

Teatri ed Auditori: le differenze nelle caratteristiche acustiche ottimali e la possibilità di unificazione mediante l'impiego di nuove tecnologie

di Fabrizio Calabrese
Consigliere della sezione italiana
dell'Audio Engineering Society

La disciplina dell'Acustica Architettonica è soggetta in modo particolarmente accentuato alla divaricazione tra lo stato delle conoscenze condiviso dalla maggior parte degli esperti e riportato sui libri di testo e quello reso disponibile e praticabile mediante le tecniche di misura più avanzate e mediante l'impiego delle più moderne tecnologie.

Così accade che anche i più noti esperti tendano a comunicare –per esempio in occasione di consulenze, pareri, capitolati- in termini tradizionali, considerando l'acustica di un ambiente come descrivibile e valutabile in base a parametri relativamente semplici, quali ad esempio il Tempo di Riverbero.

Il Tempo di Riverbero ha il merito storico di essere il primo parametro tecnicamente rilevabile in grado di permettere il confronto tra le prestazioni acustiche di sale diverse, con un rapporto significativo tra i valori previsti in sede progettuale, quelli riscontrabili in sede di realizzazione e le sensazioni all'ascolto.

Il Tempo di Riverbero non è –tuttavia- il solo parametro significativo: la cultura moderna in campo acustico accetta senza esitazione l'affermazione che due sale caratterizzate da eguale Tempo di Riverbero e dimensioni simili possano avere prestazioni all'ascolto anche assai differenti.

Altri parametri possono essere decisivi a determinare il livello qualitativo percepito dagli spettatori: per esempio il livello energetico delle prime riflessioni, i loro tempi di arrivo, la densità ed uniformità delle riflessioni, l'assenza di echi individuabili, il bilanciamento spettrale ed energetico del campo riverberato.

L'argomento è evidentemente complesso e specialistico.

I più aggiornati specialisti della materia sono particolarmente attenti alle possibilità offerte dalla strumentazione di misura più avanzata: qualsiasi parametro che può essere misurato può essere anche correlato sia con le sensazioni all'ascolto che con i parametri costruttivi della sala. Ogni nuovo parametro individuato e misurato avvicina il progettista alla possibilità di risultati certi, indispensabili nel caso di realizzazioni particolarmente costose.

Il nuovo approccio culturale

Piuttosto che spiegare ciascuno dei parametri recentemente individuati come significativi per le prestazioni acustiche di una sala –il che resterebbe comprensibile solo dagli addetti ai lavori- è assai più semplice descrivere i meccanismi con cui l'orecchio umano percepisce l'acustica di un ambiente e le sensazioni che ne deriva.

Operando in questo modo la materia si semplifica di molto.

Proviamo quindi a descrivere la sensazione acustica percepita da uno spettatore in un vasto Auditorio.

L'energia emessa da ogni strumento dell'orchestra gli perviene dapprima diretta –con la normale attenuazione data dalla distanza, ma con la somma del contributo di tutte le

sezioni strumentali- poi gli pervengono le cosiddette "prime riflessioni", che sono quelle causate dalle pareti più vicine agli strumentisti (ed anche da quelle prossime all'ascoltatore stesso). Dopo un breve intervallo di tempo perviene all'ascoltatore anche il succedersi fitto delle riflessioni causate da tutte le pareti dell'ambiente: questo è quello che normalmente viene definito come "riverbero".

Ora immaginiamo tre sale diverse, di cui una fortemente trattata ed assorbente; una con pareti lisce, riflettenti e normalmente verticali; una terza con pareti ancora riflettenti, ma inclinate, in modo di inviare l'energia ricevuta verso il pubblico.

La prima sala –quella assorbente- avrà un suono molto asciutto e povero: gli ascoltatori più lontani di 7-8 metri saranno privati di gran parte della "emozione" dell'ascolto: alcuni strumenti, come le voci soliste o i flauti, saranno percettibili con fatica e solo alla condizione che il pubblico in sala sia assolutamente silenzioso.

