

L'acustica delle chiese

Lasciatemi iniziare questo mio intervento raccontando perché molti anni fa incominciai ad interessarmi dell'acustica delle chiese.

Riflettevo, allora, che la musica occidentale, come noi l'ascoltiamo adesso, è uno dei grandi patrimoni culturali che la religione cristiana ha conservato e sviluppato nel tempo.

Molti miei colleghi, allora, si interessavano dell'acustica degli auditorium e dei teatri e anch'io ho fatto questo. Ma intanto consideravo che la nascita e lo sviluppo dei teatri è un fenomeno relativamente tardo, perché si deve arrivare alla prima metà del seicento per incontrare i primi teatri destinati alla rappresentazione dell'opera musicale, realizzati da privati sollecitati da interessi prevalentemente economici. Di quell'epoca sono a Venezia i teatri di San Cassiano 1637 e dei Santi Giovanni e Paolo (della famiglia Grimani 1638 e a Roma il teatro di Tordinona 1670 autorizzato da Papa Clemente IX (1600-1669) (Giulio Rospigliosi) a seguito delle pressioni della regina Cristina di Svezia (1626-1689), famosa per la sua passione musicale e per essere stata la protettrice di Alessandro Scarlatti.

Va ricordato che sin dall'inizio la chiesa cattolica si trovò a dover considerare il problema dell'inserimento della musica nella sua liturgia e ciò fece "interiorizzando" la musica, vale a dire facendo in modo che la musica abbandonasse la strada e gli spazi aperti, in generale, per entrare nelle chiese e nelle cattedrali.

All'inizio furono utilizzate soprattutto quelle forme musicali in uso presso i romani, strettamente legate alle feste e agli spettacoli pagani e più vagamente ai culti di divinità straniere, egizie ed orientali, nonché quella cultura musicale greca neoplatonica e neopitagorica, che scomparve quasi del tutto in età imperiale.

In campo musicale i primi cristiani furono i continuatori della cultura ellenistica e classica e utilizzarono la musica come mezzo per l'avvicinamento alla nuova fede. E ciò fecero in modo tale che la cultura musicale pagana non fosse annullata ma ripensata e sviluppata in funzione delle nuove esigenze liturgiche.

Dai primi canti liturgici cristiani, rigorosamente monodici, come tutta la musica delle civiltà antiche, eseguiti da una o più persone e a cappella senza accompagnamento di strumenti musicali, al canto gregoriano, cui si affiancarono numerose varianti di carattere testuale e musicale che permisero l'evoluzione della monodia e la nascita della polifonia e del dramma liturgico, tutta questa grande evoluzione avvenne all'interno delle chiese.

Le chiese, dal punto di vista architettonico, sono soprattutto luoghi di culto, ma nella loro evoluzione storica sono state anche luoghi per la musica.

Va, infatti, osservato che i canti gregoriani risuonano particolarmente bene nelle grandi cattedrali medioevali, nelle quali in origine erano eseguiti.

Negli edifici in pietra, quali le chiese romaniche e gotiche, le note consecutive della melodia gregoriana per effetto della riverberazione sonora risuonano e indugiano nel grande spazio confinato, sovrapponendosi sino a produrre una particolare sensazione armonica.

Questo legame tra chiesa e musica sembra esserci anche nella Basilica di San Marco a Venezia, che con la sua architettura potrebbe aver influito sulle caratteristiche della musica sacra veneziana, caratterizzata da uno spiccato andamento ritmico e da un particolare gusto coloristico derivato dall'alternanza e dalla combinazione di cori vocali e strumentali.

Anche la Thomaskirche di Lipsia con la sua acustica secca e poco riverberante potrebbe aver influito su alcune composizioni di J.S. Bach, tra le quali la Passione secondo S. Matteo.

Così riflettendo ritenevo, quindi, estremamente importante ricercare come questi edifici sacri abbiano accompagnato con il loro sviluppo architettonico e con le loro caratteristiche acustiche la lunga e complessa evoluzione della musica occidentale.

Per trattare delle caratteristiche acustiche delle chiese mi soffermerò prevalentemente sulla riverberazione sonora, sia perché questo fenomeno è il più vicino all'esperienza acustica di tutti noi sia perché può essere quantificata con un parametro molto noto: il tempo di riverberazione .

La riverberazione sonora è dovuta alla riflessione multipla del suono ai confini dell'edificio e sugli oggetti presenti, e produce una più o meno lunga permanenza del suono nell'ambiente.

La riverberazione sonora è un effetto acustico legato alle dimensioni dello spazio confinato e contribuisce a fornire caratteristiche particolari ai suoni percepiti. Per effetto della riverberazione, infatti, il suono permane nell'ambiente anche dopo l'estinzione dell'emissione avvolto, quindi, in aloni di mistero.

