

Tempo/Energia nel pensiero musicale del Novecento

Angelo Orcalli

1. *Introduzione*

Nel corso del Novecento il rapporto della musica con le macchine ha assunto proporzioni sempre più ampie e complesse. Compositori e musicisti si trovano oggi ad agire in un plesso di apparati elettronici, ottici e acustici frutto di un singolare connubio tra ricerca tecnologica e sperimentazione artistica. Questi artefatti sono «teorie materializzate» del suono poichè la loro costruzione è il risultato materiale di una specifica interpretazione del suono e dell'audio che concorre a determinare l'orizzonte delle possibili manifestazioni del pensiero musicale di un'epoca. Con essi si possono generare processi in grado di amalgamare rappresentazioni ed effetti diversi e organizzare la compresenza e l'interazione dal vivo di mezzi eterogenei di produzione e di controllo del suono. Ne consegue che il materiale musicale non è più pensabile come l'insieme degli elementi naturali e intuitivi elaborati dall'artista nella propria interiorità. Le nuove forme di scrittura traggono invece alimento dal campo di tensione generato dalla differenza essenziale tra strumenti acustici, dove controllo e produzione del suono sono gesti inseparabili (salvo in strumenti come l'organo) e mezzi elettronici per i quali invece la separazione tra l'audio e il suo controllo è costitutiva.

Fino all'irruzione in musica dei nuovi mezzi di registrazione ed elaborazione elettronica dell'audio che hanno restituito la possibilità di manipolazione del continuo sonoro, il sapere teorico concepiva la rappresentazione musicale in notazione come la forma di espressione in cui sussistono le strutture parametriche che corrispondono alle strutture dell'oggetto sonoro prodotto dalla vibrazione dei corpi: voce e strumenti acustici. La rivoluzione mediatica ha spostato il bilanciere dalla logica formale alla visione sistemica: per il musicista odierno è prassi ordinaria passare con continuità dalle

forme simboliche della notazione per la voce e gli strumenti acustici alla sintesi elettronica del suono, dai registri della pratica orchestrale all'interazione *live* con l'elaboratore elettronico. In questo processo l'azione rivede di continuo il suo schema di funzionamento sulla base di una registrazione degli effetti delle sue prestazioni. L'universo compositivo è allora tutt'altro che preordinato, ma è saturo di contingenze; il rapporto tra il sistema e la realtà che lo circonda non è fissato *a priori*, ma i cambiamenti sono basati sull'analisi degli effetti immediati. Si pensi alle forme più recenti di improvvisazione con interpreti situati a grande distanza, ma connessi tra loro in rete. Se la capacità di interagire con l'ambiente performativo appartiene al bagaglio professionale dell'interprete classico, l'interazione con strumenti non acustici oggi preoccupa il compositore e il direttore d'orchestra che attraverso la scrittura notata vogliono evitare scarti eccessivi o discrepanze tra effetto e intenzione. Le leggi che regolano il comportamento degli strumenti musicali acustici e della voce si situano normalmente alla scala del movimento corporeo e della nostra percezione immediata. Il segnale audio prodotto elettronicamente è invece controllabile indipendentemente dalla sua generazione con una precisione e finezza che superano le capacità percettive del tempo ordinario. Governato dalle leggi del mondo elettromagnetico e quantistico che sono dell'ordine dei fenomeni atomici, il mondo dei fenomeni elettrici e atomici si schiude solo tramite strumenti di analisi del segnale. Qui il preordinamento dettato dalla "logica musicale" lascia il posto al calcolo approssimato. Come vedremo, la simulazione informatica del gesto musicale in *tempo reale* rappresenta una frontiera della composizione. Questo è in linea con gli orientamenti della scienza: il calcolo computazionale negli ultimi decenni ha percorso la strada della simulazione mediante strutture matematiche delle cose che accadono in natura prescindendo spesso non solo da ogni obbligo di somiglianza diretta, ma anche, perfino, da ogni analogia (cfr. Zellini [2010]: 285).