La seconda sala –riflettente, ma con pareti parallele- sarà egualmente spiacevole all'ascolto, nonostante l'energia acustica percepita dagli ascoltatori anche più lontani sia elevata ed omogenea. Le pareti parallele creeranno echi ripetitivi, tali –per esempio- da compromettere l'intelligibilità del parlato e del canto, oltre che la nitidezza delle partiture con transienti, come i pizzicati. Solo il pubblico più vicino potrà sentire nitidi gli strumenti e le voci: più indietro la sensazione sarà di un insieme indistinto e sgradevole.

La terza sala –riflettente, ma con le pareti inclinate verso il pubblico- sarà la migliore, ma presenterà anch'essa un grave difetto: il pubblico è assorbente, ed una volta che l'energia acustica sia inviata su di esso, ben poca di essa residuerà per le successive riflessioni. La sala suonerà ancora una volta in modo povero, poco coinvolgente, ma il pubblico dei settori più lontani potrà udire sostanzialmente meglio che nei due casi precedenti.

Ecco spiegata la necessità di parametri descrittivi e tecnici più complessi del semplice "Tempo di Riverbero": la cultura acustica moderna non solo ne ha individuati diversi, ma da essi ha ricavato alcune importanti informazioni circa i meccanismi di interpretazione con cui l'orecchio umano opera.

Prendiamo ad esempio la sensazione di livello: può esser accaduto a ciascuno di aver notato quanto bene si senta anche un debole ticchettio di una sveglia se ci si trova in un ambiente silenzioso, per esempio a notte fonda. La stessa sveglia, nel medesimo ambiente, è perfettamente inaudibile di giorno, in presenza del rumore del traffico. Dunque la sensibilità dell'orecchio umano varia di migliaia di volte, in funzione della rumorosità media presente.

Il problema non è poi soltanto quantitativo: quando qualcuno ci parla –anche in mezzo al traffico- riusciamo normalmente a concentrarci e ad udire ogni parola, anche se il rumore dei veicoli –misurato con un fonometro- supera quello della voce anche di dieci volte. Eppure una voce, anche forte, diventa inintelligibile in un ambiente vasto e riverberante, anche in assenza di rumore di fondo.

Il meccanismo dietro tutto questo ha un nome: "mascheramento". Il riverbero, infatti, è fatto della stessa voce –ripetuta- mentre il rumore del traffico è riconosciuto come differente ed è in qualche modo isolato percettivamente.

Quando parliamo ad un'altra persona siamo normalmente circondati da pareti riflettenti (almeno il pavimento): il nostro orecchio è quindi abituato a riconoscere la sorgente originaria (da cui proviene il primo arrivo) e ad integrare le prime riflessioni, considerandole energia utile, che amplifica la sensazione rispetto al normale rumore di fondo. Questo meccanismo ha dei limiti per riflessioni che provengano dopo un certo

intervallo di tempo: esse non sarebbero comunque utili perché porterebbero alla sovrapposizione con la sillaba emessa appena di seguito, confondendo il tutto.

Dunque le prime riflessioni –provenienti da pareti vicine- aggiungono energia alla voce ed alla musica: l'orecchio regola il suo "volume d'ascolto" senza dover compiere sforzi.

Le riflessioni successive –cioè il riverbero- sono invece utili per un altro aspetto, completamente diverso, dell'ascolto: esse avvolgono l'ascoltatore, creano emozione, partecipazione, sensazione dello spazio. Musica e teatro senza riverbero suonano come all'aperto, ed il livello appare insufficiente –emotivamente- anche se si impiega un impianto di amplificazione. Poco riverbero in meno o in più può significare un coinvolgimento emotivo assolutamente differente per gli spettatori.