Una forte riverberazione sonora comporta tempi di riverberazione lunghi, dell'ordine di parecchi secondi, e coincide con grandi volumi oltre che con l'impiego nella costruzione degli edifici di materiali acusticamente riflettenti, quali marmi, pietre e intonaci.

Nella lunga sperimentazione condotta si è potuto osservare che, partendo dalle basiliche paleocristiane (S. Sabina, 17.500 mc; S. Apollinare in Classe 22.500mc) e passando alle cattedrali romaniche e gotiche (S. Petronio 160.000 mc), i volumi delle chiese sono andati man mano sempre aumentando. Anche escludendo la chiesa di S. Petronio a Bologna, che ha un volume di 160.000 m³, tra il periodo paleocristiano e

quello gotico il volume medio delle chiese rimane sempre piuttosto elevato (36.000 m³ circa).

Una chiara riduzione del volume medio si nota nei periodi successivi con i 14.000 m³ delle chiese barocche e i 9.000 delle chiese moderne, con l'eccezione di S. Pio che raggiunge i 50.000 m³.

Con l'aumento dei volumi interni nelle chiese aumenta anche il fenomeno della riverberazione sonora. E' esperienza comune che le grandi chiese risuonano diversamente dalle piccole, risultando in generale acusticamente più riverberanti e, quindi, caratterizzate da tempi di riverberazione più lunghi.

Nel fenomeno della riverberazione sonora, come già accennato, oltre al volume intervengono le caratteristiche acustiche dei materiali impiegati.

Ampie superfici intonacate, che risultano acusticamente riflettenti, portano a tempi di riverberazione molto lunghi, caratteristici di una riverberazione sonora che può risultare eccessiva. Questo fenomeno si riscontra sia in alcune chiese rinascimentali, quali la Basilica di Santo Spirito ($RT_{med} = 11,6s$) a Firenze, la Basilica Laurenziana ($RT_{med} = 8,4s$) sempre a Firenze, la chiesa a croce greca di Santa Maria della Consolazione ($RT_{med} = 8,9s$) a Todi, sia in alcune chiese moderne, quali la chiesa di San Giovanni Battista ($RT_{med} = 7,7s$) a Campi di Bisenzio, la chiesa di Santa Maria Assunta ($RT_{med} = 6,3s$) a Riola di Vergato e la chiesa Dives in Misericordia ($RT_{med} = 7,3s$) a Roma.

Le murature e le volte in pietra e in mattoni non intonacate e la presenza di arredi, quali i banchi, provocano un aumento dell'assorbimento acustico all'interno delle chiese, con una riduzione della riverberazione sonora.

Questo fenomeno è stato riscontrato nella maggior parte delle chiese Romaniche e Gotiche prese in esame, nonché nelle chiese barocche di Sant'Agnese in Agone ($RT_{med} = 5,0s$) a Roma e nella Basilica di Superga ($RT_{med} = 5,4s$) a Torino e nella moderna Concattedrale di Taranto ($RT_{med} = 4,4s$).

Soffitti lignei, banchi ravvicinati, tappeti e tendaggi a parità di volume rendono le chiese ancor meno acusticamente riverberanti, come si è potuto constatare nelle basiliche paleocristiane esaminate, in alcune chiese romaniche e gotiche, quali San Nicola ($RT_{med} = 4,4s$) a Bari, San Nicola Pellegrino ($RT_{med} = 5,2s$) a Trani, nella Cattedrale di Lucera ($RT_{med} = 5,8s$), nonché nella chiese barocche del Gesù ($RT_{med} = 5,2s$) a Roma, dei Santi Martina e Luca ($RT_{med} = 3,3s$) a Roma e di San Lorenzo ($RT_{med} = 4,1s$) a Torino nonché nella moderna chiesa di San Pio ($RT_{med} = 6,1s$) a San Giovanni Rotondo.

Ripercorrendo il cammino storico dell'evoluzione architettonica delle chiese, si può quindi notare che la più alta riverberazione sonora è stata rilevata nelle chiese

rinascimentali in particolare in S. Spirito a Firenze (S. Spirito 55.000 mc e T60 11,6 s). Mentre nelle chiese del periodo barocco e in quelle moderne-contemporanee, vale a dire progettate da architetti contemporanei dopo il Concilio Vaticano II (1965), si può osservare una graduale, costante diminuzione dei tempi di riverberazione con la conseguente migliore comprensione del parlato.

Sempre in relazione all'acustica, qualche considerazione si può fare anche sulle forme planimetriche delle chiese.

Le planimetrie delle chiese mostrano anch'esse un'evoluzione nel tempo.

La forma *basilicale*, derivata direttamente dagli edifici civili romani e impiegata nelle prime chiese paleocristiane, risulta molto buona dal punto di vista acustico.

