

SIMETRIES



Miquel Àngel Cuevas-Diarte
Melisa Pesoa Marcilla
Estanislao Roca Blanch

ÍNDEX

11	<i>Simetries inadvertides</i> , per Lluís Permanyer
15	INTRODUCCIÓ
17	SIMETRIES
37	LA SIMETRIA COM A EINA PER A CONSTRUIR LA CIUTAT
37	Simetria, ordre i bellesa
40	Geometria i simetria com a suport del traçat de les ciutats
56	Construint la Barcelona moderna: el Pla Cerdà
63	Altres propostes d'eixample per a Barcelona no executades
67	La construcció de l'Eixample de Cerdà
71	Façanes: la cara dels edificis
84	L'ús de la simetria en l'arquitectura contemporània de Barcelona
91	EL PROJECTE URBÀ DE L'ESPAI PÚBLIC DE LA CIUTAT
111	CONJUNTS EMBLEMÀTICS
111	Barcelona d'exposició
117	Barcelona i la Universitat
122	L'Hospital de la Santa Creu i Sant Pau
129	La renovació escolar de la Mancomunitat
133	El menjar de Barcelona
137	BARCELONA EN DETALL
137	Panots: la geometria arran de terra
144	L'aigua per a beure
151	Els llums de Barcelona
159	Elements decoratius
173	Epíleg
177	Agraïments
179	Bibliografia

SIMETRIES INADVERTIDES

Barcelona, la Barcelona moderna, la Barcelona generada per Cerdà, va ser la que de debò va imposar i generar simetria. Si la Barceloneta havia estat fruit d'un projecte de l'enginyer militar Juan Martín Cermeño durant la Il·lustració, la idea que originà l'eix Ferran, Jaume I i Princesa havia estat fruit de l'estratègia militar napoleònica, que va voler unir per una via ràpida la Ciutadella amb les casernes de la Rambla. Cap de les dues va influir en la mentalitat barcelonina. Sí que ho va fer, en canvi, l'Eixample d'Ildefons Cerdà. Si hagués estat fruit de la simple còpia d'un campament romà, no hauria pas exercit cap mena d'influència. El fet que el genial urbanista cerqués tot un seguit d'objectius complexos, com ara la conquesta de l'igualitarisme per oferir a rics i pobres les mateixes condicions objectives per viure-hi, tingué lògicament conseqüències sociològiques. La idea es fonamentava en una certa simetria (perfecta en la idea creativa, imperfecta en la realitat per motius aliens i que ara no fan al cas) desenvolupada a partir del mòdul de la mançana i la seva circumstància: voreres de cinc metres, calçada de deu metres i un espai interior lliure per destinar a jardí o bé a hort. L'Eixample ha impartit ordre constructiu i ha propiciat ordre ciutadà, la qual cosa ha brindat millors condicions de vida que a Ciutat Vella, el propòsit essencial de Cerdà.

Així, doncs, trobo lògic, estimulant i sorprenent el fet d'analitzar les simetries de Barcelona. Malgrat que s'ha escrit molt sobre la nostra ciutat, constitueixen un repte ben original i una novetat. El lector descobrirà una realitat molt present en el paisatge urbà, però

en la qual no s'havia fixat mai. I reconec que la conclusió que se'n desprèn resulta força provocadora: fa reflexionar i treure'n deduccions. Em sembla un encert que aquest estudi comenci per la panoràmica i acabi en els detalls.

Un Eixample construït entre mitgeres ha propiciat que l'estructura bàsica de l'arquitectura tradicional s'hagi desenvolupat a còpia d'una certa simetria. És un ritme que afavoreix la seguretat estètica (externa) i que facilita les condicions de vida (internes). Hi ha més simetria en l'arquitectura i l'artesanía i en el mobiliari urbà i el paviment. El punt de ruptura l'aporta l'escultura, en representar l'ésser humà o en haver d'incorporar informació. Només un exemple: el monument a la República, al Cinc d'Oros, era asimètric amb l'escultura modelada per Viladomat i el medalló dedicat a Pi i Margall; ara, el Llapis exhibeix una simetria que només trenca de forma secundària, gairebé imperceptible, l'escut constitucional.