Un'organologia in progressivo allargamento costringe la musica a vivere in una singolare dicotomia. Da un lato essa è spinta dai nuovi mezzi a ricercare il controllo in tempo reale di processi che avvengono nella scala di tempi infinitesimali: il gesto musicale sempre più connesso all'azione tecnologica pone l'atto esecutivo in rapporto con processi di elaborazione elettronica del suono pressochè istantanei. Dall'altro la pluralità delle scritture ha rafforzato la relazione tra il livello compositivo e quello della riflessione teorica: molti compositori hanno preferito elaborare una propria teoria per dare un fondamento all'individualità del proprio linguaggio; quando il suono si identifica con il processo che serve a calcolarlo diviene necessario pensare come parte essenziale

dell'identificazione le costruzioni formali e le strutture matematiche che rendono il processo possibile e conclusivo.

L'itinerario qui proposto ha lo scopo di storicizzare l'evoluzione delle forme di espressione tecnologicamente guidate assumendo le nozioni di *tempo* e di *energia* come guide concettuali.

2. Prototipi

L'evoluzione della scrittura musicale è la storia di una manipolazione simbolica sviluppatasi sull'intuizione percettiva di un'analogia di struttura: nelle manifestazioni del sonoro, ove le variazioni avvengono nel continuo, si assume di riconoscere le stesse forme e gli stessi schemi delle loro approssimazioni parametriche nel discreto (altezze, durate, ecc.). Qui il potere del discreto rispetto al continuo si esprime nella riformulazione in termini parametrici del suono che offre la possibilità di costruire strutture formali in grado di esplicitare autonomamente proprietà nuove del sonoro. L'assiomatizzazione delle tecniche contrappuntistiche costituisce il punto di approdo di questo percorso di emancipazione dai fenomeni acustici reali. Hugues Dufourt (2007) ha mostrato come la scrittura rappresenti di per sé un processo di assiomatizzazione del continuo, in quanto introduce nel fenomeno mutevole del flusso di coscienza un *continuum* metrico che la allontana dall'immagine intuitiva della continuità. Nel campo della teoria musicale, la nozione di tempo come variabile indipendente aveva ottenuto una formulazione esplicita nel XVII secolo con l'enunciato del principio di inerzia e di periodicità. Cruciale è stato il passaggio teorico dell'oggettivazione del tempo senza il quale non sarebbe stato possibile sviluppare la tecnica delle trasformazioni di simmetria, di retrogradazione e di inversione degli intervalli musicali; d'altra parte non si sarebbe raggiunto il concetto di permanenza senza la conquista della notazione musicale. In musica come nelle scienze fisico matematiche la persistenza dei rapporti di interdipendenza dei fattori giunge al termine di una elaborazione di lunga durata che dal principio di inerzia approda a quello di conservazione dell'energia e di minima azione. In musica questo percorso trova una sintesi, benché provvisoria, nel sistema tonale. Il calcolo variazionale infatti mostra come assumendo nell'integrale d'azione l'omogeneità del tempo si arrivi direttamente al principio di conservazione dell'energia; questo permette di distinguere i sistemi conservativi da quelli dissipativi, lo studio dei quali, sviluppatosi nel secondo Novecento, ha posto attenzione alla nozione di stabilità, e ha introdotto concetti come catastrofe e biforcazione che hanno portato a rivisitare la nozione di tempo.

