

REIAL ACADEMIA CATALANA  
DE BELLES ARTS DE SANT JORDI

# Reflexions a l'entorn de l'arquitectura de la música i de la música de l'arquitectura.

Discurs d'ingrés de l'acadèmica electa Il·lma.  
Sra. Dra. Anna Bofill i Levi, llegit a la sala d'actes  
de l'Acadèmia el 18 d'octubre de 2023. Discurs  
de resposta de l'acadèmic numerari Il·lm. Sr. Dr.  
Josep Muntañola i Thornberg. Barcelona, 2023.



Primera edició octubre 2023

© del text, Anna Bofill

© del discurs de resposta, Josep Muntañola i Thornberg

© d'aquesta edició, Reial Acadèmia Catalana de Belles Arts de Sant Jordi  
Impressió Gràfiques Arco (Cardedeu)





REIAL ACADEMIA CATALANA  
D BELLES ARTS D SANT JORDI

Reflexions a l'entorn de  
l'arquitectura de la música i de  
la música de l'arquitectura. Discurs  
d'ingrés de l'acadèmica electa Il·lma. Sra. Dra.  
Anna Bofill i Levi, llegit a la sala d'actes de  
l'Acadèmia el 18 d'octubre de 2023. Discurs de  
resposta de l'acadèmic numerari Il·lm. Sr. Dr.  
Josep Muntañola i Thornberg. Barcelona, 2023.





Excel·lentíssim senyor president, il·lustríssimes i il·lustríssims membres d'aquesta Acadèmia; senyores i senyors; amigues i amics.

En primer lloc he d'expressar el meu agraïment a aquesta il·lustre Corporació per haver considerat convidar-me a formar part dels seus membres. Confesso que vaig rebre aquesta invitació tan honorable amb molta perplexitat i també amb molta satisfacció pel fet de que la meua activitat professional és doble, música i arquitectura. Soc conscient que això ha dificultat moltes vegades la meua acceptació dins àmbits estrictament acadèmics de cada una d'aquestes disciplines i precisament per aquest motiu m'honora que membres d'aquesta prestigiosa Acadèmia, els Il·lustríssims Sr. Jordi Faulí i Oller, Sr. Josep Maria Montaner i Martorell, Sr. Josep Maria Muntañola i Thornberg i Sr. Jaume Torrent i Rius, hagin valorat el que jo pugui aportar com valors de transdisciplinarietat, per la vocació que sempre m'ha acompanyat de desenvolupar un discurs que posa en relació diverses disciplines del coneixement artístic i científic.

Al segle XX molts artistes son conceptes de noves formes abstractes i lliures. Sons i volums es configuren i ordenen mitjançant símls de la natura i dels fenòmens físics, tals com els descriuen les matemàtiques. Aquests apareixen amb formes generals formalitzades a partir d'elements invariants i lleis que regulen les seves transformacions.

Abans d'entrar en la matèria que relaciona els entorns habitables amb altres mons com el dels sons (o el de les imatges, pictòriques o literàries) que son relacions entre el pensament científic i l'artístic, vull dir que les meves inquietuds s'han trobat entre la creació arquitectònica/urbanística i la música, en complicitat amb altres arts com les plàstiques i les literàries (particularment la poesia). La música és matèria sonora, tracta de l'ordenació dels sons i els silencis a l'espai-temps que com a jocs de plens i buits en un entramat espai-temporal abstracte sembla un joc de volums a l'espai tridimensional de les arquitectures que configuren l'entorn de les nostres ciutats.

Soc conscient de que els nostres sentits percebeixen formes que configuren mons que ens envolten i de que el nostre pensament, per a la generació d'aquestes formes, té molt a veure amb el pensament científic. Es a dir, he entès sempre la creació artística com una manifestació de la intel·ligència al mateix temps que una expressió d'experiències vitals, i també he tingut la il·lusió afegida de contribuir als canvis socials pel progrés i la millora de la condició humana. Pel desig de coneixement i pel plaer que donen els jocs del pensament he utilitzat en les meves recerques i les meves creacions, tant en música com en arquitectura,

els recursos conceptuals clàssics que ens proporciona la matemàtica o la lògica com la teoria de conjunts, les funcions recursives, la teoria de la probabilitat i la geometria que estudia les estructures formals. L'ús de sistemes generatius ens faciliten la producció de molts tipus de configuracions formals de manera automàtica. Automatismes que enriqueixen i amplien allò que surt només de l'acció de pensar. Els sistemes generatius els aplico tant en arquitectura com en la composició musical especialment des que treballo amb processos informàtics.

Penso que la música ha de utilitzar elements arquitectònics o plàstics per a construir els seus mons sonors, els seus paisatges interiors. La música s'escolta en el temps, però es pot visualitzar fora del temps i també la pintura, l'escultura o la arquitectura, encara que poden construir una imatge mental, també es poden mirar en un recorregut temporal, d'un costat a l'altre o de dalt a baix i viceversa. L'ull fa un recorregut, com diu Abraham Moles (*Théorie de l'information et perception esthétique*, Paris, Denoël, 1973). La música es pot pensar com una idea o una imatge que es visualitza mentalment, com una visió que es pot representar a l'espai de dues o tres dimensions i que pot incorporar el color. Alguns compositors han associat colors i sons. De fet segons la física un so és una ona que té una freqüència a la que se li pot sumar una constant i serà un color. Existeixen programes d'ordinador que converteixen colors en sons i viceversa. Un interval de sons és una relació de freqüències i per tant una relació de colors. Ja Joseph Albers a l'escola Bauhaus de Weimar va fer estudis d'escala cromàtica de colors i sons.

Per altra banda m'interessa produir obres que donin resposta als desigs i les necessitats de les persones, i afegir aquell gra de sorra individual que tots i totes hauríem d'aportar a la millora del benestar de la societat. A aquest efecte em va ajudar molt, en un determinat moment, el trobar el moviment feminista que em va mostrar els sabers perduts o esborrats de l'experiència humana de la vida.

Tota obra d'arquitectura és el resultat d'un procés de treball portat per l'experiència i per la reflexió a l'hora. Procés complexa i de teorització difícil si es pretenen arribar a totes les seves dimensions, perquè els projectes arquitectònics responen a objectius molt diferents i a motivacions que depenen dels interessos de cada un dels seus autors i de les persones o col·lectius als que va destinat el projecte.

A partir de la dècada dels 60 començo a fer una recerca de formes arquitectòniques i urbanes al llarg d'uns deu anys i que exposo a la meua tesi doctoral llegida al 1974 a l'ETSAB, sobre la generació de formes a partir d'elements modulars (Bofill, 1974), treball realitzat dins l'equip multidisciplinari del Taller d'Arquitectura-Bofill del que vaig formar part des del 1964 fins al 1981, que proposa una Teoria de la Forma generalitzable matemàticament.



Vaig explicar el mètode de projecte al que aquesta teoria s'inserta i vaig demostrar que aquesta responia a tota una problemàtica arquitectònica i es plantejava com una alternativa d'ordenació volumètrica a l'urbanisme fred i rígid dels *blocs racionalistes*. Aquesta nova arquitectura i organització de l'espai, tant dels habitatges com dels espais exteriors, comunitaris o públics, proposava una alternativa als modes de viure i de relació entre les persones, un altra organització social amb una manera progressiva d'entendre l'esser humà, la societat i la ciutat. El pensament del grup de gent amb els que treballava (el Taller d'Arquitectura) coincidia pels seus desitjos de llibertat, amb l'art de denúncia i el pensament que va portar a Europa al maig del 68 francès i a USA el moviment hippy. L'objectiu va ser concebre un cert tipus d'agrupacions urbanes que formessin carrers, places i edificis, és a dir, espais plens i espais buits, que no deixessin cap lloc residual o incontrolat, es a dir que fossin com teixits urbans, en un símil orgànic, biològic. M'interessava descriure el procés de generació d'aquests teixits urbans i concretar alguns exemples, demostrant la seva riquesa de possibilitats formals.

En aquell moment es començava a constatar, per part de geògrafs, sociòlegs i arquitectes, el fracàs del planejament per tant del desenvolupament de les ciutats noves d'Europa, USA o URSS, i dels nous barris de creixement ràpid, d'al·luvió, que s'havien construït amb els models de l'urbanisme racionalista/internacional forjat al CIAM del 1933. Van aparèixer molts estudis i propostes de configuracions urbanes per donar resposta a les que es creien noves necessitats, basats en models matemàtics que expressaven les relacions existents entre certes variables que es van identificar com a bàsiques (Christopher Alexander, Alexander Chermayef, Yona Friedmann, Anne Tyng, Rafael Leoz, Moshe Safdie, Archigram...).

Al mètode de creació de formes físiques arquitectòniques i urbanes que vaig desenvolupar vaig mostrar que poden existir diferents formes que compleixen una determinada funció. Que *form follows function* no era una veritat inalterable. El funcionalisme va donar el bloc racionalista com l'*Unité d'habitation* de LeCorbusier, a Marsella, o la *Casa Bloc* de Josep Lluís Sert a Barcelona. Va ser una solució elemental en resposta a la necessitat de construir gran nombre d'habitatges a l'època del desenvolupament urbà de la segona meitat del s. XX. Aquesta solució arquitectònica unida al criteri del *zoning* dels usos urbans, de destinar cada zona a un sol ús, habitatge, comerç, oci, esport, educació, etc. va fer néixer els barris moderns de les perifèries de les ciutats, que son tots iguals o semblants, a Roma, Paris, Londres, Moscou, Barcelona, Madrid, que tan bé hem vist a les pel·lícules de Antonioni, Fellini o Almodóvar. D'això als barris actuals que s'estan construint a les ciutats xineses, hi ha un pas.....barris no gens diferents als que mostra la pel·lícula del visionari Fritz Lang, *Metròpolis*.

A l'últim quart del passat segle hi ha un gran canvi de mirada vers l'entorn urbà. Canvi que s'afegeix a l'anàlisi conscient dels anys 60/70 que s'havia diluït amb l'aparició de la

figura de l'arquitecte estrella i de l'economia neo-global. Mirada des de les persones que habiten els espais, que introdueix les idees de la sostenibilitat, l'ecologisme i el feminisme, amb objectius de protecció del medi, estalvi de recursos, i sobretot benestar social, respecte per les diferències, reducció de dissimetries, posar les persones i la vida al centre.

En paral·lel des del 1970 treballa en composició musical professionalment. La seva primera obra *Esclat* per conjunt de cambra s'estrena al 1971 al Palau de la Música de Barcelona al XI Festival Internacional de Música de Barcelona pel Conjunt Català de Música Contemporània, dirigit per José Maria Franco Gil. La primera i la cinquena part de l'obra està construïda sobre la *Teoria de les isometries* aplicada al projecte dit *La Ciudad en el Espacio* i el *Walden-7*. Els primers passos de la recerca sobre la *Teoria de les isometries* la faig al projecte d'habitatges socials *Barri Gaudí* a Reus (1964-68).

Vaig fer una recerca de possibilitats de trencar el bloc a base de treballar amb configuracions al voltant d'un pati interior, pels accessos, ventilació i relació veïnal, amb l'objectiu també d'aconseguir façanes no planes, i extensions volumètriques per a configurar teixits urbans dotats d'espais comunitaris i públics, tant en planta baixa com a altres plantes o en la coberta plana que servia de terrassa col·lectiva. Un símil eren les *casbes* del nord-àfrica. Vaig buscar distribucions d'habitatge social de tipologies varies, per a configurar el que vaig anomenar *nucleum* i *diplum* al voltant d'un pati, que es poguessin maclar per estendre al territori i formar teixits urbans. A cada planta la distribució era girada respecte a la de sota, per a trencar la façana. Això va ser el començament de la recerca sobre la *Ciutat a l'Espai*, basada en arquitectura modular, perquè juga amb mòduls volumètrics que són habitatges o parts d'habitatges.

La recerca va durar 10 anys i va arribar a un projecte pel barri de Moratalaz a Madrid, sospès per motius polítics. Mentrestant també vam fer el projecte del *Walden7* a Sant Just Desvern (Barcelona), que es començava a construir, i el projecte *La Petite Cathedrale*, a França a una *ville nouvelle* prop de París. Vaig tractar de formular un procediment per a projectar la ciutat flexible, diversificada, integrada, barrejada, com a alternativa a l'urbanisme racionalista. Al mateix temps vam tenir l'oportunitat de realitzar altres exemples als que es van aplicar els meus recursos formals a projectes d'edificis d'apartaments d'ús turístic a la costa alacantina (La Manzanera, Calp), com el *Xanadú* i *La mutalla roja* i l'apart-hotel *Tres Coronas* o *Castell de Kafka* de Vallpineda, Sitges.

Els sistemes generatius són capaços de produir nombrosos tipus d'estructures – configuracions formals - d'una manera automàtica. Llavors el disseny no és un acte gestual, es converteix en la búsqueda i elecció d'aquelles configuracions que poden adaptar-se als

objectius i requisits del projecte, i per aproximacions successives mitjançant probes de verificació amb la realitat (client, habitants, etc.) arribar a determinar les més adients a una elaboració posterior.