Puig i Cadafalch sembla menys inclinat a emprar la simetria a l'hora de posar-se a projectar edificis. A les façanes de les cases Amatller i Macaya descentra l'entrada principal de forma gratuïta. Potser per aquesta tendència soluciona amb molta categoria creativa el gran repte de la casa de les Punxes, una originalitat a quatre vents, malgrat que reparteix sense simetria però en pla d'igualtat la gran finca entre les tres filles i futures propietàries.

Sorpren que Lluís Domènech i Montaner projectés un concepte urbanístic fonamentat en la simetria per organitzar el món particular de l'Hospital de Sant Pau i que, en canvi, orientés el conjunt amb una alineació que pretén anar contra la trama Cerdà. Ell i Puig detestaven l'Eixample de Cerdà per raons polítiques, i el combatien tant com podien.

Gaudí era un cas a part. Rebutjava la simetria perquè considerava que abocava a la repetició i raonava que no era present al paisatge ofert per la natura, incloent-hi l'ésser humà. I en voler anar més enllà de l'arquitectura per poder convertir les seves construccions

en veritables escultures, defugia amb naturalitat espontània la simetria a la casa Batlló i sobretot a la Milà, com també, de forma menys aparent, a l'hora de crear fanals.

És curiosa l'asimetria provocada pel departament de vendes de Núñez i Navarro. Als anys seixanta l'empresa es va sentir atreta per construir als xamfrans. I un bon dia van començar a sorgir unes solucions constructives que trencaven la simetria —i el bon gust— amb uns conjunts angulars regulars i basats en l'angle de 90 graus. S'havien adonat que els pisos amb habitacions que donaven al xamfrà tradicional costaven molt més de vendre perquè el mobiliari corrent no hi encaixava, pel fet que contenien angles que no eren rectes i murs inclinats. Llavors, altres immobiliàries els van imitar.

Sospito que molta simetria que ens descobreix aquest llibre tan suggestiu era deguda a la necessitat d'anar fent una ciutat cada vegada més ordenada, entenedora, pràctica, senzilla, que ajudés a orientar-se, i la simetria és una companyia útil. La prova és que a l'Eixample tot resulta més fàcil.

13

LLUÍS PERMANYER

INTRODUCCIÓ

Barcelona, amb tots els seus defectes i les seves virtuts, és una ciutat meravellosa. Utilitzant un terme a la moda i que potser escau aquí, podríem dir que és una ciutat polièdrica. S'ha escrit molt sobre Barcelona i s'han ressaltat molts cops els mèrits de la seva arquitectura i el seu urbanisme, que és un dels seus atractius per a una gran quantitat de visitants. Llavors, per què un altre llibre sobre Barcelona? Doncs ens sembla que la gran quantitat de simetria que conté la ciutat a tots els nivells mereix que sigui descrita de manera entenedora per al gran públic, i creiem que això encara no s'ha fet prou.

15

Evidentment, no podem dir que Barcelona sigui una ciutat simètrica, però sí que conté molts llocs on la simetria es pot considerar l'element de composició central. Com que en aquest llibre no els podem recollir tots ni de bon tros, hem optat per mostrar només alguns exemples i deixar que el lector en descobreixi d'altres.

Per tal de poder descriure els que hem inclòs en el llibre, hem pensat a anar d'allò global a allò particular. I ens ha semblat que una manera adient de fer-ho seria parlant primer de l'organització de Barcelona al llarg del temps i de l'organització tan particular que va significar el Pla Cerdà. Aquest és un element carregat de simetria que caracteritza Barcelona i que configura la ciutat moderna un cop enderrocades les muralles de l'edat mitjana. Després descrivim alguns conjunts monumentals on la simetria té un paper important i que en alguns casos van ser projectes transformadors de la ciutat, com els de les exposicions internacionals, l'Hospital de

la Santa Creu i Sant Pau, l'Edifici Històric de la Universitat de Barcelona, els edificis escolars de la Mancomunitat de Catalunya o els mercats. A continuació ens hem fixat en els detalls de la ciutat als quals sovint no prestem gaire atenció i on la simetria també té un paper rellevant: els panots que trepitgem cada dia, les fonts que han evolucionat de disseny i de funció al llarg del temps, i els fanals que ens il·luminen. Tots ells, en molts casos, són veritables obres d'art i, sens dubte, un reflex dels excel·lents artesans amb què ha comptat sempre Barcelona. Perquè tot això sigui entenedor, el llibre comença amb un capítol sobre la simetria on intentem introduir els conceptes i els termes propis d'aquesta, que segurament no són habituals per a tothom.

