrie aritmètica, molt útil precisament per construir l'angle recte, però probablement d'escassa importància perceptiva.

El patró de l'angle recte amb la igualtat de costats són els factors que atorguen al quadrat la seva extraordinària força (45-K). Les correspondències de segments, angles i simetries es semblant a la del triangle equilàter, però el fet que els angles siguin tots rectes és el que li dona un grau superior d'estructuració. També en aquest cas la centralitat és intensa, si bé cal matisar que la figura desplaça línies de força al llarg dels quatre eixos de simetria i centres secundaris en els punts mitjos dels costats.

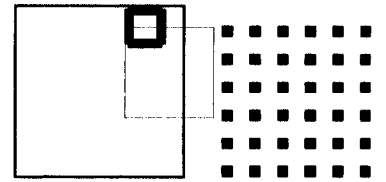
Tant els triangles equilàters i isòsceles com els quadrats tenen la particularitat de combinar-se fàcilment formant xarxes planes (45-S,L), és a dir, dividint l'espai de dues dimensions sense residus. Les malles més regulars sorgeixen de combinar figures iguals, però és possible configurar malles més complexes amb figures de diferent tamany. Les malles regulars són isòtropes, i per tant tenen un camp de forces dèbil; les malles irregulars, tot i tendir també a la isotropia, admeten "cristal·litzacions" o punts més densos de la malla on el camp de forces es fa més intens (45-L).

Les combinacions de triangles escalens requereixen formes específiques en cada punt per formar malles. Les directrius d'aquesta malla no responen a lleis geomètriques evidents, i el conjunt té menor grau d'estructuració, i en canvi major nivell de complexitat i imprevisibilitat. Com en els casos anteriors, el camp de forces sol tendir a l'homogeneïtat, però admet emergències (45-LL).

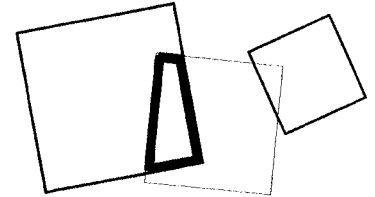


45

Les combinacions de triangles o de quadrats que no tenen l'objectiu de formar malles es poden produir per inscripció d'una figura en l'altra, o per intersecció d'ambdues. Si les figures tenen les mateixes directrius, la regla combinatòria és evident i els conjunts resultants continuen tenint un alt grau d'estructuració, amb l'aparició de figures complementàries compatibles: rombes en el cas dels triangles i rectangles en la conjunció de quadrats (45-M).



M



N

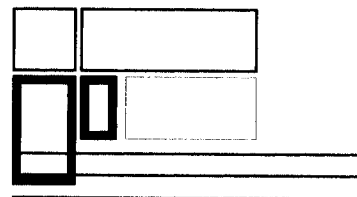
45

Quan les interseccions o inscripcions són de figures que no tenen les mateixes directrius a l'espai les relacions entre elles es debiliten, ja que no responen a una llei combinatòria d'ordre superior. El grau d'estructuració del conjunt és més baix, car es limita a la percepció de dues figures que "ressonen" entre sí per semblança, i en conseqüència és més alta l'autonomia i integritat de cada forma. Les interseccions produeixen nous triangles, però més sovint apareixen trapezis irregulars (45-N), formes de reduïda organització i poca energia donat que tenen lleis de formació contradictòries i línies de força que es neutralitzen.

La compatibilitat entre quadrats i triangles rectangles és més forçada, però viable, especialment entre quadrats i triangles rectangles (45-L). Les possibilitats combinatòries són molt obertes, i solen generar trames discontinües. Probablement les que interessen més són les que tenen una directriu o una parella de directrius dominants que vertebrin amb més força l'agregat. Les directrius contradictòries amb les dominants introdueixen factors de complexitat sense debilitar el camp de forces de l'entramat principal.