L'arquitectura utilitza volums que, viscuts des de dins son espais habitables i que en abstracte poden assimilar-se a ens geomètriques més o menys regulars. Si assimilem l'espai arquitectònic al geomètric de tres dimensions, podem aplicar lleis matemàtiques i geomètriques que generin estructures volumètriques a partir d'uns elements bàsics, mòduls o cèl·lules mínimes, per configurar entorns construïts. Les lleis generatives que millor aconseguen formar teixits a l'espai de tres dimensions són les *isometries*, o *moviments rígids*, en un *procés recursiu*. La recursivitat s'utilitza per a formar conjunts a diferents escales, per a progressivament, formar conjunts cada vegada més grans. L'element bàsic pot ser un paralelepípede o un cub de dimensions adequades a l'habitabilitat. Al projecte de *La ciudad en el espacio* es va utilitzar un paralelepípede i al *Walden 7* un cub, de 5,40 x 5,40 metres. A l'element o mòdul bàsic li apliquem un moviment rígid perquè conserva sempre la figura i les dimensions inicials. Hi ha sis moviments rígids a l'espai de tres dimensions. (Hermann Weyl, *Symmetry*, Princeton 1952). Les simetries es troben tot arreu a la natura, a les formes dels animals i plantes, a la forma del cos humà i a moltes formes de les obres d'art. Així generem unitats, nuclis, desenvolupaments lineals o en teixit tramat en un procés recursiu i podem obtenir infinites configuracions de teixits urbans habitables.

Tres exemples en són els ja nomenats *La ciudad en el espacio* i el *Walden 7*, i també *La Petite Cathedrale* per Cergy Pontoise (Paris) no construït, tots dels anys 70.

Des del 1975 el meu treball de recerca al Taller aborda també el tema dels espais comunitaris als grups d'habitatges. L'espai que jo anomeno *espai intermedi*, l'entenc com l'espai lliure de tràfic rodat, a l'escala de barri, i el Taller el comença a proposar projectes d'habitatges socials a França, a partir dels objectius de recuperació de la ciutat per les persones que caminen. Recuperació de l'esquema d'ordenació urbanística com va fer l'Ildefons Cerdà, a base d'illes amb volums situats al perímetre i la planta baixa destinada a habitatges, locals comercials, oficines, petits tallers, etc, i serveis, i un espai central obert per a ús de la comunitat de veïns, adequat per a jocs d'infants, bancs, vegetació, llocs lliures de tràfic rodat, d'ús exclusiu de persones i animals de companyia. Alguns d'aquests projectes són:

*Le Lac* en St Quintin en Yvelines (1975), *Le Jardin des Halles* (1975); *Castro Novo* (Castro Urdiales, Santander, 1976 a 79); *Gazteizberry* a Lacua (Vitoria 1976 a 79). *Antigone* i *La Place du Nombre d'Or* (Montpellier 1979 a 1985).

Aquest mètode de recerca l'utilitzo tant en arquitectura com en la composició musical.

Al 1981 abandono el Taller d'Arquitectura i començo al meu propi estudi d'arquitectura a realitzar projectes on aplico les meves recerques sobre la generació de formes i els criteris de gènere a l'arquitectura i l'urbanisme amb, en certes ocasions, la participació dels futurs usuaris. Alguns exemples son:

*La Pergola* i *Les Portes de la mer*, (1979-81), 88 i 66 apartaments de vacances a Saint Cyprien Plage, Perpignan, França; *le Manet-Lot 2<sup>a</sup>*, (1982) un projecte de 80 habitatges socials i 20 unifamiliars amb disseny del polígon que inclou un jardí interior, a la Ville Nouvelle de Saint Quintin en Yvelines. França; *l'Escola experimental d'ensenyaments artístics* de Tàrrega (1983/84); el Grup de 100 habitatges per a població gitana al Camp de la Bota de Barcelona (1982/83); *l'edifici d'habitatges socials* a la plaça de Sant Agustí Vell, de Barcelona (1984/85); *l'IES Ernest Lluc* a Barcelona (1983-89); *l'Estació subterrània de Renfe-Rodalies* a la Plaça de Catalunya de Barcelona (1989/92); la *Plaça Catalunya* de Prexiana, Lleida (1994/95).

Poc a poc em vaig orientar cap els aspectes conceptuals i teòrics de l'arquitectura i l'urbanisme de gènere, sobre tot per la demanda que anava produint-se a Barcelona, a Catalunya i a Espanya, així com a la Unió Europea.

Paral·lelament vaig continuar escrivint música, un camp en el que em trobava més lliure per a experimentar el pensament abstracte dels sons.

La creació artística és per a mi un acte de llibertat. Acte que alguns compositors anteriors a la meva època han aconseguit acomplir amb la superació del serialisme dodecatònic per l'ús de recursos científics, matemàtics, com l'àlgebra, la teoria de jocs, la teoria de la informació o la teoria de la probabilitat. Com a exemplar Iannis Xenakis i Josep M. Mestres-Quadreny, amb els que em trobo a finals dels 60. En Mestres Quadreny a les seves primeres obres de caràcter aleatori havia distribuït les notes al pentagrama treient-les d'un barret de copa, per suggerència del seu amic el poeta Joan Brossa.

Tots els treballs de recerca de formes per aplicar a l'arquitectura em van suggerir idees musicals, ordenacions de sons o d'aconteixements sonors a l'espai-temps, que vaig plasmar a la meua primera obra *Esclat* del 1971. La geometria i la matemàtica en general han estat històricament un nexa entre l'arquitectura i la música. És a dir música i arquitectura s'han trobat al pensament de la lògica formal a l'hora de configurar els seus llenguatges, tal com exposa Iannis Xenakis a *Musica/Arquitectura* (traducció Anna Bofill, ed Antoni Bosch, Barcelona, 1983) i al seu assaig *Musiques Formelles* (1963).

Des de la Grècia clàssica, de Pitàgoras a Aristoxenos, es va desenvolupar tot un canó de

relacions proporcionals entre mesures de distàncies en alçades i longituds en arquitectura, així com entre mesures de longituds en les cordes productores de les diferents freqüències sonores o entre els intervals de aquestes freqüències o notes. És a dir sistemes de relacions entre l'harmonia geomètrica, la musical i la arquitectònica.

La divisió pitagòrica d'una corda en vibració comporta els intervals d'octava ( $1/2$ ) de quinta ( $3/2$ ) i de quarta ( $4/3$ ). Més tard es defineix la divisió armònica ( $1:2:4:8$ ) i la divisió aritmètica ( $1:3:9:27$ ) de la corda. Aquestes divisions defineixen els tetracorda i els sistemes en els que es basa tota la música antiga fins els primers segles de la cristiandat. Per Plató l'interval  $\text{D}$  es diu diapasón i correspon aproximadament a l'octava de l'escala temperada de la música tonal; la divisió d'aquest interval utilitzant les relacions proporcionals armònica i aritmètica a la vegada donava la sèrie de set termes (1, 2, 3, 4, 8, 9, 27) que és la base de l'organització del Cosmos de Plató. A partir d'Aristoxè es parla del tó, del tetracord, de sistema, de tropos, tons o modes. Aristoxè construeix una axiomàtica de la música i crea la base del temperament igual (el de l'escala temperada) més de vint segles avans de la seva aplicació a la Europa Occidental i la seva teoria resalta l'isomorfisme entre els intervals musicals i les longituds de les cordes, una premonició de la teoria de grups que es desenvoluparà al segle XVIII (Xenakis 1983)

La música, la matemàtica, l'astronomia i la geometria formaven part del *Quadrivium*, als estudis científics de l'edat mitjana. Els artistes del Renaixement van recuperar la idea pitagòrica de que "Tot és nombre" i estaven convençuts, seguint el pensament neoplatònic, de l'estructura armònica de l'univers i de tota la creació. Els arquitectes van crear un sistema en el que cada part d'un edifici, tant per dins com per fora, havia d'estar integrat al mateix sistema de proporcions matemàtiques. A més a més l'edifici havia de reflectir les proporcions del cos humà, seguint els dictats de Vitruvi, per que l'home és la imatge de Déu. Així mateix els sistemes matemàtics de proporcions constituïen les lleis del ordre còsmic, d'acord amb les concepcions platònic-pitagòriques. Alberti al novè llibre *De re aedificatòria* (aprox 1450) fa una definició de la bellesa basada en Vitruvi d'acord amb els principis de la integració racional de les proporcions de totes les parts d'un edifici de manera que cada part fos proporcional al tot i el tot a cada part. Alberti discuteix la correspondència dels intervals musicals i les proporcions arquitectòniques. I quan es refereix a Pitàgoras afirma que "els nombres per mitjà dels quals la disposició dels sons afecta les nostres oïdes amb plaer, son els mateixos que agraden als nostres ulls i a les nostres ments" (*De re aedificatoria* cap. V). Palladio, l'últim dels grans arquitectes humanistes, publica al 1560 *Els quatre llibres d'Arquitectura* (*Quattro Libri dell'Architettura*, Venezia 1570) en el que també fa una definició matemàtica de la bellesa (Wittkower, *La arquitectura en la edad del humanismo*, Bs. Aires 1968).

En resum, la història de la música occidental es desenvolupa seguint l'ideal de crear un llenguatge que s'acosti a la perfecció, a l'harmonia de les esferes. Com exposa Wittkower el simbolisme i el misticisme dels nombres va ser construït i va tenir una influència molt gran al pensament humà durant dos mil anys.

Tota l'història de l'arquitectura està relacionada amb la geometria, les proporcions, la matemàtica, el ritme, etc. Composició, forma, harmonia, ritme, contrapunt, clar, obscur, agut, greu, dinàmic, estàtic, lleuger, pesat, cromatisme, etc., música, arquitectura i també les arts plàstiques s'han intercanviat conceptes, han compartit adjectius. Així Vitruvi, el gran arquitecte matemàtic de Cesar August i creador de les tipologies dels edificis que s'havien de construir a Roma, va dir que "l'arquitectura és música petrificada", cosa que més tard diràn Goethe, Schelling i Le Corbusier, i que Xenakis va invertir dient que "la música és una arquitectura mòbil".

Paul Klee i molts altres pintors a principis del s.XX van ser influenciats per la música, especialment Wassily Kandinsky que va ser el primer en pintar conscientment l'abstracció i va determinar a la seva manera les relacions formals entre música i pintura.

L'història de la música occidental es desenvolupa seguint l'ideal de crear un llenguatge que s'acosti a la perfecció, a l'harmonia de les esferes, com va dir Ptolomeu. A partir del classicisme l'ideal que es persegueix és el de aconseguir la llibertat, per tant es trenquen cànons, es busquen ordres nous, configuracions noves.

Al segle XX també hi ha molts exemples de la relació entre arquitectura i música, un dels més brillants és el *Pabelló Philips* de la Expo internacional de Brussel·les del 1958, que va ser atribuït a LeCorbusier però projectat efectivament per el seu col·laborador en aquell moment, Iannis Xenakis, també compositor. Al seu interior es podia escoltar el *Poème Electronique*, un espectacle audiovisual de Edgar Varèse. L'estructura geomètrica del pavelló correspon a l'estructura musical de la 1ª obra de Xenakis, *Metastasis*.

En definitiva música i arquitectura tenen un nexu comú més enllà de la simple percepció, el de les respectives regles sintàctiques o de composició, el del pensament científic/matemàtic. La diferència entre música i arquitectura està, al meu entendre, al medi d'expressió, al llenguatge, més que en l'emoió estètica, al contingut més que al contingut. Fer música o arquitectura és crear ambients que ens envolten, sons, visuals, perceptius, que ens submergeixen en mons desitjats, que posen en relació la reflexió amb la intuïció, els sentits amb les emocions i la intel·ligència.

Les meves obres musicals comencen generalment amb una o varies idees plàstiques o arquitectòniques o de la natura, que dibuixo sempre sobre paper, o anoto en una petita

llibreta que porto a sobre sempre. Els elements bàsics del llenguatge sonor com freqüència, duració, densitat, tessitura, timbre, dinàmica, textura, color, etc., seran manipulats, ordenats, disposats al marc temporal per mitjà de regles determinades que m'imposo en funció del resultat que vull obtenir a cada obra. Aquestes regles actuen a cada ú dels diferents nivells de lectura, des de les relacions intervàliques de les notes, les densitats, els punts d'atac, a cada ú dels fragments i parts, fins a la disposició de les parts de l'obra. A cada nivell s'ha d'establir la o les estructures desitjades. Per a controlar tot el procés es necessari fer una planificació de tota l'obra vista en una dimensió extratemporal, com descriu Xenakis.

Paral·lelament al treball cap a una teoria de la forma amb la utilització dels recursos de les isometries i els processos recursius de generació de formes, em dedico a l'escolta d'obres musicals de la vanguardia europea com les de Nono, Berio, Varese, Stockhausen, i en especial Xenakis i Mestres Quadreny. Mestres m'interessa per la seva manera d'afrontar la superació del llenguatge dodecatònic en part per l'adopció de les tècniques de l'atzar que obre el camí de la música dita aleatòria. Mestres utilitza l'atzar "d'una banda com una necessitat per generar l'automatisme i de l'altra com a recurs per imitar fenòmens que, regits per l'atzar, es produeixen a la natura" (*Reflexions a l'entorn de l'expressió del llenguatge musical i de la meua música* Discurs d'ingrés a la RACBASJ, 2002). La natura efectivament te configuracions que, com hem vist abans, son geomètriques i responen a les lleis de les isometries pero altres configuracions ofereixen aspectes irregulars, caòtics, desordenats, com les roques, els núvols, els fenòmens meteorològics, la pluja, l'aigua del mar en la platja, o altres fenòmens biològics, socials etc. que son qualificats com fenòmens d'atzar. És a dir, els fenòmens o les formes de la natura existeixen o son productes de la necessitat o de l'atzar (Jacques Monod *Le hasard et la nécessité*, Seuil 1970).