In sintesi, è oggi possibile descrivere le prestazioni acustiche di una sala in funzione di alcuni meccanismi noti con i quali l'orecchio umano interpreta e si adatta ai diversi contesti. Tecniche di misura ed apparati assai sofisticati permettono di individuare i parametri tecnici ed il loro rapporto con la configurazione ed il trattamento della sala.

La differenza tra Teatri ed Auditori

Fin qui sembrerebbe che una sala acusticamente trattata in modo di non mostrare echi o riverbero eccessivo, ma con cospicue prime riflessioni, possa essere adatta sia per rappresentazioni teatrali che per esecuzioni musicali. Purtroppo ciò non è vero.

Nelle sale tradizionali esiste –infatti- un rapporto diretto tra la quantità di energia che perviene direttamente agli spettatori dalla voce o dallo strumento e quella che perviene loro sotto forma di riverbero: esso dipende dal volume della sala e dal coefficiente di riflessione delle pareti.

Se la sala è trattata in modo di evitare gli echi –micidiali per l'intelligibilità del parlato- è del tutto possibile che l'intensità del riverbero sia troppo limitata da permettere la sensazione avvolgente che è indispensabile per le esecuzioni orchestrali.

Anche le sale più sofisticate (e costose), con pareti inclinate a riflettere verso il pubblico, beneficiano della maggiore energia e dunque possono avere maggiore capienza, ma restano assai aperte a severe critiche in termini di coinvolgimento degli spettatori.

L'Acustica Architettonica si è sviluppata praticamente soltanto negli ultimi cento anni: in questo periodo sono state costruite sale di ogni forma e dimensione, ma non vi è notizia di risultati egualmente interessanti per impieghi teatrali e di esecuzioni musicali.

La necessità di impianti audio di amplificazione per i concerti di musica moderna, con strumenti elettronici (tastiere, chitarre, ecc.), complica ancora la situazione, con ulteriori possibilità di incompatibilità.

Un'esigenza imprescindibile: la sala multifunzione

Il fatto che l'acustica di un Teatro debba essere assai diversa da quella di un Auditorium cozza contro una fortissima esigenza di mercato per un tipo di sala multifunzione: solo nelle grandi metropoli è accettabile il costo di duplicare gli spazi, mentre resta un problema ancora aperto, quello della compatibilità con le esecuzioni di musica amplificata.

La soluzione più seguita, soprattutto nei piccoli centri, è quella di realizzare sale di capienza comunque limitata e con trattamento acustico tendenzialmente assai assorbente.

Le piccole dimensioni e l'assorbimento elevato eliminano il rischio di echi, ma i pochi spettatori restano abbastanza vicini da ricevere sufficiente energia (se la sala è silenziosa).

Le prestazioni di queste sale sono spesso al limite dell'accettabile, talché spesso si impiegano impianti di amplificazione, specie laddove il rumore del traffico si insinua attraverso i condotti della ventilazione o le aperture.

In ogni caso le esecuzioni musicali sono desolanti, in queste sale, amplificate o meno.

Per le esecuzioni di musica moderna dal vivo esiste poi un problema particolare: i trattamenti acustici convenzionali assorbono ben poco sulle basse frequenze, che dunque riverberano e mascherano la sensazione generale di livello, con prestazioni all'ascolto particolarmente negative e tanto frequenti anche in sale per altri versi accettabili.

La prima soluzione: la sala con trattamento acustico innovativo

Un primo approccio –assai innovativo- consiste nel progettare **una sala con un trattamento acustico particolarmente assorbente alle frequenze più basse e diffusivo** in gamma media ed alta.

Questo tipo di sala è stranamente rarissimo, probabilmente per la difficoltà a reperire progettisti con esperienza nel campo (p.es. del progetto di risonatori a cavità) tale da assicurare dell'esito di un trattamento comunque più costoso ed impegnativo dei comuni rivestimenti.

I vantaggi all'ascolto sono notevolissimi: **la voce resta nitida** anche a distanze cospicue ed è assai meno compromessa da immissioni di rumore esterno.

