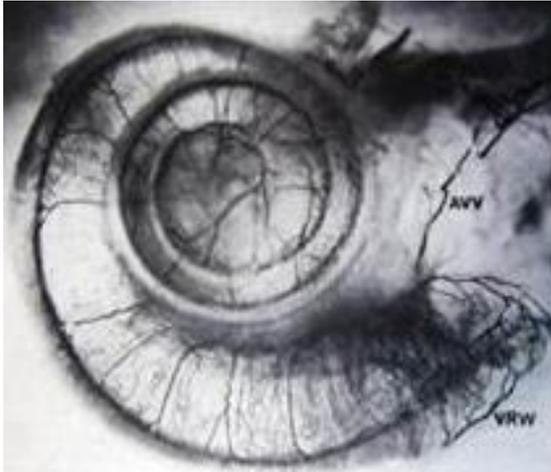


SUONO E PERMACULTURA

Progettare con l'orecchio



di
Antonio Sodano

Prima edizione: settembre 2023

Copyright © Antonio Sodano 2023

Avviso sul copyleft

Sotto le leggi del copyright, Antonio Sodano possiede tutti i diritti ed il copyright di questo testo e garantisce una licenza a copiare, riprodurre e distribuire con ogni mezzo, per intero o in parte, questo libro.

Tutti gli altri diritti sono espressamente riservati al proprietario in accordo con le leggi del copyright internazionale.

Antonio Sodano: musicista e compositore autodidatta, diplomato al Corso Quadriennale di Musicoterapia del C.E.P. di Assisi, diplomando presso il Permaculture Association UK (PDC conseguito nel 2022 con Pietro Zucchetti).

Contatti: antisoda@gmail.com

In copertina: immagine microscopica di una coclea umana e fotografia di una galassia spiraliforme.

INDICE

Introduzione	Pag. 4
1. SUONO	
1.1 Acustica	Pag. 6
1.2 Apparato uditivo e percezione del suono	Pag. 9
1.3 Suono come informazione	Pag. 14
1.4 Suono come energia e nutrimento	Pag. 15
2. SUONO E AMBIENTE	
2.1 Il Paesaggio Sonoro	Pag. 19
2.2 Ecologia acustica	Pag. 20
2.3 Designer acustico	Pag. 23
2.4 Mappe sonore	Pag. 24
3. SUONO E PERMACULTURA	
3.1 Permacultura: definizione e principi.....	Pag. 27
3.2 Connessioni tra suono e permacultura	Pag. 28
3.3 Fonti sonore rinnovabili: creazione di oggetti sonori con il bambù	Pag. 37
Conclusioni	Pag. 40
Bibliografia e sitografia	Pag. 41
Ringraziamenti	

Onde creare armonia si misero ad ascoltare.
Ascoltando poterono obbedire alla bellezza.

Introduzione

La permacultura è un sistema di progettazione per realizzare e gestire insediamenti umani sostenibili ed ecosistemi agricoli nel rispetto della natura e di tutte le forme di vita. Le recenti scoperte scientifiche e le conoscenze tradizionali trovano una felice sintesi nel suo approccio olistico e multidisciplinare. Infatti, attraverso la permacultura ci si prende cura della terra e delle persone, si rigenera il suolo, gli ecosistemi e le comunità. In questo processo rigenerativo il suono può giocare un ruolo importante, connettendosi agli elementi che vengono messi a sistema nel design in permacultura.

Il suono è ovunque ma non sempre gli prestiamo attenzione, non sempre la nostra interazione con il suono è consapevole. Uno dei punti chiave della permacultura è l'osservazione, fase in cui si raccolgono le informazioni per realizzare il design, attraverso il quale si cerca di utilizzare efficacemente e responsabilmente le fonti di energia presenti in natura per soddisfare i bisogni delle persone, tra cui la produzione di cibo, di nutrimento. E poiché il suono è informazione, energia e nutrimento, in virtù di queste sue caratteristiche può entrare a pieno titolo nella progettazione in permacultura, contribuendo alla rigenerazione degli ecosistemi e delle persone.

Ascoltiamo e modifichiamo continuamente il paesaggio sonoro nel quale viviamo, siamo costantemente immersi in un bagno acustico di onde sonore dalle quali riceviamo energia, informazioni e nutrimento. Possiamo chiudere gli occhi per non vedere immagini, tapparci il naso per non sentire odori, serrare la bocca per non gustare sapori e ritrarre le mani per non toccare alcuna superficie, ma anche se ci tappiamo le orecchie, il suono, seppur indebolito, ci raggiunge comunque. Anche durante il sonno l'orecchio continua a svolgere le sue funzioni, seppur con una sensibilità ridotta, e al nostro risveglio, prima ancora di aprire gli occhi, è il suono il primo stimolo che ci connette al mondo esterno.

Il suono è sempre stato oggetto di interesse fin dai tempi più remoti, percepito come un fenomeno carico di significati simbolici, considerato come la manifestazione del divino. In diverse cosmogonie e testi sacri, infatti, il suono viene descritto come la forza primordiale creatrice del mondo, la sostanza originaria di tutte le cose. E a proposito di testi sacri, molto felice è la riscrittura che lo psicanalista Franco Fornari ha fatto dei primi versi biblici, sostituendo il Padre con la Madre e il Verbo (il Logos) con il Suono: "All'inizio era il Suono. Il Suono era presso la Madre. La Madre era il Suono"¹.

Se molte cosmogonie parlano della creazione del cosmo ad opera di un suono primordiale, un suono che si fa materia e carne, a Pitagora si attribuisce la frase "la geometria delle forme è musica solidificata". Questa solidificazione del suono tuttavia non fu mai completata, perché nelle cose permane una seppur minima quantità della sostanza sonora originaria, che si manifesta col suono che le cose possono produrre o semplicemente nel nome che esse portano. Secondo queste antichissime narrazioni il suono preesiste agli dèi stessi, i quali, attraverso i loro canti hanno creato le cose e tutti gli esseri viventi. E sempre attraverso il canto gli esseri umani nutrono gli dèi in ascolto. Suono, canto e ascolto sono alla base dell'universo e della relazione tra terra e cielo².

L'ascolto, azione non passiva ma attiva, è fondamentale per cogliere l'essenza della natura e delle sue leggi, al fine di comprendere la realtà e agire coerentemente. Riflettendo sul significato di ascolto è interessante notare come questo sia connesso all'obbedienza, termine che deriva dal latino, formato dal prefisso *ob* (verso, contro, dinnanzi) e dal verbo *audire* (udire, sentire, ascoltare)³. Uno dei

¹ Franco Fornari, Psicoanalisi della musica, Longanesi, Milano 1984, (pag. 6).

² Per una trattazione approfondita sul rapporto tra suono, cosmogonie e rituali sacri si rimanda a Marius Schneider, Il significato della musica, SE, Milano 2007.

³ Luigi Castiglioni, Scevola Mariotti, Vocabolario della lingua italiana, Loescher Editore, Torino 1984 (pp. 124, 972).

significati di obbedire è dunque ascoltare chi sta dinnanzi, prestare ascolto, assecondare, obbedire alle leggi della natura, adeguarsi alle necessità⁴. Anticamente quindi il termine indicava una virtù, la capacità di mettersi in ascolto, di cogliere l'essenza delle cose per poter agire in armonia con la loro natura, o con la propria natura, facendo eventualmente prevalere la volontà di qualcuno o qualcosa sulla propria, laddove si riconosca che questo adeguarsi porti a fare la cosa giusta. In questo senso l'obbedienza non è una passiva sottomissione dettata dalla paura e dal conformismo, non è l'esecuzione acritica di un ordine, ma indica una predisposizione ad assecondare l'armonia cosmica, che va colta e accolta, un messaggio al quale dare fiducia.

L'influenza e la pervasività del suono si rintraccia facilmente anche in molti modi di dire, ad esempio per esprimere l'intesa reciproca tra due o più persone, vengono sovente usate parole provenienti dall'ambito acustico e musicale: *"concordanza"*, *"unisono"*, *"armonia"*, *"essere in accordo"*, *"essere sulla stessa lunghezza d'onda"*, *"quello che tu dici mi suona bene"*, *"le tue parole sono musica"*.

Addentriamoci quindi nel suono, immergendoci in una dimensione carica di preziose informazioni, utilizzando le quali potremo arricchire il design in permacultura, aggiungendo ulteriore benessere e bellezza nei luoghi in cui decidiamo di vivere e produrre.

⁴ <https://www.garzantilinguistica.it/ricerca/?q=obbedire>

1. SUONO

1.1 Acustica

L'acustica (dal greco *ἀκούειν*, "udire") è quella branca della fisica che studia il suono, le sue cause, la sua propagazione e la sua ricezione, inclusi gli infrasuoni e gli ultrasuoni, non percepibili dall'orecchio umano a livello conscio. Prima del suono c'è l'onda sonora, generata da una vibrazione meccanica: d'ora in poi con il termine *onda sonora* si indicherà il fenomeno meccanico che si manifesta e si propaga nello spazio, a prescindere che qualcuno sia in ascolto, mentre con il termine *suono* si intenderà l'elaborazione dell'onda sonora raccolta dall'apparato sensoriale uditivo, da cui si generano risposte fisiologiche, emotive e psicologiche a cui il sistema culturale attribuisce un nome e un significato.

In generale in fisica si definisce un'onda come una perturbazione che viaggia nel tempo e nello spazio trasportando energia da un punto all'altro. Tale perturbazione è costituita dalla variazione di una o più grandezze fisiche (pressione, temperatura, intensità del campo elettromagnetico, posizione, ecc.) i cui valori oscillano da un valore massimo ad un valore minimo. A differenza delle onde elettromagnetiche le onde acustiche non viaggiano nel vuoto, ma necessitano di un mezzo elastico che può essere solido, liquido o gassoso. Le particelle del mezzo nel quale l'onda acustica si propaga non viaggiano assieme all'onda, ma si limitano a vibrare, ad oscillare intorno alla loro posizione. Per visualizzare questo concetto si pensi alla "ola" (*onda* in spagnolo) che gli spettatori fanno negli stadi sportivi: ogni persona si alza e si abbassa con una certa coordinazione rispetto alle persone che gli stanno di fianco, ognuna rimane ferma sulla sua posizione ma la percezione visiva è un'onda che viaggia. In questo caso si parla di onda trasversale, ovvero l'oscillazione delle molecole è perpendicolare rispetto alla direzione di propagazione dell'onda. Nel caso delle onde longitudinali invece l'oscillazione delle molecole avviene nella stessa direzione della propagazione dell'onda (**figura 1**).

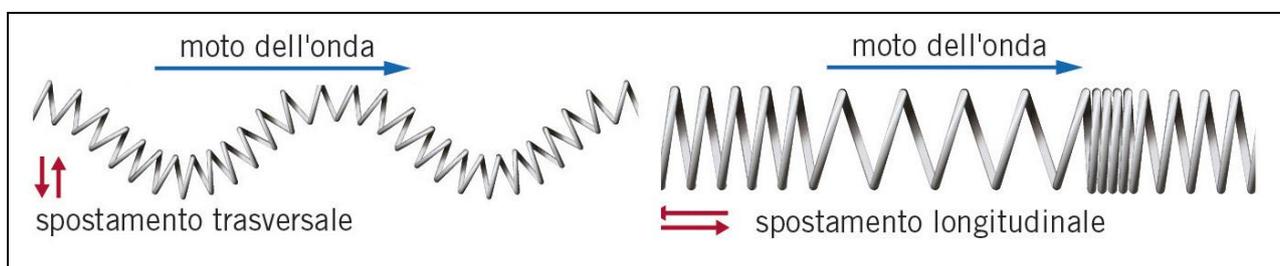


Fig. 1

Oltre alle onde trasversali e longitudinali esistono altri tipi di onde meccaniche ma in questo testo ci occuperemo solo delle onde longitudinali, le uniche percepibili dall'orecchio umano⁵. Quindi per onda sonora si intendono solo le onde longitudinali, dette anche onde di pressione (o di compressione).

All'origine di ogni onda sonora c'è una vibrazione meccanica innescata dallo scontro tra due corpi: una goccia d'acqua che batte su una foglia, un pezzo di legno che batte su una pietra, una mano che batte sulla pelle di un tamburo o le dita che pizzicano una corda tesa. Questi corpi elastici turbati dall'urto vengono impercettibilmente deformati e le superfici interessate dallo scontro oscillano per un certo tempo per poi tornare nella loro posizione di partenza, di stasi.

Il tempo impiegato dai corpi per assorbire l'onda d'urto, ovvero a tornare nello stato di quiete, varia: il movimento oscillatorio provocato da un pezzo di legno battuto su una pietra dura un attimo e di conseguenza l'onda acustica generata dura poco nel tempo; il movimento oscillatorio creato battendo su una campana invece si estingue molto più lentamente. In base alle caratteristiche dei corpi che si scontrano (flessibilità, durezza, densità, dimensioni geometriche) il movimento oscillatorio avrà una

⁵ http://fisicaondemusica.unimore.it/L_onda_sonora.html

certa durata di tempo e la superficie interessata dall'urto si deformerà secondo geometrie più o meno complesse, regolari o caotiche.

Prendiamo in considerazione la propagazione dell'onda sonora attraverso l'aria, il mezzo nel quale percepiamo i fenomeni acustici. La vibrazione della superficie turbata dallo scontro, composta da un'alternanza di oscillazioni in avanti e indietro, genera alternativamente una pressione e una depressione sulle molecole dell'aria. Questa successione di compressioni e rarefazioni coinvolge inizialmente le molecole d'aria più vicine alla superficie oscillante, che a loro volta la trasmettono alle molecole adiacenti e così via, come una sorta di "effetto domino" (**figura 2**).

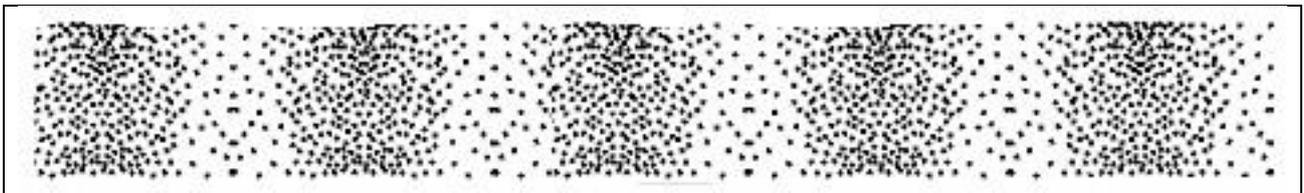


Fig. 2

Mentre ogni molecola d'aria modifica lievemente e temporaneamente la sua posizione, per poi tornare al punto di partenza, la variazione di pressione viaggia nello spazio tridimensionalmente in ogni direzione fino alla sua estinzione. Dal punto d'urto si genera un'alternanza di sfere di pressione e decompressione, l'onda sonora "fiorisce" nello spazio in tutte le direzioni. La sorgente acustica scaturisce da quest'urto, esplodendo come un piccolo Big Bang⁶.

La pressione prodotta dall'onda sonora nel suo limitato campo d'azione va messa in relazione alla pressione atmosferica nella quale l'orecchio è perennemente immerso e che interessa l'ambiente nella sua totalità: l'onda sonora produce variazioni di pressione che, rispetto al valore assoluto della pressione atmosferica, si possono considerare piccole increspature; queste variazioni di pressione, anche quelle indotte dal suono più forte che l'orecchio umano è in grado di tollerare, sono comunque mille volte inferiori al valore assoluto della pressione atmosferica. Di fronte a questo enorme scarto bisogna specificare che la distanza gioca un ruolo fondamentale nella percezione dei fenomeni acustici: la variazione di pressione prodotta dal suono più debole che l'orecchio umano è in grado di udire è percepibile a patto che la fonte sonora sia a pochi metri di distanza dall'ascoltatore, diversamente questa oscillazione di pressione si estinguerebbe prima di giungere all'orecchio dell'ascoltatore. Analogamente anche un'onda sonora estremamente potente non sarebbe udibile da nessun ascoltatore che si trovasse eccessivamente lontana.

Attraverso un diagramma cartesiano, dove il tempo T è sull'asse delle ascisse e la pressione P su quello delle ordinate, osserviamo la rappresentazione grafica di questa alternanza di pressione ($P+$) e decompressione ($P-$) dell'aria: la forma d'onda che ne risulta è la sinusoidale, una curva periodica regolare e armonica (**Figura 3**). Nel diagramma sono evidenziati altri due parametri: *ampiezza* (A), ovvero l'intensità massima positiva della pressione e *lunghezza* (L). Ogni onda ha una determinata *frequenza* (f), misurata in Hertz (Hz) il cui valore numerico indica quante volte al secondo si completa un ciclo, ovvero il modulo base della sinusoidale che si ripete ciclicamente, delimitato da "pressione 0, pressione massima, decompressione massima, pressione 0".

⁶ John R. Pierce, La scienza del suono, Zanichelli Editore, Bologna 1988 (cap. 2).

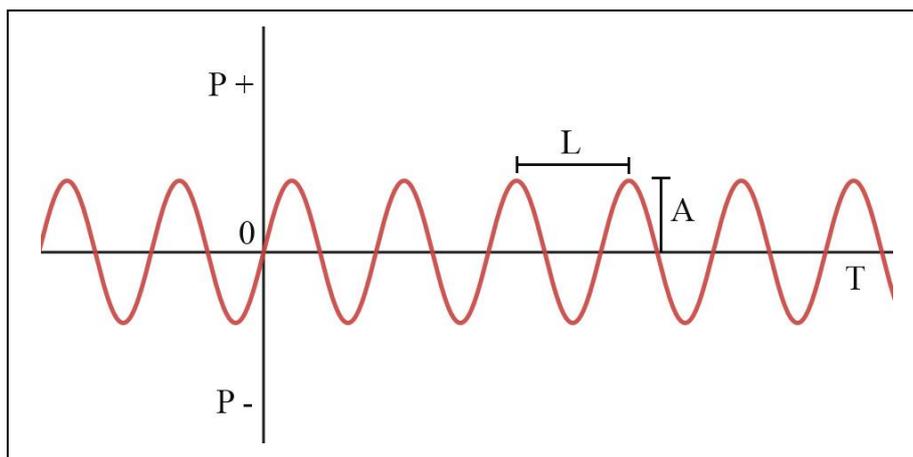


Fig. 3

In laboratorio è possibile generare singole frequenze, chiamate *suoni puri* e graficamente rappresentati dalla sinusoidi. I suoni puri vengono utilizzati nei test audiometrici e sono percepiti come suoni freddi, piatti e poco stimolanti, poiché in natura ogni suono è sempre la risultante di più frequenze sovrapposte, ovvero di più sinusoidi che sommandosi determinano forme d'onda più complesse, che possono essere regolari o caotiche. Nella **Figura 4a e 4b** sono rappresentati un *suono periodico* (onde regolari) e un *suono aperiodico* (onde irregolari). I suoni periodici sono ad esempio le note prodotte dagli strumenti musicali, dalle vocali cantate e parlate, dai versi di alcuni uccelli, dall'ululato dei lupi o da dispositivi elettromeccanici come una sirena di un'ambulanza, e sono riconoscibili dalla loro frequenza fondamentale, che spicca tra le altre e viene meglio percepita; i suoni aperiodici sono ad esempio quelli prodotti da pietre che rotolano, da un martello pneumatico o da alcuni strumenti musicali a percussione, e non sono caratterizzati da una frequenza fondamentale. Secondo questo criterio in ambito musicale si distingue tra strumenti a suono determinato (onde regolari) e strumenti a suono indeterminato (onde irregolari).