La meua proposta per a la construcció del llenguatge musical és l'aplicació de les lleis que regulen l'atzar matemàticament per a la simulació de fenòmens estadístics junt amb les lleis de la geometria.

La teoria de la probabilitat intenta formalitzar els processos considerats d'atzar. El concepte d'atzar no l'entenc com la llibertat d'improvisar dins d'alguns esquemes, o deixar que els intèrprets decideixin sobre determinats paràmetres de la partitura escrita amb grafies o indicacions. La música escrita amb poca definició de la partitura va motivar el qualificatiu de aleatori pero aquesta aleatorietat no correspon al que s'entén com a aleatorietat matemàtica. (sempre hi ha un ordre subjectiu, no es totalment independent). La música aleatòria es basa en les lleis que regeixen els processos dels jocs d'atzar, o les que descriuen certs fenòmens físics, biològics o socials.

Quan la música, en un moment de la seva història, deixa de ser entesa com un conjunt de freqüències o notes ordenades al llarg del temps (melodia) per a cada veu o instrument, i una relació entre les veus en un ordre vertical (harmonia) seguint les regles que construeixen la tonalitat, l'arquitectura de l'edifici tonal es trenca i apareix el llenguatge musical anomenat atonal. Trencades aquestes lleis del cànon tonal els compositors i les compositores es troben completament lliures amb el repte d'inventar el seu propi llenguatge.

Tot el segle XX és un període en el que es formulen una gran quantitat de teories o regles, lleis, artificis, recursos, jocs. I amb els avenços de la tecnologia, com la informàtica, es desenvolupen algorismes matemàtics o automatismes generadors d'estructures.

Alguns compositors també analitzem la matèria sonora, ajudats per l'avenç de la electroacústica, estudiem la descomposició del so en paràmetres o elements, treballem la formació o l'existència de capes (com al dibuix per ordinador) o de nivells d'ordenació dels elements, les micro, meso i macro estructures d'un fragment sonor o de tota una obra. També es tenen en compte els efectes provocats a l'oïda, les formes de percepció, les il·lusions acústiques, i, en general, l'espai arquitectònic com una variable més, a més de la participació dels intèrprets i del públic espectador.

Molts objectes o fenòmens de la realitat es poden interpretar per mitjà de models matemàtics. Si analitzem un fenomen real segons criteris diferents ens permetrà estudiar-ho d'acord amb diferents models matemàtics. Per altra banda podem estudiar el procés de la aplicació de la matemàtica i això vol dir en certa manera seguir un camí invers al que porta a la formalització o la formació del model. De la teoria mateixòca s'arriba a l'objecte real. Això és el que fa el procés de l'aplicació de la Teoria de la probabilitat als objectes musicals, que simulen llavors objectes reials. O dit d'un altra manera, molts fenòmens del món en el que vivim es reigeixen per l'atzar, son fenòmens aleatoris. Si aquests fenòmens poden ser descrits per determinades lleis de la Teoria de la Probabilitat, aplicant aquestes lleis als paràmetres que defineixen el llenguatge de la música obtindrem musicalment la simulació de certs fenòmens, processos u objectes del món de la natura, del món real.

Que és un fenomen aleatori ? Intuïtivament creiem que és aquell que esdevé per casualitat, sense saber el per què, com per exemple els fenòmens meteorològics, encara que sabem que es poden preveure d'una manera més o menys aproximada a la realitat. També un fenomen aleatori és el produït per un joc d'atzar – daus, ruleta, loteria, cartes. Fenòmens aleatoris son aquells que estan sotmesos a les lleis de l'atzar.

L'anàlisi dels jocs d'atzar condueix a l'establiment del càlcul de la probabilitat, una branca de la matemàtica que va néixer a França cap a la meitat del segle XVII. L'atzar es pot



arribar a descriure i controlar amb l'observació i la comptabilització repetida moltes vegades d'un fenomen com el de la tirada d'un dau, això dona lloc a la teoria de la probabilitat i a l'estadística inductiva que se n'en deriva, que és una ciència que desenvolupa procediments per preveure resultats a partir de determinades condicions de partida.

La informàtica musical ens permet avui dia treballar en tots aquests processos sonors, des de la creació i manipulació del sons mateixos, amb la descomposició d'un so de la natura o d'un instrument acústic en les seves components o harmònics, i la sinterització de sons nous no existents a la natura, que l'artista sonor recrea al seu gust, fins a la generació de *clusters* (grups sonors), o de seqüències de sons i superposicions de seqüències fins a construir veritables teixits d'entramats tímbrics i rítmics que constitueixen un camp sonor.

Al segle XIX es va desenvolupar el concepte d'estadística inductiva com una branca de les matemàtiques encarregada de interpretar les regularitats estadístiques mitjançant les lleis de la probabilitat i extreure lleis de previsió de nous resultats. La estadística inductiva desenvolupa procediments per a preveure resultats a partir de determinades condicions de partida. Les probabilitats es poden calcular i també es poden produir seqüències de resultats que obeeixen a lleis de probabilitat determinades. Es poden produir processos inversos, és a dir simular fenòmens aleatoris, reproduir un fenomen real al laboratori. Aquesta és la simulació per el Mètode de Montecarlo. Una taula de números aleatoris o números al atzar és com un llistat dels resultats d'una loteria perfecta al mateix ordre en el que s'han produït.

Aplicant aquestes sèries de nombres del llistat a diferents paràmetres com la freqüència, la durada, la densitat, el timbre, l'articulació, les dinàmiques, etc. obtinc sèries o fragments musicals, i també utilitzo models de la geometria o de l'àlgebra, com les isometries.

La simulació mitjançant el mètode de Montecarlo és aplicable a la creació de seqüències musicals o esdeveniments sonors que succeeixen al llarg del temps. És un mètode per a organitzar els paràmetres en els que es basa la música, per a fer que soni sempre diferent encara que controlant-ne les fluctuacions, els moviments, els canvis.

Aquesta actitud envers la música correspon a la voluntat de aconseguir objectes sonors que, encara que controlats, posseeixin el màxim grau de llibertat.

A la meua primera obra *Esclat* (1971) penso la música com una arquitectura on els volums no son estàtics sinó dinàmics, les masses son fluides i es mouen constantment en uns límits predeterminats encara que al seu interior la seva forma sigui lliure, respongui a l'atzar. És a dir utilitzo certes lleis del càlcul de probabilitats a la micro estructura i regles geomètriques per a organitzar la macro estructura de l'obra. En aquest cas l'arquitectura per a la primera i la cinquena part de l'obra és la del *Walden7*. Em baso en la seva estructura geomètrica

generativa, tractada en la meua tesi doctoral, per l'aplicació de les isometries al espai a sobre d'un element bàsic, en un procés recursiu. Les relacions d'alçades i grupets rítmics es distribueixen segons la Teoria de la Probabilitat de manera equiprobable, seguint el mètode dit de Montecarlo. Les densitats les distribueixo segons la llei donada per la corba denominada Campana de Gauss, de major probabilitat a la zona central i menor als extrems de la corba. Distribueixo la participació de cada instrument i el camp dels seus registres en cada part. Per a les dinàmiques defineixo valors mitjans a cada fragment i després treballa cada instrument per separat.

A les meves obres musicals sovint utilitzo alguns dels processos que descriu la T. de la P. com el del moviment brownià o de Campana de Gauss, o el de la marxa erràtica, i el mètode de Montecarlo d'assignació de sèries de nombres al atzar a les variables de la música.

Em pregunto si les coses i els essers existeixen per casualitat (atzar) o necessitat. Per això a les meves obres vull produir el contrast entre estructures definides per generació geomètrica i disseny gràfic i estructures emanades de processos *random* de l'atzar. I moltes vegades superposo o barrejo o provocho una síntesi entre aquestes dues estructures per a apropar-me més a la realitat de les coses i dels essers que, com la ciència indica avui dia, evolucionen en un procés dual compost per un component aleatori i un de necessari. I així escric, entre altres, obres com *Poema per pianoforte* (1974) on utilitzo l'algorisme de la Campana de Gauss per la distribució de densitats, *Quartet* (1976, per a guitarra, clave, piano i percussió) que és una indagació sobre densitats de masses sonores i les seves transformacions i un treball sobre freqüències i tempos tractats amb la màxima ambigüitat, *Septet de set sous* (1978, per a ensemble) on indago la transformació de la matèria sonora, per isometries, i un atzar molt controlat; *Trio* (1981, per a vl., pno., i cinta electroacústica) on treballa els aspectes de la continuïtat/discontinuitat de la matèria sonora; *El blanc del blau* (1999, per a piano) on utilitzo "random walk" i sèries curtes de notes en distribució aleatòria; *El fluir de les pedres* (2001, per a saxo i piano) que segueix la indagació sobre determinisme-indeterminisme; *Lejos de nada* (2001, per a quintet de corda) dedicada a la situació de las dones afganeses, basada en esquemes geomètrics, amb l'ús del mètode de Montecarlo i de *random walk*; *Andata e ritorno* (2002, per a piano) que és una transformació de *clusters* en matèria corpuscular i viceversa; *Europa 1945* (2005, per a mezzo-soprano i ensemble) dedicada a las dones víctimes dels camps nazis; *Alea arborea* (2007, per a piano) on utilitzo el mètode de Montecarlo i proporcions geomètriques i sobretot ressalto aquestes dues components, aleatori i necessari, de la realitat de la natura.

També uso a vegades cites musicals de compositores que m'han precedit, o utilitzo com idea generadora de l'obra una frase d'una compositora de la història per a descomposarla i

configurar noves seqüències o nous teixits complexes per mitjà de procediments matemàtics, que utilitzen els sons o els intervals de les notes de la frase elegida. Com a exemples: *Studio per pianoforte n° 3* (1992) sobre un tema de Fanny Mendelssohn<sup>1</sup> descompost i reconstruït segon el mètode de Montecarlo; *Alternanze* (1997, per flautes de bec) és un homenatge a Barbara Strozzi<sup>2</sup>; *Aires* (2008, per quintet de metalls) un homenatge a Francesca Caccini<sup>3</sup>, construïda a partir del tema de una cançó de la mateixa.

M'interessa la proposta de Xenakis de fundar una nova ciència de morfologia general a partir de la matemàtica, la lògica, la física, la química, la biologia, la genètica, la paleontologia (per a l'evolució de les formes), les ciències humanes i la història, com a coneixements universals. Comparteixo amb Xenakis l'idea que l'art viu en els modes inferencial (raó) i experimental (sentits) i ademés te una tercera dimensió misteriosa i difícil de descriure, que s'escapa a les altres, la científica i la experimental, que és la de la revelació de la bellesa, que jo entenc com la de l'impacte emocional. També l'art te necessitat de la genealogia, i de sentires formant part del transcurs del temps universal de la història.

En conclusió:

La generació de formes, com a eina per a crear entorns físics urbans, en micro i macro escales, i també estructures musicals per a escoltar en espais íntims o públics, ens permet imaginar nous entorns construïts amb barreja d'usos i de habitants. Una mobilitat sostenible i eficaç, llocs segurs i agradables, amb places per a ser utilitzades per persones de totes les edats, ètnies, cultures, estatus, orientació sexual, capacitades o discapacitades. Espais i llocs plens de sons que vibrin, tant en les cases com en les sales de concerts, sons i música que estimuli els nostres sentits i la nostra ment, que ens animi a ser millors i més feliços, en favor d'una més gran comprensió, empatia, enteniment i harmonia entre totes i tots nosaltres habitants d'aquesta terra.

Moltes gràcies.

*Anna Bofill i Levi*

Barcelona, 2023

---

<sup>1</sup> Fanny Mendelssohn, Hamburg 1805 – 1847.

<sup>2</sup> Barbara Strozzi, Venezia 1619 – ?1664?

<sup>3</sup> Francesca Caccini, Firenze 1587 – ?1640?



## RÈPLICA AL DISCURS D'INGRÉS D'ANNA BOFILL LEVI

Acadèmics i amics,

Aquest discurs d'ingrés és un text que serà paradigmàtic d'una nova època en la qual hem començat a viure. És un text inspirat i inspirador, i intel·ligent sota una forma lingüística verbal, però estructurat també com si fos una obra musical abstracta, feta de manera que jo no hi afegiria ni una paraula.

Anna Bofill es presenta com a arquitecta, compositora i pianista, i també com a coneixedora de les matemàtiques. El seu discurs recolza amb entusiasme la transversalitat entre arts, ciències i disciplines diverses. Un tema complex i difícil que analitza, amb una simplicitat mai simple, com pocs pensadors són capaços de fer-ho.

M'honora fer aquesta rèplica, però confesso que és difícil una rèplica a un text lògicament i artísticament tan sòlid. La meua rèplica, com el text mateix, es fonamentarà en la meua experiència com a arquitecte i com a teòric i pràctic de l'educació en relació a l'espai humà, doncs la meua experiència en el camp de la composició musical és inexistent.

Comença el seu discurs amb una declaració de principis sobre art, ciència, vida humana i matemàtiques. Escriu: “he entès sempre la creació artística com una manifestació de la intel·ligència al mateix temps que com una expressió d'experiències vitals” i més endavant: “També he tingut la il·lusió afegida de contribuir als canvis socials per al progrés i millora de la condició humana”.