La concettualizzazione delle problematiche poste dall'evoluzione della scrittura musicale in rapporto ai mezzi di produzione del suono è stata un campo privilegiato dell'estetica e delle teorie musicali fin dai primi anni del Novecento. Nell'*Abbozzo di un'estetica musicale* Ferruccio Busoni (1916) sosteneva che fissare in notazione un'idea (*Einfall*) musicale astratta è già una trascrizione. L'idea perde la sua configurazione originaria non appena la penna se ne impadronisce, perché al compositore si impone subito la scelta della misura e della tonalità. L'esecuzione, l'interpretazione viva del testo, restituisce l'originaria energia al pensiero musicale, che comunque continua a sussistere, indipendentemente dalla fisionomia assunta nella scrittura, e dalla scelta degli strumenti musicali: la sua «essenza» supera i limiti di questi e trascende quella, rispetto alla quale si trova a un livello più alto, poiché rappresenta, come la composizione, un processo di rimemorizzazione creativa: anche l'interpretazione è una trascrizione (cfr. Busoni [1916]). Busoni pone dunque scrittura e mezzi di produzione del suono in una stessa categoria. Notazione = trascrizione = interpretazione: queste identità prefigurano la condizione attuale della musica: «io credo al suono astratto, alla tecnica senza ostacoli, all'illimitatezza dei suoni» (Busoni [1916]: 61).

Negli anni in cui l'editore Insel pubblicava queste riflessioni di Busoni, al centro dell'Impero il viennese Ludwig Wittgenstein eleggeva a esempio del suo concetto di raffigurazione il rapporto tra pensiero musicale, notazione, suono, traccia audio su disco: la proposizione 4.014 del *Tractatus logico-philosophicus* (1918) afferma infatti che «il disco fonografico, il pensiero musicale, la notazione musicale, le onde sonore, stanno tutti l'uno rispetto all'altro in quell'interna relazione di raffigurazione che sussiste tra linguaggio e mondo; a essi tutti è comune la struttura logica».

Affinché un certo enunciato asserisca un certo fatto, comunque il linguaggio possa essere costruito, vi deve essere qualcosa in comune tra la struttura dell'enunciato e la struttura del fatto. Questo qualcosa di comune non può – secondo Wittgenstein – essere detto, può essere solo mostrato. Wittgenstein evoca la figura geometrica: essa può venir proiettata in molti modi, ciascuno dei quali corrisponde a un differente linguaggio; ma le proprietà della figura originaria rimangono immutate. Proposizione e fatto devono dunque esibire la stessa *molteplicità logica*, che però non è suscettibile di rappresentazione. Il loro rapporto raffigurativo è «interiore» e dipende dall'identità delle loro strutture logiche, mentre il disco fonografico è trattato alla stregua di «fatto»: il sussistere di stati di cose ossia di nessi d'oggetti (entità, cose) (cfr. Black [1967]: 165).

Nell'idea che la proposizione e la situazione che essa rappresenta debbano possedere la stessa molteplicità logica c'è un chiaro riferimento ai modelli dinamici della *Meccanica*

di Heinrich Hertz, che appare tuttavia problematico. Molteplicità per Herz si ha quando un sistema materiale è detto modello dinamico di un secondo sistema, posto che le connessioni del primo si possano rappresentare mediante coordinate pari, innanzitutto in numero, alle coordinate del secondo (Hertz [1894]: 197).

Secondo Hertz non possiamo decidere senza ambiguità se un'immagine è appropriata o meno, differenze di opinioni possono emergere. Un'immagine può essere preferibile per uno scopo, un'altra per un altro. Solo provando gradualmente molte immagini possiamo alla fine sperare di ottenere la più appropriata (cfr. Hertz [1894]: 3). Il cuore del problema sta nel fatto che la semplicità richiesta all'immagine non basta: essa è importante per limitare l'uso di elementi superflui che non hanno effetti sulle conseguenze osservabili della teoria, ma è altresì necessario che l'immagine (la teoria) abbia un numero adeguato di elementi per rappresentare tutte le relazioni oggettive tra i fenomeni osservati realmente esistenti: un'immagine è distinta se non sono omesse relazioni significative con i fenomeni osservabili. Per Hertz non tutti gli enunciati scientifici sono veri o falsi, si può affermare piuttosto che alcuni di loro hanno relazioni con la realtà differenti e particolari. Per comprendere appieno la lezione epistemologica dei *Prinzipien der Mechanik* non possiamo prescindere dal nuovo campo di indagine dei fenomeni elettromagnetici da cui hanno preso le mosse le ricerche di Hertz. Allo scopo di ottenere un'idea ragionevole per la comprensione dell'elettromagnetismo si rende infatti necessario trascendere il dominio dell'esperienza immediata. Ovviamente il linguaggio è coinvolto in questo particolare processo di teorizzazione, ma il linguaggio non è un sistema rigido di regole per formare da semplici enunciati proposizioni più complesse; al contrario esso è uno strumento flessibile del nostro intelletto in grado di creare nuovi simboli per ampliare l'universo conoscitivo. Della teoria hertziana dell'immagine il *Tractatus* di Wittgenstein sembra allora aver tratto una ricostruzione sostanzialmente linguistica¹.