El rectangle desplega una considerable quantitat de possibilitats formals. Manté un alt grau d'estructuració compatible amb una notable flexibilitat. No té el rigor absolut ni el caràcter perfectament estàtic del quadrat, i perd, en conseqüència les connotacions que van lligades a aquests atributs, però en canvi adquireix un cert dinamisme, i sobretot admet múltiples proporcions i potencialitats sintàctiques (45-0). Un dels temes recurrents de la teoria harmònica i de la psicologia de la percepció s'ha referit a la relació entre les dues dimensions del rectangle. Efectivament, determinades relacions numèriques dels costats poden convertir-se en matèria perceptible, i és raonable i comprovat que som capaços de veure la relació 1:2 i 2:3 que atorguen al rectangle un grau d'organització més elevat que les relacions imprecises a la visió. Més difícil és ja captar la relació 1:3 i successives. Alguns psicòlegs han insistit en l'elevat grau "d'agradabilitat" de la proporció harmònica 1:1,618, i altres en les proporcions dels números irracionals més elementals  $1\sqrt{2}$ ,  $1\sqrt{3}$ . Tals experiments són però discutibles. És fàcil, per exemple, confondre les proporcions  $1\sqrt{2}$ , 2:3 i 1:0. En tot cas, les virtuts d'aquestes proporcions irracionals es troben més en les possibilitats que generen les combinacions i subdivisions que en les relacions perceptibles.

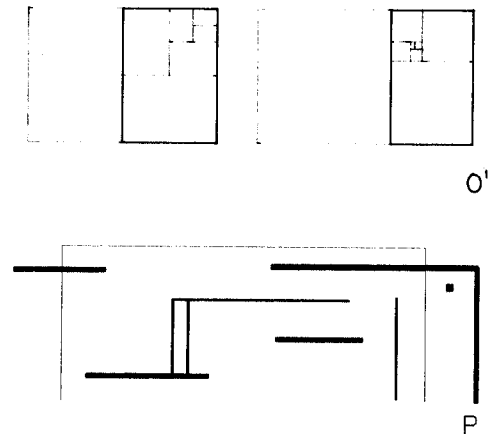
Aquest fenomen ens obliga a precisar més què entenem per nivell d'estructuració d'una forma. Les figures geomètriques simples tenen unes lleis matemàtiques de formació que són també perceptibles. Ja observàvem, però, que en la simple conjunció d'un feix de rectes amb una corba es podien seguir les radials -la percepció de l'estructura equivaldria a la percepció d'entitats matemàtiques-, o es podia seguir un



feix de línies convergents en un punt no coincident amb el centre de curvatura  $i$ , en aquest cas, la percepció ens continuava donant un conjunt fortament cohesionat sense haver-hi una regla matemàtica simple que hi donés suport. Les lleis a través de les quals entenem l'estructura d'una forma no són necessàriament coincidents amb les lleis geomètriques d'aquesta forma, perquè la percepció fa una selecció de les regles matemàtiques més visibles i incorpora, a més, regles analògiques que no tenen exactitud geomètrica.

Aquesta lleugera divergència és la que explica que determinades relacions, com la del número  $\emptyset$ , o la dels números irracionals més simples dotin, per exemple, un rectangle d'un nivell d'estructuració matemàtica que no té correspondència amb la percepció d'una forma igualment estructurada. Tot i això, els atributs matemàtics no directament visibles es manifesten sovint en altres aspectes. El rectangle  $1:\emptyset$  (45-0'2), per exemple, presenta propietats agregatives que descriurem en el capítol V, i que van relacionades amb les sèries de Fibonacci i amb l'espiral logarítmica de mòdul  $\emptyset$ . La relació  $1:\sqrt{2}$  (45-0'1) té la virtut semblant de possibilitar la divisió successiva del rectangle en dos que mantenen la mateixa relació. Aquesta homotècia és la que s'ha utilitzat precisament en les conegudes mesures DIN-A.

El principi sintàctic elemental de l'ortogonalitat de segments aplicat a la formació de figures obertes desplega un extens grup de formes coherents entre sí que tenen les qualitats de la flexibilitat i de la complexitat obtinguda a partir d'una regla econòmica (45-P). En efecte, els segments incomplets es prolonguen visualment

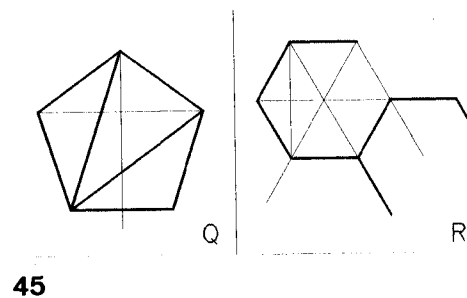


45

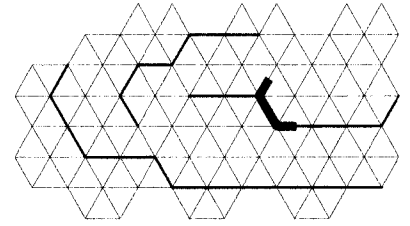
tancant rectangles o quadrats virtuals que poden interseccar-se produint conjunts de considerable riquesa. Les directrius tallades en angle recte asseguruen una forta estructuració encara que els segments rectilinis no contactin. La intensitat del camp de forces dependrà, però, d'altres factors, com la presència d'un focus o d'una directrius dominant.