La descripció de tot aquest contingut la fem amb poques paraules i moltes imatges. Volem que sigui un llibre molt visual, on tothom es trobi ràpidament situat amb l'ajut d'uns quants esquemes que facin entenedor el que volem mostrar.

La veritat és que ens ho hem passat molt bé, fent el llibre. Es tracta d'una obra interdisciplinària on un cristal·lògraf i dos arquitectes urbanistes, cadascun amb el seu bagatge conceptual i terminològic, tot dialogant hem anat configurant un conjunt d'elements que pensem que tenen una homogeneïtat. El resultat és a les vostres mans. Esperem que us agradi.

SIMETRIES

Simetria és un terme que prové del grec *symmetros*, de *sym*, «la mateixa», i *metros*, «mesura». La mateixa mesura. Però també implica proporció, equilibri, ordre, harmonia, bellesa.

La simetria és un concepte dels que podem anomenar interdisciplinaris per excel·lència. El nostre món quotidià és ple de simetria. La simetria és consubstancial als cristalls, i deriva de la seva periodicitat, del seu ordre. Però també és present en els animals, en les plantes, a escala macroscòpica i a escala microscòpica, en l'Univers i en les molècules químiques i les partícules elementals. En matemàtiques és una eina indispensable. Però el seu abast no es limita a les ciències naturals o dites «dures». Trobem simetria en l'arquitectura, en l'art, en les paraules, en la música, en l'ornamentació, en la neurologia i en molts altres llocs. La simetria es pot abordar des de molts punts de vista.¹ Tots tenim una idea més o menys intuïtiva de la simetria.

Encara que en alguns casos no en siguem plenament conscients, cada dia, quan ens llevem i ens posem davant del mirall, ens veiem reflectits. El mirall actua com un pla de reflexió. Veiem la nostra imatge fidel i simètrica. Una imatge que està exactament a la mateixa distància a l'altre costat del mirall. Ens agradarà més o menys, però som nosaltres. Resulta fascinant un gest tan habitual. I si ens hi fixem més, començarem a descobrir la seva dissimetria.

¹ Cuevas-Diarte, 2015; Cuevas-Diarte (ed.), 2016.

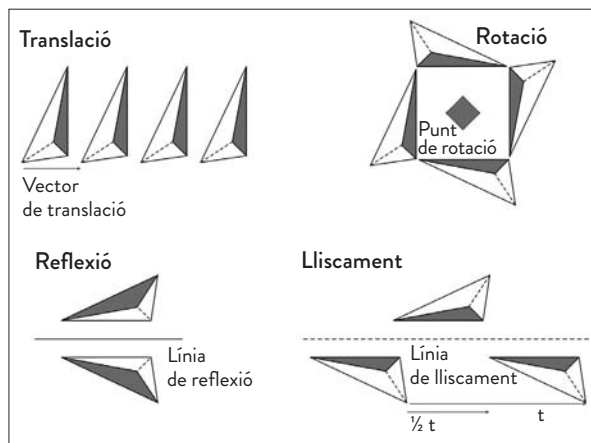
Tot i que les persones, com molts animals i plantes, tenim una simetria bilateral, tots tenim una cella una mica més alta que l'altra o una piga en un costat que no existeix a l'altre. Nosaltres estem reflectits en el mirall, i tots els objectes de l'habitació hi estan reflectits. Si posem un text davant del mirall, serem incapaços de llegir-lo. Les paraules estan a l'inrevés. Alícia, en l'obra de Lewis Carroll *A través de l'espill*, per llegir un llibre que agafa en el saló un cop traspassat el mirall, se serveix d'això i pot llegir el text restituint-ne l'aparença original per reflexió, i exclama: «És, ben segur, un llibre del Mirall. Si el poso davant d'un mirall, les paraules es tornaran del dret».