Se la partitura e la «corrispondente» onda sonora registrata nel corso di un'esecuzione sono considerati modelli rappresentativi, nel senso che l'espressione ha per Hertz, allora la tesi di Wittgenstein è difficilmente sostenibile: la registrazione sonora mette in

¹ La teoria di Hertz è strettamente legata alle ricerche sull'elettromagnetismo, avviate da Faraday e Maxwell: l'idea stessa delle immagini, metafore delle teorie, deriva dalla possibilità di concepire di uno stesso contenuto matematico (le equazioni di Maxwell) differenti contenuti scientifici: modelli che se appropriati offrono interpretazioni fisiche non ambigue della teoria matematica e danno un'unica risposta alla questione del contenuto fisico. Cfr. Majer (1998): 225.

gioco un numero di parametri diverso per quantità e ordine da quello della partitura. L'una è un sistema discreto e articolato di simboli, l'altra è un sistema di incisione analogico che traccia l'onda sonora scaturita dalla performance captata e fissata secondo determinate condizioni tecniche. La partitura è il risultato di una pratica-teorica che può valere autonomamente in quanto testo, a prescindere dalla sua messa in evidenza sonora, la registrazione invece non è autonoma, necessita sempre del sistema di riproduzione che, implementando leggi acustiche o elettroacustiche definisce le regole per l'ascolto. Se per Wittgenstein c'è una soggiacente corrispondenza tra pensiero musicale, partitura e registrazione dell'onda sonora, al contrario per Busoni questa corrispondenza tra pensiero, scrittura e mezzi non sussiste: la trascrizione inevitabilmente tradisce il pensiero e la messa in evidenza sonora dell'«enunciato» è anch'essa per Busoni trascrizione. Nel passaggio dal sistema notazionale della partitura al suono realizzato si apre infatti il continuo temporale, campo di infinite possibilità interpretative. La molteplicità monadica dell'opera si dispiega all'interprete come un ventaglio di possibilità che rivelano il labirinto del continuo. Per questo Walter Benjamin definiva «la capacità della fantasia come la facoltà di compiere interpolazioni nell'infinitamente piccolo» (cfr. Benjamin [1928]: 45-46). «È una frase – scriveva Adorno – che getta un lampo di luce rivelatore sulla vera interpretazione. [...] Nel fitto nesso testuale vanno scoperte le cavità minime in cui si rifugia un'interpretazione che sappia produrre un significato» (Adorno [1969]: 137).

La specularità di certe espressioni sembra avvicinare il pensiero di Wittgenstein a quello di Schönberg². Nel *Tractatus* Wittgenstein parla di *musikalische Gedanke*, mentre Schönberg suggerisce una somiglianza tra la tecnica del collegamento tra idee musicali e la tecnica di concatenazione degli elementi del nostro linguaggio. «Ogni pezzo – scriveva Schönberg– è la *rappresentazione di un pensiero musicale*. Il pensiero musicale è soggetto *alle leggi e alle condizioni di ogni altro nostro pensare* e oltre a ciò deve tenere conto delle condizioni risultanti dal materiale. Ogni pensare consiste essenzialmente nel *mettere in relazione* le cose (concetti, ecc.) tra loro»³. Le idee musicali devono quindi corrispondere alle leggi della mente umana, e se l'opera è una proiezione del pensiero dell'artista non può che riflettere le leggi logiche della coerenza e dell'unità. Schönberg sembra voler spiegare la precisazione: «tenere conto delle condizioni risultanti dal

² Cfr. Antonia Soulez (2012): 140-145. Per un'analisi musicologica su rapporti di Wittgenstein con la musica cfr. Arbo (2013).