L'orchestra appare più potente del vero livello (letto dal fonometro) per via del ridotto mascheramento causato dal riverbero in gamma bassa.

Se la diffusività delle pareti è ben curata, è anche possibile permettersi un Tempo di Riverbero appena superiore alla media, guadagnandone ulteriormente in termini di coinvolgimento emotivo degli spettatori.

Soprattutto **il vantaggio fondamentale di questo tipo di trattamento risiede nella possibilità di eseguire concerti di musica amplificata** con ottime prestazioni all'ascolto e con grandissimo coinvolgimento emotivo.

Le basse frequenze della musica rock-pop sono infatti solitamente transienti (percussioni di accompagnamento) e devono essere assolutamente riprodotte senza sovrapposizioni di echi o riverbero.

Il solo svantaggio di questo tipo di trattamento risiede nel maggior costo, non tanto e non solo per la realizzazione, quanto per assicurarsi un progetto adeguato ed affidabile: la realizzazione di un modello in scala dovrebbe essere un obbligo, come pure l'esecuzione su di esso di accurati rilievi con tecniche di misura avanzate, come la Time Delay Spectrometry.

La seconda soluzione, rivoluzionaria e versatile: la sala con acustica assistita

Quando la certezza del risultato è un'assoluta necessità, quanto la reale multifunzionalità della sala, allora **la migliore soluzione** è quella di progettare la sala con un'acustica originale tendente verso un eccesso di assorbimento, **introducendo il riverbero mediante un opportuno impianto elettroacustico, regolabile**.

Non si tratta affatto di un impianto di amplificazione convenzionale cui sia

stato aggiunto un riverbero elettronico: in questo caso la provenienza delle emissioni sarebbe facilmente localizzata, con una sensazione di grande artificialità (totalmente inadatta ad impieghi teatrali).

Un semplice impianto di amplificazione –impiegato al chiuso- è poi soggetto al noto fenomeno dell'innesco: l'energia emessa dai diffusori viene ripresa dai microfoni posti sul palco, fino al punto di causare un fischio continuo. Per evitare questa occorrenza occorre tenere i microfoni vicinissimi alle sorgenti (il che spiega l'impiego estensivo di radiomicrofoni, anche in teatro) e limitarne comunque al massimo il numero (il che spiega la continua attenzione dei fonici ad aprire o chiudere i canali del mixer, durante ogni spettacolo).

Esistono sistemi di supporto elettronico configurati in modo radicalmente diverso dai comuni impianti audio di amplificazione: i microfoni –nascosti- captano a distanza le emissioni dalle sorgenti poste sul palcoscenico ed i diffusori in sala sono in gran numero, nascosti anch'essi alla vista e regolati in modo di non essere singolarmente localizzabili all'ascolto.

I moderni riverberatori elettronici consentono un'amplissimo intervallo di regolazione: è possibile regolare separatamente il livello ed il ritardo delle prime riflessioni rispetto al livello ed al ritardo del successivo riverbero. Gli echi sono fitti e mai fastidiosi in termini di intellegibilità, anche per regolazioni su livelli sostanziali, tali da causare **un forte e positivo coinvolgimento del pubblico**.

L'integrazione di questi sistemi con i normali impianti audio è sicuramente possibile, a condizione che essi siano dimensionati a sufficienza.

Il problema del dimensionamento degli impianti di riverbero assistito, oltre al loro costo ed alla difficoltà progettuale, è il vero motivo della loro assoluta rarità.

Se si deve incrementare l'energia di una grande orchestra –senza che la presenza di distorsioni tradisca la presenza dell'impianto di supporto- occorre un largo surdimensionamento di diffusori ed amplificatori, che ne rende anche più complesso il collocamento non a vista.