El castell de Castellet i la Gornal i la seva rodalia reflectits a les aigües de l'embassament de Foix. (Fotografia de M. À. Cuevas-Diarte)

La reflexió és una operació de simetria que relaciona punts, àtoms, objectes... en l'espai, que direm que són equivalents. El mirall és un pla de simetria o un pla de reflexió, del qual són equidis-

tants els elements reflectits. Però hi ha més operacions de simetria: la simetria de rotació, la simetria d'inversió, la simetria de translació, la simetria helicoïdal, etcètera. Aquestes operacions de simetria es poden dividir en dos grups. Si mireu la vostra mà dreta i la gireu al voltant d'un eix, no importa en quin angle de rotació, sempre obtindreu mans dretes com a figura simètrica equivalent. En canvi, si reflectiu la vostra mà dreta en un mirall, obtindreu una mà esquerra. Hi ha substàncies que estan fetes de mans (molècules) dretes o de mans (molècules) esquerres. Tot i que químicament són el mateix, algunes de les seves propietats són diferents. Una pot fer olor de taronja i l'altra, de llimona, per exemple. Però encara hi ha fets més importants: l'una pot tenir propietats curatives i l'altra, propietats nocives per a la salut. Molts fàrmacs estan elaborats prenent com a base aquest tipus de substàncies. Es diuen enantiòmers o substàncies quirals.



Esquema de les operacions bàsiques de simetria bidimensional en el pla. (Esquema de M. À. Cuevas-Diarte editat per M. Aguilar)

La rotació també és una operació de simetria. Es tracta d'un gir d'un cert angle al voltant d'un eix, que, repetit un nombre enter de

vegades, ens torna a la figura inicial. En els cristalls, els angles de rotació estan limitats. Per exemple, els eixos d'ordre 5 o d'ordre 8 no estan permesos. En la natura, en arquitectura i en altres situacions, aquestes limitacions no existeixen.

Rotacions possibles en el cristall

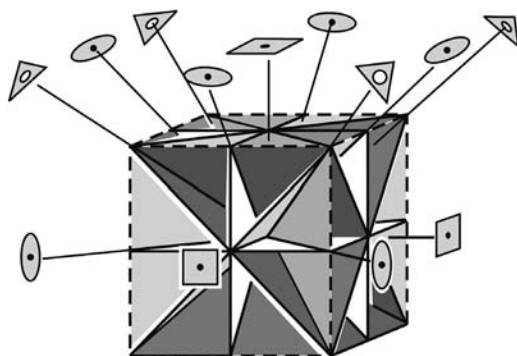
Eix	Ordre	Angle de rotació	Símbol
Unari	1	360°	
Binari	2	180°	
Ternari	3	120°	
Quaternari	4	90°	
Senari	6	60°	

Hem dit que la simetria és consubstancial als cristalls. Un cristall és un sòlid ordenat. D'aquest ordre es dedueixen una sèrie de propietats: periodicitat, homogeneïtat, anisotropia i simetria. En els cristalls, podem abordar la simetria en dos nivells: macroscòpic i microscòpic. Els dos estan lligats entre si. La simetria macroscòpica és una conseqüència de l'ordre microscòpic. L'ordre dels àtoms, els ions o les molècules a l'interior del cristall és la causa que la morfologia externa sigui de poliedres regulars més o menys ben formats a escala macroscòpica. Dit d'una altra manera, les formes externes dels cristalls són l'efecte del seu ordre intern. La simetria macroscòpica és una simetria finita, ja que els poliedres cristal·lins són figures finites, i el nombre d'operacions de simetria que els descriuen també és finit. En canvi, la simetria microscòpica és infinita, ja que la distribució d'àtoms, ions i molècules a l'interior del cristall es pot considerar infinita. Durant molt de temps, la simetria externa dels cristalls va permetre'n la classificació, sobretot en moments en què les col·leccions d'animals, plantes i minerals van

esdevenir una moda entre l'aristocràcia, la burgesia i els eclesiàstics. Quan observem un cristall que durant el seu procés de creixement ha desenvolupat suficientment les seves cares, el que podem apreciar és que algunes d'aquestes cares són exactament idèntiques les unes a les altres després d'efectuar alguns moviments a l'espai.