³ Manuscript n° 6, 1931a, 16 agosto 1931 riportato in Schönberg (2006): 303-304.

materiale», quando afferma che la possibilità di relazioni tra suoni [Töne] poggia sulle loro caratteristiche fisiche, nondimeno le leggi di «coerenza» e di «comprensibilità» musicale costituiscono il motivo conduttore di *The Musical Idea*: il peso della dialettica hegeliana, che ha caratterizzato la teoria musicale dell'Ottocento tedesco, da Moritz Hauptmann a Hugo Riemann, è in Schönberg così greve⁴ da fargli ridurre il concetto di rappresentazione, e quindi di scrittura, all'ambito della formalizzazione del linguaggio, a scapito della riflessione sulla natura dei mezzi e dei sistemi di produzione del suono, riflessione che appare appena abbozzata in *Farben* dell'op. 16, perché uno sviluppo in quella direzione avrebbe richiesto un approccio sperimentale all'acustica.

Gli appunti di Schönberg sono del 1931, ma già i motivi che lo avevano portato nel 1909-10 alla divergenza con Busoni sulla trascrizione dell'op. 11, n. 2 per pianoforte, chiariscono quanto per lui la questione fosse dirimente: nell'*Harmonielehre* sostiene che la forma e le articolazioni palesate dalle note corrispondono alla natura interna dell'idea e del suo movimento, come avviene in un organismo ben costruito. Per questo trovava inammissibile l'alterazione dei toni chiaroscurali del suo brano; per Busoni invece, lo si è visto, la trascrizione sta sul piano dell'interpretazione, come del resto la stessa fissazione per iscritto dell'idea musicale: per Busoni la versione originale dell'op. 11 non veniva intaccata dalla sua che, sfruttando le sonorità e le tecniche pianistiche contribuiva ad avvicinarla alla perfezione – comunque inevitabilmente compromessa dalla fisicità dello strumento – perché sfruttare appieno le possibilità del mezzo sonoro era la condizione per superarlo. Poiché tutto è trascrizione, non c'è ostacolo nel pensare che sono possibili modelli distinti di rappresentazione della stessa opera. Quando alla trascrizione si impone il ruolo marginale del rigido rispetto dell'originale, essa – come scrive Szendy (2007) – diviene impossibile.

La questione delle basi logiche per la costruzione di nuovi sistemi musicali non ha smesso di alimentare la teoria musicale della prima metà del Novecento. Nel 1939 Ernest Krenek pubblica negli Stati Uniti il volume *Music here and now*. Qui Krenek propone per la musica un modello assiomatico ricalcato sul programma di David Hilbert⁵. Il riferimento al celebre matematico non è marginale nella teoria di Krenek.

⁴ Per un'analisi del concetto di coerenza musicale cfr. Rigaudière (2009). Sull'influenza esercitata dalla filosofia hegeliana su Schönberg cfr. Borio (2004: 13).

⁵ Della concezione hertziana delle immagini la critica ha individuato due linee interpretative: quella di Wittgenstein come ricostruzione linguistica della teoria e quella di Hilbert, più sofisticata ma nettamente legata all'impostazione assiomatica dei suoi *Grundlagen der Geometrie*. I risultati conseguiti agli inizi del Novecento nel campo dell'analisi funzionale e della teoria spettrale dalla