Infatti la presenza del soffitto piano ad altezza contenuta, del presbiterio fortemente rialzato e delle colonne esili benché fitte, assicura all'assemblea dei fedeli un buon apporto di suono diretto e di prime riflessioni provenienti dall'alto, nonché di riflessioni laterali in parte schermate e in parte esaltate dalle colonne. Inoltre nell'aula principale una riverberazione sonora non eccessiva offre condizioni acustiche ottimali.

Questa distribuzione architettonica, che ben si sposava con le forme liturgiche dei primi cristiani, molto incentrate sul ruolo didattico della celebrazione, cambiò gradualmente. La crescita delle dimensioni delle chiese e del numero dei presbiteri produsse la dilatazione dell'organismo edilizio con il conseguente significativo aumento della distanza fra il luogo della celebrazione (sorgente sonora) e quello dell'assemblea (ascolto).

Nei periodi successivi, romanico e gotico, si ebbe l'innalzamento dapprima dei soffitti prima e poi delle volte con il conseguente ingrossamento dei pilastri di sostegno, nonché la riduzione della quota del presbiterio. Queste particolari modifiche alla configurazione planimetrica basilicale portarono alla separazione funzionale fra la navata centrale e quelle laterali, con la conseguenza dal punto di vista spaziale di creare una disuniformità acustica. Infatti, a seconda della posizione della sorgente sonora si hanno condizioni acustiche molto diverse fra le zone in cui questa è presente, quelle adiacenti acusticamente ben "illuminate" dalla sorgente sonora e le altre in ombra rispetto a questa.

L'interposizione del transetto, con la realizzazione della configurazione a croce, peggiorò questa situazione. La maggior parte dei fedeli si concentrava nella navata centrale, mentre quelle laterali fungevano per lo più da deambulatorio. La soluzione ai problemi acustici fu trovata concentrando nella navata centrale tutte le sorgenti sonore, vale a dire: l'altare, il pulpito, l'organo e la *schola cantorum* (questi ultimi due posti di solito in posizione rialzata in controfacciata). Questo schema planimetrico ebbe successo per lungo tempo, finché le sorgenti acustiche, non furono allontanate

dalla navata centrale o, peggio ancora, isolate, come avvenne ad esempio per l'organo e il coro, con il loro trasferimento nei bracci del transetto.

L'aggiunta del transetto alla pianta basilicale portò, come si è detto, alla forma planimetrica a croce (croce latina) e successivamente nei periodi rinascimentale e barocco alle varie forme centrali, come la croce greca.

Questa centralizzazione delle piante raggiunge un risultato acusticamente efficace quando le sorgenti sonore sono localizzate nella crociera, cioè nel volume posto all'intersezione fra i due assi. Infatti così facendo il suono può raggiungere agevolmente tutti i volumi che compongono l'edificio senza che si creino zone d'ombra acustica.

Sulla base, forse, di queste esperienze acustiche una nuova forma architettonica fu ideata dagli ordini monastici e predicatori, che ponevano grande enfasi sull'insegnamento rivolto ai fedeli e, quindi, verso l'agevole comprensione del parlato. Si tratta della forma architettonica ad aula, di cui la basilica di San Francesco ad Assisi ne è un esempio famosissimo. L'edificio, caratterizzato da un'aula unica, accoglie tutti i fedeli e gli officianti senza ostacoli né visivi né sonori.

Questo accorgimento insieme ai soffitti piani o a volta generalmente abbastanza riflettenti, contribuisce ad assicurare anche una buona intelligibilità del parlato, tanto che questo modello fu riproposto dai gesuiti dopo la Controriforma.

Nel periodo barocco le pareti verticali furono arricchite di decorazioni e coperte di altari con un risultato acustico molto buono, poiché veniva assicurato un adeguato apporto di riflessioni laterali diffuse e ravvicinate nel tempo, assai benefiche oltre che per la comprensione del parlato anche per la musica.

Nelle chiese a pianta centrale più grandi si nota però qualche carenza acustica dovuta alla distanza fra sorgente e ascoltatore. In particolare se la sorgente sonora, il sacerdote, è sull'altare per la grande distanza si può avere una riduzione notevole del livello del suono diretto che raggiunge i fedeli. Questa riduzione spesso non è adeguatamente compensata dalle riflessioni provenienti dal soffitto (solitamente piuttosto alto), con il risultato di compromettere in modo significativo il livello e la chiarezza del suono.

La forma planimetrica ad aula è stata riproposta in varie soluzioni nell'edilizia ecclesiastica "moderna". Questi schemi planimetrici moderni condividono i pregi e i difetti degli schemi planimetrici più antichi. Purtroppo il ricorso agli impianti di amplificazione e la mancanza di decorazioni delle pareti e, quindi, di diffusione sonora ne hanno spesso drammaticamente esaltato i difetti acustici.

ETTORE CIRILLO