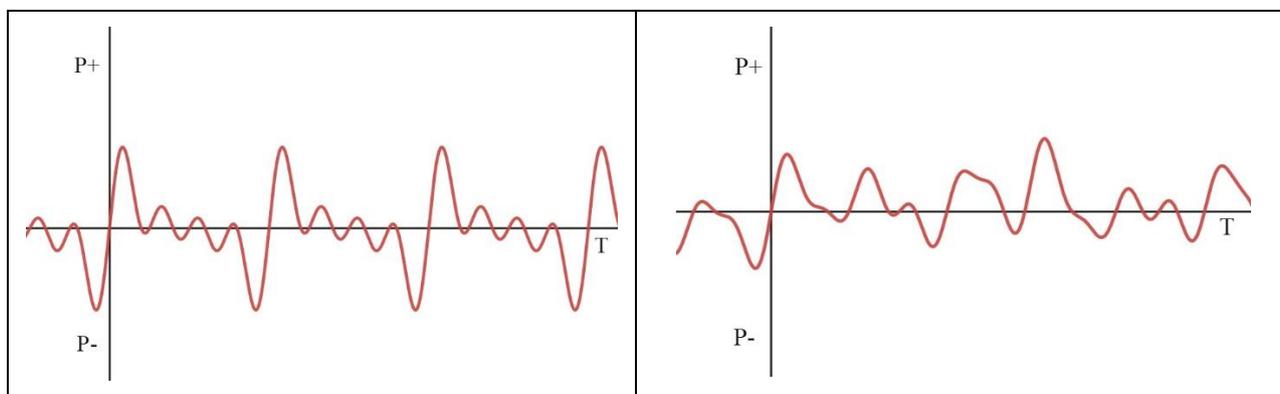


Fig. 4a

Fig. 4b

Nelle prossime pagine si useranno forme d'onda sinusoidali per rappresentare alcuni concetti e forme d'onda composite per restituire la complessità dei fenomeni acustici. In entrambi i casi verranno tralasciati i momenti in cui l'onda acustica nasce e si estingue, caratterizzati da forme d'onda irregolari, e la complessità della realtà sarà inevitabilmente tradita dalla riduzione grafica che riguarderà esclusivamente la porzione di tempo nella quale la forma d'onda appare stabile.

Da questo punto di vista si possono considerare anche gli esseri viventi come una somma di sinusoidi: la pulsazione cardiaca, la respirazione, le onde cerebrali, l'alternanza sonno/veglia, le onde sonore della voce, il dondolio del corpo quando si cammina, ecc.

1.2 Apparato uditivo e percezione del suono

L'onda sonora è un fenomeno meccanico, una vibrazione che si propaga nello spazio acustico ed esiste al di là che qualcuno la possa udire. Quando l'onda sonora raggiunge le nostre orecchie la sua energia viene tradotta dal nostro apparato uditivo che codifica l'informazione in impulsi nervosi, i quali sono in seguito decodificati dai circuiti cerebrali. È solo dopo questo complesso e affascinante processo che si può parlare di *suono*, termine col quale si indica un prodotto della mente in risposta ad uno stimolo esterno.

Il meraviglioso e sofisticatissimo apparato uditivo umano convenzionalmente viene suddiviso in tre parti: orecchio esterno, orecchio medio e orecchio interno.

L'orecchio esterno è costituito dal padiglione auricolare (la parte visibile) e dal condotto uditivo interno (meato). Le funzioni dell'orecchio esterno sono quelle di raccogliere, amplificare e filtrare le onde sonore compatibili con la sensibilità dell'orecchio interno, nonché di localizzarne la provenienza. È grazie alla peculiare conformazione geometrica del padiglione auricolare che siamo in grado di localizzare la provenienza delle fonti sonore. Infatti, se le pieghe dei padiglioni fossero azzerate, ad esempio riempiendole con la cera, non sarebbe più possibile identificare la provenienza dei suoni. La localizzazione sonora avviene inoltre grazie alla differenza, seppur minima, della distanza alla quale si possono trovare le orecchie rispetto ad una fonte sonora: l'orecchio più vicino riceve l'onda acustica prima di quello più lontano, e questo lieve ritardo viene registrato dal cervello come un indizio per localizzare il suono nello spazio acustico. In caso di distanze uguali i suoni vengono localizzati centralmente, davanti, sopra o dietro al volto.

L'orecchio medio è costituito dalla membrana timpanica e dal complesso di ossicini chiamati martello, incudine e staffa, incernierati tra loro in un sistema di leve. Quando l'onda sonora raggiunge la membrana timpanica questa si mette a vibrare e trasmette il suo movimento al primo ossicino (il martello) al quale è intimamente legata. Il martello trasmette a sua volta il movimento all'incudine e quest'ultima lo trasmette alla staffa, che si trova a contatto con la finestra ovale, porta di accesso all'orecchio interno.

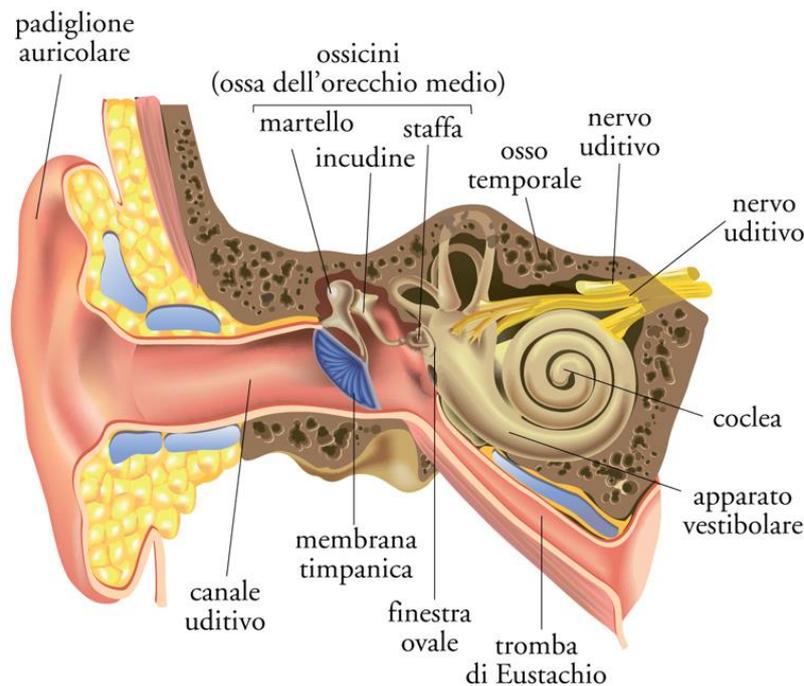
Il meccanismo dell'orecchio medio protegge l'orecchio interno nel caso di suoni troppo forti, comportandosi come una sorta di ammortizzatore che attenua le pressioni sonore troppo intense, e contemporaneamente trasmette il segnale all'orecchio interno. E nel trasmettere il segnale in ingresso ne aumenta anche la pressione: la superficie del timpano è infatti circa 20 volte maggiore della superficie della finestra ovale (il punto su cui la staffa esercita la pressione trasmessa dal timpano), quindi se la stessa forza viene applicata su una superficie ridotta, quest'ultima subisce una maggiore pressione. L'amplificazione della pressione è funzionale al passaggio dell'onda da un ambiente aereo ad uno liquido, nel quale le vibrazioni trovano una maggiore resistenza (impedenza) alla loro propagazione, rischiando di indebolirsi eccessivamente.

L'orecchio interno è costituito dal sistema vestibolare e dalla coclea. Il sistema vestibolare è l'apparato dell'equilibrio e della verticalità, ed è costituito dall'utricolo, che controlla i movimenti sul piano orizzontale, il sacculo, che controlla i movimenti relativi alla verticalità, e i tre canali semicircolari, che servono a definire la posizione corporea nello spazio e guidare la deambulazione. La coclea traduce le onde di pressione ricevute in impulsi elettrici che vengono trasmessi, attraverso il nervo uditivo, alle aree cerebrali deputate all'elaborazione dell'onda sonora. È grazie alla coclea che agli impulsi sonori vengono attribuiti altezza, intensità e timbro, caratteristiche soggettive del suono che viene creato nella nostra mente⁷. Questo piccolissimo organo è costituito da un tubicino conico, con una estremità aperta e una chiusa, avvolto su sé stesso in una spirale, somigliante al guscio di una chiocciola: la coclea di destra si avvolge in senso antiorario, quella di sinistra in senso orario.

L'energia sonora, nel suo viaggio all'interno dell'apparato uditivo, subisce varie trasformazioni: entra in forma di energia pneumatica nel meato, si trasforma in energia meccanica nel tratto dell'orecchio medio grazie al sistema di trasmissione del timpano e dei tre ossicini, continua il suo percorso

⁷ John R. Pierce, *La scienza del suono*, Zanichelli Editore, Bologna 1988 (cap. 7).

trasformata in energia idraulica nel tratto dell'orecchio interno, il quale a sua volta la traduce in impulsi elettrici che il nervo uditivo veicola al cervello. Da questo punto di vista l'orecchio funziona come un trasduttore.



Gli stimoli sonori che riceve l'organo uditivo non provengono solo dall'esterno, ma anche dall'interno: sono i suoni prodotti dagli organi durante le varie attività biologiche, come la masticazione, la deglutizione, la respirazione, la digestione, ecc. Questi suoni interni, se l'orecchio non fosse dotato di sofisticati sistemi di protezione interna sviluppati nel suo percorso evolutivo, pur non presentando livelli di intensità dannosi, costituirebbero disturbi continui all'ascolto dell'ambiente esterno.

Nella dinamica globale dell'ascolto va specificato che la percezione del suono non riguarda solo l'orecchio, la pressione delle onde acustiche è recepita anche a livello epidermico (specialmente le onde a bassa frequenza) e attraverso il canale osseo. Anche le ossa, infatti, vibrano e risuonano, quando sollecitate dalle frequenze alle quali sono sensibili.

Quando gli stimoli nervosi raggiungono il cervello vengono elaborati e restituiti alla nostra coscienza come suono, oggetto percettivo a cui viene attribuito un significato determinato dalle componenti culturali, emotive e psicologiche della persona. La traduzione del fenomeno fisico in esperienza soggettiva è molto complessa, infatti, se grazie al linguaggio matematico-scientifico è relativamente semplice misurare i parametri oggettivi delle onde sonore, è molto più difficile misurare i parametri soggettivi del suono, poiché la risposta dell'orecchio alla gamma di frequenze udibili non ha un andamento lineare e proporzionale.

Addentriamoci dunque nella complessità della percezione sonora analizzando alcuni dei suoi parametri soggettivi e qualitativi: altezza, intensità e timbro, corrispettivi sensibili di frequenza, ampiezza e composizione spettrale.

Parametri soggettivi del suono	Parametri oggettivi dell'onda sonora
Altezza	Frequenza
Intensità (volume)	Ampiezza (pressione)
Timbro	Composizione spettrale

Altezza

L'altezza rappresenta la caratteristica in base alla quale un suono è percepito grave o acuto, o più semplicemente basso o alto. Più è alto il valore della frequenza più acuto sarà il suono percepito, più è basso il valore della frequenza più grave sarà il suono percepito. L'orecchio umano è in grado di percepire suoni che hanno una frequenza compresa tra i 16 e i 20.000 Hz circa. Sotto i 16 Hz e oltre i 20.000 Hz si trovano rispettivamente gli infrasuoni e gli ultrasuoni, che non sono percepibili consciamente ma possono essere percepiti come vibrazioni attraverso il tatto se la loro intensità non è troppo bassa.

Spesso, nel distinguere l'altezza dei suoni, vengono utilizzati termini afferenti alla dimensione visiva: ad esempio il binomio acuto-grave viene associato al binomio luce-oscurità, chiaro-scuro o piccolo-grande (si pensi alle dimensioni delle casse armoniche degli strumenti gravi, come il contrabbasso, e a quelle degli strumenti acuti, come il violino).

Nel linguaggio musicale la distanza tra due note è chiamata *intervallo* e quando due note hanno frequenze in rapporto numerico 2:1 (come nel caso delle **figure 5a e 5b**) questo intervallo viene chiamato *ottava*. È un intervallo universale, presente in tutte le culture, ognuna delle quali lo ha suddiviso e organizzato in modo peculiare, ottenendo scale musicali attraverso le quali costruire la propria musica. L'intervallo di ottava è così chiamato nella musica di matrice europea, dove le note sono sette. Infatti, partendo ad esempio da un LA e salendo, o scendendo, dopo la settima nota si ritorna ad un LA, con frequenza raddoppiata o dimezzata. Nel sistema musicale occidentale, dalla metà del 1800, si è affermato il sistema equabile, o ben temperato, che suddivide l'ottava in 12 parti uguali chiamate *semitoni* (7 note + 5 alterazioni). Grazie alla disposizione lineare delle note sulla tastiera del pianoforte si può osservare come le note si ripetono procedendo verso il registro grave o acuto.

Nella **Figura 5a** è rappresentata una frequenza di 440 Hz, che in ambito musicale è convenzionalmente chiamata LA ed è la nota di riferimento per accordare tutti gli strumenti musicali. Nella **Figura 5b** è rappresentata una frequenza di 220 Hz, è sempre un LA ma è più grave rispetto al LA di 440 Hz, o come si usa dire in ambito musicale, "è più bassa di un'ottava".

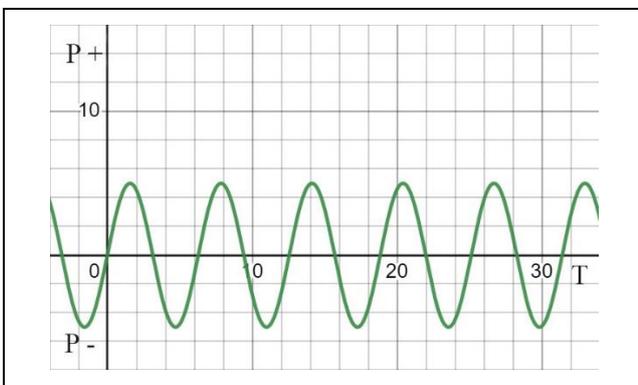


Fig. 5a: LA 440 Hz

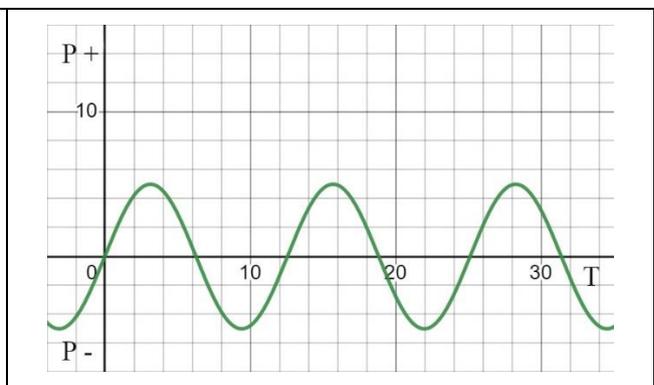


Fig. 5b: LA 220 Hz

Nelle due figure è possibile constatare ad occhio nudo come le due onde rappresentate si differenzino, oltre che per la frequenza, anche per la lunghezza d'onda, ovvero la distanza tra due picchi o tra due valli successive (si veda anche **Figura 3**). È abbastanza intuitivo capire che le frequenze basse hanno lunghezze d'onda maggiori di quelle alte, per cui necessitano di risonatori adeguatamente dimensionati per poter essere amplificate e meglio percepite. La nota grave di un contrabbasso con una lunghezza di 80 cm non potrà essere accolta, e quindi risuonare, nella cassa di un violino che è di circa 35 cm.

Intensità

L'intensità rappresenta la caratteristica in base alla quale un suono è percepito come forte o debole, negli apparecchi audio e nei televisori è il parametro che si regola attraverso la manopola del volume. L'intensità percepita dipende dalla pressione massima che l'onda sonora esercita sulla membrana timpanica, parametro che nella rappresentazione grafica di un'onda è espresso dall'ampiezza (si veda anche **Figura 3**).

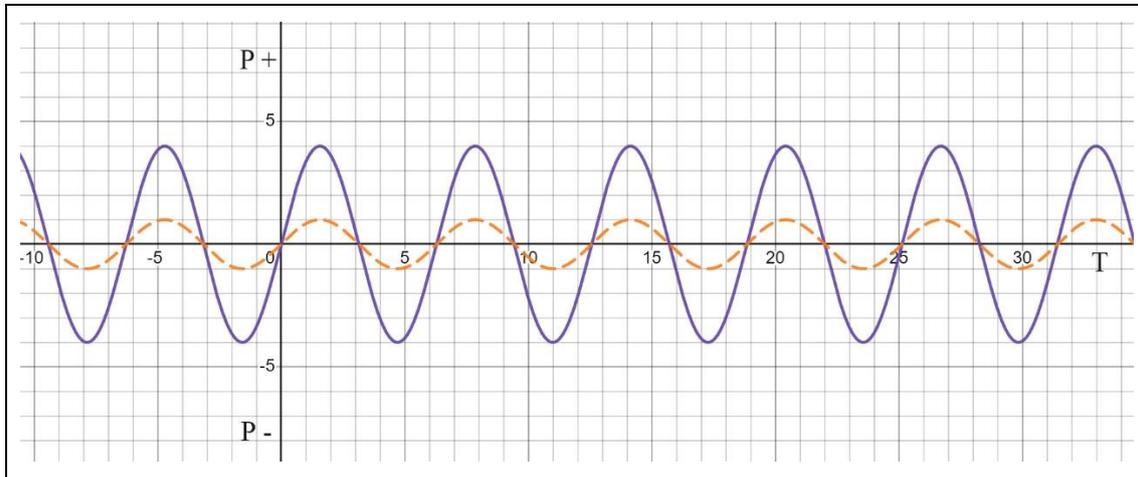


Fig. 6

Nella **figura 6** si possono confrontare due forme d'onda aventi la stessa frequenza (altezza) ma diversa ampiezza (intensità): l'ampiezza dell'onda rappresentata con la linea continua viola è quattro volte l'ampiezza dell'onda rappresentata con la linea tratteggiata arancione.

L'intensità del suono percepita non è in relazione lineare con l'ampiezza dell'onda sonora, raddoppiando l'ampiezza non si percepisce un suono di intensità doppia. Esperimenti ripetuti hanno mostrato che per ottenere valori di intensità percepita doppi occorre aumentare circa dieci volte il valore dell'ampiezza dell'onda sonora: il campo di variazione della intensità sonora percepita è quindi estremamente ampio. Questa grande variabilità, assieme al fatto che l'orecchio è sensibile alle variazioni di pressione e non al valore assoluto della pressione, determina la scelta di esprimere la misura dell'intensità mediante una scala logaritmica, capace di restituire numericamente e graficamente il grande scarto di grandezze e rispecchiare in maniera più fedele le dinamiche del sistema di elaborazione sonora dell'orecchio umano. Le scale logaritmiche non esprimono valori assoluti ma rapporti tra grandezze omogenee, in ambito acustico la più conosciuta è il Decibel (dB).

La misurazione dell'intensità introduce il concetto di *soglia di udibilità*, ovvero la soglia sotto la quale l'orecchio umano non è in grado di percepire consciamente alcun suono. Questo valore viene chiamato "0 dB" ed è una convenzione che indica un limite generico, poiché l'esperienza mostra che tale soglia varia in base alla frequenza e alla sensibilità specifica di ogni singolo individuo.

Il limite massimo di intensità che l'apparato uditivo è in grado di sopportare è invece definito *soglia del dolore*, limite oltre il quale l'organo uditivo verrebbe danneggiato. Definire questo limite è ancora più arduo, poiché anche in questo caso entrano in campo le caratteristiche soggettive di ogni singolo.

Di seguito una tabella che, tenuto conto delle specifiche differenze percettive legate alla soggettività, propone una restituzione attendibile del rapporto tra ampiezza dell'onda sonora (pressione sonora, espressa in Pascal) e intensità percepita del suono (espressa in Decibel). Nella colonna di sinistra sono della tabella, a fianco alla sorgente sonora è riportata la distanza dal microfono.