A partir d'aquí fa una definició de què ha estat, i és, aquesta creativitat des dels inicis del segle XX precisant l'origen de la seva condició de modernitat en poques paraules. En la meua opinió, és una de les millors definicions de què és aquesta condició de modernitat, que jo només he pogut trobar a un nivell semblant en l'obra de Renato Poggioli, professor a Harvard, desaparegut prematurament en un accident de trànsit als Estats Units, l'any 1966'.

Segueix el seu escrit amb una llarga reflexió sobre la seva experiència en l'arquitectura i escriu: “El pensament del grup de gent amb què treballava (el Taller d'Arquitectura) coincidia pels seus desitjos de llibertat amb l'art de denúncia i el pensament que va portar a Europa el maig del 68 francès i als EUA el moviment hippy”. Descriu com les matemàtiques van fer possible una arquitectura que era una alternativa al bloc rígid racionalista fred i seriós, adequant els edificis, els espais públics i els carrers a les noves necessitats dels nous habitants.

Malauradament, des de la meua experiència com a professor en escoles d'arquitectura

de diferents països, he pogut comprovar com encara existeixen aquests blocs repetits a l'infinit en milers de maquetes uniformes, en què les diferències es poden trobar únicament en la seva inclinació en relació al sol o en la seva alçada, sense carrers, espais socials o graus d'accessibilitat que li donin vida.

I aquí comencen, simultàniament, les seves experiències musicals sota el mestratge de Mestres Quadreny i de Xenakis, i la seva voluntat de trobar una millor llibertat creativa en les dues arts, en estreta relació amb la literatura i la pintura. I aquí el discurs entra en un camp totalment nou fruit de l'experiència en la música atonal. En l'exemple gràfic adjunt al discurs verbal, es pot veure o analitzar com una suggestió, per saber com es genera i es desenvolupa el coneixement i la sensibilitat d'obres musicals contemporànies. I en el concert que acompanyarà aquest acte acadèmic es podran així mateix escoltar els sons compostats en forma atonal.

Molt poca atenció han tingut aquests processos de generació de significacions artístiques, que Anna Bofill analitza, i suggerint al final del seu discurs, l'interès de la proposta de Xenakis d'una morfologia general com a teoria interartística. Ben cert que aquesta proposta és de gran interès i poc coneguda.

Per ella, i aquest és el fil conductor del discurs, els autèntics creadors ho fan des d'una llibertat singular tot i participant en atmosferes artístiques i científiques diverses sense problemes, sent les matemàtiques el pont entre aquests diferents entorns, incloent les matemàtiques contemporànies i la informàtica actual, fins arribar a la intel·ligència artificial.

La llarga anàlisi de com compona música és d'un interès extrem, però no només de la creació musical sinó de la creació artística en general avui, amb una derivada constant de contraposar, com si fos un contrapunt musical, el concepte de l'atzar, formalitzat per les matemàtiques, amb el que anomena a voltes intencionalitat innovadora, sota els modes inferencial (raó) i experimental (sentits) i a més té una tercera dimensió misteriosa i difícil de descriure, que és la de la revelació de la bellesa, relacionada també amb la necessitat de la genealogia humana, i de sentir-se formant part del transcurs del temps universal de la història.

Hem permeto de dir que la paraula "història" està dues vegades en aquest text conclusiu d'una extrema precisió.

Aquí podria acabar la meva rèplica, però això no seria una resposta justa a les afirmacions d'Anna Bofill. Ja he dit que respondria a partir de la meva experiència i els meus coneixements tal com ella fa, i per tant segueixo amb dues consideracions sobre aquest document, el seu discurs, sota la forma de dues notes al marge, pròpies de les acadèmies medievals quan

comentaven un pergami, o un document, en una nova lectura.

Una primera consideració. Aquest pensament crític s'inspira en la realitat natural que la matemàtica moderna ha analitzat de forma innovadora i que és un dels orígens de la nova potència creadora en la condició humana de modernitat en ciències i arts. Estic d'acord en que l'arquitectura i l'educació de l'arquitecte i, en general, la de tothom, ha de seguir aquest camí i Anna Bofill posa com a punt de partida el llibre fundacional del tema de Jacques Monod "L'atzar i la necessitat" de l'any 1970. Jo sempre he col·locat també, com a llibre fundacional del tema, el de Jean Piaget "Adaptació vital i psicologia de la intel·ligència: selecció orgànica i fenocòpia"<sup>2</sup>, publicat quatre anys després del de Monod, de l'any 1974.

Anna Bofill en el seu discurs ja puntualitza algunes idees de Monod en el sentit que jo vull suggerir. Però voldria explicitar que si a un nivell còsmic les estructures de la vida natural tenen un componen d'atzar, les lleis de la generació de la matèria biològica definides per Monod estaven mancades de l'estudi científic de les estratègies d'adaptació de cada espècie davant dels canvis de l'entorn exterior, mitjançant un equilibri entre l'afany de supervivència de cada espècie com a forma singular de vida i la necessitat d'adaptar-se al medi, com ara estem fent totes les espècies vives davant del canvi climàtic. Aquestes estratègies d'adaptació vital estan fonamentades en la capacitat d'experimentar que tenen totes les espècies vives per sobreviure, canviant si és necessari la seva herència genètica i creant fenocòpies noves en moltes direccions, moltes vegades de forma insospitada i fins al moment desconegudes. L'atzar a nivell còsmic és una cosa i l'atzar a nivell biològic n'és una altra i l'atzar de les lleis del coneixement mental una altra que deixo per a la segona consideració.

Una conseqüència és que aquesta visió més generativa, auto construïda i sensible a la diferència entre espècies no només s'adapta al procés natural d'una forma científicament i empíricament demostrada ara per les neurociències, cinquanta anys després del llibre de Piaget, sinó que dona tota la raó i confirma les afirmacions en el sentit que les matemàtiques fan de pont entre disciplines i entre arts i ciències, fet que la intel·ligència artificial està dia a dia posant de relleu. Les innovacions biològiques no són només canvis morfològics sinó que sempre són canvis solidaris amb els nous comportaments que les estratègies d'adaptació han fet possibles. Aquesta solidaritat és la que he definit anteriorment com a equilibri vital fruit de l'experimentació.

I anant de la biologia al coneixement, així es comprèn que, d'una banda, el pensament crític no pot sobreviure en un entorn cultural insensible a les diferències de cada subjecte, amb intolerància, assetjament constant i menyspreu social, però, d'altra banda, les estratègies

d'adaptació poden generar nous comportaments d'experimentació artística i científica que van molt més enllà dels límits imposats per aquest entorn insensible i intolerant.

Una segona consideració està generada per la difícil condició de les matemàtiques de ser com un forat negre vital entre les arts i les ciències, sense identificar-se amb cap d'elles. Arribant així a la intel·ligència artificial com a forat negre entre tots els forats negres, amb una capacitat de produir coneixement més enllà del que pot arribar a simular un cervell viu. Aquí l'obra de Margaret A. Borden<sup>3</sup> “La AI, la seva naturalesa i el seu futur”, a l'hora senzilla i profunda, és de les poques que pot servir de guia, així com el treball constant avui de moltes disciplines en com establir un diàleg entre ordinadors i cervells profitós per a la condició humana.

Les reflexions d'en Robert Slutzky, pintor abstracte nord-americà i professor a l'Escola d'Arquitectura de la Cooper Union a Nova York, van així en la bona direcció quan descriu l'art pictòric abstracte dels seus referents i mestres Mondrian o Albers entrant en un món virtual nou i desconegut en què era perillós representar colors i formes massa diverses o amb un contingut simbòlic massa complex de pintar en el nou espai abstracte amb una nova virtualitat. És a dir, l'art modern de les avantguardes obre atmosferes noves de nova llibertat, però també pot evolucionar i en cap cas té estructures fixes, només blanc i negre, eliminació de referències metafòriques a experiències concretes, històricament reconeixibles, etc. El debat resta així obert en relació a la naturalesa del procés entre els límits d'una abstracció cada cop més general i les seves aplicacions empíriques a voltes cada vegada més específiques i més concretes. Ni una generalitat abstracta justifica la manca de llibertat de referències empíriques i d'experiències concretes, ni cap referent experiencial concret pot justificar una manca de creativitat d'un art abstret que vol innovar.

Aquestes dues consideracions, com les notes a peu de pàgina en els pergamins medievals, no fan més que explicitar, al meu entendre, les reflexions obertes en el discurs presentat per l'Anna Bofill, que poden participar en un debat obert a tot nivell.

Com a conclusió, i en relació a la meva coneguda convivència amb el meu mestre Lewis Mumford, antropòleg, sociòleg i crític d'arquitectura i d'art nord-americà, he traduït al català un fragment de la introducció de les seves memòries, que em va enviar l'any 1980 als seus 85 anys, escrites i publicades l'any 1975 al New Yorker, com quasi tots els seus escrits de crítica d'art en aquells anys. Diu així:

“El Forat Negre definit per Freud en el seu pessimisme final es va anticipar a la teoria científica del Forat Negre en l'univers. Aquesta coincidència és metafòrica i accidental i plenament subjectiva. Però: És que estem ben segurs de que estem mirant un univers?, o és



justament aquesta negror, amb què Freud va veure la seva orientació final cap a la mort, la que estem veient en el mirall de nosaltres mateixos, tancant els ulls i veient només el nostre interior?.

Potser els astrofísics, que són unes persones amb una ment molt oberta, i molt bons matemàtics, podrien descobrir, recolzant-se en la paradoxa matemàtica de l'anell de Moebius, que aquest món exterior no és res més que el nostre món interior capgirat, i d'aquesta manera, amb un nou gir d'aquest anell, l'impenetrable Forat Negre podria ser l'ombra d'un sol molt més brillant”.

Moltes gràcies.

*Josep Muntañola i Thornberg*

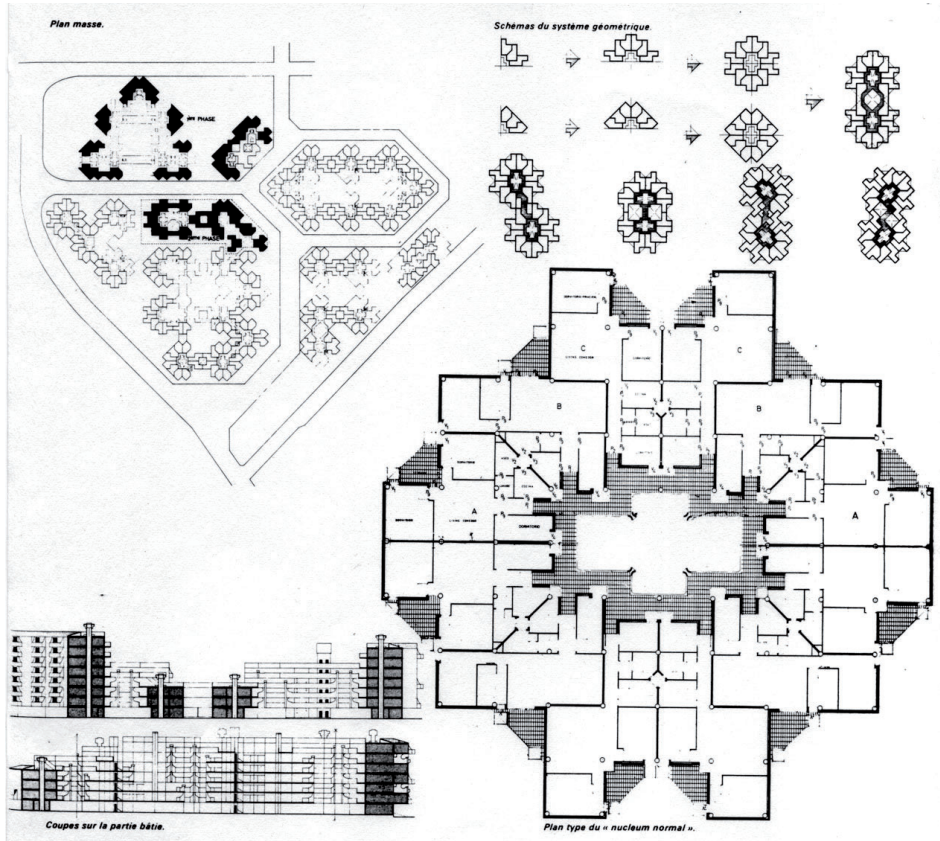
Barcelona 2023

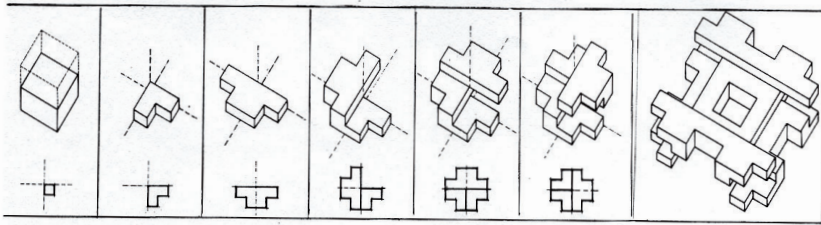
<sup>1</sup> Poggioli, R. *The Theory of the Avant-Garde*. Harvard University Press, 1968.

<sup>2</sup> Piaget, J. *Adaptation Vitale et Psychology de l'Intelligence Selection Organique et Phenocopie*. Hermann. Paris, 1974.