El pentàgon regular construïble a partir del número d'or (45-Q), és l'altra forma que, tot i les seves complexes virtuts geomètriques que el van convertir en el símbol secret de les sectes pitagòriques, no té equivalents atributs perceptius. La seva regularitat i centralitat són perfectament visibles, però els angles no són perceptiblement rellevants. El pentàgon presenta una considerable dificultat d'establir relacions amb altres pentàgons i amb altres figures geomètriques. No és possible per exemple, formar malles planes amb pentàgons, en canvi és la figura que construeix el dodecaedre regular. Això li atorga un hermetisme i una rigidesa més semblant a la del cercle que a la dels triangles o quadrats. És una forma única amb vocació misantròpica, una entitat geomètrica d'una rara singularitat, saturada de relacions matemàtiques que tenen, però, escassa traducció perceptiva.

L'exàgon regular és una figura menys enigmàtica. Com les altres formes que s'han associat a la matèria inert, és capaç de formar malles planes i admet la subdivisió en triangles equilàters (45-R). Les malles exagonals tenen una certa rigidesa per la manca de continuïtat lineal de les directrius - un fet que les diferencia de les malles triangulars, quadrades o rectangulars- però la subdivisió en triangles indueix una segona trama compatible amb l'exagonal que possibilita la



formació de múltiples figures, regulars o irregulars, perfectament conciliables perquè estan construïdes sobre el mateix angle. La combinació de segments diferents que segueixen les directrius d'aquestes malles per conformar figures obertes (45-S) desclou un ventall encara més ample de formes coherents perquè tenen el mateix principi estructural. No arriben, però, a l'elasticitat i la facilitat combinatòria de les figures obertes de base orthogonal perquè l'angle de  $60^\circ$  o  $120^\circ$  és més inflexible i imprimeix major rigidesa a l'estructura.



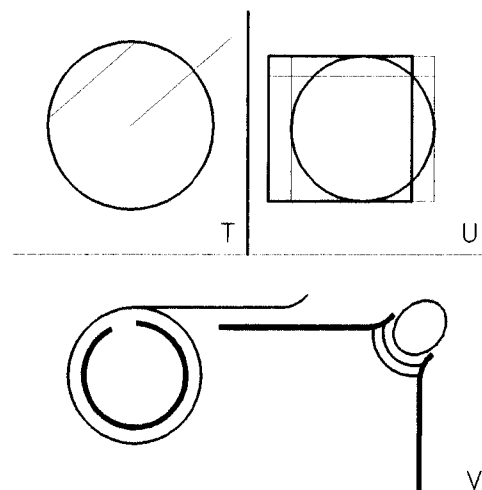
45

S

Aquestes figures obertes de base orthogonal o exagonal ens indueixen cap a altres grups formals caracteritzats per un afebliment de les regles sintàctiques dels elements primaris o per la introducció de criteris estructurants sorgits de geometries més complexes. Les potencialitats que s'obren creixen en progressió geomètrica, fins i tot partint d'entitats elementals, com els segments rectilinis. Per exemple, la simple regla de connectar segments segons angles =  $90^\circ$  en figures obertes (45-X) dóna una formidable profusió de formes lliures, difícilment definibles en termes matemàtics, però perfectament coherents en termes visuals, encara que emancipades ja del rigor de la geometria més coneguda. La flexibilitat arriba a cotes insospitades, i facilita la densificació del camp de forces en determinats focus o directrius. Són formes que participen d'una geometria de la complexitat que serà objecte de comentaris posteriors.