Sorgente sonora	Pressione sonora (Pa)	Livello di intensità (dB)
Lesioni istantanee al tessuto muscolare	50 000	circa 185
Esplosione del vulcano Krakatoa a 160 km	20 000	180
Motore di un jet a 30 m	630	150
Colpo di fucile a 1 m	200	140
Soglia del dolore	63	130
Danneggiamento dell'udito per esposizione a breve termine	20	circa 120
Motore di un jet a 100 m	6-200	110-140
Discoteca. Martello pneumatico a 1 m;	2	circa 100
Danneggiamento dell'udito per esposizione a lungo termine	0,6	circa 85
Traffico intenso a 10 m	0,2-0,6	80-90
Treno passeggeri in movimento a 10 m	0,02-0,2	60-80
Ufficio rumoroso; TV a 3 m (volume moderato)	0,02	circa 60
Conversazione normale a 1 m	0,002-0,02	40-60
Stanza silenziosa	0,0002-0,0006	20-30
Stormire di foglie, respiro umano rilassato a 3 m	0,00006	10
Soglia di udibilità a 1 kHz (con udito sano)	0,00002	(rif.) 0

Timbro

Per comprendere il concetto di *timbro* torniamo all'ambito musicale ed immaginiamo di sentire suonare un LA a 220 Hz da una tromba e da una viola. Si può considerare il timbro una sorta di "impronta sonora" propria di un singolo strumento o di una voce umana che gli permette di distinguersi dagli altri. Un orecchio fine potrebbe anche distinguere tra due viole diverse che suonano lo stesso LA a 220 Hz, poiché la voce di ogni strumento è determinata dal suo materiale e dalla sua forma geometrica. Nelle **figure 7a** e **7b** è possibile osservare la forma d'onda data dalle varie frequenze che si sommano in un LA 220 Hz suonato da una tromba e suonato da una viola.



Fig. 7a: LA 220 Hz suonato da una tromba

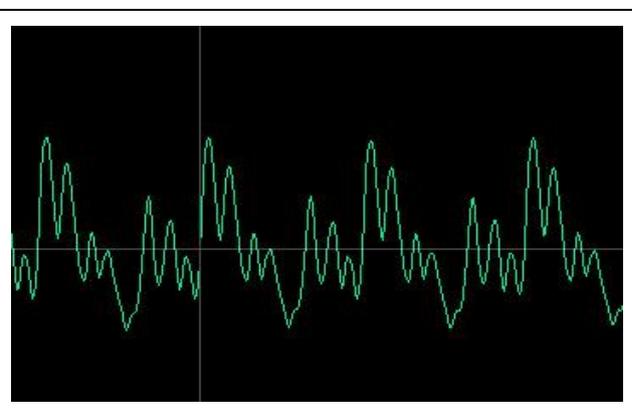


Fig. 7b: LA 220 Hz suonato da una viola

Le due immagini sono utili per restituire ai fenomeni acustici quella complessità che fino ad ora è stata semplificata attraverso l'onda sinusoidale pura, che rappresenta una singola frequenza: nella realtà, come già anticipato, ogni suono è sempre formato da più frequenze che si sommano e si manifestano contemporaneamente. Nel caso dei suoni periodici, oltre alla frequenza fondamentale (la più riconoscibile) sono presenti altre frequenze che sono multipli e sottomultipli della frequenza fondamentale, chiamate *parziali armoniche*⁸. Ad esempio: se la frequenza fondamentale $f = 1000$ Hz le altre parziali armoniche saranno multipli e sottomultipli di 1000, ovvero fx_2, fx_3, fx_4 ecc. e $f/2, f/3, f/4$ ecc. Nei suoni aperiodici, generalmente percepiti e classificati come "rumore", non si distingue una frequenza fondamentale e le varie frequenze che si sommano non sono in rapporto multiplo o sottomultiplo, quindi vengono definite *parziali non armoniche*.

La sinusoide e le forme d'onda dei suoni periodici restituiscono di per sé un'armonia e una simmetria che rimandano ad una gradevolezza, ad una ripetitività rassicurante. La forma d'onda dei suoni aperiodici restituisce disarmonia, caos, imprevedibilità (si veda **figura 4a** e **4b**). Il binomio suono/rumore richiama altre due qualità: gradevole e sgradevole. Ma è bene non cristallizzare in termini di gradevolezza e sgradevolezza la differenza tra suono e rumore. Queste due parole, così come moltissime altre, possono avere diverse sfumature di significato, anche all'interno di una stessa cultura di riferimento. Ad esempio, se un brano musicale ci risulta esteticamente sgradito o la sua intensità è eccessiva, questi suoni musicali possono provocare una sensazione sgradevole. Al contrario il rumore soffuso della pioggia attutita dagli alberi può risultare estremamente gradevole.

Ma la realtà è ancora più complessa, perché ognuna di queste parziali armoniche a sua volta può essere più o meno enfatizzata dalla geometria e dal materiale dello strumento. È dunque il mix di parziali armoniche con le loro relative intensità che determina il timbro, quindi la riconoscibilità di ogni strumento musicale, voce umana o animale. È grazie alla conoscenza delle proporzioni matematiche, delle qualità dei materiali e delle leggi della fisica che i liutai riescono ad imprimere un preciso timbro agli strumenti musicali che realizzano.

1.3 Suono come informazione

Ogni fonte sonora è fonte di informazioni. Mettersi in ascolto dei fenomeni acustici permette di comprendere più a fondo la realtà e l'ambiente circostante, quindi di poter scegliere più consapevolmente e pianificare con maggior precisione. Molti suoni trasmettono precise informazioni legate ai significati che gli sono stati attribuiti convenzionalmente e alle funzioni che essi svolgono, si pensi ad esempio alle sirene delle fabbriche o dei mezzi di soccorso, alle campane di una chiesa o le campanelle delle scuole. Ma i suoni, oltre a queste puntuali informazioni, in generale ne trasmettono molte altre sulla fonte sonora: ascoltando attentamente è possibile capire di che materiale sono fatti i due corpi che scontrandosi danno origine all'onda sonora, le loro dimensioni e la loro conformazione, laddove non siano generati da dispositivi elettronici, capaci di riprodurre e imitare una grande quantità di fenomeni acustici.

Se ad esempio si lasciano cadere sul pavimento una moneta d'oro e una moneta di alluminio i suoni sono differenti: l'oro ha una densità maggiore dell'alluminio, è più compatto, quindi la moneta d'oro è più pesante di quella in alluminio e produce un suono più corposo, più intenso, più ricco di frequenze e più duraturo nel tempo. Più un materiale è leggero, come nel caso dell'alluminio, maggiore è lo spazio tra le molecole, caratteristica che aumenta la dispersione della vibrazione ed il suo smorzamento. E siccome ogni suono è dato dallo scontro di due corpi, la stessa moneta d'oro emette suoni differenti se cade su un pavimento in legno oppure in marmo. Due pezzi di uguali dimensioni dello stesso tipo di legno, uno appena tagliato e l'altro stagionato da anni, emettono suoni diversi: quello stagionato è più compatto ed emette un suono più corposo e definito. Una brocca in ceramica, se percossa sul bordo,

⁸ John R. Pierce, La scienza del suono, Zanichelli Editore, Bologna 1988 (cap. 13).

emette un suono più o meno definito, ma se nella brocca si forma una crepa la vibrazione verrà ostacolata ed il suono si impoverisce drasticamente, diventando un suono “sordo”.

Attraverso questi esempi risulta chiaro che ponendo attenzione al suono possiamo essere guidati nel fare semplici scelte riguardanti l'acquisto della legna per il camino o una brocca per il vino.

Analogamente la voce umana fornisce molte informazioni sulle persone: dall'impronta vocale è possibile riconoscere una persona, capire se è giovane o anziana, se è serena o agitata, triste o euforica, arrabbiata o sofferente. Ogni impronta vocale è unica, determinata dalle diverse conformazioni del cavo orale, delle ossa e di tutti i risuonatori corporei, conformazioni che sommate tra di loro determinano uno specifico mix di parziali armoniche.

Ogni ambiente si manifesta anche attraverso la dimensione acustica, rivelando la sua condizione, ciò che sta succedendo o non sta succedendo. Attraverso il flusso di suoni degli elementi naturali, degli animali e delle attività umane possiamo capire se siamo in città, in campagna, in montagna, al mare o in un bosco, possiamo stabilire se è giorno o notte, se c'è una pioggia leggera o intensa, se soffia una leggera brezza o un forte maestrale. Il modo in cui le onde sonore sono riflesse, assorbite o amplificate è diverso per ogni ambiente, e dipende dalla dimensione, dalla configurazione e dai materiali di cui è costituito lo spazio e gli elementi in esso contenuti. Ogni materiale ha un diverso coefficiente di assorbimento e una capacità di riflessione più o meno sensibile a determinate frequenze. Ascoltando come si propaga il suono in un ambiente possiamo definire se siamo al chiuso o all'aperto, se lo spazio è grande o piccolo.

Ci sono animali, come ad esempio alcuni pipistrelli, balene, delfini, orche e capodogli, che utilizzano un sistema chiamato *ecolocalizzazione* o *biosonar* per mappare lo spazio in cui si trovano, individuare gli ostacoli e orientare i loro movimenti. Questi animali emettono ultrasuoni nell'ambiente e ascoltano gli echi che rimbalzano dai diversi oggetti e corpi. Gli echi sono usati per localizzare, identificare e stimare la distanza degli oggetti o delle prede.

Nel campo medico un sistema simile è utilizzato per ottenere informazioni a fini diagnostici, come nel caso dell'ecografia e dell'ecodoppler. In entrambe queste due tecnologie si impiegano gli ultrasuoni, i quali vengono indirizzati verso gli organi di cui si vuole valutare lo stato di salute: ogni organo, a seconda della sua conformazione e della sua densità, risponde alle onde acustiche in maniera differente, queste differenze vengono captate e tradotte in immagini, che permettono di visualizzare una mappa degli organi interni e individuare eventuali anomalie. Un altro strumento diagnostico, molto più semplice, viene impiegato durante l'esame neurologico, nel quale viene valutata la sensibilità vibratoria del paziente utilizzando un semplice diapason da 128 Hz posizionato su determinate parti del corpo.

Le onde sonore sono in grado di attraversare la materia, cosa che non sono in grado di fare le onde luminose, l'estensione del campo uditivo, inoltre, ci permette di ricevere le onde sonore da tutte le direzioni, mentre il campo visivo è molto più limitato. Questo paragone tra suono e immagine testimonia, oltre la pervasività dei fenomeni acustici, anche il loro grande potenziale informativo. In alcuni casi un buon ascolto può determinare la nostra sopravvivenza: un pericolo visibile e udibile ha più possibilità di sfuggire al limitato campo visivo invece che all'esteso campo uditivo.

1.4 Suono come energia e nutrimento

Il cibo è energia, così come l'ossigeno, l'acqua, la luce, le relazioni, la bellezza e l'amore. Tra le forme di energia c'è anche quella dell'onda acustica. Alfred Tomatis, medico e otorinolaringoiatra francese, ha studiato in modo pionieristico e rivoluzionario l'apparato uditivo e fonatorio umano. Grazie al suo lavoro si è compreso che il suono è fonte di energia per l'organismo e che l'orecchio nasce per intercettare questa energia. La più nota delle sue scoperte dimostra che il feto inizia a udire suoni già al quarto mese di gestazione, ponendosi in un ascolto privilegiato con la voce materna, primo

nutrimento sonoro e relazionale⁹. Oltre a questa scoperta Tomatis ci ha lasciato in eredità l'Audiopsicofonologia (o Metodo Tomatis), disciplina avente come oggetto di studio e di applicazione la rieducazione dell'orecchio e dell'apparato fonatorio al fine di migliorare le facoltà di ascolto e di comunicazione, così che il suono possa svolgere più efficacemente la funzione di ricarica corticale. Questo metodo, diffuso in tutto il mondo ma tuttavia ancora poco conosciuto, permette di affrontare e superare diversi problemi di natura fisiologica, emotiva, psicologica, neurologica e culturale che ostacolano l'ascolto umano, agendo negli ambiti neurovegetativi (appetito e sonno), della motricità, della creatività, della vigilanza (attenzione e concentrazione), della memoria, del comportamento e del linguaggio. Al di là di questi problemi specifici, l'audiopsicofonologia è in grado di rigenerare e migliorare l'ascolto di una persona già sana, con diverse ricadute positive sul suo benessere generale. Tomatis ha saputo gettare lo sguardo oltre le visioni cristallizzate della conoscenza del suo tempo e nei suoi testi divulgativi ha trovato una felice sintesi tra linguaggio scientifico, filosofico e talvolta anche spirituale e poetico.

Per comprendere meglio il suo approccio è bene distinguere tra *sentire* (o udire) e *ascoltare*: quando l'apparato uditivo è funzionante ci permette, consapevolmente o inconsapevolmente, di sentire i suoni. Ascoltare invece è sempre una azione volontaria e consapevole: quando si ascolta si decide di prestare attenzione ad un suono, a un messaggio. Nei suoi lavori egli colloca il percorso evolutivo dell'orecchio in un processo attraverso il quale l'essere umano è chiamato a sviluppare sempre più la funzione dell'ascolto, estendendola alla capacità di mettersi in relazione con la propria natura profonda e con l'universo. La natura vibrazionale del cosmo, infatti lo invita a mettersi in ascolto, anche dell'apparente e immenso silenzio che non è assenza di vibrazioni, ma continua presenza di tensione e oscillazioni molecolari, un silenzio carico di informazioni.

In una pubblicazione di Tomatis si trova questa citazione di Ermete Trimegisto: "Il suono ha fatto l'orecchio. Se tu vuoi conoscere il suono studia e chiarisci i segreti relativi all'orecchio"¹⁰. Tomatis ha indagato questi segreti, inquadrando il percorso evolutivo dell'orecchio sia dal punto di vista filogenetico, che interessa l'evoluzione di una specie su scale temporali molto ampie, che da quello ontogenetico, che interessa l'evoluzione di un singolo individuo nel suo sviluppo dalla fase embrionale alla fase adulta. Egli osserva che nel feto la prima parte che viene a formarsi è quella dell'orecchio interno, poi quello medio e infine quello esterno¹¹. Quello che viene definito orecchio interno (coclea e vestibolo) è dunque la parte più antica dell'apparato uditivo: solo successivamente si sarebbero sviluppati l'orecchio medio e l'orecchio esterno. Questo percorso evolutivo, sostiene Tomatis, sarebbe stato indotto dai fenomeni vibratorii del cosmo che con la loro spinta induttiva e dinamizzante avrebbero influenzato quelle modifiche adattive affinché l'orecchio potesse conformarsi nella maniera ottimale all'ascolto. Filogeneticamente, prima che arrivasse la funzione uditiva, l'orecchio aveva due precise funzioni: intercettare l'energia dell'onda sonora e acquisire informazioni sull'ambiente esterno.

Il suono che viene percepito è il risultato di un processo che l'organo uditivo compie per tradurre l'energia dell'onda sonora in una forza dinamizzante, che raggiunge la corteccia cerebrale attraverso terminazioni nervose specifiche. La ricarica energetica che il suono opera sull'essere umano è un vero e proprio nutrimento sensoriale che stimola lo sviluppo dell'organismo, accrescendo la sua vitalità e favorendo lo sviluppo delle facoltà mentali¹². La grande quantità di energia di cui il cervello ha bisogno (milioni di stimoli per tante ore al giorno), oltre a provenire dalle attività metaboliche interne, è così assicurata dalle numerose stimolazioni provenienti dall'ambiente esterno.

La coclea, che analizza e traduce in impulsi nervosi la maggior parte dell'energia dell'onda acustica, è l'organo specializzato nella ricarica corticale, il vestibolo invece si occupa di controllare la verticalità, la postura, la posizione del corpo nello spazio, l'orientamento rispetto al sopra e al sotto. Le funzioni di

⁹ Alfred Tomatis, *La notte uterina*, Red Edizioni, Como 1996.

¹⁰ Alfred Tomatis, *L'ascolto umano*, Red Edizioni, Como 2001 (pag. 53).

¹¹ Alfred Tomatis, *L'ascolto umano*, Red Edizioni, Como 2001 (pag. 64).

¹² Alfred Tomatis, *Ascoltare l'universo*, Baldini & Castoldi, Milano 1998 (pag. 62).

questi due minuscoli organi sono strettamente connesse tra di loro: la verticalità raggiunta dall'uomo è fondamentale per la carica corticale poiché questa posizione permette di catturare meglio le vibrazioni acustiche grazie anche all'esposizione del torace, più ricco di fibre sensoriali, e grazie alla verticalità la coclea può sfruttare al massimo l'effetto dinamogenico dei suoni. Con la postura verticale è possibile ottenere quell'allineamento degli organi interni e della colonna vertebrale che fanno dell'essere umano una sorta di antenna, che allo stesso tempo riceve ed emette onde sonore¹³. Coclea e vestibolo fanno sì che l'essere umano possa letteralmente nutrirsi dell'energia sonora e possa mettersi in relazione con l'ambiente esterno e con sé stesso.

Le frequenze acute sono quelle più dinamizzanti, questo perché la coclea presenta il maggior numero di cellule ciliate in prossimità del tratto adibito tali frequenze: quelle che assicurano una risposta vitale maggiore vanno da 800 a 4.000 Hz circa¹⁴. Queste cellule captano gli stimoli sonori e li trasmettono al cervello sotto forma di impulsi nervosi. Le frequenze gravi invece mobilitano l'energia senza contribuire alla ricarica corticale. Sono i suoni gravi che sollecitano un individuo a ballare o a entrare in trance, provocando, oltre ad un appagante divertimento o ad un positivo effetto catartico, un coinvolgimento corporeo molto costoso sul piano energetico.

Nello spettro dei suoni udibili si possono incontrare suoni benèfici, suoni dallo scarso valore energetico ma anche suoni tossici. Oggi, grazie al progredire della scienza e della tecnologia, lo spazio acustico è pieno di suoni digitali, sintetici, che rispetto ai suoni naturali, analogici, sono più poveri di frequenze, quindi hanno un potenziale energetico minore. I sistemi di amplificazione invece hanno creato dimensioni acustiche tossiche per l'essere umano: se i Beatles nel 1957 si esibivano con amplificatori da 30 watt oggi gli impianti hanno superato il milione di watt. Queste grandi masse sonore, che possono dare sensazioni inebrianti e galvanizzanti, sono in realtà grandi fonti di stress¹⁵. Tali intensità portano affaticamento, soprattutto per il fatto di amplificare eccessivamente le frequenze basse e quindi aumentare la loro funzione di scarica energetica. I volumi di suono eccessivi, specialmente se prolungati, possono portare a veri e propri squilibri psichici e causare danni permanenti agli organi dell'apparato uditivo. Anche l'utilizzo prolungato di tappi di protezione o cuffie audio indeboliscono l'orecchio, che si viene a trovare in una dimensione acustica affatto naturale. L'inquinamento acustico, con la sua quantità esorbitante di stimoli sonori, spesso con scopi meramente commerciali, ha creato una vera e propria dipendenza psicologica, che priva le persone di un sano silenzio e di una dimensione acustica appagante e dinamizzante.

Nelle sedute del metodo Tomatis il suono viene somministrato al fine di risvegliare il corpo e la coscienza della persona. Le fonti sonore impiegate sono i canti gregoriani, prevalentemente quelli registrati presso l'Abbazia di Solesmes, e le musiche di W. A. Mozart, musiche che garantiscono ottimi risultati a prescindere dall'area geografica e culturale a cui appartengono i soggetti che si sottopongono alla terapia. Queste musiche presentano uno spettro di frequenze rispondente alla sensibilità massima della coclea, fornendo una stimolazione particolarmente ricca di energia. In Mozart troviamo una pulsazione ritmica più vivace che induce una risposta più dinamizzante, mentre i canti gregoriani hanno una pulsazione più lenta e inducono una risposta più rilassante. Il potenziale energetico e terapeutico del suono è concentrato e ottimizzato grazie all'orecchio elettronico, un sofisticato dispositivo tecnologico progettato dallo stesso Tomatis, che amplifica le bande di frequenza adatte agli scopi terapeutici e le diffonde attraverso un paio di cuffie stereo nelle quali è presente un terzo emettitore che poggia sull'estremità del cranio. In questo modo il suono si diffonde anche attraverso il canale osseo, arricchendo ulteriormente il bagno sonoro terapeutico. Attraverso il metodo Tomatis, il suono innesca dei processi terapeutici rivolti alle diverse problematiche inerenti l'ascolto e la postura, la fonazione e il canto, la sfera emotiva e psicologica, il linguaggio e la comunicazione¹⁶. In seguito al percorso audiopsicofonologico la postura si ritrova sempre ad essere modificata poiché la

¹³ Norman Doidge, *Le guarigioni del cervello*, Ponte alle Grazie, Milano 2015 (pag. 396).