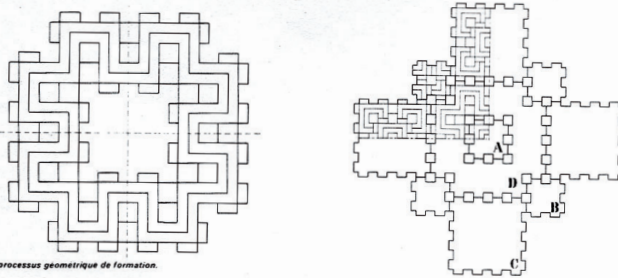
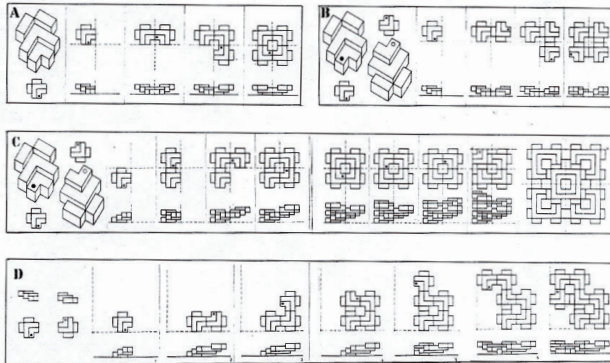
<sup>3</sup> Borden, M. A. *AI Its nature and Future*. Oxford University Press. London, 2016.

Barri Gaudí a Reus. Planta del *nucleum* i generació dels *diplum* i del conjunt

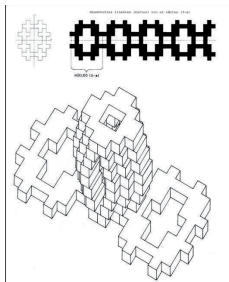




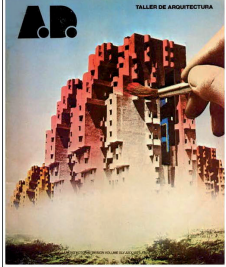
primera experiència del processus geomètric de formació



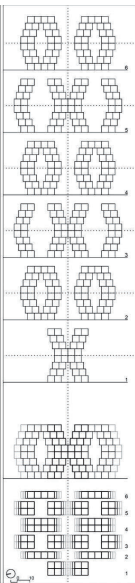
segona experiència del processus geomètric de formació



Generación de formas a partir de un elemento en cruz, en planta y en el espacio, en la tesis doctoral de Anna Bofill Levi (pp. 129, 145, 216).



Portada de *Architectural Design* de 1975 dedicada a Taller de Arquitectura.

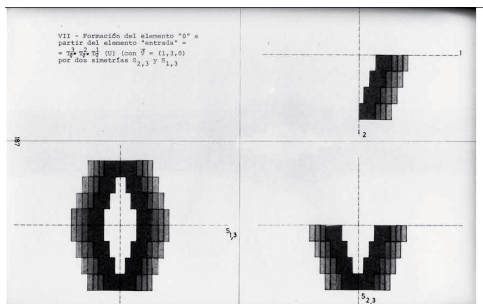


Secciones, alzado y planta del *Walden 7* (esquema: Helena Martín Nieva).

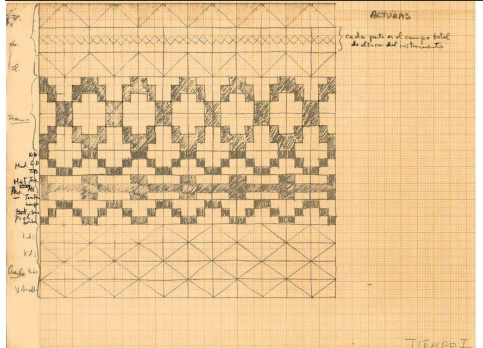
TRANSLACIÓN			
SIMETRÍA HORIZONTAL			
SIMETRÍA VERTICAL			
DOBLE SIMETRÍA			

En la columna central, los movimientos rígidos de un objeto estudiados por Anna Bofill Levi en su tesis doctoral y, a izquierda y derecha, su aplicación en la generación geométrica del *Walden 7* y de la pieza musical *Esclat* (esquema: Helena Martín Nieva).

WALDEN 7. Esquemes de la Dra. Arquitecta i musicòloga Helena Martín Nieva. Comparació en la generació de formes al *Walden 7* i a *Esclat*.

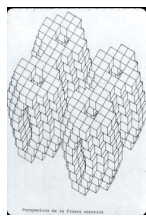


Página de la tesis doctoral de Anna Bofill Levi *Contribución al estudio de la generación geométrica de formas arquitectónicas y urbanas* (1972) en la que se estudia la generación de unas formas parecidas al *Walden 7* (1970-1975).



Planificación gráfica de Anna Bofill Levi para preparar la macroestructura del tiempo I de la pieza musical *Esclat* (1971). Las abscisas indican tiempo y las ordenadas alturas (grave-agudo). De arriba a abajo: flauta, oboe, clarinete, piano, percusión, violín I, violín II, viola y violonchelo.

Esquemes de la generació per isometries a *Walden 7* i a *Esclat* (esquema manual del Temps I, A. Bofill, 1970)







Excelentísimo señor Presidente,

Ilustrísimos e ilustrísimas miembros de esta Academia; señoras y señores; amigos y amigas,

En primer lugar quiero expresar mi agradecimiento a esta ilustre Corporación por haberme invitado a formar parte de ella. Confieso que recibí esta invitación tan honorable con perplejidad pero también con mucha satisfacción por el hecho de que mi actividad profesional es doble: música y arquitectura. Soy consciente de que este hecho ha dificultado muchas veces mi aceptación en los ámbitos estrictamente académicos de cada una de estas disciplinas y, precisamente por este motivo, me honra que miembros de esta prestigiosa Academia hayan valorado lo que yo pueda aportar como valores de transdisciplinariedad por la vocación que siempre me ha acompañado de desarrollar un discurso que relacione diversas disciplinas del conocimiento artístico y científico.

Agradezco especialmente este honor a los académicos que me han propuesto ilustrísimos señores don Jordi Fauli i Oller, don Josep María Montaner i Martorell, don Josep María Muntañola i Thornberg y don Jaume Torrent i Rius.

En el siglo XX muchos artistas conciben nuevas formas abstractas y libres. Sonidos y volúmenes se configuran y ordenan mediante la similitud con la naturaleza y los fenómenos físicos tal como los describen las matemáticas. Estos aparecen con formas formalizadas a partir de elementos invariantes y leyes que regulan sus transformaciones.

Antes de entrar en la materia que relaciona los entornos habitables con otros mundos como el de los sonidos (o el de las imágenes pictóricas o literarias), que son relaciones entre el pensamiento científico y el artístico, quiero decir que mis inquietudes se encuentran entre la creación arquitectónica /urbanística y la música, en complicidad con otras artes como las artes plásticas y las literarias especialmente la poesía. La música es materia sonora, trata de la ordenación de los sonidos y los silencios en el espacio-tiempo que como juegos de vacíos y llenos en un entramado espacio-temporal abstracto parece un juego de volúmenes en el espacio tridimensional de las arquitecturas que configuran el entorno de nuestras ciudades.

Soy consciente de que nuestros sentidos perciben formas que configuran los mundos que nos rodean y de que nuestro pensamiento, para la generación de estas formas tiene mucha relación con el pensamiento científico. Es decir, he entendido siempre la creación artística como una manifestación de la inteligencia y a la vez como una expresión de experiencias vitales. A esto se suma la ilusión de contribuir a los cambios sociales para el progreso y la mejora de la condición humana. Por el deseo de conocimiento y por el

placer que proporcionan los juegos del pensamiento he utilizado en mis investigaciones y mis creaciones, tanto en música como en arquitectura, los recursos conceptuales clásicos que nos proporcionan la matemática o la lógica como la teoría de conjuntos, las funciones recursivas, la teoría de la probabilidad y la geometría que estudia las estructuras formales. El uso de sistemas generativos nos facilitan la producción de muchos tipos de configuraciones formales de manera automática. Automatismos que enriquecen y amplían lo que únicamente surge de la acción de pensar. Los sistemas generativos los aplico tanto en arquitectura como en la composición musical, especialmente desde que trabajo con procesos informáticos.

Pienso que la música tiene que utilizar elementos arquitectónicos o plásticos para construir sus mundos sonoros, sus paisajes interiores. La música se escucha en el tiempo pero se puede visualizar fuera del tiempo y también la pintura, la escultura o la arquitectura aunque pueden construir una imagen mental, se pueden mirar en un recorrido temporal, de un lado a otro o de arriba abajo o viceversa. El ojo hace un recorrido como dice Abraham Moles en su *Théorie de l'information et perception esthétique*, Paris Denoël 1973. La música se puede pensar como una idea o una imagen que se visualiza mentalmente, como una visión que se puede representar en el espacio de dos o tres dimensiones y que puede incorporar el color. Algunos compositores han asociado colores y sonidos. De hecho según la física un sonido es una onda que tiene una frecuencia a la que se le puede sumar una constante y será un color. Existen programas de ordenador que convierten colores en sonidos y viceversa. Un intervalo de sonidos es una relación de frecuencias y por tanto una relación de colores. Ya Joseph Albers en la Bauhaus de Weimar hizo estudios de escalas cromáticas de colores y sonidos.

Por otro lado me interesa producir obras que den respuesta a los deseos y necesidades de las personas y añadir ese granito de arena individual que todos y todas deberíamos aportar para la mejora del bienestar de la sociedad. Para esto me ayudó mucho en un determinado momento encontrar el movimiento feminista que me mostró los saberes perdidos o borrados de la experiencia humana de la vida.

Toda obra de arquitectura es el resultado de un proceso de trabajo hecho con la experiencia y la reflexión al mismo tiempo. Proceso complejo y de difícil teorización si se pretende llegar a todas sus dimensiones porque los proyectos arquitectónicos responden a objetivos muy diferentes y a motivaciones que dependen de los intereses de cada uno de sus autores y de las personas o colectivos a los que va destinado el proyecto.

A partir de los años sesenta empiezo una investigación de formas arquitectónicas y urbanas que dura unos diez años y que expongo en mi tesis doctoral leída en 1974 en la ETSAB sobre la generación de formas a partir de elementos modulares (Bofill 1974) trabajo



que realizo en el equipo multidisciplinar del Taller de Arquitectura Bofill del que formé parte desde 1964 hasta 1981, que propone una Teoría de la Forma generalizable matemáticamente.

Explicué el método de proyecto en el que esta teoría se inserta y demostré que ésta respondía a toda una problemática arquitectónica y se planteaba como una alternativa de ordenación volumétrica al urbanismo frío y rígido de los bloques racionalistas. Esta nueva arquitectura y organización del espacio tanto de las viviendas como de los espacios exteriores, comunitarios y públicos, proponía una alternativa a los modos de vivir y de relación entre las personas, otra organización social con una manera progresiva de entender al ser humano, la sociedad y la ciudad. El pensamiento del grupo de personas con las que trabajaba, el Taller de Arquitectura, coincidía por sus deseos de libertad con el arte de denuncia y el pensamiento que llevó a Europa al mayo del 68 en Francia y al movimiento hippy en los Estados Unidos. El objetivo era concebir un cierto tipo de agrupaciones urbanas que formaran calles, plazas y edificios, es decir, espacios vacíos y espacios llenos que no dejaran ningún espacio residual o incontrolado, que fueran como tejidos urbanos en un símil orgánico, biológico. Me interesaba describir el proceso de generación de estos tejidos urbanos y concretar algunos ejemplos, demostrando su riqueza de posibilidades formales.

En aquel momento se comenzaba a constatar, por parte de geógrafos, sociólogos y arquitectos, el fracaso del planeamiento, por tanto del desarrollo de las nuevas ciudades de Europa, Estados Unidos o la Unión Soviética, i de los nuevos barrios de crecimiento rápido, de aluvión, que se habían construido con los modelos del urbanismo racionalista internacional forjado en el CIAM de 1933. Aparecieron muchos estudios y propuestas de configuraciones urbanas para dar respuesta a lo que se creían nuevas necesidades, basados en modelos matemáticos que expresaban las relaciones existentes entre ciertas variables identificadas como básicas (Christopher Alexander, Alexandre Chermayef, Yona Friedmann, Anne Tyng, Rafael Leoz, Moshe Safdie, Archigram...).

En el método de creación de formas físicas arquitectónicas y urbanas que desarrollé mostré que podían existir diferentes formas que cumplieran determinada función. Que *form follows function* no era una verdad inalterable. El funcionalismo dio el bloque racionalista como *L'unité d'habitation* de Le Corbusier en Marsella o la *Casa Bloc* de Josep Lluís Sert en Barcelona. Fue una solución elemental en respuesta a la necesidad de construir gran número de viviendas en la época del desarrollo urbano de la segunda mitad del siglo XX. Esta solución arquitectónica unida al criterio del *zoning* de los usos urbanos, de destinar cada zona a un solo uso: vivienda, comercio, ocio, deporte, educación, etc. hizo nacer los barrios modernos de las periferias de las ciudades que son todos iguales o muy parecidos en Roma, París, Londres, Moscú, Barcelona o Madrid que hemos visto en las películas de Antonioni, Fellini o Almodóvar. De esto a los

barrios actuales que se están construyendo en las ciudades chinas hay un paso, barrios nada diferentes de los que muestra la película visionaria de Fritz Lang *Metrópolis*.