Il problema del costo è spesso soltanto apparente: se con una sala (p.es. del costo di 3-5 milioni di Euro) si possono ottenere risultati eccellenti sia nell'impiego come Teatro che come Auditorium, allora il costo di un sistema di riverbero assistito (p.es. 360.000 Euro) resta comunque una frazione rispetto al costo della costruzione di una seconda sala, spesso impossibile in un piccolo centro urbano. Anche il trattamento di una sala con riverbero assistito è assai più semplice ed economico, in prima istanza.

Ma l'impiego principe dei sistemi di riverbero assistito è quello di "salvare" l'acustica di sale progettate con troppa cautela o con poca esperienza specifica: ne esistono a centinaia soprattutto da che le recenti norme anti-incendio hanno bandito l'impiego di cavità dietro i rivestimenti, oltre che di molti tipi di materiali.

Sale come la Royal Festival Hall, di Londra, impiegano questa tecnica fin dagli anni '60, con grande successo e **con universale accettazione da parte dei più noti musicisti**.

Le specifiche dei sistemi di riverbero assistito

Trattandosi di sistemi intrinsecamente regolabili, gli impianti elettroacustici di riverbero assistito possono essere adattati a qualsiasi tipo di impiego -teatrale o musicale- anche in funzione delle esigenze del singolo regista o direttore d'orchestra.

Molti pensano, intuitivamente, che questi sistemi possano soltanto incrementare il naturale riverbero di una sala e che dunque questa vada progettata e realizzata –inizialmente- con un trattamento tendenzialmente più assorbente del necessario. Questo non è vero.

Quando i microfoni di ripresa sono sufficientemente direttivi e quando gli stessi diffusori che emettono il riverbero in sala sono direttivi e rivolti soltanto verso aree occupate dal pubblico (che è assorbente), allora **è del tutto possibile simulare un'acustica anche meno riverberante di quella naturale** dello spazio coperto in cui si opera.

Questo apre una frontiera di utilizzo rivoluzionaria, che è quella di poter adattare ad esecuzioni musicali (oltre che a Teatro) **anche spazi vasti e riverberanti, come i palasport**, di cui i piccoli centri sono spesso dotati e con ottime capienze.

Dunque la specifica fondamentale è quella di una elevata ed omogenea direttività sia per quanto riguarda i sistemi di ripresa che per i diffusori che emettono il riverbero in sala.

Ancora una specifica fondamentale: la potenza ed il rendimento dell'impianto devono essere tali da poter operare con sorgenti anche sostanzialmente energetiche (p.es. fino a 120 deciBel di picco), pena l'insorgere di distorsioni con strumenti come cassa e timpani.

La risposta di questi impianti deve essere estesissima fino alle più basse frequenze, per non ledere alla naturalezza dell'emissione, e non deve essere avvertibile alcuna traccia di rumore di fondo elettronico, pena l'immediata individuazione del sistema da parte di tutto il pubblico.

Le prestazioni devono essere omogenee per tutta l'area in cui è disposto il pubblico e -ricordiamolo- il sistema non deve consentire la localizzazione delle sorgenti da parte degli ascoltatori. Questo si ottiene **non solo con un gran numero di sorgenti** (anche oltre 100), ma con una cura particolarissima nel configurare l'impianto in modo che a ciascun diffusore pervengano segnali **non correlati** ed in opportuna sincronia temporale.

Le riflessioni immesse nell'ambiente devono seguire la sequenza temporale che avrebbero le normali riflessioni dello spazio la cui acustica si vuole creare.

La specifica indispensabile: il profilo culturale e professionale del progettista

Due aspetti emergono come fondamentali per il successo di una realizzazione complessa come quella di un impianto elettroacustico per riverbero assistito: **la disponibilità di strumentazione di misura avanzata e la cultura (ed esperienza) nella progettazione e realizzazione di diffusori direttivi** e di elevata potenza e qualità.