¹⁴ Alfred Tomatis, *L'ascolto umano*, Red Edizioni, Como 2001 (pag. 211).

¹⁵ Norman Doidge, *Le guarigioni del cervello*, Ponte alle Grazie, Milano 2015 (pag. 392).

¹⁶ Alfred Tomatis, *Ascoltare l'universo*, Baldini & Castoldi, Milano 1998 (pag. 171).

risposta dell'orecchio induce a recuperare la posizione che consente la migliore ricezione delle onde sonore¹⁷.

In seguito ai suoi esperimenti e osservazioni Tomatis poté enunciare quelle che oggi vengono definite "le tre leggi di Tomatis", depositate nel 1957 all'Accademia delle Scienze di Parigi:

1. La voce contiene quello che l'orecchio sente. La laringe può emettere solo le frequenze che una persona è in grado di sentire.
2. Se si dà all'orecchio leso la possibilità di udire correttamente le frequenze perse o compromesse, queste vengono istantaneamente ed inconsciamente ristabilite nell'emissione vocale.
3. La stimolazione uditiva effettuata per un certo periodo di tempo modifica, per fenomeno di persistenza, la postura di autoascolto del soggetto e, di conseguenza, la sua fonazione.

Tra i suoni con potenziali funzioni dinamizzanti e terapeutiche vi è anche la voce umana: in alcuni casi infatti il percorso audiopsicofonologico impiega la registrazione della voce della madre del paziente, già di per sé carica di valenze affettive e psicologiche, per attivare quelle memorie sensoriali legate all'ambiente sonoro della vita prenatale e perinatale, consentono di accedere alla più primitiva radice dello sviluppo del linguaggio.

Tomatis, che ha iniziato casualmente il suo percorso di ricerca occupandosi dei problemi vocali di suoi amici cantanti d'opera, nei suoi testi spiega come la voce e il canto, al di là del processo terapeutico dell'audiopsicofonologia, possano essere fonti di suoni benefici. Quando viene emesso correttamente, con la giusta postura, respirazione e tensione muscolare, il canto è una incomparabile fonte di energia per la corteccia cerebrale¹⁸, in grado di favorire uno stato di equilibrio e serenità, di migliorare la respirazione e l'ossigenazione. Se la fonazione e il canto sono associati ad una corretta postura l'orecchio può svolgere al meglio le sue funzioni e amplificare l'effetto dinamogenico dei suoni vocalici. Il canto inoltre mette in vibrazione la scatola cranica agendo di conseguenza sull'ipofisi e tutte le ghiandole endocrine. Tutti i benefici legati all'emissione di una voce sapientemente impostata sono a disposizione anche di chi ascolta, ancor più se assume una buona postura d'ascolto. Ma se la postura, la respirazione e le tensioni muscolari non sono corrette l'emissione vocale può non essere energizzante, se non addirittura portare affaticamento e danneggiare le corde vocali.

Così come la voce può essere dolce, piena e ricca di armonici può anche essere aggressiva e tossica. Nelle arti marziali il suono della voce è parte, insieme ai movimenti del corpo, di una manifestazione energetica in cui la voce può diventare una vera e propria arma che inibisce l'avversario, mettendolo in condizione di inferiorità.

I canti legati ai culti o alle pratiche meditative offrono diversi esempi di suoni altamente energizzanti. Tomatis ne ha analizzati diversi (le salmodie vediche, buddiste, tibetane, il canto gregoriano, il canto dei dervisci) osservando dai loro spettrogrammi la ricchezza delle alte frequenze. Li ha definiti *suoni sacri*, suoni che grazie all'intensità del loro effetto stimolante provocano un aumento del tono cerebrale e della dinamica del sistema nervoso nel suo insieme. Sono canti carichi di energia, che agiscono sul battito cardiaco, sul respiro e sulla coscienza, che permettono di accedere a una dimensione nella quale l'essere umano può mettersi in ascolto profondo dell'universo¹⁹.

Il suono è sempre stato un mezzo per superare la dimensione terrena e stabilire connessioni con il divino, inducendo alterazioni psichiche ed innescando cambiamenti che dal livello inconscio si trasferiscono al livello conscio. Nel tentativo di armonizzare l'arcaica forza del suono e l'effetto catartico della musica con la medicina moderna e la psicologia, negli ultimi decenni del XX secolo è stata ufficialmente riconosciuta la musicoterapia, disciplina che utilizza il suono e la musica come strumenti di comunicazione non verbale per intervenire, attraverso diversi approcci pratico-teorici, a livello educativo, riabilitativo o terapeutico in diverse condizioni patologiche.

¹⁷ Alfred Tomatis, *L'orecchio e la voce*, Baldini & Castoldi, Milano 2000 (pag. 183).

¹⁸ Alfred Tomatis, *L'orecchio e la voce*, Baldini & Castoldi, Milano 2000 (pag. 26).

¹⁹ Alfred Tomatis, *Ascoltare l'universo*, Baldini & Castoldi, Milano 1998 (pag. 66).

2. SUONO E AMBIENTE

2.1 Il Paesaggio Sonoro

Raymond Murray Schafer, compositore e ambientalista canadese, a partire dagli anni '60 creò un nuovo campo di studi denominato *ecologia acustica*, che ha come oggetto le relazioni tra le persone, il suono e l'ambiente, e conìò il termine *paesaggio sonoro* (in inglese *suondscape*). "Il paesaggio sonoro" è il suo libro-manifesto, uscito nel 1977, con il quale sintetizza e condivide anni di lavoro. Cosa sia il paesaggio sonoro è abbastanza intuitivo: un qualsiasi spazio fisico (una stanza, un quartiere, una città, una valle) oggetto di analisi e interpretazione prevalentemente attraverso l'ascolto dei suoni presenti. Lo studio dell'ecologia acustica e del paesaggio sonoro mira ad ampliare la conoscenza e la comprensione del mondo nel quale viviamo, acquisire consapevolezza dei fenomeni sonori e dell'effetto che producono su di noi, acquisire e utilizzare strumenti per affrontare le problematiche legate all'inquinamento acustico.

Non si tratta di stabilire una predominanza dell'orecchio sugli altri organi sensoriali, bensì di restituire la giusta posizione e il giusto peso all'udito nell'atto percettivo, ai fini di una comprensione più olistica della realtà e di una maggior efficacia nelle azioni consapevoli che cercano di migliorarla.

Le riflessioni di Schafer, partendo dal suono, si connettono con le dimensioni ecologiche, storiche, estetiche, filosofiche, artistiche, sociali, economiche e politiche. Oltre all'ascolto e allo studio del presente egli si avvale di romanzi, testi storici e filosofici per tentare una ricostruzione dei paesaggi sonori del passato, nel tentativo di sintetizzarne i percorsi evolutivi, connetterli al presente e pianificare il futuro più efficacemente. Bellezza, benessere collettivo, rispetto e responsabilità guidano il pensiero e il lavoro di Schafer, che si svolge prevalentemente sul campo, integrando continuamente tutti i sensi. Il paesaggio si ascolta, si vede, si odora, si tocca e si gusta.

L'autore del libro non si limita alle riflessioni sulla realtà che osserva e ascolta, ma fornisce strumenti teorici e pratici per poter agire consapevolmente e responsabilmente attraverso la dimensione acustica al fine di creare un ambiente più rispettoso della natura e degli esseri umani. Si rivolge a tutte quelle figure professionali che progettano e realizzano spazi di lavoro e abitativi, pubblici e privati, determinandone inevitabilmente le qualità acustiche, così come si rivolge ai musicisti, agli artisti, agli insegnanti e ai singoli cittadini. La figura professionale a cui si rivolge in particolar modo è quella del designer acustico, che attraverso una sintesi di varie competenze, può favorire prese di consapevolezza e innescare trasformazioni rigenerative del paesaggio e delle comunità.

Analizzando il paesaggio sonoro Schafer ne individua le caratteristiche più significative, ovvero i suoni particolarmente importanti per la loro essenza, la loro diffusione e la loro presenza. Queste caratteristiche vengono raggruppate in tre categorie:

Toniche: sono quei suoni, non sempre uditi coscientemente, che caratterizzano un luogo, determinati prevalentemente dalla geografia e dal clima; possono essere il vento, l'acqua, le foreste, gli uccelli, gli insetti, gli animali. Questi suoni sono una sorta di sfondo, impressi profondamente nelle persone, al punto da influenzarne significativamente l'esistenza. Senza le toniche il paesaggio sonoro risulterebbe impoverito (ad esclusione della tonica creata dalle moderne aree urbane: il rumore del traffico).

Segnali: sono i suoni in primo piano, uditi coscientemente, che hanno la funzione precisa di avvertire le persone che li ascoltano. Possono essere le campane delle chiese o i campanelli dei citofoni, i clacson e le sirene, le suonerie dei cellulari, ecc. I suoni segnale sintetizzano un messaggio, richiamano l'attenzione e possono avere anche valenze simboliche: una campana può suonare il mezzogiorno, suonare a festa oppure a lutto.

Impronte sonore: è un suono caratteristico di un'area al quale la comunità che vi abita riconosce un valore particolare, simbolico, ricco di significato. Le impronte sonore andrebbero protette poiché rendono unica la vita acustica di una comunità.

Oltre a queste tre categorie Schafer menziona anche i suoni archetipi, suoni antichi e misteriosi, spesso connotati da un preciso simbolismo, tramandati fin dall'antichità più remota²⁰.

Quando si parla di paesaggio sonoro ci si riferisce prevalentemente al mezzo aereo, nel quale il nostro orecchio si è sviluppato e funziona al meglio, ma il nostro primo paesaggio sonoro è stato determinato dal mezzo liquido, ovvero la placenta materna. I primi suoni che abbiamo sentito sono quelli della voce e del corpo materno. Con il parto invece entriamo nel mezzo aereo e da qui iniziamo ad ascoltare e, volenti o nolenti, a intervenire nel paesaggio sonoro.

L'acqua e l'aria ci accompagnano per tutto l'arco della vita con le loro infinite sfumature e intensità sonore: le cascate, il mare, la pioggia o la doccia del bagno, il respiro, il vento che investe le piante o sibila rimbalzando su pareti e superfici di ogni sorta. Questo paesaggio sonoro naturale e primordiale talvolta è reso più intenso dai tuoni, più raramente dai terremoti e dalle esplosioni vulcaniche. A questo sfondo continuo e cangiante si aggiungono poi animali, uccelli e insetti, con il loro ricchissimo e stupefacente repertorio di suoni. Infine si aggiungono i suoni degli esseri umani: le voci, le musiche, il lavoro e le macchine.

Tra gli eventi sonori creati dall'uomo agli albori della civiltà quelli che più turbavano la quiete erano i suoni della guerra e della religione. Gli eserciti incrociavano le armi, scuotevano gli scudi, battevano i tamburi, gridavano e cantavano inni per intimidire il nemico e darsi coraggio. Altre occasioni di turbamento acustico erano i riti e le feste religiose, accompagnate da canti, tamburi e poi da strumenti musicali sempre più evoluti. Nella religione il suono è sempre stato il mezzo attraverso il quale si manifestava il divino, e sempre attraverso il suono i popoli si mettevano in comunicazione con esso.

Con lo sviluppo delle civiltà l'essere umano ha prodotto sempre più rumore, aggiungendo al paesaggio sonoro delle nuove toniche. Se in una area geografica la materia prima più utilizzata era il legno allora era questo materiale a risuonare maggiormente, a causa del suono legato alle sue lavorazioni e quello legato all'utilizzo degli oggetti realizzati con quel materiale. Analogamente valeva per la pietra, il bambù, il ferro, che hanno determinato le toniche delle diverse aree urbane. In seguito si sono aggiunti i rumori delle macchine, della produzione, dell'automazione e della comunicazione. In breve tempo lo spazio acustico è stato invaso da nuove toniche e nuovi segnali.

2.2 L'ecologia acustica

Schafer, sviluppando il suo percorso di ricerca, immagina e incoraggia la creazione di un nuovo campo interdisciplinare nel quale integrare e armonizzare tutte le discipline che si interessano al suono, sia dal punto di vista scientifico che artistico. Da questa unione nascono due nuove discipline: l'ecologia acustica e il design acustico.

Se l'ecologia è lo studio dei rapporti tra gli organismi viventi e il loro ambiente, l'ecologia acustica è lo studio degli effetti prodotti dall'ambiente acustico, o paesaggio sonoro, sugli esseri viventi che lo abitano. Nelle sue analisi Schafer distingue due tipi di paesaggio sonoro, quello hi-fi (ad alta fedeltà) e quello low-fi (a bassa fedeltà). Abbiamo un paesaggio hi-fi quando i suoni sono chiaramente distinguibili, anche nella loro sovrapposizione; al contrario abbiamo un paesaggio low-fi quando i suoni si confondono in una sovrabbondante e ridondante presenza sonora. Possiamo immaginare un tranquillo villaggio di montagna come un paesaggio hi-fi e una metropoli come un paesaggio low-fi: il paesaggio sonoro montano avrà certamente un effetto benefico sul sistema nervoso, mentre quello urbano è più probabile che sia fonte di stress.

Nei tempi passati il silenzio era abbondante (se per silenzio intendiamo non l'assenza di suono ma una ridotta quantità di suono) e costituiva lo sfondo dal quale i suoni emergevano chiari e nitidi. Il silenzio permetteva di ascoltare profondamente l'ambiente e trarre le informazioni necessarie. Dal silenzio e nel silenzio nasceva la preghiera e si nutriva la concentrazione che ha permesso ai mistici di ogni

²⁰ R. Murray Schafer, *Il paesaggio sonoro*, Collana Le Sfere, Ricordi-LIM, Milano 1985 (pag. 21).

orientamento spirituale e religioso di accedere e trasmettere l'essenza delle cose. Silenzio, concentrazione, contemplazione erano azioni cariche di valore e significato.

Nella società occidentale il silenzio ha spesso un valore negativo, è un vuoto, un'interruzione della comunicazione, una condizione di assenza assimilabile alla morte. Forse l'uomo ama produrre e circondarsi di suoni per sentirsi meno solo, per esorcizzare la paura della morte. Forse nel silenzio si entra in contatto con emozioni ed esperienze ingombranti, scomode, che non si sanno comprendere ed elaborare, allora si ricorre al rumore per allontanarle: se i muri possono isolarci e proteggerci dai suoni indesiderati, oggi c'è la tendenza a circondarsi da muri di suono che ci isolano da noi stessi e dalla relazione con gli altri. Di questa bulimia si nutre l'inquinamento acustico, vera e propria forma di degenerazione ambientale che martella implacabilmente il nostro sistema nervoso, causando stress e disagi psico-fisici di vario tipo. Oggi, tra motori a scoppio e molteplici apparecchiature elettriche, siamo in presenza di una massiccia ed inedita presenza di rumori continui e ridondanti, siamo costantemente avvolti da una nuvola di suoni intensi, monotoni, privi di personalità e dinamica. Questo nuovo fenomeno acustico è anestetizzante e tossico, è un fenomeno sovrabiologico, mentre i suoni naturali vivono una propria esistenza biologica: nascono, si sviluppano, muoiono e lasciano grande spazio al silenzio.

Agli albori della civiltà veniva attribuito un grande potere ai suoni della natura, che incutevano timore poiché erano interpretati come una manifestazione delle divinità. Con l'evolversi delle civiltà questi suoni sacri di origine naturale sono passati nelle mani e nelle voci degli esseri umani: i canti e i ritmi dei riti magico-religiosi che risuonavano nelle caverne e nei villaggi sono passati negli edifici sacri. I suoni emessi dai campanili delle chiese cristiane si possono considerare espressione di un potere religioso che si manifesta acusticamente attraverso le campane, l'architettura riverberante che amplifica la voce e il suono maestoso degli organi a canne. Schafer definisce questi suoni "rumore consacrato", una categoria di suoni che non è limitata da nessuna norma, convenzione o legislazione²¹. Anche quello della guerra, ovviamente, è un rumore consacrato, il rumore di un potere che esprime sé stesso nella maniera più violenta e distruttiva.

Con la rivoluzione industriale lo status di rumore consacrato si estende ai rumori della produzione e del consumo, della comunicazione e del marketing. Laddove c'è un rumore consacrato vi si trova un centro di potere. Per rendersi conto delle principali fonti di inquinamento acustico dei paesaggi sonori contemporanei basta guardare la tabella a pag. 13 per constatare rapidamente che i motori a scoppio, e in generale gli apparecchi tecnologici, sono i maggiori responsabili dei rumori ad elevata intensità.

Oggi il silenzio è in via di estinzione, logorato dal rumore del consumo e del divertimento. La proprietà privata riguarda esclusivamente la superficie calpestabile, ma al di sopra di questa c'è lo spazio acustico, uno spazio comune che è diventato una discarica nella quale ognuno può riversare rumori in continuazione. Dando un'occhiata alle normative sul rumore si individuano molte contraddizioni: se in un luogo pubblico di un centro abitato si organizza un concerto e si sfora il limite di pochi decibel o l'orario massimo di pochi minuti, è prevista una sanzione. È un dato di fatto invece che una motocicletta molto rumorosa, nello stesso luogo, a qualsiasi ora del giorno e della notte, è libera di circolare perché è omologata, autorizzata: il suo è un rumore consacrato.

È interessante ricordare che dal punto di vista meccanico il rumore è definito come un malfunzionamento, un indicatore di spreco energetico. Eppure molti motocicli e automobili emettono un rumore appositamente studiato e calibrato per dare "personalità" al mezzo, renderlo più accattivante e trasformare il loro utilizzo in una "esperienza emotivamente significativa". Analogamente moltissimi segnali acustici sono tarati per attirare l'attenzione dei consumatori e spingerli al consumo, nella totale mancanza di rispetto per il silenzio e l'orecchio.

Lo sviluppo tecnologico ha dato inoltre la possibilità di registrare e riprodurre i suoni. Schafer nota ironicamente che la progettazione del primo impianto hi-fi coincise con il momento in cui il paesaggio sonoro mondiale scivolava in una condizione low-fi permanente. La riproducibilità della musica, con la

²¹ R. Murray Schafer, *Il paesaggio sonoro*, Collana Le Sfere, Ricordi-LIM, Milano 1985 (pag. 112).

sua capillare diffusione, ha ulteriormente affollato il paesaggio sonoro; anche la musica è diventata rumore consacrato, espressione del potere dell'industria culturale, che si manifesta in modi divertenti, attraverso gli impianti stereo o i sistemi di amplificazione dei concerti. Questa riproducibilità ha avuto un altro effetto psicologico, ormai strutturale, sulle persone, ovvero la dissociazione dei suoni dal loro contesto di origine. Per questo fenomeno Schafer conia il termine *schizofonia*, che richiama molto efficacemente lo spaesamento cognitivo sul quale costruiamo il nostro ascolto ed al quale siamo abituati fin dalla nascita. Con l'invenzione del telefono è possibile udire la voce di una persona non presente, mentre si viaggia in automobile, dall'autoradio si può ascoltare il paesaggio sonoro di un parco o un canto gregoriano, come suonerie dei telefoni vengono usati brani sinfonici o versi di animali, ecc. Lo spazio acustico è diventato portatile, mercificato, ogni paesaggio sonoro può sovrapporsi ad un altro.