Dopo una presentazione dei principi generali dell'assiomatica, l'autore passa direttamente all'ambito musicale. In particolare, Krenek intravede le possibilità di costituzione di nuovi sistemi musicali in analogia a quel pensiero matematico. Secondo l'assunto hilbertiano che gli assiomi non hanno un riferimento assoluto con i fatti della realtà, ma sono piuttosto concetti, libere proposizioni della mente umana non dettate da leggi fisiche esterne, Krenek può dunque riprendere in musica il programma dei *Fondamenti della geometria* e sostituire semplicemente i termini geometrici con termini musicali (Krenek [1939]: 206). Emancipato dai vincoli delle leggi acustiche degli strumenti musicali, il sistema musicale di Krenek abbandona ogni fondamento naturale per divenire una questione di assiomi e di regole di inferenza⁶. La logica precede qualsiasi linguaggio, nondimeno un formidabile istinto musicale suggerisce a Krenek una questione cruciale: «the accuracy of musical axioms can be proved exclusively by their fitness for practical use» (Krenek [1939]: 207). All'idea che dalla sola considerazione delle strutture dell'espressione possiamo pervenire alla conoscenza delle proprietà della cosa da esprimere, si frappone la difficile questione di come, e fino a che punto, si riesca a simulare qualcosa per mezzo di modelli formalizzati. Dietro l'azione musicale, l'interazione tra scrittura e generazione del suono si pongono questioni sulla reciproca correlazione degli eventi nel *tempo* e quindi sul nesso tra processo meccanico e finalità dell'azione.

3. *Tempo/Energia*

3.1. *Modelli acustici*

Tra le teorie musicali sicuramente quella di Jean-Philippe Rameau ha avuto un ruolo decisivo nella scrittura e nell'analisi. Come è noto, la teoria della risonanza è stata alla base del sistema armonico-tonale e del rinnovamento della scrittura musicale; con essa l'analisi si è emancipata dai canoni della retorica medievale e ha concettualizzato i principi della tonalità nell'affermazione della preminenza dell'armonia sulla melodia. Pur in diverse declinazioni, la teoria della risonanza armonica ha rappresentato il punto di riferimento fino a Hugo Riemann e oltre, perché sorretta dall'analisi matematica del

scuola di Gottinga furono di tale portata epistemologica che a essi possiamo attribuire la nascita della concezione strutturale del sapere scientifico.

⁶ Sull'influenza dell'assiomatica di Hilbert sul pensiero compositivo di Krenek si veda Cossettini (2013).

moto della corda e delle canne vibranti, modelli acustici delle sezioni portanti dell'orchestra.

Il passo teorico successivo è derivato dalla teoria di Fourier. Il suo modello di rappresentazione in serie segna il passaggio da una visione analitico-cartesiana a una concezione globale e sintetica dei fenomeni⁷. Gli sviluppi del formalismo matematico tra Otto e Novecento portarono la teoria di Fourier verso generalizzazioni sempre più astratte: con la teoria degli operatori differenziali (Charles Sturm e Josef Liouville) il principio dell'espansione in serie è stato esteso ad altre funzioni ortogonali, consentendo in seguito di pervenire ad altre forme di rappresentazione del suono suggerite anche dalla formalizzazione della fisica quantistica.

I modi propri di vibrazione dei corpi risonanti (corde, canne, membrane, ecc.) definiscono in astratto proprietà intrinseche degli strumenti musicali tradizionali. Il tempo assoluto che li governa, già visibile nelle figure della fisica romantica di Ernst Chladni, diviene evidenza matematica nella teoria spettrale da *autovalori* e da *autofunzioni* dell'operatore di Laplace. Una volta definito il materiale, la geometria e il contorno, la struttura fisica del corpo definisce una scala discreta di frequenze che non sono modificabili e possono scaturire dalle modalità di eccitazione: i modi di risonanza e i possibili rapporti intervallari caratterizzano la struttura fisica del corpo. L'invariante spettrale è ciò che il matematico Alain Connes chiama la «musica delle forme», dalla quale si possono dedurre molte più informazioni sulla conformazione ad esempio di una membrana o di un tamburo di quanto non siano date dal diametro o dalla taglia. Nel caso della membrana si tratta di funzioni molto complesse dette funzioni di Bessel, ma nel caso di corde vibranti e tubi risonanti la gamma è più semplice e corrisponde alla serie dei suoni armonici a partire da un fondamentale. La serie degli armonici alla base della teoria di Rameau è infatti solo una piccola parte delle gamme possibili prodotte da membrane circolari, forme rettangolari, quadrate, ecc.