Imagineu un cub. Cada cara del cub és idèntica a una altra si la girem 90° . I si en continuem girant la cara, després d'efectuar quatre cops el mateix moviment tornarem a la cara inicial. En el cub existeixen rotacions que ens fan equivalents les cares entre si: les de 90° , però també les de 120° , si ens situem en els seus vèrtexs, on veurem tres cares equivalents. I també podem dividir les cares en dues meitats, amb plans paral·lels a les arestes i amb plans diagonals de les cares. Com podeu veure a la imatge, un poliedre tan senzill com el cub, amb tan sols sis cares, presenta una quantitat de simetria considerable. Tots aquests moviments que ens deixen invariants les cares, les arestes o els vèrtexs són operacions de simetria macroscòpica i els denominem elements de simetria.

21



Elements de simetria d'un cub. (Esquema de M. À. Cuevas-Diarte editat per M. Aguilar)

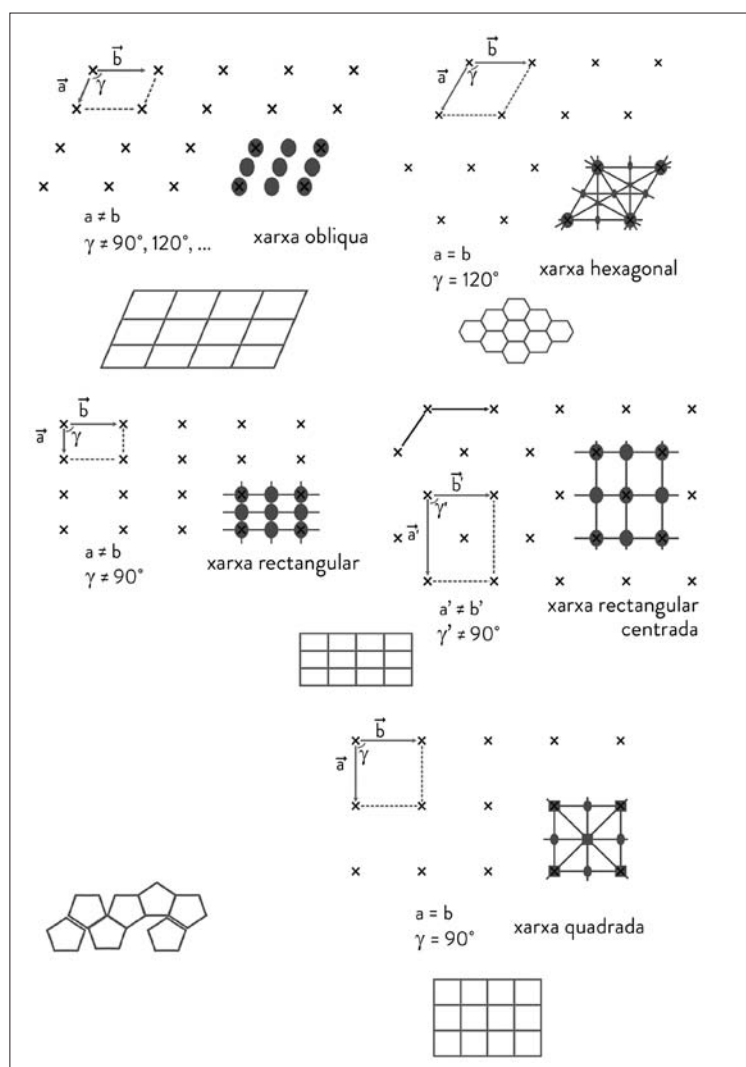
I tots els elements que en nombre finit descriuen la simetria d'un poliedre cristal·lí es tallen en un punt que és el centre del poliedre. Per aquesta raó parlem de simetria finita, en aquest cas. Cada poliedre té uns elements de simetria característics que el descriuen i que en permeten la classificació. El conjunt d'elements de simetria d'un poliedre formen un grup d'operacions en el sentit matemàtic del terme. De les nombroses combinacions teòricament possibles, moltes no ho són geomètricament en l'espai i d'altres donen lloc a combinacions equivalents entre si. En total tenim trenta-dos grups d'operacions de simetria finita que es poden dividir en els set sistemes cristal·lins. La forma externa d'un cristall reflecteix la simetria del grup puntual.