En el último cuarto del siglo pasado hay un gran cambio de mirada hacia el entorno urbano. Cambio que se une al análisis consciente de los años sesenta y setenta que se había diluido con la aparición de la figura del arquitecto estrella y de la economía neoglobal. Mirada desde las personas que habitan los espacios, que introduce las ideas de la sostenibilidad, el ecologismo y el feminismo, con los objetivos de protección del medio, ahorro de recursos, y sobre todo del bienestar social, respeto por las diferencias, reducción de disimetrías, y de poner las personas y la vida en el centro.

Paralelamente desde 1970 trabajo en composición musical profesionalmente. Mi primera obra *Esclat*, para conjunto de cámara, se estrena en 1971 en el Palau de la Música de Barcelona por el Conjunt Català de Música Contemporània dirigido por José María Franco Gil. La primera y quinta parte de la obra está construida sobre la *Teoría de las isometrías* aplicada al proyecto llamado *La Ciudad en el espacio* y el *Walden 7*.

Los primeros pasos de la investigación sobre la *Teoría de las isometrías* la hago en el proyecto de viviendas sociales del *Barri Gaudi* de Reus (1964-68).

Hice un estudio de posibilidades de romper el bloque a base de trabajar en configuraciones alrededor de un patio interior, para los accesos, ventilación y relaciones vecinales, también con el objetivo de conseguir fachadas no planas y extensiones volumétricas para configurar tejidos urbanos dotados de espacios comunitarios y públicos tanto en planta baja como en otras plantas o en la cubierta plana que sirviera de terraza colectiva. Un ejemplo eran las *cashbas* del norte de África. Busqué distribuciones de vivienda social de tipologías varias para configurar lo que llamé *nucleum* y *diplum* alrededor de un patio que se pudieran maclar para extenderse en el territorio y formar tejidos urbanos. En dada planta la distribución estaba girada respecto a la de abajo para romper la fachada. Esto fue el comienzo de la investigación sobre *La Ciudad en el Espacio* basada en la arquitectura modular porque juega con módulos volumétricos que son viviendas o partes de viviendas.

La investigación duró diez años y llevó a un proyecto para el barrio de Moratalaz en Madrid que se suspendió por motivos políticos. Mientras se hizo el proyecto *Walden 7* en Sant Just Desvern (Barcelona) que se empezaba a construir y el proyecto *La Petite Cathédrale* en una *ville nouvelle* cerca de Paris. Traté de formular un procedimiento para proyectar una ciudad flexible, diversificada, integrada, mezclada, como alternativa al urbanismo racionalista. Al mismo tiempo tuvimos la oportunidad, en el Taller, de realizar otros ejemplos en los que se aplicaron mis recursos formales en proyectos de apartamentos turísticos en la

costa alicantina, la Manzanera en Calpe donde se construyeron el *Xanadú*, *La Muralla Roja* y el aparthotel *Tres Coronas* o *Castell de Kafka* en Vallpineda (Sitges).

Los sistemas generativos son capaces de producir numerosos tipos de estructuras - configuraciones formales - de una forma automática. Entonces el diseño no es un acto gestual, si no que se convierte en la búsqueda y la elección de aquellas configuraciones que puedan adaptarse a los objetivos y requisitos del proyecto y por aproximaciones sucesivas mediante pruebas de verificación con la realidad (clientes, habitantes, etc.) llegar a determinar las más adecuadas para una elaboración posterior.

La arquitectura utiliza volúmenes que, vividos desde dentro, son espacios habitables y que en abstracto pueden asimilarse a entes geométricos más o menos regulares. Si asimilamos el espacio arquitectónico al geométrico de tres dimensiones podemos aplicar leyes matemáticas y geométricas que generen estructuras volumétricas a partir de unos elementos básicos, módulos o células mínimas, para configurar entornos construidos. Las leyes generativas que mejor consiguen formar tejidos en el espacio de tres dimensiones son las *isometrías*, o *movimientos rígidos* en un *proceso recursivo*. La recursividad se utiliza para formar conjuntos de diferentes escalas para progresivamente formar conjuntos cada vez más grandes. El elemento básico puede ser un paralelepípedo o un cubo de dimensiones adecuadas a la habitabilidad. En el proyecto *La ciudad en el espacio* se utilizó un paralelepípedo y en el *Walden 7* un cubo de 5,40 x 5,40 metros. Al elemento o módulo básico le aplicamos un movimiento rígido para que conserve siempre la figura y las dimensiones iniciales. Hay seis movimientos rígidos en el espacio de tres dimensiones (Hermann Weyl *Symetry*, Princeton 1952). Las simetrías se encuentran por todas partes en la naturaleza, en las formas de los animales y plantas, en la forma del cuerpo humano i en muchas obras de arte.

Así generamos unidades, núcleos, desarrollos lineales o en tejido tramado en un proceso recursivo y podemos obtener infinitas configuraciones de tejidos urbanos habitables.

Tres ejemplos son los ya mencionados *La ciudad en el espacio* y *Walden 7* y también *La Petite Cathedrale*, para Cergy-Pontoise (Paris) no construido, todos de los años setenta.

Desde 1973 mi trabajo de investigación en el Taller aborda también el tema de los espacios comunitarios en los grupos de viviendas. El espacio que yo llamo *espacio intermedio*, lo entiendo como un espacio libre de tráfico rodado, a escala de barrio, entonces el Taller lo empieza a proponer en proyectos de viviendas en Francia a partir de los objetivos de recuperación de la ciudad para las personas que caminan. Recuperación del esquema de ordenación urbanística como hizo Ildefonso Cerdà a base de manzanas con volúmenes situados en el perímetro y la planta baja destinada a viviendas, locales comerciales, oficinas,

pequeños talleres, servicios, etc. y un espacio central abierto para uso de la comunidad de vecinos, adecuado para juegos infantiles con bancos, vegetación, sin tráfico rodado, de uso exclusivo para personas y animales de compañía. Alguno de esos proyectos son: *Le Lac* en St Quintin en Yvelines (1975); *Le Jardin des Halles* (1975), *Castro Novo* (Castro Urdiales, Santander (1976-79); *Gasteizberri* Lacua, Vitoria (1976-79), *Antigone* y *La Place du Nombre d'Or* en Montpellier (Francia 1979-1985).

Este método de investigación lo utilizo tanto en arquitectura como en la composición musical.

En 1981 abandono el Taller de Arquitectura y comienzo en mi propio estudio de arquitectura a realizar proyectos donde aplico mis investigaciones sobre la generación de formas y los criterios de género a la arquitectura y el urbanismo con la participación de los futuros usuarios en algunas ocasiones. Algunos ejemplos son : *La Pergola* y *Les Portes de la mer* (1979-81), 88 y 66 apartamentos de vacaciones en Saint Cyprien Plage, Perpignan, Francia *Le Manet-Lot 2* (1982) proyecto de ochenta viviendas sociales y veinte casas unifamiliares con diseño del polígono que incluía un jardín interior en la Ville Nouvelle de St. Quintin en Yvelines (Francia); *La Escuela experimental de enseñanzas artísticas* de Tàrrega, Lleida (1983-84); el grupo de cien viviendas para la población gitana en el Camp de la Bota de Barcelona (1982-83); *el edificio de viviendas sociales* en la Plaça Sant Agustí Vell de Barcelona (1984-85); *la estación subterránea* de Renfe-Rodalies de la Plaza de Cataluña de Barcelona (1989-92); el *IES Ernest LLuch* de Barcelona(1983-1989); la *Plaza de Cataluña* de Preixana, Lleida (1994-95).

Poco a poco me voy orientando hacia los aspectos conceptuales y teóricos de la arquitectura y el urbanismo de género sobre todo por la demanda que se producía en Barcelona, Cataluña, España y la Unión europea.

Al mismo tiempo continué escribiendo música, un campo en el que me encontraba más libre para expresar el pensamiento abstracto de los sonidos.

La creación artística es para mi un acto de libertad. Acto que algunos compositores anteriores a mi época han conseguido cumplir con la superación del serialismo dodecatónico por el uso de recursos científicos, matemáticos como el álgebra, la teoría de juegos, la teoría de la información o la de la probabilidad. Como ejemplo tenemos a Iannis Xenakis y Josep María Mestres Quadreny con el que me encuentro a finales de los sesenta. Mestres Quadreny en sus primeras obras de carácter aleatorio había distribuido las notas en el pentagrama sacándolas de un sombrero de copa por sugerencia del poeta Joan Brossa su amigo.

Todos los trabajos de búsqueda de formas para aplicar a la arquitectura me sugirieron ideas musicales, ordenación de sonidos o de acontecimientos sonoros en el espacio-tiempo

que plasmé en mi primera obra *Esclat* en 1971. La geometría y la matemática, en general, han sido históricamente un nexo entre la arquitectura y la música. Es decir, música y arquitectura se han encontrado en el pensamiento de la lógica formal a la hora de configurar sus lenguajes como expone Iannis Xenakis en su libro *Música / Arquitectura* (Traducción Anna Bofill, ed. Antoni Bosch Barcelona 1983) y en su ensayo *Musiques formelles* (1963).

Desde la Grecia clásica, de Pitágoras a Aristoxenos, se desarrolló todo un canon de relaciones proporcionales entre medidas de distancia en alturas y longitudes en arquitectura, así como entre medidas de longitud en las cuerdas de los instrumentos productoras de las diferentes frecuencias sonoras o entre los intervalos de estas frecuencias o notas. Es decir, sistemas de relaciones entre la armonía geométrica, la musical y la arquitectónica.

La división pitagórica de una cuerda en vibración comporta los intervalos de octava ( $1/2$ ), de quinta ( $3/2$ ) y de cuarta ( $4/3$ ). Más tarde se define la división armónica ( $1:2:4:8$ ) y la división aritmética ( $1:3:9:27$ ) de la cuerda. Estas divisiones definen los tetracordios y los sistemas en los que se basa toda la música antigua hasta los primeros siglos de la cristiandad. Para Platón el intervalo  $\mathbb{D}$  se llama diapasón y corresponde aproximadamente a la octava de la escala temperada de la música tonal; la división de este intervalo utilizando las relaciones proporcionales armónica y aritmética a la vez daba la serie de siete términos ( $1,2,3,4,8,9,27$ ) que es la base de la organización del cosmos según Platón. A partir de Aristoxeno se habla del tono, del tetracordio, de sistema, de tropos, tonos o modos. Aristoxeno construye una axiomática de la música y crea la base del temperamento igual (el de la escala temperada) más de veinte siglos antes de su aplicación en la Europa Occidental y su teoría resalta el isomorfismo entre los intervalos musicales y las longitudes de las cuerdas, una premonición de la teoría de grupos que se desarrollará en el siglo XVIII. (Xenakis 1983).

La música, la matemática, la astronomía y la geometría formaban parte del *Quadrivium* en los estudios científicos de la Edad media. Los artistas del Renacimiento recuperaron la idea pitagórica de que “todo es número” y estaban convencidos, siguiendo el pensamiento neoplatónico de la estructura armónica del universo y de toda la creación. Los arquitectos crearon un sistema en el que cada parte de un edificio, tanto por dentro como por fuera, tenía que estar integrado en el mismo sistema de proporciones matemáticas. Además el edificio tenía que reflejar las proporciones del cuerpo humano, siguiendo los dictados de Vitrubio porque el hombre es la imagen de Dios. Así mismo los sistemas matemáticos de proporciones constituían las leyes del orden cósmico de acuerdo con las concepciones platónico-pitagóricas. Alberti en el libro noveno de *De re aedificatoria* (aprox. 1450) hace una definición de la belleza basada en Vitrubio de acuerdo con los principios de la integración racional de las proporciones de todas las partes de un edificio de manera que cada parte

fuera proporcional al todo y el todo a cada parte. Alberti discute la correspondencia de los intervalos musicales y las proporciones arquitectónicas. Y cuando se refiere a Pitágoras afirma que “los números por medio de los cuales la disposición de los sonidos afecta a nuestros oídos con placer, son los mismos que gustan a nuestros ojos y nuestras mentes” (*De re aedificatoria* cap. V). Palladio, el último de los grandes arquitectos humanistas publica en 1560 *Quattro Libri dell'Architettura* Venezia 1570 donde también hace una definición matemática de la belleza. (Wittkower, *La arquitectura en la edad del humanismo*, Buenos Aires 1968). En resumen, la historia de la música occidental se desarrolla persiguiendo el ideal de crear un lenguaje que se acerque a la perfección, a la armonía de las esferas. Como expone Wittkower el simbolismo y el misticismo de los números fue construido y tuvo una influencia muy grande en el pensamiento humano durante dos mil años.

Toda la historia de la arquitectura está relacionada con la geometría, las proporciones, la matemática, el ritmo, etc.. Composición, forma, armonía, ritmo, contrapunto, claro, oscuro, agudo, grave, dinámico, estático, ligero, pesado, cromatismo, etc., música, arquitectura y también las artes plásticas se han intercambiado conceptos, han compartido adjetivos. Así Vitrubio, el gran arquitecto matemático de César Augusto y creador de las tipologías de los edificios que se tenían que construir en Roma, dijo que “la arquitectura es música petrificada” cosa que más tarde dirán Goethe, Schelling y Le Corbusier y que Xenakis invirtió diciendo que “la música es arquitectura móvil”.