Soltanto un progettista che disponga di strumenti avanzati, quali gli analizzatori di Time Delay Spectrometry o MLS, e che sia familiare con l'impiego di questi può diagnosticare le carenze originarie della sala, valutare l'influenza della regolazione di ogni singola sezione di impianto, soprattutto correlare il valore tecnico di un parametro regolabile con la corrispondente sensazione di ascolto. E' del tutto da escludere che impianti di questa complessità possano essere tarati senza strumentazione di questo tipo e, soprattutto, senza l'esperienza sul campo che sola permette la correlazione misure-ascolto.

Il secondo requisito spiega –meglio di qualsiasi altro- la rarità di queste realizzazioni.

Soltanto una figura professionale in grado di progettare direttamente i diffusori (direttivi) necessari per questo tipo di impianti può accordarsi con l'architetto progettista della sala per integrare le sorgenti nel tipo di rivestimenti adottato: diversamente in normale installatore di impianti audio dovrà reperire sul mercato i diffusori, che saranno comunque insufficientemente direttivi e tendenzialmente assai ingombranti, se di potenza sufficiente.

I diffusori commerciali sono infatti di forma strettamente funzionale, di solito parallelepipedici, con un rendimento ed una potenza direttamente commisurati ad ingombro e peso. Dissimilarli in qualsiasi tipo di arredo è quanto mai difficile, specie se sono in numero particolarmente elevato.

Diversamente un progettista con esperienza nella simulazione al computer delle prestazioni dell'insieme di altoparlanti e strutture fisiche (p.es. tubi, cavità, ecc.) può facilmente individuare forme e volumi facilmente inseribili nell'arredo della sala, ottenendo peraltro prestazioni acustiche assai più elevate di quelle normalmente raggiunte da diffusori convenzionali (che devono sottostare a compromessi noti, in funzione anche della loro trasportabilità sia sul campo che verso i punti di vendita).

Il trattamento di una sala innovativa –con riverbero assistito- può affiancare cavità risonanti passive, in funzione di assorbitori, a cavità dotate di altoparlanti (nascosti nelle stesse, senza necessità di griglie) che emettono il riverbero.

Queste sale, proprio per il fatto di aggiungere energia a quella della sorgente, consentono la perfetta udibilità di ogni espressione vocale nell'impiego teatrale, anche del più lieve sussurro. **L'espressività degli interpreti è letteralmente moltiplicata**, con evidente maggiore impatto sul pubblico ma senza il corrispondente sforzo e la conseguente forzatura del timbro vocale, quindi con favorevole accoglienza da parte degli stessi artisti.

L'impiego di radiomicrofoni è del tutto facoltativo: il sistema non richiede nemmeno la presenza di un fonico di sala continuamente attento ai livelli (ed alla possibilità d'innesci).

In ambito musicale è possibile impiegare compagini orchestrali ridotte, le sole accessibili nei piccoli centri urbani (in cui quindi si rende possibile programmare concerti): la sincronia tra i musicisti viene facilitata, come pure il coinvolgimento emotivo degli spettatori.

Le sale moderne, dotate di impianti di condizionamento e ventilazione di elevate dimensioni, sono spesso assai permeabili ai rumori esterni del traffico veicolare ed aereo: il fatto di aggiungere energia alla voce ed alle emissioni degli strumenti è un ausilio prezioso in ordine al contenimento dei costi di insonorizzazione di condotti ed aperture, che è tutt'altro che trascurabile (non dimentichiamo che i condotti risuonano, e quindi possono anche amplificare alcune bande di rumore esterno).

Recenti rilievi fonometrici, condotti presso sale da concerto moderne e di illustre progetto, consentono di ipotizzare che **l'impiego di sistemi di riverbero assistito sia comunque indispensabile nelle sale di grande capienza** (sopra 1700 posti), per quanto avanzato ed ottimale sia il progetto acustico della sala. Semplicemente è necessaria energia per favorire il coinvolgimento emotivo degli spettatori situati nei settori più lontani.

Roma 12 maggio 2003

Fabrizio Calabrese