Ma esistono anche progetti che utilizzano la tecnologia per creare luoghi d'ascolto con lo scopo di accrescere la consapevolezza delle persone riguardo a tematiche ambientali ed ecologiste. Un esempio molto felice di questo approccio è la Sonosfera®, un piccolo auditorium dal soffitto semisferico nel quale sono installati 45 altoparlanti che creano un campo sonoro molto prossimo alla realtà. All'interno di questo ambiente, situato all'interno del Conservatorio Rossini di Pesaro, è possibile fare ascolti immersivi dei paesaggi sonori delle foreste più antiche e incontaminate del pianeta, nelle quali la biodiversità si è sviluppata indisturbata per milioni di anni producendo meravigliose e complesse ecosinfonie, prodotte dagli animali e dagli insetti che le abitano.

Le registrazioni di questi straordinari paesaggi sonori si devono al progetto "[Fragments of Extinction - Il Patrimonio Sonoro degli Ecosistemi](#)", ideato e realizzato da David Monacchi (professore del Conservatorio Rossini), che all'inizio degli anni 2000 ha intrapreso una serie di viaggi in Amazzonia, Africa e Borneo, registrando ad altissima definizione il paesaggio sonoro di queste foreste primarie. Sulle pareti della Sonosfera®, durante gli ascolti immersivi, sono proiettati diversi dati riguardanti lo stato di salute degli ecosistemi del globo terrestre. Il progetto è un'efficace strumento di divulgazione scientifica, artistica ed ecologica che mira a sensibilizzare e consapevolizzare le persone sui temi del cambiamento climatico e la perdita di biodiversità causati dalle azioni antropiche. Sono allo studio anche applicazioni di tipo terapeutico legate alla specificità di uno strumento immersivo così avanzato e per questo capace di sollecitare stati di rilassamento profondo e di interagire con disturbi dello spettro autistico o disturbi sensoriali più in genere.

L'ecologia acustica non riguarda solo gli ambienti esterni ma anche gli ambienti interni. Diversi edifici antichi, templi, chiese e moschee, testimoniano la capacità di progettare e costruire integrando occhio e orecchio, realizzando organismi acustici vibranti la cui geometria è stata guidata anche dal suono: in alcuni di essi sono stati ritrovati incastonati nei muri dei vasi di rame, bronzo o terra cotta che avevano la funzione di amplificare determinate frequenze, correggendo e migliorando l'acustica dello spazio in base a specifiche esigenze. Schafer cita alcuni di questi edifici, sintetizzandone le peculiarità acustiche: nel teatro a cielo aperto di Asclepio, a Epidauro (Grecia), è possibile udire distintamente uno spillo che cade a terra da ognuno dei circa 14.000 posti a sedere; nella spettacolare moschea di Shah Abbas, ad Isfahan (Iran), c'è una eco multipla che si ripete per sette volte; nel Tempio del Cielo, a Pechino, è possibile assistere a giochi di eco impressionanti.

È emblematico delle scarse conoscenze acustiche dei progettisti contemporanei che nelle chiese vengano installati impianti di amplificazione per la voce: la diffusione degli altoparlanti, unita alla riverberazione tipica dei grandi spazi, spesso non fa altro che ostacolare la comprensione delle parole e affaticare l'ascolto dei presenti. Questo perché la riverberazione delle chiese nasce per dare risalto alla dimensione musicale del canto corale più che all'eloquio del sacerdote.

Poiché la qualità acustica di uno spazio influisce sull'equilibrio psichico di chi lo vive è importante che anche gli edifici siano progettati dedicando attenzione a questo aspetto. Spesso nelle facoltà di architettura si dedica poca attenzione all'acustica, concentrandosi sulla riduzione, sull'isolamento e sull'assorbimento del rumore invece che sulla progettazione di spazi acustici vivi a misura umana. Il concetto di ecologia acustica è spesso utilizzato per giustificare interventi di insonorizzazione che

impoveriscono l'ambiente acustico o di sonorizzazioni utilizzate per mascherare suoni sgradevoli che non si vogliono realmente eliminare. Confondendo la qualità acustica con la protezione dal rumore si rischia quindi di realizzare spazi poveri di stimolazioni sonore che, come ci insegna Alfred Tomatis, possono influenzare negativamente l'equilibrio psicofisico delle persone. Declinata in questo senso l'ecologia acustica rischia di promuovere una accettazione del degrado nel quale si vive invece di metterlo in discussione.

2.3 Il designer acustico

Il designer acustico è chiamato a scoprire i principi grazie ai quali si può migliorare l'estetica del paesaggio sonoro, che può essere inteso come una grande composizione musicale collettiva, in continua evoluzione, nella quale ognuno può essere sia ascoltatore che esecutore. Con il design acustico si cerca di eliminare, ridurre o modificare i suoni sgradevoli, tossici o nocivi e di inserire, conservare e valorizzare i suoni compatibili con la natura umana e l'ambiente naturale. Non si tratta di imporre un controllo estetico dall'alto, ma ristabilire una significativa cultura uditiva che coinvolga le comunità nella salvaguardia e nella conservazione di una sana dimensione acustica.

Il designer acustico, ispirandosi anche ai numerosi esempi di armoniose modulazioni tra suono e silenzio fornite dalla musica, può svolgere il ruolo di una sorta di orchestratore che suggerisce alle persone le partiture sonore da eseguire. Egli, con il suo lavoro, può accompagnare la società a porsi nuovamente all'ascolto, coinvolgendola in una riscrittura collettiva del paesaggio sonoro, non attraverso divieti ma attraverso un approccio consapevole e creativo; non applicando rigidamente delle formule ma seguendo dei principi per comprendere, valutare e correggere il paesaggio sonoro. Tali principi sono²²:

1. Rispetto per l'orecchio e per la voce: quando l'orecchio perde sensibilità e la voce non riesce più a farsi sentire vuol dire che l'ambiente è nocivo.
2. Consapevolezza del valore simbolico del suono: un suono è sempre qualcosa di più di un segnale funzionale.
3. Conoscenza dei ritmi e dei tempi del paesaggio sonoro naturale.
4. Comprensione dei meccanismi di equilibrio grazie ai quali è possibile correggere un paesaggio sonoro compromesso.

Che il lavoro del designer acustico si rivolga agli spazi esterni o interni, egli deve continuamente fare riferimento all'orecchio e alla voce, così come un architetto, nel dimensionare le porte, le finestre e l'altezza del soffitto di un edificio, fa riferimento al corpo umano: l'acustica deve favorire la comunicazione e l'ascolto, rispettando la sensibilità percettiva dell'orecchio e il suono della voce. Per intervenire efficacemente, il designer acustico, deve inoltre conoscere i ritmi della natura, i ritmi circadiani, e capire quando e come vengono alterati. Ogni suo intervento deve riferirsi a questi ritmi per realizzare un ambiente acustico più sano possibile per tutti gli esseri viventi che lo abitano.

Spesso capita di ascoltare il verso di animali sconosciuti, dei quali non si conosce il nome. La scarsa conoscenza dell'ambiente naturale può ostacolare la sua tutela, poiché in un mondo dominato dall'uomo quando il nome che designa una cosa scompare rischia di scomparire la cosa stessa. Per prendersi cura del paesaggio sonoro, il designer acustico deve possedere salde competenze sonologiche che sono l'insieme delle capacità di ascoltare, analizzare, catalogare, riconoscere e riprodurre i suoni.

Schafer ha pubblicato un libro nel quale propone una serie di esercizi attraverso i quali allenare e rinforzare le competenze legate ad ascolto, analisi e riproduzione del suono²³. Questi esercizi sono da eseguire così come descritti nel testo oppure possono essere riadattati e proposti anche come giochi in

²² R. Murray Schafer, *Il paesaggio sonoro*, Collana Le Sfere, Ricordi-LIM, Milano 1985 (pag. 328).

²³ R. Murray Schafer, *Educazione al suono. 100 esercizi per ascoltare e produrre il suono*, Ricordi, 1998 Milano.

attività di gruppo. Per quanto riguarda l'ascolto e l'analisi si citano alcuni esercizi a mo' di esempio: ascoltare un paesaggio sonoro elencando e catalogando i suoni in base a diverse caratteristiche oggettive e soggettive; programmare una giornata di educazione e rispetto del silenzio nella quale non si emettono suoni intenzionali (una sorta di digiuno sonoro); stilare una lista di suoni con determinate caratteristiche e cercare di individuarli muovendosi nel paesaggio sonoro; organizzare passeggiate sonore di gruppo alla fine delle quali confrontare gli appunti e le riflessioni. Altri esercizi riguardano la produzione del suono, come ad esempio: usare la voce per imitare vari tipi di suoni e rumori; riprodurre determinati fenomeni sonori attraverso l'utilizzo di oggetti e materiali vari. Quest'ultimo esercizio è esattamente ciò che fanno i cosiddetti "rumoristi" che lavorano alle sonorizzazioni dei film, i quali, attraverso le loro ricerche ed esplorazioni sonore accumulano numerose conoscenze sulle proprietà acustiche dei materiali e degli oggetti di uso comune. Queste ricerche sonore, che prima dell'avvento del cinema erano iniziate nel mondo teatrale per poi interessare il mondo delle percussioni orchestrali moderne, ha prodotto oggetti sonori appositamente studiati per imitare i suoni degli elementi naturali come la pioggia, il mare, il tuono, il fulmine o i versi di animali e insetti. Grazie alle sue conoscenze e competenze il designer acustico può cercare di conservare, restaurare o migliorare il paesaggio sonoro, tutelando le toniche, i suoni strettamente connessi agli elementi naturali, proteggendo le impronte sonore di un territorio, suoni carichi di valore simbolico per le comunità, e migliorando i segnali sonori, che devono trovare un sano equilibrio tra la loro funzione sociale e le loro qualità estetiche. Il ruolo del designer acustico è molto importante in una società che ha raggiunto livelli di inquinamento sonoro molto elevati. Se riusciremo a ristabilire una cultura dell'ascolto e il rispetto per il silenzio, allora non ci sarà più bisogno di nessuna legislazione contro l'inquinamento acustico.

2.4 Le mappe sonore

Un'altra competenza che il designer acustico deve possedere è relativa alla comunicazione: attraverso la realizzazione di mappe sonore egli può restituire visivamente lo stato dell'arte di un paesaggio sonoro, la sua potenziale trasformazione o un paesaggio sonoro che immagina. Nelle mappe sonore i suoni vengono tradotti in segni grafici (arbitrariamente decisi dal designer e accompagnati da una legenda che ne spiega il significato) e distribuiti nello spazio che la mappa cartacea rappresenta.

Prima di realizzare una mappa sonora bisogna decidere quali caratteristiche dei suoni si vogliono analizzare. I suoni possono essere classificati in base alle loro caratteristiche fisiche (acustica), per come vengono percepiti (psicoacustica), per la loro funzione e significato (semiotica) o in base al tipo di fonte sonora che li genera (suoni prodotti dagli elementi naturali, dagli animali, dagli insetti, dagli esseri umani o dalle macchine). Un suono può essere lungo o corto, intermittente o continuo, forte o debole, acuto o grave (acustica), liscio o ruvido, graffiante o soffice, gradevole o sgradevole, rilassante o ansiogeno (psicoacustica), fermo o in movimento, legato ai ritmi delle stagioni o al ritmo giorno/notte (semiotica).

Le mappe sonore sono strumenti che permettono una sintesi delle informazioni acustiche o di una idea progettuale da trasmettere rapidamente ad altre persone. In base alle esigenze progettuali e alla creatività del designer acustico si possono realizzare diversi tipi di mappe sonore. Di seguito se ne propongono alcuni esempi²⁴.

Nella **figura 8** è rappresentata una mappa sonora a curve di livello dello Stanley Park di Vancouver, in cui ciascuna curva restituisce il livello sonoro medio delle diverse aree del parco. I rilevamenti dei livelli sonori vennero effettuati a livello terreno, a intervalli di circa 91 metri, tra le 10:00 e le 16:00 di diversi mercoledì nei mesi di maggio, giugno e luglio 1973. Le condizioni meteorologiche furono costanti: cielo terso e sereno e temperature tra i 15° e i 20°. A ogni punto di rilevamento vennero

²⁴ R. Murray Schafer, *Il paesaggio sonoro*, Collana Le Sfere / NR 134084 - Ricordi-LIM, Milano 1985 (pag. 363, 364, 365, 366).

effettuate tre successive letture, a intervalli di 10", e in seguito venne fatta una media tra le tre rilevazioni.

Nella **figura 9** una mappa di eventi sonori in cui si cerca di mettere in evidenza le similitudini e i contrasti di diversi ambienti acustici di un'area del centro di Boston.

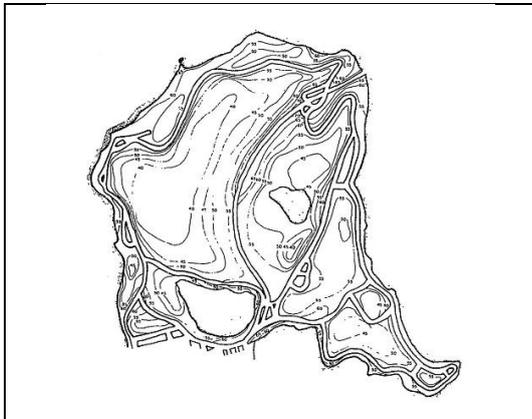


Fig. 8

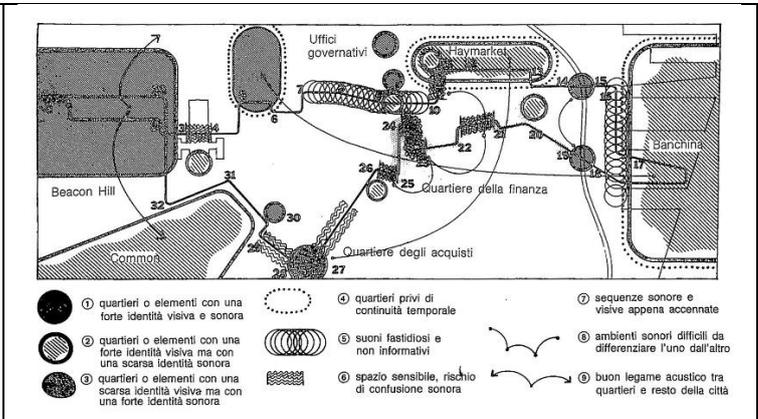


Fig. 9

La **figura 10** mostra un grafico degli eventi sonori rilevati nell'arco di 24 ore nella campagna della Columbia Britannica. Sull'asse verticale è riportato l'arco temporale di una giornata suddivisa in ore, sugli assi orizzontali il livello di intensità dei suoni misurato in dB.

La **figura 11** riporta un altro possibile modello di mappa sonora, redatta dopo due diverse "passeggiate di ascolto" attorno a un isolato cittadino, effettuate alle ore 12 e alle ore 20. Ai diversi tipi di suono corrisponde un'indicazione grafica che, a seconda della lunghezza, permette di visualizzare l'attività e l'intensità complessiva. Nella mappa è possibile comparare velocemente le differenze dei due eventi sonori registrati sullo stesso percorso a distanza di poche ore.

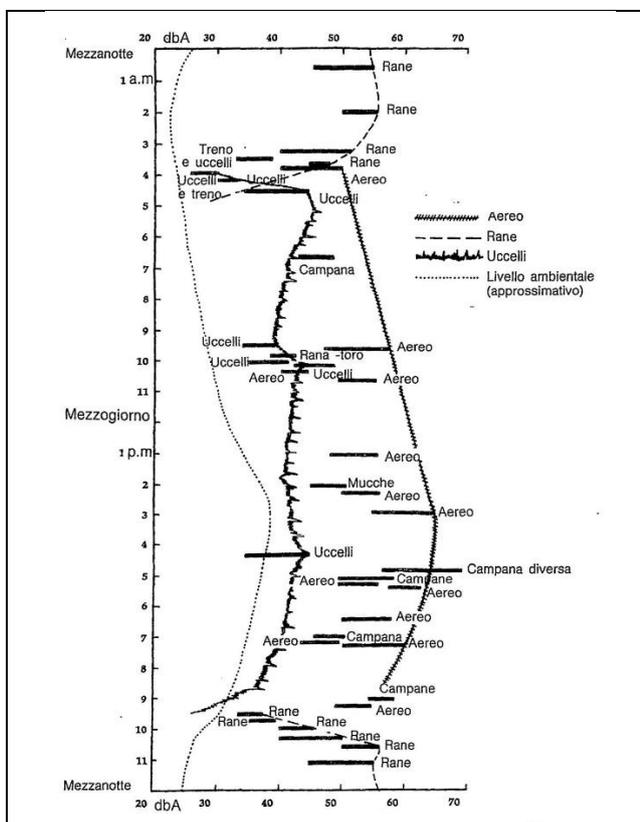


Fig. 10

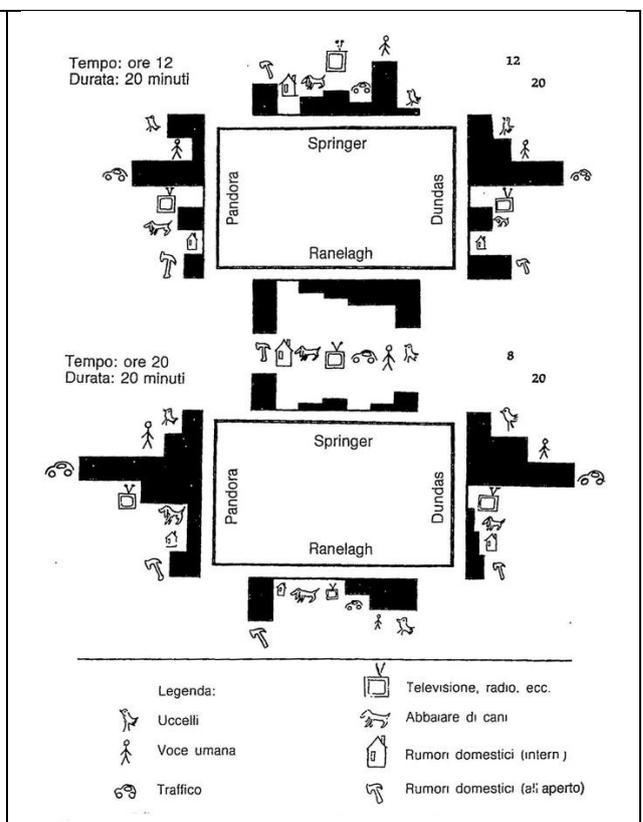
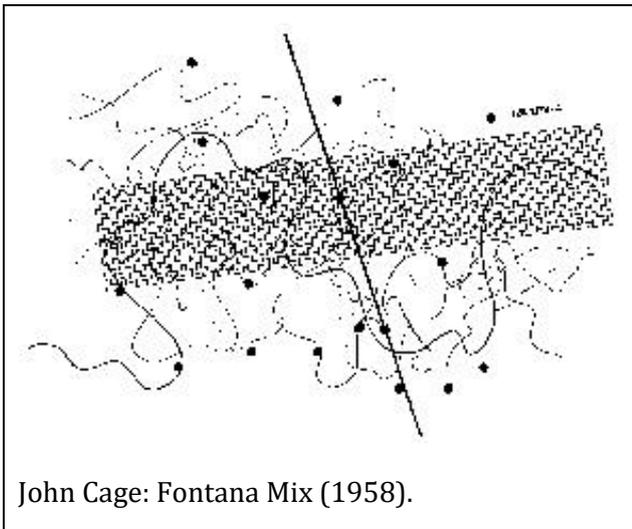
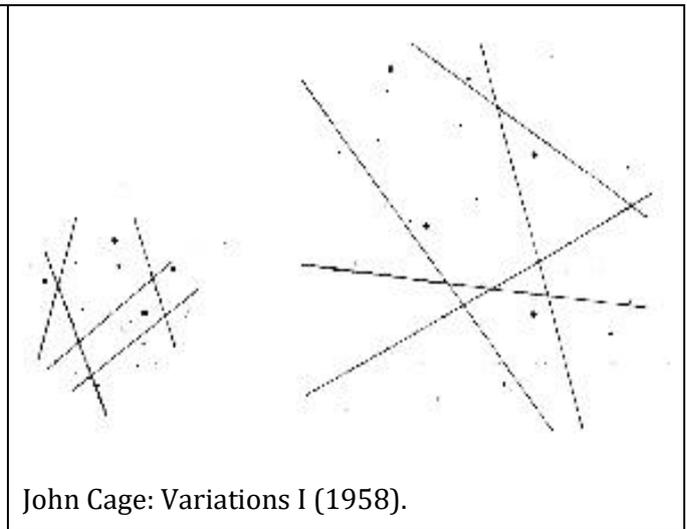


Fig. 11

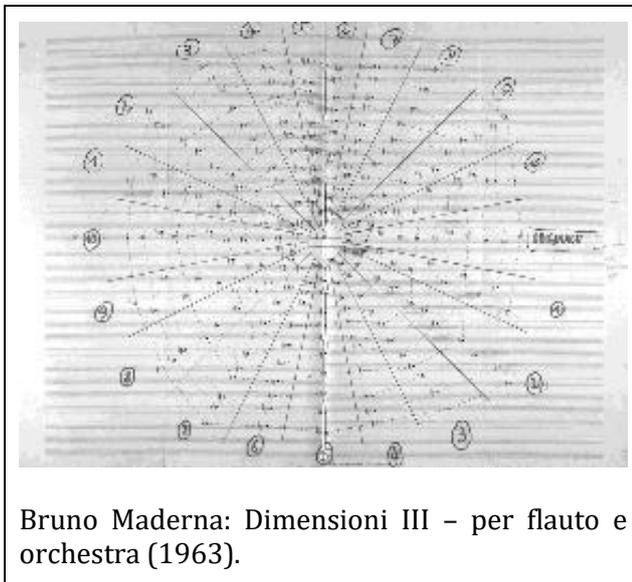
Siccome lo stesso Schafer immagina il designer acustico come una sorta di orchestratore del paesaggio sonoro, può essere interessante soffermarsi su alcuni esempi di partiture musicali informali realizzate da alcuni compositori del '900 che hanno dedicato particolare attenzione al silenzio e al rumore, integrando nelle loro composizioni materiali sonori che erano rimasti sempre fuori dalle sale da concerto e dagli ambienti musicali accademici; alcuni di questi compositori hanno utilizzato le *field recordings*, registrazioni di suoni e rumori ambientali integrate nell'esecuzione e nella registrazione di opere musicali. Questa estensione della gamma dei suoni ha portato anche a nuove modalità di scrittura, nelle quali sono state impiegate figure geometriche, diagrammi e segni grafici vari che hanno reso possibile la visualizzazione e l'esecuzione di flussi sonori che ben restituiscono la dimensione acustica della contemporaneità e la complessità di nuovi pensieri musicali. A seguire quattro esempi di partiture informali di John Cage, Bruno Maderna e Dieter Schnebel, esponenti della cosiddetta "musica contemporanea" del 1900.