Paul Klee y muchos otros pintores de principios del siglo XX fueron influidos por la música, especialmente Wassily Kandinsky que fue el primero en pintar conscientemente la abstracción y determinó a su manera las relaciones formales entre música y pintura.

La historia de la música occidental se desarrolla persiguiendo el ideal de crear un lenguaje que se acerque a la perfección, a la armonía de las esferas como dijo Ptolomeo. A partir del clasicismo el ideal que se persigue es el de conseguir la libertad, por tanto se rompen cánones, se buscan órdenes nuevos, nuevas configuraciones.

En el siglo XX también hay muchos ejemplos de la relación entre arquitectura y música, uno de los más brillantes es el Pabellón Philips de la Exposición Universal de Bruselas de 1958 que fue atribuido a Le Corbusier pero proyectado efectivamente por su colaborador de aquel momento Iannis Xenakis también compositor. En su interior se podía oír el *Poème Electronique*, un espectáculo audiovisual de Edgar Varèse. La estructura geométrica del pabellón corresponde a la estructura musical de la primera obra de Xenakis *Metastasis*.

En definitiva música y arquitectura tienen un nexo común más allá de la simple percepción, el de las respectivas reglas sintácticas o de composición, el del pensamiento

científico/matemático. La diferencia entre música y arquitectura está, a mi entender, en el medio de expresión, en el lenguaje, más que en la emoción estética, en el continente más que en el contenido. Hacer música o arquitectura es crear ambientes que envuelven, sonoros, visuales, perceptivos que nos sumergen en mundos deseados que ponen en relación la reflexión con la intuición, los sentidos con la emoción y la inteligencia.

Mis obras musicales comienzan generalmente con una o varias ideas plásticas o arquitectónicas o de la naturaleza que dibujo en un papel o anoto en una libreta que siempre llevo conmigo. Los elementos básicos del lenguaje sonoro como frecuencia, duración, densidad, tesitura, timbre, dinámica, textura, color, etc. serán manipulados, ordenados, dispuestos en el marco temporal por medio de reglas determinadas que me impongo en función de los resultados que quiero obtener en cada obra. Estas reglas actúan en cada uno de los diferentes niveles de lectura, desde las relaciones interválicas de las notas, las densidades, los puntos de ataque, cada uno de los fragmentos y partes, hasta la disposición de las partes de la obra. En cada nivel se ha de establecer la o las estructuras deseadas. Para controlar todo el proceso es necesario hacer una planificación de toda la obra vista en una dimensión extratemporal tal como lo describe Xenakis.

Paralelamente al trabajo hacia una teoría de la forma con la utilización de los recursos de las isometrías y los procesos recursivos de generación de formas, me dedico a escuchar obras musicales de la vanguardia europea como las de Nono, Berio, Varese, Stockhausen, y en especial Xenakis y Mestres Quadreny. Mestres me interesa por su manera de afrontar la superación del lenguaje dodecatónico en parte por la adopción de las técnicas del azar que abre el camino de la música aleatoria. Mestres utiliza el azar “por un lado como una necesidad para generar el automatismo y por otro como recurso para imitar fenómenos que, regidos por el azar, se producen en la naturaleza” (Mestres, *Reflexions a l'entorn de l'expressió del llenguatge musical i de la meua música* Discurso de Ingreso a la Real Academia de Bellas Artes de Sant Jordi, 2002). Efectivamente la naturaleza tiene configuraciones que, como hemos visto, son geométricas y responden a las leyes de las isometrías pero otras configuraciones ofrecen aspectos irregulares, caóticos, desordenados, como las rocas, las nubes, los fenómenos meteorológicos, la lluvia, el agua del mar en la playa u otros fenómenos biológicos, sociales, etc. que son calificados como fenómenos de azar. Es decir, los fenómenos o las formas de la naturaleza existen o son productos de la necesidad o del azar (Jacques Monod *Le hasard et la nécessité*, Seuil 1970).

Mi propuesta para la construcción del lenguaje musical es la aplicación de las leyes que regulan el azar matemáticamente para la simulación de fenómenos estadísticos junto con las leyes de la geometría.

La teoría de la probabilidad intenta formalizar los procesos considerados de azar. El concepto de azar no lo entiendo como la libertad de improvisar dentro de algunos esquemas o de dejar que los intérpretes decidan sobre determinados parámetros de la partitura escrita con graffias o indicaciones. La música escrita con poca definición de la partitura motivó el calificativo de aleatoria, pero esta aleatoriedad no corresponde a lo que se entiende como aleatoriedad matemática (siempre hay un orden subjetivo, no es totalmente independiente) La música aleatoria se basa en las leyes que rigen los procesos del juego de azar o las que describen ciertos fenómenos físicos, biológicos o sociales.

Cuando la música, en un momento de su historia, deja de ser entendida como un conjunto de frecuencias o notas ordenadas a lo largo del tiempo (melodía) para cada voz o instrumento, y una relación entre las voces en un orden vertical (armonía) siguiendo las reglas que construyen la tonalidad, la arquitectura del edificio tonal se rompe y aparece el lenguaje musical llamado atonal. Rotas estas leyes del canon tonal los compositores y las compositoras se encuentran totalmente libres con el reto de inventar su propio lenguaje.

Todo el siglo XX es un periodo en el que se formulan una gran cantidad de teorías o reglas, leyes, artificios, recursos, juegos. Y con los avances de la tecnología como la informática, se desarrollan algoritmos, matemáticos o automatismos generadores de estructuras.

Algunos compositores también analizamos la materia sonora, ayudados por los avances de la electroacústica, estudiamos la descomposición del sonido en parámetros o elementos, trabajamos la formación o la existencia de capas (como en el dibujo por ordenador) o de niveles de ordenación de los elementos, las micro, meso y macro estructuras de un fragmento sonoro o de toda una obra. También se tienen en cuenta los efectos provocados en el oído, las formas de percepción, las ilusiones acústicas y, en general, el espacio arquitectónico como una variable más, además de la participación de los intérpretes y del público espectador.

Muchos objetos o fenómenos de la realidad se pueden interpretar por medio de modelos matemáticos. Si analizamos un fenómeno real según diferentes criterios nos permitirá estudiarlo de acuerdo con diferentes modelos matemáticos. Por otro lado podemos estudiar el proceso de la aplicación de la matemática y esto quiere decir en cierto modo seguir un camino inverso al que lleva a la formalización o la formación del modelo. De la teoría matemática se llega al objeto real. Esto es lo que hace el proceso de la aplicación de la Teoría de la probabilidad a los objetos musicales que entonces simulan objetos reales. O dicho de otra forma, muchos fenómenos del mundo en que vivimos se rigen por el azar, son fenómenos aleatorios. Si estos fenómenos pueden ser descritos por determinadas leyes de la Teoría de la probabilidad, aplicando estas leyes a los parámetros que definen el lenguaje



de la música obtendremos musicalmente la simulación de ciertos fenómenos, procesos u objetos del mundo de la naturaleza, del mundo real.

¿Qué es un fenómeno aleatorio? Intuitivamente creemos que es aquel que sucede por casualidad, sin saber el por qué como por ejemplo los fenómenos meteorológicos, aunque sabemos que se pueden prever de una manera más o menos aproximada a la realidad. También un fenómeno aleatorio el producido por un juego de azar (dados, ruleta, lotería). Fenómenos aleatorios son aquellos sometidos a las leyes del azar.

El análisis de los juegos de azar lleva al establecimiento del cálculo de la probabilidad, una rama de la matemática que nació en Francia a mediados del siglo XVII. El azar se puede llegar a describir y controlar con la observación repetida muchas veces y la contabilización de un fenómeno como el de la tirada de un dado que da lugar a la teoría de la probabilidad y a la estadística inductiva que se deriva y que es una ciencia que desarrolla procedimientos para prever resultados a partir de determinadas condiciones de partida.

La informática musical nos permite hoy en día trabajar en todos estos procesos sonoros, desde la creación y manipulación de los sonidos mismos, con la descomposición de un sonido de la naturaleza o de un instrumento acústico en sus componentes o armónicos y la síntesis de sonidos nuevos no existentes en la naturaleza, que el artista sonoro recrea a su gusto, hasta la generación de *clusters* (grupos sonoros), o de secuencias de sonidos y superposiciones de secuencias hasta construir verdaderos tejidos de entramados tímbricos y rítmicos que constituyen un campo sonoro.

En el siglo XIX se desarrolló el concepto de estadística inductiva como una rama de las matemáticas encargada de interpretar las regularidades estadísticas mediante las leyes de la probabilidad y extraer leyes de previsión de nuevos resultados. La estadística inductiva desarrolla procedimientos para prever resultados a partir de determinadas condiciones de partida. Las probabilidades se pueden calcular y también se pueden producir secuencias de resultados que obedezcan a leyes de probabilidad determinadas. Se pueden producir procesos inversos, es decir, simular procesos aleatorios, reproducir un fenómeno real en el laboratorio. Esta es la simulación por el *Método de Montecarlo*. Una tabla de números aleatorios o números al azar es como una lista de resultados de una lotería en el mismo orden en el que se han producido.

Aplicando estas series de números del listado a diferentes parámetros como la altura, la duración, la densidad, el timbre, las articulaciones, las dinámicas, obtengo series o fragmentos musicales, y también utilizo modelos de la geometría o del álgebra, como las isometrías.

La simulación mediante el Método de Montecarlo es aplicable a la creación de secuencias

musicales o acontecimientos sonoros que suceden a lo largo del tiempo. Es un método para organizaar los parámetros en los que se basa la música, para hacer que suene diferente aunque controlando las fluctuaciones, los movimientos, los cambios.

Esta actitud hacia la música corresponde a la voluntad de conseguir objetos sonoros que, aunque controlados, posean el máximo grado de libertad.

En mi primera obra *Esclat* (1971) pienso la música como una arquitectura en la que los volúmenes no son estáticos sino dinámicos, laas masas son fluidas y se mueven constantemente en unos límites predeterminados aunque en su interior su forma sea libre, responda al azar. Es decir, utilizo ciertas leyes del cálculo de probabilidades en la microestructura y reglas geométricas para organizar la macroestructura de la obra. En este caso la arquitectura para la primera y la quinta parte de la obra es la del *Walden 7*. Me baso en su estructura geométrica generativa, tratada en mi tesis doctoral, por la aplicación de las isometrías en el espacio sobre un elemento básico en un proceso recursivo. Las relaciones de alturas y grupos rítmicos se distribuyen según la teoría de la probabilidad de manera equiprobable siguiendo el método de Montecarlo. Las densidades las distribuyo según la ley dada por la curva denominada Campana de Gauss de mayor probabilidad en la zona central y menor en los extremos de la curva. Distribuyo la participación de cada instrumento y el campo de sus registros en cada parte. Para las dinámicas defino valores medios en cada fragmento y después trabajo cada instrumento por separado.

En mis obras musicales con frecuencia utilizo alguno de los procesos que describe la Teoría de la Probabilidad como el del movimiento browniano o de Campana de Gauss o el de la marcha errática y el Método de Montecarlo de asignación de series de números al azar en las variables de la música.

Me pregunto si las cosas y los seres existen por casualidad (azar) o por necesidad. Por eso en mis obras quiero producir el contraste entre estructuras definidas por generación geométrica y el diseño gráfico y estructuras emanadas de procesos *random* o del azar. Y muchas veces superpongo o mezclo o provooco una síntesis entre estas dos estructuras para acercarme más a la realidad de las cosas y de los seres que, como indica la ciencia hoy, evolucionan en un proceso dual compuesto por un proceso aleatorio y uno necesario. Y así escribo, entre otras, obras como *Poema per pianoforte* (1974) donde utilizo el algoritmo de la Campana de Gauss para la distribución de las densidades; *Quartet* (1976 para guitarra, clave, piano y percusión) que es una indagación sobre densidades de masas sonoras y sus transformaciones y un trabajo sobre frecuencias y tiempos tratados con la máxima ambigüedad; *Septet de set sous* (1978 para ensemble) donde indago la transformación de la

materia sonora por isometrías y un azar muy controlado; *Trío* (1981 para violín, piano y cinta electroacústica) donde trabajo los aspectos de la continuidad/discontinuidad de la materia sonora; *El blanc del blau* (1999 para piano) donde utilizo *random walk* y series cortas de notas de distribución aleatoria; *El fluir de les pedres* (2001 para saxo y piano) que sigue la indagación sobre determinismo/indeterminismo; *Lejos de nada* (2001 para quinteto de cuerda) dedicada a la situación de las mujeres afganas, basada en esquemas geométricos con el uso del Método de Montecarlo y de *random walk*; *Andata e ritorno* (2002 para piano) es una transformación de *clusters* en materia corpuscular y viceversa; *Europa 1945* (2005 para mezzo-soprano i ensemble) dedicada a las mujeres víctimas de los campos nazis; *Alea arborea* (2007 para piano) donde utilizo el método de Montecarlo y proporciones geométricas y sobre todo resalto estas dos componentes, aleatorio y necesario, de la realidad de la naturaleza.

A veces también uso citas musicales de compositores que me han precedido o utilizo como idea generadora de la obra una frase de una compositora de la historia para descomponerla y configurar nuevas secuencias o nuevos tejidos complejos ppor medio de procedimientos matemáticos que utilizan los sonidos o los intervalos de las notas de la frase elegida. Como ejemplos *Studio per pianoforte n°3* (1992) sobre un tema de Fanny Mendelssohn' descompuesto i reconstruido según el método de Montecarlo; *Alternanze* (1997 para flauta de pico) es un homenaje a Barbara Strozzi<sup>2</sup>; *Aires* (2008 para quinteto de metales) homenaje a Francesca Caccini<sup>3</sup> construida a partir de una canción de la misma.