A l'interior del cristall hi ha àtoms, ions o molècules, segons la naturalesa química de la substància que estudiem. En aquesta escala microscòpica ens situem, com ja hem dit abans, a l'escala de l'àngstrom. No tenim una visió directa. I hem de recórrer a eines més sofisticades, com la difracció dels raigs X (en un laboratori o en un sincrotró), dels neutrons o dels electrons. La difracció ens permet determinar on estan situats els àtoms, els ions o les molècules en l'espai tridimensional. Aquest ordre intern, microscòpic, comporta un cert contingut de simetria. Aquí parlarem de simetria microscòpica, de simetria espacial, de simetria infinita. Atesa l'escala a la qual ens situem, qualsevol cristall es pot considerar com un univers infinit, limitat per les cares. Els àtoms, els ions o les molècules són, aquí també, equivalents per algunes operacions de simetria. Són les mateixes operacions que hem descrit en la simetria macroscòpica, i algunes més. A més de la rotació, la reflexió, la inversió i la rotació-inversió, ens trobem amb equivalències que es produeixen per una translació en l'espai. Aquesta translació, associada a la reflexió i a la rotació, dona lloc a dues noves operacions de simetria: els eixos helicoidals (que comporten una rotació dels mateixos angles que ja coneixem, associada a una translació al llarg

de l'eix, compatible amb la periodicitat del cristall) i els plans de lliscament (que comporten una reflexió respecte d'un pla, associada a una translació al llarg del pla, compatible amb la periodicitat del cristall). També aquí el conjunt d'elements de simetria que descriuen l'interior d'un cristall formen un grup d'operacions en el sentit matemàtic del terme.

Si considerem un cristall idealment bidimensional, o un dibuix sobre el pla, haurem de tenir en compte disset grups de simetria bidimensional. Aquesta simetria en dues dimensions està present en qualsevol dibuix o ornamentació que pretengui omplir tot el pla a partir d'un motiu repetit periòdicament per dues translacions: la major part de papers pintats que decoren les parets de les habitacions, l'ornamentació de les parets i dels paviments en l'arquitectura mudèjar de l'Aragó, de l'Alhambra de Granada, del Real Alcázar de Sevilla, els panots que decoren les voreres de moltes ciutats, i els que tan magistralment va idear Antoni Gaudí per al paviment del passeig de Gràcia de Barcelona. Estem parlant de dues dimensions. Això comporta que els components del dibuix o de l'ornamentació no poden sortir del pla. És a dir, que els elements de simetria no són eixos o plans. Aquí hem de parlar de punts de rotació o de línies de reflexió. Però igualment identificarem rotacions de 60° , 90° , 120° i 180° , aquest cop al voltant d'un punt i efectuant la rotació en el pla de dibuix. Cal notar que amb triangles, quadrats o hexàgons podem formar un reticle periòdic. Amb pentàgons, no: sempre quedaran forats en el dibuix.

En el cas dels cristalls tridimensionals, haurem d'utilitzar un nombre superior de grups. Són 230, els grups d'operacions de simetria espacial o simetria infinita. Si, a més, tenim en compte que algunes propietats es pot considerar que adquireixen valors discrets, és a dir, que es poden imaginar com diferents colors, llavors parlarem de simetria policromàtica per contraposició amb la simetria monocromàtica. En aquest cas, el nombre de grups d'operacions



Geometria de les xarxes planes o bidimensionals, en funció de la seva simetria, i repeticions periòdiques en el pla. Les aspes són punts en el pla, les fletxes són vectors de translació, les el·lipses representen punts de rotació binaris (180°), els triangles representen els ternaris (120°), els quadrats representen els quaternaris (90°) i els hexàgons representen els hexagonals (60°). Les línies contínues representen línies de reflexió. (Esquema de M. À. Cuevas-Diarte editat per M. Aguilar)