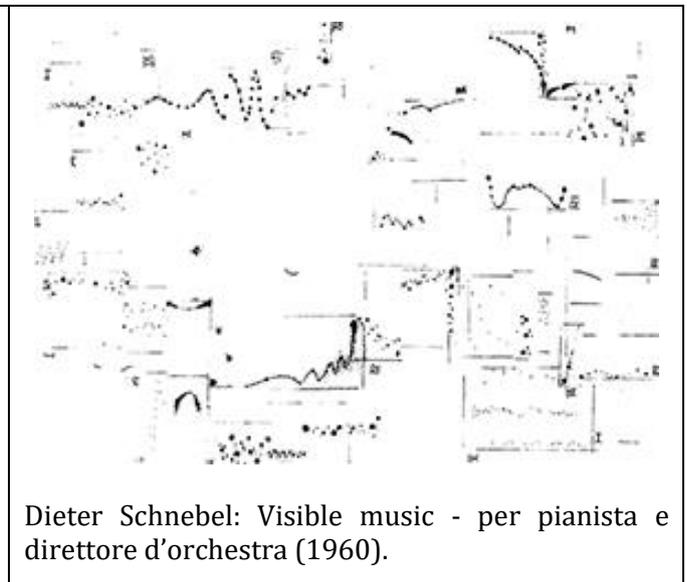
John Cage: Fontana Mix (1958).



John Cage: Variations I (1958).



Bruno Maderna: Dimensioni III - per flauto e orchestra (1963).



Dieter Schnebel: Visible music - per pianista e direttore d'orchestra (1960).

Le mappe sonore dei designer acustici e le partiture informali di alcuni compositori richiamano le mappe concettuali contenute nei design di permacultura, e forniscono quindi un ponte per passare all'ultimo capitolo dedicato alle connessioni tra suono e permacultura.

3. SUONO E PERMACULTURA

3.1 Permacultura: definizione e principi.

La permacultura nasce in Australia negli anni '70 dal lavoro di Bill Mollison (biologo, agronomo, naturalista e accademico australiano) e David Holmgren (ecologo, agronomo ed educatore australiano, nonché allievo di Bill Mollison). Secondo la definizione che ne dà lo stesso Mollison "la permacultura è la progettazione e gestione consapevole di ecosistemi agricoli produttivi, aventi la stessa diversità, stabilità, e resilienza degli ecosistemi naturali. È l'armonica integrazione di paesaggio e persone che soddisfano in modo sostenibile i propri bisogni alimentari, abitativi ed energetici, e di ogni altra necessità materiale e immateriale. La progettazione in permacultura integra elementi concettuali, materiali e strategici in una soluzione a beneficio della vita in tutte le sue forme. La permacultura è lavoro con e non contro la natura, osservazione protratta e attenta e non azione incessante e scriteriata, sguardo allargato a tutte le funzioni sistemiche e non ricerca della produttività a tutti i costi. È permettere ai sistemi di evolversi e dispiegarsi".²⁵

Il termine inglese *permaculture* nasce dalla contrazione di *permanent agriculture* ma anche di *permanent culture* (in inglese *culture* indica sia "coltivazione" che "cultura"). In Italia la scelta di usare il termine *permacultura* deriva dal fatto che questa disciplina interessa molteplici ambiti della sfera umana e non si concentra solamente su un tema specifico. A sua volta il termine *permanente* rimanda anche all'utilizzo prevalente di piante perenni prima ancora delle piante annuali, fondamentali per creare un habitat maturo e biodiverso.

Con il suo approccio multidisciplinare la permacultura integra e connette diverse conoscenze come la biologia, l'ingegneria, l'architettura, l'agronomia, la climatologia, la fisica, la chimica, ed altre ancora: tutte le discipline che possono fornire e processare informazioni, contribuire alla comprensione e alle scelte operative, sono integrate nel design in permacultura. Le competenze scientifico-accademiche si affiancano in modo complementare le conoscenze tramandate dalle numerose tradizioni che hanno imparato a soddisfare i propri bisogni essenziali servendosi responsabilmente di tutto ciò che la natura gli metteva a disposizione.

"Il design" afferma Mollison "è il cuore della permacultura, è la connessione tra gli elementi. Non è l'acqua, la gallina o l'albero. E' come l'acqua, la gallina e l'albero sono connessi. E' esattamente l'opposto di quello che vi insegnano a scuola. L'educazione considera che ogni singola cosa sia separata dall'altra, ignora l'esistenza delle connessioni. La Permacultura crea le connessioni, perché quando crei le relazioni allora puoi nutrire la gallina con l'albero".

Attraverso la progettazione in permacultura si vogliono rigenerare gli ecosistemi e le comunità ponendo rimedio agli squilibri causati da uno sfruttamento irresponsabile delle risorse e degli ecosistemi operato dall'economia capitalistica e dallo stile di vita consumistico, che ha causato, e continua a causare, numerosi problemi ambientali a danno di tutti gli esseri viventi. L'intero processo della progettazione è guidato dalle tre etiche e da diversi principi operativi.

Le tre etiche sono: cura della terra e di tutte le sue forme di vita; cura delle persone; utilizzo responsabile delle risorse in quanto bene collettivo.

Di seguito i principi che guidano il processo di design per l'inveramento delle tre etiche²⁶:

- *Lavorare con e non contro la natura.* La cura e la coltivazione del suolo si ottiene ottimizzando le azioni spontanee della natura, intervenendo il meno possibile.
- *Osserva e interagisci.* Comprendi i funzionamenti e le connessioni osservando, interagendo e osservando i feedback ottenuti dall'interazione
- *Il problema è la soluzione.* Tutto funziona in entrambi i versi, ogni elemento negativo può avere aspetti positivi se lo si osserva dal giusto punto di vista.

²⁵ Bill Mollison, Permacultura. Manuale di Progettazione, APS LABORATORIO DI PERMACULTURA MEDITERRANEA, Bari 2020.

²⁶ L'elenco dei principi operativi è una sintesi operata dall'autore del testo integrando gli elenchi riportati nei testi di Bill Mollison, David Holmgren, e nei corsi di formazione tenuti da Pietro Zucchetti.

- *Il minimo sforzo per la massima resa.* Tutte le lavorazioni necessarie devono essere eseguite in modo da utilizzare meno energia possibile.
- *La produzione di un sistema è teoricamente illimitata.* L'unico limite al numero di utilizzi possibili di una risorsa risiede nel limite informativo e immaginativo del progettista.
- *Tutto fa giardino.* Ogni elemento ha un effetto sull'ambiente circostante.
- *Ogni elemento svolge più funzioni.* Ogni elemento del sistema svolge più funzioni e va posizionato in modo che le sue caratteristiche e i derivati delle sue azioni siano a supporto di quegli elementi che possono trarne vantaggio.
- *Ogni funzione importante è supportata da più elementi.* La copertura dei fabbisogni fondamentali deve essere soddisfatta in due o più modi, così da determinare le capacità di recupero di un sistema.
- *Progettazione energetica efficiente.* La progettazione e l'ubicazione della casa, delle strutture ad essa connesse, delle aree coltivate e delle vie di accesso devono tenere conto delle zone (caratterizzate dalla frequenza d'uso e manutenzione), dei settori (caratterizzate dalla presenza di fonti energetiche naturali), della orografia e morfologia del territorio.
- *Preminenza dell'uso di risorse di origine biologica rispetto a quelle derivanti da combustibili fossili.* Sfruttare e valorizzare più possibile il lavoro e gli scarti di piante e animali, impiegando l'energia di combustibili fossili solo quando strettamente necessario.
- *Utilizza e accelera le successioni naturali delle piante.* Grazie alla successione naturale ogni specie vegetale modifica il terreno contribuendo al suo arricchimento e alla creazione di condizioni favorevoli alle specie successive. Dirigere e accelerare tali processi permette di arrivare in tempi più brevi a creare un habitat più adatto alle specie che si desidera coltivare.
- *Ricorso alla policoltura e impiego di una grande diversità di specie.* Una maggiore diversità di piante, opportunamente studiata, favorisce relazioni benefiche utili che aumentano le difese da agenti patogeni e la stabilità di un sistema; diversificando le coltivazioni si avranno più momenti di raccolte durante l'anno e una maggiore autosufficienza.
- *Utilizzo dei modelli naturali (pattern).* Le forme geometriche che la natura utilizza offrono modelli da imitare per poter immagazzinare e dirigere efficacemente i flussi di energia di cui si ha bisogno.
- *Valorizza i margini.* È nello spazio intermedio tra due ecosistemi limitrofi (ecotono) che avvengono gli eventi più interessanti, spazio nel quale si vengono spesso a costituire le parti più produttive di un sistema.
- *Evita di produrre rifiuti.* Usando elementi biologici nei design è possibile rendere l'energia ciclica raggiungendo inquinamento zero.
- *Raccogli e conserva energia.* Catturare e conservare più possibile i flussi energetici disponibili in loco, sia quelle derivanti dagli elementi naturali che dalle biomasse.
- *Cooperazione, non competizione.* Rispetto ai risultati che si raggiungono con la competizione, quelli che si raggiungono attraverso la cooperazione hanno l'impagabile caratteristica di essere a beneficio di tutti.
- *Scala appropriata.* L'estensione dell'area che si vuole progettare e gestire deve essere proporzionata alle risorse e al tempo che si hanno a disposizione.
- *Tecnologia appropriata.* Prediligere l'utilizzo di tecnologie a basso apporto energetico, laddove possibile utilizzare tecnologie che si possano produrre e mantenere a livello artigianale.

A partire dagli anni '80 la permacultura si è diffusa in tutto il mondo continuando ad evolvere e integrando nel suo corpus teorico e pratico nuove conoscenze, adattandosi ai diversi contesti ambientali e culturali e creando comunità locali che attraverso un costante lavoro di rete, corsi di formazione e pubblicazioni tengono vivo il pensiero e la pratica di questa disciplina²⁷.

²⁷ Il percorso di formazione inizia con il Corso di Progettazione in Permacultura di 72 ore. Dopo questo primo passo è possibile proseguire la formazione per ottenere il Diploma di Progettazione in Permacultura.

3.2 Connessioni tra il suono e i principi della permacultura

Alla luce dei concetti esposti nella prima parte del testo sappiamo che il suono è informazione, energia e nutrimento, ed un suo utilizzo consapevole e responsabile può nutrire il design in permacultura, attraverso il quale si raccolgono informazioni e si cerca di utilizzare responsabilmente l'energia per ottenere cibo (nutrimento) e tutto ciò che serve per soddisfare i bisogni delle persone. Il suono si connette al processo di design già a partire dalle tre etiche: nel momento in cui ci si prende cura del paesaggio sonoro si agisce in coerenza con la prima etica (cura della terra e di tutte le sue forme di vita); poiché il suono, la parola e la musica, sono espressione, relazione, comunicazione e cultura, viene esaudita la seconda etica (cura delle persone); un sano e appagante rapporto con il suono e il silenzio, la contemplazione dei paesaggi sonori naturali, la costruzione di oggetti sonori e strumenti musicali realizzati con materiali rinnovabili e la fruizione di concerti dal vivo senza l'ausilio di amplificazione esaudiscono infine la terza etica (utilizzo responsabile delle risorse in quanto bene collettivo), poiché questi comportamenti favoriscono la riduzione del consumo di musica prodotta, diffusa e supportata attraverso tecnologie energivore.

Vediamo ora come il suono si connette ad alcuni principi operativi della permacultura, inserendosi nel cuore della progettazione.

Osserva e interagisci.

La prima fase del design è l'osservazione, momento in cui si raccolgono le informazioni in modo olistico per realizzare il design più efficace: analisi del suolo, rilievi morfologici, risorse idriche, misurazioni qualitative e quantitative della biodiversità presente, esposizione solare, ventosità, bisogni e voleri delle persone, le loro capacità e i loro limiti, risorse relazionali, contesto sociale, ecc. In realtà l'osservazione è continua e alimenta le eventuali correzioni e miglioramenti del design. Anche lo spazio acustico è ricco di informazioni che contribuiscono alla comprensione di un contesto e consentono di prendere le decisioni progettuali. I suoni di animali e insetti, ad esempio, sono indicatori acustici della biodiversità faunistica presente nel luogo in cui si vuole progettare; oppure, valutando l'inquinamento acustico, si possono progettare sistemi di protezione sonora per realizzare settori silenziosi dedicati al benessere. L'armonizzazione di occhio e orecchio porterà ad un design che si potrà "guardare anche con le orecchie".

Raccogli e conserva energia.

L'energia sonora potenziale di materiali e oggetti, che attraverso il design si può mettere a frutto, si può anche raccogliere indirettamente. Per costruire strumenti musicali, oggetti e installazioni sonore il legno è fondamentale e permette, con relativamente poco lavoro, di ottenere prodotti acusticamente validi. Gli alberi e in generale le piante possono già offrire numerosi e semplici oggetti sonori, alcuni se ne trovano già pronti come le capsule dei semi della pawlonia o alcuni baccelli contenenti semi che una volta essiccati diventano dei piccoli e delicati sonagli. Ma poiché ogni materiale ha un suono è possibile realizzare oggetti sonori con qualsiasi materiale, in quest'ottica molti oggetti possono essere sottratti alla discarica trasformandoli e rigenerandoli come fonte di suono. Anche i canali di distribuzione dell'acqua possono essere studiati in modo che lo scorrimento o il gocciolamento del liquido possa essere valorizzato sonoramente, trasformando l'energia idraulica in energia sonora.

La più recente forma di conservazione di energia sonora è la registrazione/riproduzione del suono, iniziata nel 1877 con il fonografo di Thomas Alva Edison. Da allora l'industria discografica ha immesso nello spazio acustico del paesaggio sonoro mondiale una quantità esorbitante, sempre maggiore e senza precedenti di materiali sonori. Ma quantità non è qualità, tanto non è per forza buono, ed ogni tecnologia dovrebbe essere oculatamente utilizzata in modo responsabile. Tomatis, ad esempio, si avvale delle esistenti tecnologie disponibili, le modificò per i propri obiettivi terapeutici (in coerenza con le sue scoperte e deduzioni) e utilizzò registrazioni con una elevata qualità sonora, ricca di potenziale energetico. La musica registrata è una copia di un evento sonoro reale accaduto, il cui spettro di frequenze è assai ridotto nella registrazione e riproduzione per via delle caratteristiche intrinseche della tecnologia utilizzata. Nonostante questo l'audiopsicofonologia utilizza efficacemente registrazioni di composizioni mozartiane e canti gregoriani: il contenuto energetico di queste musiche,

pur ridotto rispetto a quello udibile dal vivo, permane su nastro e viene sfruttato dall'audiopsicofonologia in modo tale che la persona possa ricevere i suoni più rivitalizzanti utili al processo terapeutico.

Progettazione energetica efficiente.

Il lavoro di Alfred Tomatis descrive chiaramente come il suono può essere fonte di energia per il funzionamento del cervello, sarà opportuno quindi che la progettazione di qualsiasi spazio e ambiente ponga attenzione alla dimensione acustica. Come già esposto nei precedenti capitoli la forma di una stanza e il materiale di cui sono costituite le pareti determinano il modo in cui il suono si propaga, si riflette e viene assorbito. Una attenta progettazione può attutire determinate frequenze che generano dispendio di energia fisica e psichica affaticando l'ascolto e disturbando la comunicazione, e può valorizzare le frequenze più energizzanti che favoriscono una ecologia acustica a vantaggio di chi vive quegli spazi.

Un'abitazione sita in un'area rumorosa può essere realizzata in modo da proteggere chi vi abita dall'inquinamento acustico ma al tempo stesso presentare al suo interno spazi acustici vibranti di energia a misura dell'orecchio umano. Una stanza dedicata allo studio può essere collocata nella zona più silenziosa della casa, una sala conferenze può essere realizzata in modo che chi parla sia udito da ogni posizione senza la necessità di microfonaione, quindi con un risparmio di energia elettrica.

Eventuali macchinari e funzioni rumorose possono essere posizionate più lontano possibile dalle abitazioni e dai ricoveri degli animali, o si possono progettare insonorizzazioni adeguate che contengano più possibile i rumori diminuendo il disturbo di tutti gli esseri viventi.

Quando nel design si considerano i diversi settori (quello più soleggiato, più umido, più ventoso, ecc.) si può valutare se esiste un settore particolarmente rumoroso o silenzioso per prendere determinate decisioni: se una parte del terreno confina con una strada trafficata si potrà realizzare una siepe utilizzando tipi di piante con buone proprietà fonoassorbenti, se invece un settore è particolarmente silenzioso si può immaginare di costruire un riparo adibito a luogo di ascolto, di raccoglimento e meditazione.

Utilizzo dei modelli naturali (pattern)

Poiché la connessione tra suono e pattern è molto ricca, per descriverla in modo esauriente le verrà dedicato molto più spazio di quello dedicato alle precedenti connessioni. I pattern sono forme, schemi, o modelli che la natura impiega per svolgere le sue funzioni; essi contengono informazioni e principi generali riscontrabili e applicabili a diversi eventi e fenomeni. Nella permacultura questi modelli vengono tradotti in disegni e schemi con lo scopo di visualizzare e sintetizzare i flussi energetici che si vogliono intercettare e connettere nella progettazione. Già Bill Mollison scriveva: “[i pattern] sono forme comprensibili ai più e facili da ricordare, memorizzabili e ripetibili come canzoni, e di pari natura. Sono tutt'intorno a noi: onde, dune, paesaggi vulcanici, alberi, complessi urbani e finanche comportamenti animali. Se perverremo alla comprensione dei modelli che sottendono i fenomeni naturali, avremo messo a punto un potente strumento di progettazione e trovato una scienza di raccordo applicabile a più discipline”²⁸.