Me interesa la propuesta de Xenakis de fundar una nueva ciencia de morfología general a partir de la matemática, la lógica, la física, la química, la biología, la genética, la paleontología (para la evolución de las formas), las ciencias humanas y la historia como conocimientos generales. Comparto con Xenakis la idea de que el arte vive en los modos inferencial (razón) y experimental (sentidos) y además tiene una tercera dimensión misteriosa y difícil de describir que se escapa de las otras, la científica y la experimental, que es la revelación de la Belleza que yo entiendo como la del impacto emocional. El arte también necesita la genealogía y de sentirse formando parte del transcurso del tiempo universal de la historia.

En conclusión :

La generación de formas como herramienta para crear entornos físicos urbanos, en micro y macro escalas, y también estructuras musicales para escuchar en espacios íntimos

---

<sup>1</sup> Fanny Mendelssohn, Hamburg 1805-1847

<sup>2</sup> Barbara Strozzi , Venezia 1619-¿1664?

<sup>3</sup> Francesca Caccini, Firenze 1587-¿1640?

o públicos, nos permite imaginar nuevos entornos contruidos con mezcla de usos y de habitantes. Una movilidad sostenible i eficaz, lugares seguros y agradables con plazas para ser usadas por personas de edad, etnia, cultura, status, orientación sexual, capacidades o discapacitadas. Espacios y lugares llenos de sonidos que vibren, tanto en las casas como en las salas de conciertos, sonidos y músicas que estimulen nuestros sentidos y nuestra mente, que nos animen a ser mejores y más felices en favor de una más grande comprensión, empatía, entendimiento y armonía entre todas y todos nosotros habitantes de esta tierra.

Muchas gracias.

*Anna Bofill i Levi*

Barcelona 2023

*Traducción de M. Cinta Montagut*

## RÉPLICA AL DISCURSO DE INGRESO DE ANNA BOFILL

Académicos y amigos

Este discurso de ingreso es un texto que será paradigmático de una nueva época en la que hemos comenzado a vivir. Es un texto inspirado e inspirador, inteligente bajo una forma verbal pero estructurado también como si fuera una obra musical abstracta, hecha de modo que yo no añadiría ni una palabra.

Anna Bofill se presenta como arquitecta, compositora y pianista y también como conocedora de las matemáticas. Su discurso apoya con entusiasmo la transversalidad entre artes, ciencias y disciplinas diversas. Un tema complejo y difícil que analiza, con una simplicidad nunca simple, como pocos pensadores son capaces de hacerlo.

Me honra hacer esta réplica pero confieso que es difícil una réplica a un texto lógico y artísticamente tan sólido. Mi réplica, como el texto mismo, se fundamentará en mi experiencia como arquitecto y como teórico y práctico de la educación en relación al espacio humano ya que mi experiencia en el campo de la composición musical es inexistente.

Comienza su discurso con una declaración de principios sobre el arte, ciencia, vida humana y matemáticas. Escribe «He entendido siempre la creación artística como una manifestación de la inteligencia al mismo tiempo que como una expresión de experiencias vitales», y más adelante «también he tenido la ilusión añadida de contribuir a los cambios sociales para el progreso y mejora de la condición humana.

A partir de aquí hace una definición de lo que ha sido, y es, esta creatividad desde comienzos del siglo XX precisando el origen de su condición de modernidad en pocas palabras. En mi opinión, es una de las mejores definiciones de qué es esta condición de modernidad, que yo sólo he podido encontrar en un nivel parecido en la obra de Renato Poggioli, profesor de Harvard, desaparecido prematuramente en un accidente de tráfico en los Estados Unidos en 1966<sup>1</sup>.

Sigue su escrito con una larga reflexión sobre su experiencia en arquitectura y escribe: «El pensamiento del grupo de gente con la que trabajaba (el Taller de Arquitectura) coincidía por sus deseos de libertad con el arte de denuncia y el pensamiento que llevó a Europa el mayo del 68 francés y en Estados Unidos el movimiento hippy». Describe como las matemáticas hicieron posible una arquitectura que era una alternativa al bloque rígido racionalista, frío y serio, adecuando los edificios, los espacios públicos y las calles a las

nuevas necesidades de los nuevos habitantes.

Desgraciadamente, desde mi experiencia como profesor de escuelas de arquitectura de diferentes países, he podido comprobar como todavía existen estos bloques repetidos hasta el infinito en miles de maquetas uniformes, en las que las diferencias se pueden encontrar únicamente en su inclinación en relación al sol o en su altura, sin calles, espacios sociales o grados de accesibilidad que les den vida.

Y aquí empiezan, simultáneamente, sus experiencias musicales bajo la tutela magistral de Mestres Quadreny y de Xenakis, y su voluntad de encontrar una mejor libertad creativa en las dos artes, en estrecha relación con la literatura y la pintura. Y aquí el discurso entra en un campo totalmente nuevo fruto de la experiencia en la música atonal. En el ejemplo gráfico adjunto al discurso verbal, se puede ver o analizar como una sugerencia, para saber cómo se genera y se desarrolla el conocimiento y la sensibilidad de obras musicales contemporáneas. Y en el concierto que acompañará este acto académico se podrán asimismo escuchar los sonidos compuestos de manera atonal.

Muy poca atención han tenido estos procesos de generación de significados artísticos, que Anna Bofill analiza, y sugiriendo al final de su discurso el interés de la propuesta de Xenakis de una morfología general como teoría interartística. Bien cierto es que esta propuesta es de gran interés y poco conocida.

Para ella, y este es el hilo conductor de su discurso, los auténticos creadores lo hacen desde una libertad singular participando en atmósferas artísticas y científicas diversas sin problemas, siendo las matemáticas el puente entre estos diferentes entornos, incluyendo las matemáticas contemporáneas y la informática actual hasta llegar a la inteligencia artificial.

El largo análisis de cómo compone música es de un interés extremo pero no solo de la creación musical sino de la creación artística en general hoy, con una derivada constante de contraponer, como si fuera un contrapunto musical, el concepto de azar, formalizado por las matemáticas, con el que llama a veces intencionalidad innovadora bajo los modos inferencial (razón) y experimental (sentidos) y además tiene una tercera dimensión misteriosa y difícil de describir que es la revelación de la belleza, relacionada también con la necesidad de la genealogía humana y de sentirse formando parte del transcurso del tiempo universal de la historia.

Me permito decir que la palabra “historia” está dos veces en este texto conclusivo de una extrema precisión.

Aquí podría acabar mi réplica pero esto no sería una respuesta justa a las afirmaciones de Anna Bofill. Ya he dicho que respondería a partir de mi experiencia y mis conocimientos

tal como ella hace y por lo tanto sigo con dos consideraciones sobre este documento, su discurso, bajo la forma de dos notas al margen, propias de las academias medievales cuando comentaban un pergamino, o un documento, en una nueva lectura.

Una primera consideración. Este pensamiento crítico se inspira en la realidad natural que la matemática moderna ha analizado de forma innovadora y que es uno de los orígenes de la nueva potencia creadora en la condición humana de modernidad en ciencias y artes. Estoy de acuerdo en que la arquitectura y la educación del arquitecto, y en general, la de todo el mundo, tiene que seguir este camino y Anna Bofill pone como punto de partida el libro fundacional del tema de Jacques Monod “*El azar y la necesidad*” del año 1970. Yo siempre he situado también como libro fundacional del tema el de Jean Piaget “*Adaptación vital y psicología de la inteligencia: selección orgánica y fenocopia*”<sup>2</sup> publicado cuatro años después del de Monod en 1974.

Anna Bofill en su discurso ya puntualiza algunas ideas de Monod en el sentido que yo quiero sugerir, pero quisiera explicitar que si a un nivel cósmico las estructuras de la vida natural tienen un componente de azar, las leyes de la generación de la materia biológica definidas por Monod estaban faltas del estudio científico de las estrategias de adaptación de cada especie ante los cambios del entorno exterior, mediante un equilibrio entre el afán de supervivencia de cada especie como forma singular de vida y la necesidad de adaptarse al medio, como estamos haciendo ahora todas las especies vivientes frente al cambio climático. Estas estrategias de adaptación vital están fundamentadas en la capacidad de experimentar que tienen todas las especies vivas para sobrevivir, cambiando si es necesario su herencia genética y creando fenocopias nuevas en muchas direcciones, muchas veces de forma insospechada y hasta el momento desconocida. El azar a nivel cósmico es una cosa y a nivel biológico es otra y el azar de las leyes de conocimiento mental otra que dejo para la segunda consideración.

Una consecuencia es que esta visión más generativa, autoconstruida y sensible a la diferencia entre especies no sólo se adapta al proceso natural de una forma científica y empíricamente demostrada ahora por las neurociencias, cincuenta años después del libro de Piaget, sino que da toda la razón y confirma las afirmaciones en el sentido de que las matemáticas hacen de puente entre disciplinas y entre artes y ciencias, hecho que la inteligencia artificial está día a día poniendo de relieve. Las innovaciones biológicas no son sólo cambios morfológicos sino que siempre son cambios solidarios con los nuevos comportamientos que las estrategias de adaptación han hecho posibles. Esta solidaridad es la que he definido anteriormente como equilibrio vital fruto de la experimentación.

Y yendo de la biología al conocimiento, así se comprende que, por un lado el pensamiento crítico no puede sobrevivir en un entorno cultural insensible a las diferencias de cada sujeto, con la intolerancia, acoso constante y desprecio social, pero, por otro lado las estrategias de adaptación pueden generar nuevos comportamientos de experimentación artística y científica que van mucho más allá de los límites impuestos por este entorno insensible e intolerante.

Una segunda consideración está generada por la difícil condición de las matemáticas de ser como un agujero negro vital entre las artes y las ciencias sin identificarse con ninguna de ellas. Llegando así a la inteligencia artificial como agujero negro entre todos los agujeros negros con una capacidad de producir conocimiento más allá de lo que puede llegar a simular un cerebro vivo. Aquí la obra de Margaret A. Borden<sup>3</sup> “*La AI, su naturaleza y su futuro*” a la vez sencilla y profunda, es de las pocas que puede servir de guía, así como el trabajo constante hoy de muchas disciplinas en como establecer un diálogo entre ordenadores y cerebros provechoso para la condición humana.

Las reflexiones de Robert Slutzky, pintor abstracto norteamericano y profesor en la Escuela de Arquitectura de Cooper Union a Nueva York, van así en la buena dirección cuando describe el arte pictórico abstracto de sus referentes y maestros Mondrian o Albers entrando en un mundo virtual nuevo y desconocido en el que era peligroso representar colores y formas demasiado diversas o con un contenido simbólico demasiado complejo para pintar en el nuevo espacio abstracto con una nueva virtualidad. Es decir, el arte moderno de las vanguardias abre atmósferas nuevas de nueva libertad, pero también puede evolucionar y en ningún caso tiene estructuras fijas, solo blanco y negro, eliminación de referencias metafóricas a experiencias concretas, históricamente reconocibles, etc. El debate queda así abierto en relación a la naturaleza del proceso entre los límites de una abstracción cada vez más general y sus aplicaciones empíricas a veces cada vez más específicas y más concretas. Ni una generalidad abstracta justifica la falta de libertad de referencias empíricas y de experiencias concretas, ni ningún referente experiencial concreto puede justificar una falta de creatividad de un arte abstraído que quiere innovar.

Estas dos consideraciones, como las notas a pie de página en los pergaminos medievales, no hacen más que explicitar, a mi entender, las reflexiones abiertas en el discurso presentado por Anna Bofill que pueden participar en un debate abierto a todo nivel.

Como conclusión, y en relación a mi conocida convivencia con mi maestro Lewis Mumford, antropólogo, sociólogo y crítico de arquitectura y arte, norteamericano, he traducido al catalán un fragmento de la introducción a sus memorias que me envió en 1980



a sus 85 años, escritas y publicadas en 1975 en el New Yorker, como casi todos sus escritos de crítica de arte en aquellos años. Dice así:

“El Agujero Negro definido por Freud en su pesimismo final se anticipó a la teoría científica del Agujero Negro en el universo. Esta coincidencia es metafórica y accidental y plenamente subjetiva. Pero: ¿es que estamos bien seguros de que estamos seguros de que estamos mirando un universo? ¿o es justamente esta negrura, con la que Freud vio su orientación final hacia la muerte, la que estamos viendo en el espejo de nosotros mismos, cerrando los ojos y viendo sólo nuestro interior?”

Tal vez los astrofísicos, que son unas personas con la mente muy abierta, y muy buenos matemáticos, podrían descubrir, apoyándose en la paradoja matemática del anillo de Moebius, que este mundo exterior no es más que nuestro mundo interior cambiado y de esta manera, con un nuevo giro de este anillo, el impenetrable Agujero Negro podría ser la sombra de un sol mucho más brillante”

Muchas gracias.

*Josep Muntanyola i Thornberg*  
Barcelona 2023

*Traducción de M. Cinta Montagut*





[www.racba.org](http://www.racba.org)

REIAL ACADEMIA CATALANA  
D BELLES ARTS D SANT JORDI