El cercle és l'expressió més econòmica i poderosa de la idea de centre. Presenta, per tant, incompatibilitats estructurals amb les rectes dominants, que fan cristal·litzar les forces al

llarg d'una línia, i amb les malles regulars que es caracteritzen precisament per l'homogeneïtat del camp de forces. La dificultat d'establir il·lacions entre cercles que no siguin concèntrics és també una conseqüència d'aquest "poder del centre" que té la seva expressió en la figura geomètrica més hermètica (45-T). Però tot i això no és una forma del tot impenetrable. Ja hem vist que el cercle accepta les radials i les tangents i és possible també combinar-lo amb altres cercles i còniques (45-V), per bé que el caràcter emfàtic de cada forma connota un abús expressiu que té el seu origen en la seva exclusivitat.



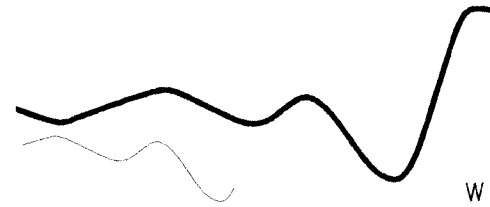
45

El cercle també és compatible amb els polígons regulars que es caracteritzen per la seva centralitat. La inscripció d'un cercle en un quadrat o un exàgon és un tema acadèmic de la composició que, tot i així, requereix la resolució de problemes delicats, com els triangles de transició amb un costat curvat (45-U), figures d'escassa claredat formal, generalment vistes com residus. La inscripció, doncs, conserva l'energia del camp central de forces, però presenta conflictes estructurals que cal resoldre.

La deformació regular del cercle en una elipse expressa aquesta "tensió de deformació". Implica l'afebliment del centre i l'aparició de radials privilegiades -els dos eixos- que estableixen i ancoren la figura. El dinamisme de l'eix major depèn del grau de deformació, però és en general escàs perquè el camp lineal de forces entra en conflicte amb el caràcter tancat de la forma.

Les deformacions irregulars del cercle que no esclafen la figura poden tenir la virtut de flexibilitzar la forma i dotar-la de tensió sense perdre una mínima centralitat. L'estructuració pot

mantenir-se a nivells perceptibles si els components geomètrics de la forma resulten discernibles, com en el cas d'una figura formada per pocs arcs de cercle tangents de diferents radis que, si es vol tancar amb la mateixa sintaxi de la tangent, requereix el recurs d'un segment rectilini complementari. La profusió d'arcs de curvatura diferents i la inserció sovintejada de segments rectilinis, tot i conservant la llei de la tangència, tenen el perill de generar formes complicades sense ser complexes, és a dir, amb baix nivell d'estructuració i escassa energia.



45

La claredat formal i la complexitat podrà créixer quan la figura s'obre. Aquest procediment la fa més dúctil i més compatible amb altres figures. El difícil encaix entre recta i centre, per exemple, és més intel·ligible si el centre ve representat per un cercle obert, amb una deformació que faci més fluïda la transició a la recta.

Dins les corbes regulars les altres còniques - paràboles i hipèrboles- tenen una geometria menys entenedora a la visió perquè és difícilment comprensible la llei que genera la curvatura, malgrat tenir una clara formulació matemàtica. Els eixos són, en canvi, nítids, i també és vigorosa la seva tensió dinàmica.

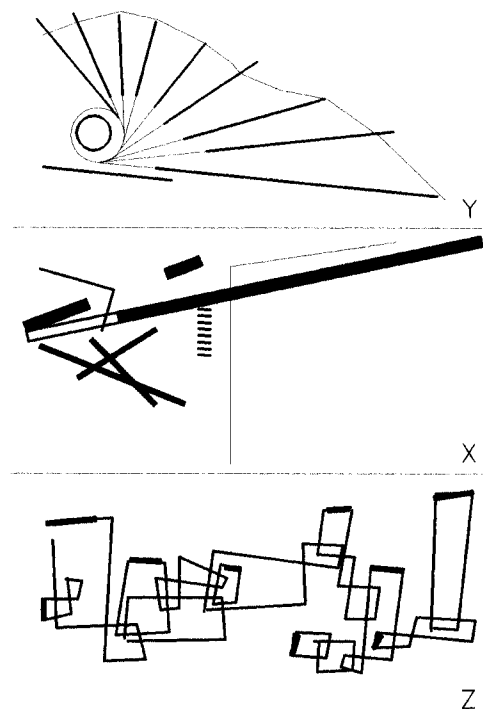
Altres corbes regulars, com les sinusoides, les clotoides, les espirals aritmètiques, i especialment les espirals logarítmiques que tant s'han relacionat amb la geometria dels organismes vius, formen una família d'un alt nivell de complexitat estructural i perceptiva que tractarem posteriorment. Hi caldrà afegir també les corbes irregulars quasi impossibles de definir matemàticament, però que poden respondre a patrons perceptius comprensibles. A tall