Nel Manuale di progettazione di Bill Mollison, nell'introduzione del capitolo dedicato ai pattern l'autore propone tre utili compiti con i quali provare a misurarsi:

1. Raggiungere una più generale comprensione dei pattern, nel tentativo di sviluppare modelli o schemi generali, restituendo esempi di fenomeni naturali che li suffraghino.
2. Valorizzare i pattern in tutti gli ambiti educativi, dalla scuola primaria al perfezionamento post laurea, come disciplina di raccordo che si applichi in egual misura a geografia, geologia, musica, arte, astronomia, fisica delle particelle, economia, fisiologia e tecnologia, nonché a una progettazione consapevole, ai flussi informativi e ai processi di trasferimento che sottendono tutte le discipline umane.

²⁸ Bill Mollison, Permacultura. Manuale di Progettazione, APS LABORATORIO DI PERMACULTURA MEDITERRANEA, Bari 2020.

3. Predisporre guide per l'applicazione dei pattern (*patterning*) nel design in permacultura, teso a conseguire gli obiettivi di vita nel quotidiano.

È importante ricordarsi che, così come “la mappa non è il territorio”, le riduzioni bidimensionali e statiche su carta delle geometrie che si manifestano dinamicamente nella tridimensionalità, sono buone approssimazioni che servono a comprendere le modalità che la natura adotta per svolgere determinate funzioni. Comprendere e utilizzare queste geometrie significa spostarsi continuamente tra un piano bidimensionale, concettuale e necessariamente riduzionista, ed uno tridimensionale, materiale, inevitabilmente più complesso.

Per fare un esempio prendiamo in considerazione il pattern della ramificazione, detto anche “dendritico” (dal greco *δένδρον*, “albero”): questo pattern, negli alberi, è ben visibile nelle varie ramificazioni che partono dal tronco, ma si ritrova anche nella struttura fogliare così come nell'apparato radicale, lo si può inoltre osservare anche nella conformazione delle foci a delta dei fiumi, nella disposizione di aggregati cristallini all'interno di alcune rocce o nella disposizione delle fibre che si diramano dai neuroni (**figura 12**).

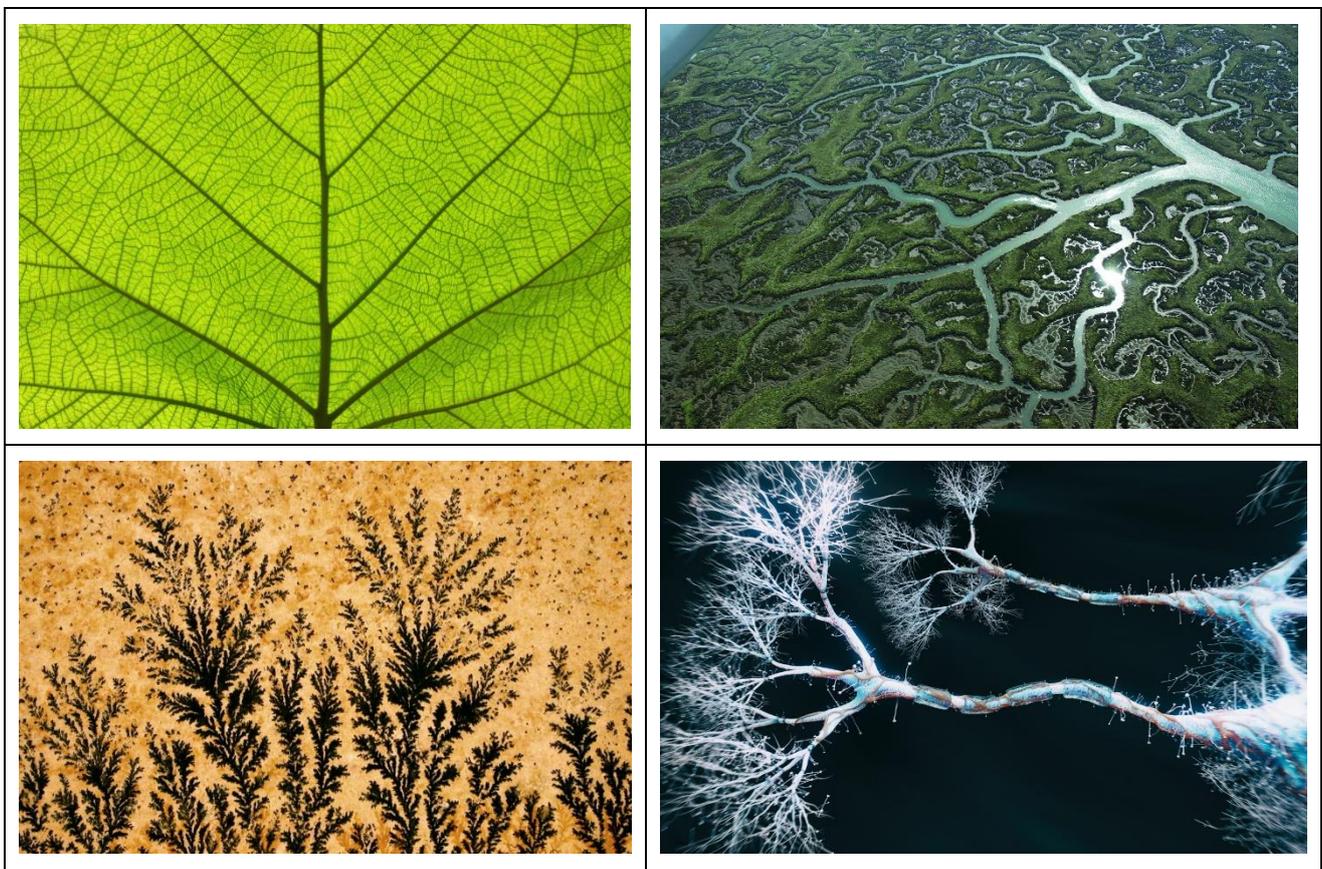


Fig. 12

Nella **figura 13** si possono osservare altri due pattern molto frequenti in natura, ovvero la spirale e la sinusoide, riscontrabili, ad esempio, nei flussi d'aria e nei moti ondosi. Nei capitoli precedenti abbiamo già familiarizzato con queste due forme geometriche: la spirale, come forma che caratterizza la conchiglia, e la sinusoide, come forma utilizzata per rappresentare le onde sonore. Spirale e sinusoide, dunque, possono essere considerate come i pattern del suono. Se il pattern dendritico può essere utilizzato, ad esempio, nella realizzazione di un sistema di distribuzione dell'acqua, per quanto riguarda i pattern del suono, per il momento, non si possono fare esempi concreti di un loro utilizzo. La connessione tra pattern del suono e design in permacultura è molto interessante ma rimane valida quindi solo a livello concettuale e nella sopracitata lista dei tre utili compiti proposti da Bill Mollison i pattern del suono soddisfano solo i primi due.

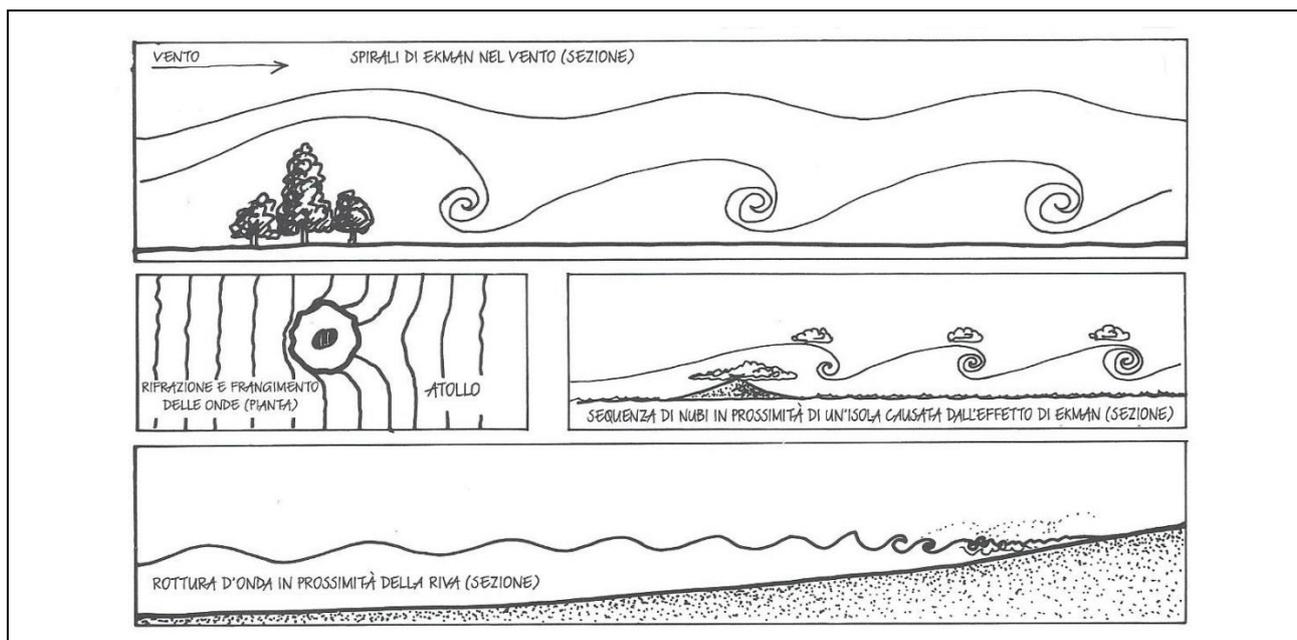


Fig. 13 (immagine tratta da "Permacultura - Manuale di progettazione" ©Bill Mollison, 1988, TAGARI PUBLICATIONS. Traduzione dall'originale in lingua inglese a cura di ©APS Laboratorio di Permacultura Mediterranea. Stampato con il permesso di EDIZIONI MEDIPERlab, www.mediperlab.com.)

La spirale è una curva che si avvolge su sé stessa. In matematica vengono descritti sei tipi di spirale bidimensionale (**figura 14**) ma la spirale può anche svilupparsi tridimensionalmente su un cilindro, un cono o una sfera, venendosi a chiamare rispettivamente elica cilindrica, elica conica e lassodromo; nella fluidodinamica i movimenti rotatori spiraliformi dei flussi e dei liquidi sono chiamati "vortici".

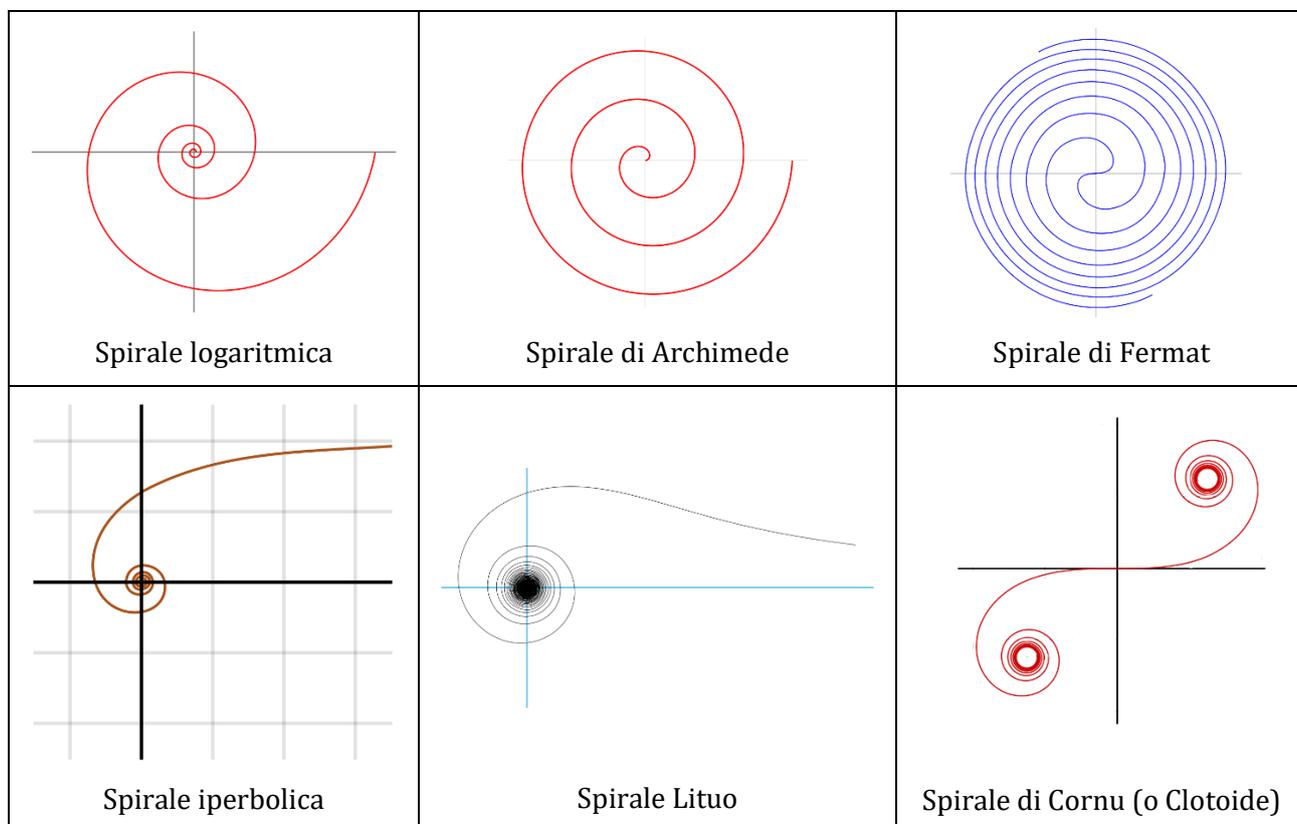


Figura 14

Le forme spiraleggianti si trovano là dove l'energia viene irradiata, distribuita ma anche concentrata e raccolta, le troviamo utilizzate sia nelle piante che negli animali, come illustrato in alcuni esempi riportati nella tabella sottostante.

		
<p>Foglia di drosophillum lusitanicum</p>	<p>Aloe polyphylla</p>	<p>Sezione della conchiglia di un nautilus</p>
		
<p>Guscio di lumaca</p>	<p>Corna di cudù maggiore</p>	<p>Coda di camaleonte arrotolata</p>
		
<p>Tornado</p>	<p>Ciclone</p>	<p>Via Lattea</p>

La sinusoidale è un tipo di linea curva (in matematica è la rappresentazione grafica della funzione seno) sovente utilizzata per rappresentare flussi di energia, sia che si tratti di un'onda sonora, di un fascio di luce o di qualsiasi altra oscillazione che si propaghi in un qualsiasi mezzo. Ma nella rappresentazione bidimensionale della sinusoidale si possono riconoscere moltissimi altri fenomeni ricorrenti in natura, tutti aventi a che fare con la vita, la pulsazione e il movimento regolare, armonico e periodico, quindi con i fenomeni ciclici come giorno/notte, inspirazione/espiazione, battito cardiaco, ecc. Essa si può osservare, ad esempio, nelle linee immaginarie che tracciano la testa di una persona che cammina (vista dall'alto) o dal movimento delle ali degli uccelli durante il volo; l'alzarsi e abbassarsi della cassa toracica durante la respirazione; il moto ondoso del mare; il sinuoso avanzare dei serpenti.

La spirale e la sinusoidale si ritrovano anche in numerose invenzioni umane, nelle quali la loro efficienza è stata messa a frutto. Da notare che l'elica della molla a compressione, vista da una precisa angolatura appare come una sinusoidale e che i tagli a "f" degli strumenti ad arco ricordano la spirale di Cornu (o clotoide) mentre le loro palette ricordano la spirale lituo.

 <p>Molla a compressione</p>	 <p>Turbina idraulica</p>	 <p>Tagli a "f" del violino</p>
 <p>Vite meccanica</p>	 <p>Scala a chiocciola</p>	 <p>Paletta del violino</p>

Come si può osservare nelle corna del cudù o nella molla di compressione, le forme spirali ed elicoidali possono apparire anche come sinusoidi. Questa commistione la si ritrova in modo palese nel DNA, che è formato da due strisce che si avvolgono in modo spiraliforme e bidimensionalmente appaiono come due sinusoidi. Può essere interessante notare come il pattern del DNA si riscontra nelle scale a chiocciola, che permettono di ottimizzare al meglio uno spazio limitato per svolgere la funzione di salita e discesa.



Sinusoidi e spirali ci parlano della natura, di cui il suono è una manifestazione, aiutandoci a comprendere la realtà e noi stessi. La natura si esprime prevalentemente con le curve: solo per brevi tratti è lineare. La spirale si può osservare nella nostra galassia così come nella coclea del nostro orecchio interno, la galassia diffonde energia e la coclea la raccoglie, l'universo ci informa e noi ci mettiamo in ascolto. E poiché ogni cellula umana e animale contiene nel suo nucleo filamenti di DNA, ecco che dentro la coclea, così come in ogni organo o tessuto, possiamo riscontrare le due sinusoidi date dalla conformazione spiralizzante delle due strutture laterali che compongono il DNA. La spirale e la sinusoidi sono racchiuse nel DNA, sono le traiettorie che la natura impiega per trasferire energia nel modo più efficiente e armonico, sono le forme sulle quali danza la vita (**figura 15**).

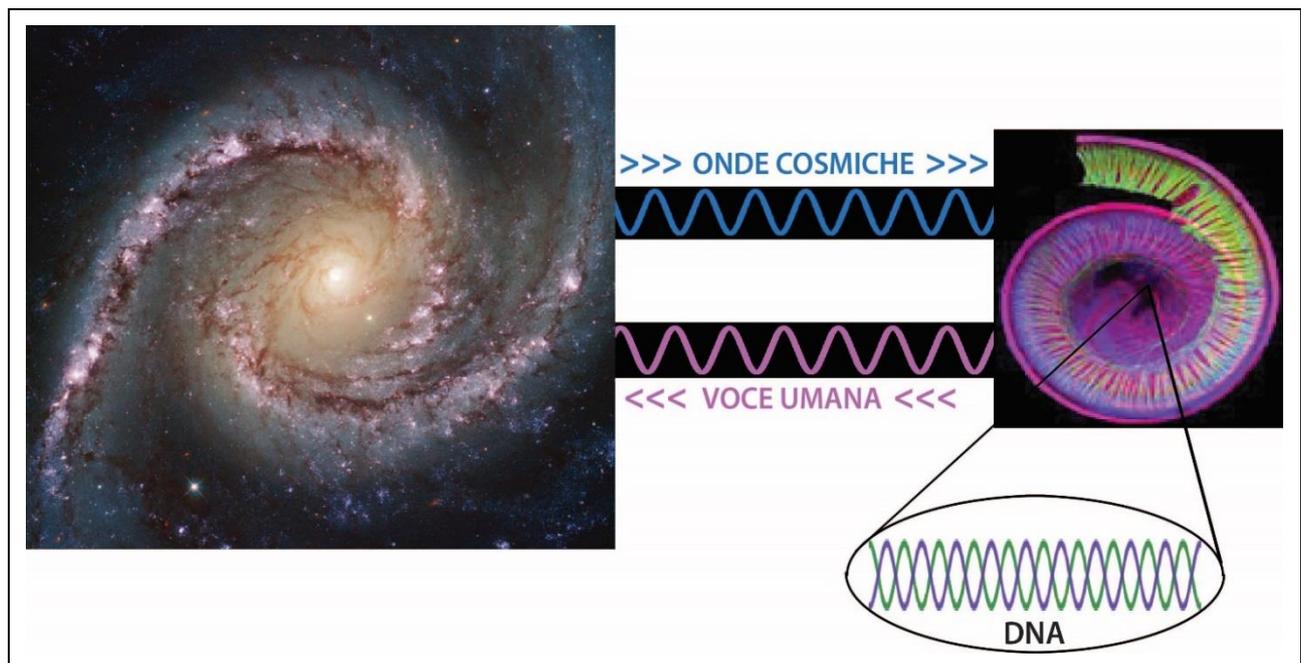


Fig. 15

Se facciamo vibrare un diapason di fianco ad un altro diapason immobile, tarato sulla stessa frequenza, quest'ultimo si metterà a vibrare. Questo fenomeno è chiamato "trascinamento", e fu scoperto dal fisico olandese Christian Huygens nel 1665, osservando il comportamento di pendoli oscillanti. Gli studi condotti con *imaging cerebrale* mostrano che quando il cervello è stimolato dalla musica, i neuroni, indotti per trascinamento, cominciano ad attivarsi in perfetto sincrono con la musica. Questo succede perché l'orecchio si proietta verso il mondo esterno, funzionando come un trasduttore, ovvero trasformando l'energia sonora in energia elettrica che il cervello userà per il suo funzionamento. E poiché i neuroni si attivano in sincrono con la musica, la musica può essere utilizzata per modificare i

ritmi cerebrali. Se un diapason tarato su una frequenza di 440 Hz può risuonare per trascinamento solo se stimolato da un diapason tarato sulla stessa frequenza, i neuroni possono essere trascinati da innumerevoli frequenze, ovvero possono oscillare (o danzare) sulla stessa traiettoria sinusoidale dei suoni che li stimolano. In seguito ad un esperimento condotto alla Northwestern University, lo staff della dottoressa Nina Kraus constatò che i pattern delle onde cerebrali di una persona che ascoltava un brano di Mozart, registrate tramite dei sensori elettrici applicati sul cuoio capelluto, presentavano lo stesso aspetto dei pattern delle onde sonore del brano musicale²⁹.