d'exemple podríem citar la línia sinuosa irregular del "cop de fuet" (45-W). A cada concavitat hi succeeix una convexitat, és a dir, està formada per curvatures que canvien alternativament de polaritat, encara que l'amplitud de l'ona i la curvatura de cada meandre siguin sempre diferents. La línia, malgrat la seva escassa estructuració, expressa amb potència les tensions de la deformació si les curvatures són prou suaus per manifestar la resistència que la línia ha presentat a aquesta deformació.

En realitat aquests grups formals -tant els basats en les corbes com els comentats anteriorment formats per segments rectilinis (45-X,Y,Z)-, caracteritzats per un afebliment de les lleis geomètriques més rígides, però que es veuen amb una coherència formal notable, poden entendre's, des de les teories de l'ordre generatiu que comentarem posteriorment, com figures d'un grau elevat d'ordre. Les figures geomètriques elementals requereixen, per definir-se, escassos fragments d'informació. Si entenem aquestes figures com conjunts de "diferències semblants", en la formació d'un quadrat, per exemple, és suficient conèixer la longitud d'un segment, la posició d'origen del segon segment que s'agrega al primer, i l'angle que hi forma. Una espiral feta de segments requeriria un grau més d'informació -la relació constant de longituds entre dos segments successius-.

Aquests altres grups formals respondrien a ordres més refinats. Seguint amb el mateix exemple, el criteri d'agregació podria canviar de segment en segment segons una pauta més general o segons una alternança de pautes basada encara en una llei més general i així successivament. En aquests casos, la visió sembla



capaç de copsar un ordre implícit que és quasi impossible de descriure matemàticament.

En tots aquests comentaris s'ha fet una forta simplificació de la multiplicitat de factors que configuren la nostra visió. Les formes geomètriques que són mecanismes de composició arquitectònica no es presenten en abstracte, sinó encarnades a través de matèries, textures, colors que tenen una forta evidència perceptiva capaç d'imposar-se a vegades a les figures geomètriques immaterials. La forma encarnada arrossega a més connotacions culturals que poden ser prou vehements com per abolir o soterrar tant l'enteniment de les relacions estructurals com les del camp de forces. Cal preguntar-se, doncs, si és correcta una tal reducció. La pròpia experiència ens fa pensar que el caràcter plural de la percepció i el fet que actui sintèticament no implica necessàriament la impossibilitat d'una anàlisi autònoma d'uns definits trets formals que apel·len un determinat pla de la percepció, sempre que, naturalment, siguem conscients que aquest pla interactua amb els altres nivells de l'esquema perceptiu i, per tant, no és possible avaluar la forma física exclusivament a través d'un sol nivell.

Una vegada conscients, doncs, del seu caràcter limitat, creiem justificable l'exercici realitzat en aquests comentaris. Menys justificable sembla, però, l'exclusió d'un factor perceptiu innat i ineluctable com és la consciència de la verticalitat i l'horitzontalitat que actua en el mateix nivell en què es perceben les forces i l'estructura. Les figures vistes en un pla vertical poden canviar els seus atributs si el pla és horitzontal. En el pla vertical, per exemple, un quadrat té diferent grau d'estructuració si les seves directrius encaixen amb els eixos de referència i adquireix més tensió si aquestes directrius s'aparten lleugerament de la plomada. Les propietats estàtiques d'aquestes coordenades ens fan veure de manera molt diferent una paràbola amb l'eix horitzontal o amb l'eix vertical i això fins i tot al marge dels diferents problemes estàtic-constructius que les imatges poden suggerir. És, per tant, necessari relativitzar l'abast de les categories emprades i de les propietats atribuïdes.

## NOTES CAP. I

- 1 PLATÓ. *Philebus 51-c* Penguin Books Ltd. Harmonds Worth, England 1982.
- 2 LE CORBUSIER. *Hacia una arquitectura*. Ed. Poseidon, Barcelona 1977.
- 3 ROWE, C. *Dimensiones de la Arquitectura*. Ed. G.Gili, Barcelona, 1978.
- 4 VASARI, G. *Le vite de' più eccellenti pittori, scultori e architettori*. Vol.I. Salani Ed. Vicenza 1963.
- 5 ARISTÓTELES. *La Política, Libro IV: Teoría general de la ciudad perfecta*. Ed. Espasa Calpe, Madrid 1978.
- 6 IVINS JR. *Art & geometry. A Study in Space Intuitions*, Dover Publications inc. New York 1946.
- 7 BOULLÉE, E.L. *Arquitectura. Ensayo sobre el arte*. Ed. G. Gili, Barcelona 1985.
- 8 GHYKA, M.C. *El número de oro. II: Los ritos*. Ed. Poseidon, Buenos Aires 1968.
- 9 RZIHA, F. *Studien über Steinmetz-Zeichen*. Viena 1883
- 10 WITTKOWER, R. *Principi architettonici nell'età dell'umanesimo*. Einaudi Ed. Torino 1964.
- 11 SICA, P. *La imagen de la ciudad de Esparta a Las Vegas*. Ed. G. Gili, Barcelona 1977.
- 12 GARCIA I BELLIDO, A. *Urbanística de las grandes ciudades del mundo antiguo*, C.S.I.C., Madrid 1966.
- 13 DURAND, J.L.N. *Compendio de Lecciones de Arquitectura. Parte Gráfica de los Cursos de Arquitectura*. Ed. Pronaos, Madrid 1981.
- 14 BRU, E. *Sis idees de l'ordre*. Tesi doctoral. Barcelona 1987.
- 15 LE CORBUSIER. *Tres advertencias a los señores arquitectos, a Hacia una arquitectura*. Op. cit.
- 16 LE CORBUSIER. *La ciudad del futuro*, Ed. Infinito. Buenos Aires 1962.
- 17 QUARONI, L. *Progettare un edificio*. Marzota Ed., Milano 1977.
- 18 LE CORBUSIER. *La ciudad del futuro*, Op. cit.
- 19 SERRES, M. *El paso del nordeste*. Ed. Debate, Madrid 1991.
- 20 QUARONI, L. *Progettare un edificio*. Op. cit.
- 21 LE CORBUSIER. *La ciudad del futuro*. Op. cit.

- 22 STONOROV I BOESIGER. Citats a E. KAUFMANN, *De Ledoux a Le Corbusier. Origen y desarrollo de la arquitectura autónoma*. Ed. G. Gili, Barcelona 1982
- 23 DAMISCH, H. *Ledoux con Kant*. Pròleg a E. KAUFMANN *De Ledoux a Le Corbusier*. Op.cit.
- 24 HUYGHE, R. *Formes et forces. De l'atome à Rembrandt*. Flammarion, París 1971
- 25 ARNHEIM, R. *El poder del centro*. Alianza Ed., Madrid 1984.
- 26 HUYGHE, R. *Formes et forces. De l'atome a Rembrandt*. Op. cit.
- 27 RIEGL, A. *Problemas de estilo*. Ed. G. Gili, Barcelona 1980.
- 28 LE CORBUSIER. *La ciudad del futuro*. Op. cit.
- 29 ARGAN, G.C. *El concepto del espacio arquitectónico desde el Barroco a nuestros días*. Ed. Nueva Visión, Buenos Aires 1973.
- 30 WATTERSON, J. *Inside and Outside in Architecture: A Symposium*. a *Journal Aesth. Art Crit.* Vol 25, 1966
- 31 HJEMSLEV. *Rev. Acta linguística IV*, fase 3.
- 32 GRAY, J. *Ideas de espacio*. Biblioteca Mondadori, Madrid 1992.
- 33 GOMBRICH, E. *El sentido del orden*. Ed. G. Gili, Barcelona 1980.
- 34 PACIOLI, L. *La divina proporción*. Akal, Madrid 1987.
- 35 VALÉRY, P. *Eupalinos o l'arquitecte*. Quaderns Crema, Barcelona 1982.
- 36 CARDANO, G. Citat a CALVINO, I. *Por qué leer los clásicos*. Tusquets Ed. Barcelona 1992.
- 37 HUYGHE, R. *Formes et forces. De l'atome à Rembrandt*. Op. cit.
- 38 BOHM, D. & PEAT, D. *Ciencia, orden y creatividad. Las raíces creativas de la ciencia y la vida*. Ed. Kairós, Barcelona 1988.
- 39 ARNHEIM, R. *De la función a la expresión a Hacia una psicología del arte*. Alianza Ed. Madrid 1980.