Questa capacità del suono di influenzare l'ordine delle molecole è ben visibile anche grazie agli esperimenti condotti dal fisico tedesco Ernst Chaldny (1756 - 1827). Egli mise in vibrazione delle piastre di vetro sfregandole con un archetto da violino (si possono utilizzare anche piastre di altri materiali e lo stimolo sonoro può provenire da un altoparlante posizionato sotto la piastra) e sopra le piastre versò della sabbia finissima. I modi di vibrazione delle superfici delle piastre, determinate dalla loro forma, dimensione e spessore, distribuivano i granelli di sabbia in forme geometriche regolari. Nella **figura 16** è possibile osservare la stessa piastra fatta vibrare con sei suoni diversi, emessi da un altoparlante posizionato sotto la piastra. Le frequenze alte creano forme più fitte, quelle basse invece creano forme più larghe.

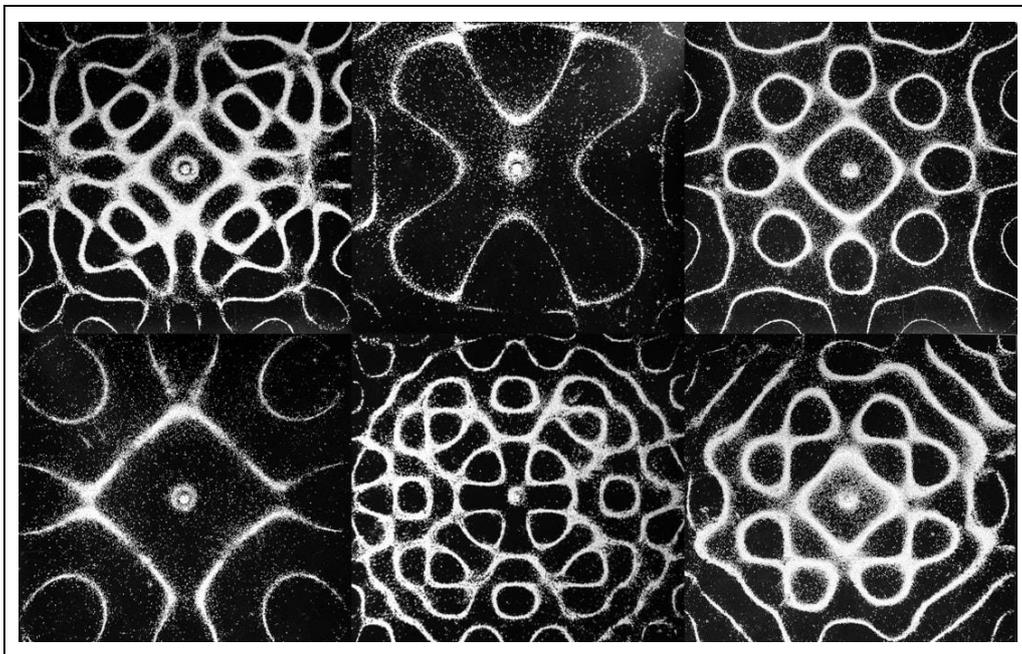


Fig. 16

Esperimenti simili sono stati condotti dal giapponese Masaru Emoto, il quale ha fotografato la conformazione di cristalli di molecole d'acqua irradiate da musica e suoni. La **figura 17** mostra sei cristalli d'acqua modellati da sei frequenze diverse: 396 Hz, 417 Hz, 528 Hz, 639 Hz, 741 Hz e 852 Hz.

²⁹ Norman Doidge, *Le guarigioni del cervello*, Ponte alle Grazie, Milano 2015, pag. 464, 465.

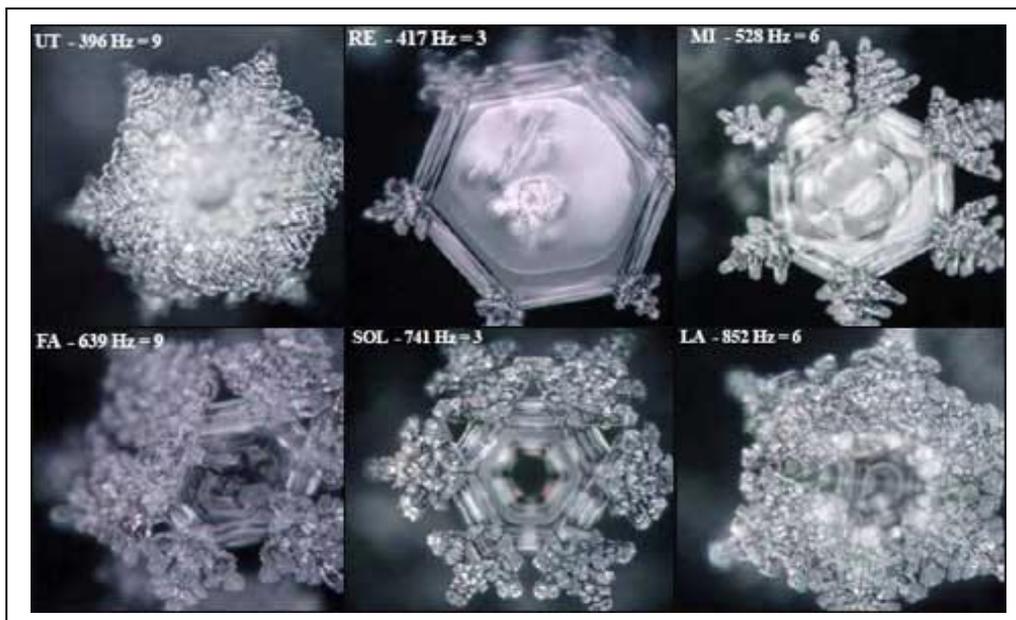


Fig. 17

3.3 Fonti sonore rinnovabili: realizzazione di strumenti musicali e oggetti sonori con il bambù

Se pensiamo al suono come indicatore e creatore della qualità dell'ambiente, allora aumentando la biodiversità il paesaggio sonoro sarà più ricco di suoni: gli alberi, ad esempio, sono grandi strutture sonore che cantano quando sono scossi dal vento o quando la pioggia sgocciola dalle loro foglie; inoltre gli alberi danno riparo ad insetti (come le cicale) e uccelli, grandi fonti di suoni. Ecco allora che alle già numerosissime funzioni ecologiche svolte dalle piante si aggiunge quella acustica, creando orchestre naturali capaci di regalare piacevoli onde sonore. Anche l'acqua è una fonte di suono dalle molteplici sfumature, le quali si possono organizzare e valorizzare attraverso la progettazione e la costruzione di condotte di distribuzione dotate di piccole cascatelle o semplici meccanismi sonori mossi dal flusso idrico. Ma oltre a favorire e utilizzare i suoni degli elementi naturali si possono progettare oggetti sonori ad hoc da inserire nei giardini, nei parchi, negli orti e nelle abitazioni.

Il legno è il materiale più utilizzato nella costruzione di strumenti musicali ma anche il fusto del bambù è una buona fonte rinnovabile di energia sonora. Il bambù è spesso considerato una pianta infestante e per quanto utile, dati i molteplici usi che si possono fare dei suoi fusti, può essere difficile da contenere. L'utilizzo del bambù accende quindi una connessione con il principio *Il problema è la soluzione*, poiché l'eccesso di bambù può diventare una risorsa per avviare e incoraggiare la produzione di oggetti sonori e strumenti musicali da promuovere e diffondere all'interno della comunità. Per ottenere strumenti musicali efficaci dal bambù non sono necessarie particolari lavorazioni di liuteria, si possono avere buoni risultati con una minima lavorazione, quella sufficiente a fare emergere il suono e la musica già presenti nella pianta. Questa caratteristica chiama in causa il principio *Il minimo sforzo per la massima resa*. L'impiego sonoro e musicale del bambù aggiunge ulteriori funzioni alla pianta, e quindi richiama anche il principio *Ogni elemento svolge più funzioni*. Il bambù, infine, è una risorsa biologica e rinnovabile, quindi viene chiamato in causa anche il principio *Preminenza dell'uso di risorse di origine biologica rispetto a quelle derivanti da combustibili fossili*.

I tre oggetti sonori in bambù, che a seguire vengono presentati, insieme formano una sorta di *aiuola sonora* (**Figura 18**), che può essere integrata all'interno di un orto, di un giardino o di un parco, per offrire occasioni creative ed espressive, singole o collettive. Oltre all'espressione creativa l'aiuola sonora è pensata per favorire l'ascolto di sé stessi, l'ascolto tra le persone (nel caso si suoni in gruppo) e l'ascolto dei luoghi: l'espressione sonoro-musicale può interagire con gli stimoli sonori degli elementi naturali, degli animali e degli insetti presenti in un luogo, instaurando una sorta di "dialogo sonoro" con l'ecosistema. L'aiuola sonora è una delle possibili modalità con le quali si possono concretizzare i concetti esposti in questo lavoro, ma in base alla creatività, alle conoscenze, ai materiali e agli strumenti a disposizione è possibile realizzare svariati oggetti e installazioni sonore attraverso i quali intervenire sul paesaggio sonoro.



Fig. 18

Gli oggetti sonori in bambù emettono suoni semplici e delicati, poco invadenti, sposandosi perfettamente con l'idea di fondo che li anima, legata all'ascolto: i suoni piccoli infatti invitano ad un ascolto più fine, favorendo una dimensione di raccoglimento. Questa attenzione ai suoni tenui può diventare un allenamento volto a migliorare la capacità di ascolto selettivo, attitudine che può portare ad una maggiore consapevolezza acustica e a percepire il paesaggio sonoro con maggiore sensibilità.

Spostando l'attenzione su piccoli suoni può cambiare anche la percezione e la consapevolezza dell'inquinamento sonoro, poiché i suoni forti o indesiderati ostacoleranno la percezione dei suoni piccoli. Questo tipo di ascolto potrà quindi generare quelle domande utili per progettare uno spazio, integrandolo eventualmente nel design in permacultura. Focalizzare l'attenzione sui suoni desiderati e quelli indesiderati stimola a trovare quelle soluzioni che permettono di realizzare il paesaggio acustico più vicino alle nostre esigenze. Con la progettazione si possono trovare modi per attutire, assorbire, mascherare o eliminare i suoni indesiderati e valorizzare quelli desiderati. I suoni piccoli possono essere il metro con il quale misurare la qualità del silenzio di un luogo.

Nelle **figure 19a e 19b** è ritratto uno strumento in bambù formato da 6 sezioni di culmo di bambù aventi diversa lunghezza, la più corta è la nota più acuta e la più lunga è la nota più grave. Ogni sezione ha una estremità aperta e una chiusa, la parte chiusa è la parte che viene percossa, con i polpastrelli delle dita o con delle bacchette, per emettere il suono; essa è inoltre circondata da una guarnizione di

lattice naturale che ha la funzione di isolarla dal supporto in legno, il quale, altrimenti, emetterebbe vibrazioni che sporcherebbero la nota emessa dal bambù.



Fig. 19a



Fig.19b



Fig. 20

Al centro del supporto dove sono alloggiare le sezioni di bambù è inserito un manico che consente di reggere lo strumento con una mano oppure di infilarlo in una canna di bambù piantata nel terreno che funge da supporto. La caratteristica interessante è che le 6 sezioni, intonate su sei note diverse, sono estraibili e si possono distribuire a più persone (massimo 6, in questo caso), così facendo lo strumento diventa uno strumento collettivo, dando vita a un piccolo ensemble di percussionisti.

Il modello nella **figura 20** è molto simile al precedente, ma è costituito da molte più sezioni, non intonate tra di loro, ognuna appesa con un filo. Il suono è dato dallo scuotimento delle sezioni tra di loro, evocando lo sgocciolio dell'acqua. Il range di intensità è molto ampio: si possono produrre suoni molto delicati ma anche molto fragorosi, a seconda della forza con cui lo si scuote. Questo strumento può essere utilizzato anche come specifico esercizio di ascolto: se lo si impugna con le mani è molto difficile riuscire a tenerlo fermo e silenzioso poiché, data la loro vicinanza, le sezioni suonano al minimo movimento. La ricerca del silenzio, quindi del minimo movimento, porta ad un ascolto molto fine per verificare l'assenza del suono.

L'ultimo strumento (**figura 21**) è quello che richiede più lavorazioni. Lungo la sezione di bambù, partendo dall'estremità aperta, viene effettuato un taglio che si ferma al massimo a circa 10 cm dall'estremità chiusa. In seguito a questo taglio si ottengono due lamelle di stessa intonazione, data la loro uguale lunghezza. Al centro dell'estremità chiusa viene realizzato un piccolo foro dal quale si infila un tondino di acciaio di circa 2 mm di diametro. Il tondino, fissato all'estremità chiusa, si estende fino al bordo dell'estremità aperta, e qui termina con una piccola sfera di legno che ha la funzione di battente. Lo strumento, a sua volta, è legato ad una canna di bambù grazie alla quale può essere piantato nel terreno e dalla quale è isolato con uno strato di lattice naturale. Dando dei colpi allo strumento (oppure agitandolo) il tondino, dotato di una certa flessibilità ed elasticità, si mette a vibrare e di conseguenza la sfera di legno sbatte sulle due linguette, generando il suono. L'intensità del suono dipende ovviamente dalla forza col quale si stimola lo strumento, mentre per rendere meno duro il suono la sfera di legno è rivestita di lattice naturale. Anche questo strumento risponde agli obiettivi di acuire la capacità di ascolto e, realizzandone con diverse intonazioni, più persone possono creare collettivamente delle melodie o improvvisazioni musicali.



Fig. 21

Conclusioni

Allenando l'ascolto, ponendo attenzione al suono e al silenzio, possiamo entrare più efficacemente in relazione con noi stessi e con gli altri, e possiamo raggiungere una comprensione più profonda dei luoghi nei quali decidiamo di vivere e produrre, luoghi che si manifestano incessantemente anche attraverso la dimensione acustica. L'allenamento e il potenziamento della capacità di un ascolto profondo possono arricchire l'osservazione e il processo di design. Nella raccolta di informazioni che si effettua nella fase di osservazione si può infatti immaginare di integrare alcune voci specifiche, come ad esempio: i suoni presenti nel paesaggio sonoro, raggruppati in base alla loro natura (suoni degli elementi naturali, suoni delle piante, suoni degli animali e degli insetti, suoni prodotti dagli esseri umani e dalle macchine, ecc.), in base alla loro distribuzione nel tempo (in quali orari della giornata, della settimana, dei mesi si manifestano), in base alla loro percezione (suoni gradevoli o sgradevoli) e in base al loro contenuto informativo; i suoni che si vogliono/possono eliminare, ridurre o schermare; i suoni che si desidera mantenere, tutelare e introdurre.

Suono e silenzio sono un perfetto binomio, il cui grande potenziale educativo può nutrire laboratori didattici, destinati a tutte le fasce di età, attraverso le quali rafforzare l'ascolto, ristabilire un sano rapporto con la dimensione acustica ed educare la cittadinanza all'ascolto del paesaggio sonoro. Partendo dalle attività elencate in *Educazione al suono. 100 esercizi per ascoltare e produrre il suono* di Raymond Murray Schafer, e magari inventandone altre, si possono programmare tantissime attività da proporre in diversi luoghi e contesti per promuovere la tutela del paesaggio sonoro, nel quale ogni persona è immersa ed ha facoltà di modificare e migliorare.

Negli ultimi anni sono aumentate le ricerche scientifiche che indagano il rapporto tra piante e onde sonore. È stato dimostrato, ad esempio, che le piante emettono onde sonore ad alte frequenze, non udibili dall'apparato uditivo umano. Molti esperimenti hanno indagato la possibilità di curare le piante o aumentarne la produzione attraverso il suono e la musica. In generale sta emergendo chiaramente che le piante sono dotate di una loro intelligenza, che comunicano tra di loro, che percepiscono l'ambiente circostante e si comportano di conseguenza.

Le piante esistono da centinaia di milioni di anni e gli esseri umani non hanno ancora compreso i loro complessi funzionamenti messi a punto in tutto questo tempo. Per comprendere l'antichissima e meravigliosa natura non ci rimane che prestarle ascolto e vivere in simbiosi con lei.

Bibliografie e sitografia

- Doidge Norman, *Le guarigioni del cervello*, Ponte alle Grazie, Milano 2015.
- Holmgren David, *Permacultura. Come progettare e realizzare modi di vivere sostenibili e integrati con la natura*, Arianna Editrice, Bologna 2014.
- Mollison Bill, Slay Reny Mia, *Introduzione alla Permacultura*, Terra Nuova, Firenze 2007.
- Mollison Bill, *Permacultura. Manuale di Progettazione*, MEDIPERlab, Bari 2020.
- Pierce John Robinson, *La scienza del suono*, Zanichelli, Bologna 1988.
- Schafer Raymond Murray, *Il paesaggio sonoro*, Ricordi-LIM, Milano 1985.
- Schafer Raymond Murray, *Educazione al suono. 100 esercizi per ascoltare e produrre il suono*, Ricordi, Milano 1998.
- Schneider Marius, *Il significato della musica*, SE, Milano 2007.
- Tomatis Alfred, *Ascoltare l'universo*, Baldini & Castoldi, Milano 1998.
- Tomatis Alfred, *L'ascolto umano*, Red Edizioni, Como 2001.
- Tomatis Alfred, *La notte uterina*, Red Edizioni, Como 1996.
- Tomatis Alfred, *L'orecchio e la voce*, Baldini & Castoldi, Milano 2000.

<http://fisicaondemusica.unimore.it>

<https://www.tomatismodena.it/>

<https://www.fragmentsofextinction.org/>

Ringraziamenti

Desidero ringraziare:

Pietro Zucchetti per l'entusiasmo con cui ha incoraggiato la stesura di questo lavoro.

Giangiuseppe Bonardi per la generosa disponibilità e i preziosi consigli.

Laura Rossi per la supervisione del paragrafo "Suono come energia e nutrimento".

Giorgia Suprani per la dedizione.

Mia moglie Saveria per la sua amorevole presenza e le sue critiche felici.