Questa visione delle forme materiali determinate dai modi propri di vibrazione rievoca una concezione del suono come metessi: entità ideali (*autovalori* e *autofunzioni*) partecipano alla materialità degli strumenti acustici. Ci sono modalità di genesi di entità

⁷ Nella teoria di Fourier sono presenti due aspetti: il primo si pone in continuità con l'analisi armonica che giunge a noi attraverso il pitagorismo ma affonda le sue origini nell'osservazione delle ciclicità dei moti dei corpi celesti: zodiaci e calendari ne sono infatti una testimonianza. Il secondo è legato al concetto di energia che diverrà con la rivoluzione industriale dell'Ottocento sempre più centrale nella fisica applicata.

matematiche – spiegava Albert Lautman (2006) – che obbediscono a schemi nei quali il passaggio di un genere a un altro esige mescolanze mediatrici:

Certaines genèses mathématiques [...] obéissent à des schémas plus compliqués où le passage d'un genre à un autre genre nécessite la considération de mixtes intermédiaires entre le domaine et l'être cherché; le rôle médiateur de ces mixtes va résulter de ce que leur structure imite encore celle du domaine auquel ils se superposent, alors que leurs éléments sont déjà du genre des êtres qui naîtront sur ce domaine. [...] Nous allons voir en effet à propos de l'espace de Hilbert comment entre la continuité d'un domaine de base et la discontinuité des solutions de certaines expressions définies sur ce domaine, s'interpose un mixte qui tient du continu par l'origine et la topologie de ses éléments, du discontinu par ses propriétés structurales et qui permet la liaison de l'un à l'autre. (Lautman [2006]: 197-200)

La teoria della mescolanza ha avuto un ruolo anche nell'estetica musicale. Busoni afferma che l'essenza della musica affonda le radici nell'idea platonica del tempo «giacché l'opera d'arte musicale sussiste intera e indenne prima di risuonare e dopo che ha finito di risuonare. È insieme dentro e fuori del tempo e la sua essenza è quella che ci può dare una tangibile rappresentazione del concetto dell'idealità del tempo, altrimenti inafferrabile» (Busoni [1916]: 63)⁸. Infiniti sono infatti i sistemi musicali possibili, come infinite sono le melodie disponibili al compositore in grado di «ricordare».

3.2. *Logos e Tempo*

Si tratta di un tempo che non è riconducibile né alla durata di Bergson, né al tempo psicologico agostiniano. Più che un concetto è una partecipazione metessica, segno dell'approdo di Busoni al platonismo (cfr. Duse [1967]: 129-130). Platone chiama in causa due nomi del tempo: *aion* è l'eterno, il tempo «acronico» nel quale non vi è scorrimento, è l'essere che si identifica con il cosmo concepito come il Vivente perfetto. Lo scorrimento, il tempo misurabile è *chronos*, immagine mobile di *aion*, dall'identità primordiale si passa alla molteplicità delle durate, giorni, mesi, anni. *Chronos* non è un *eidolon*, simulacro, ma *eikon*, immagine autentica di *aion*, eterna e mobile in quanto procede secondo il numero. *Aion* è dunque il modello, i pianeti sono gli strumenti della mimesi e il tempo è la copia⁹. Nell'iconografia antica, *Aion* compare spesso come una figura giovane nuda e dotata di ali, in atto di sorreggere la ruota zodiacale, con fiori o una ghirlanda in una mano. Questa è probabilmente una delle fonti di ispirazione che

⁸ Cfr. *Timeo* (37 d).

⁹ L'interpretazione del passo del *Timeo* si presenta ancora controversa. Vedi Bague (1981); si vedano inoltre gli studi di Degani (2001).

hanno portato Busoni a immaginare la musica come un fanciullo¹⁰. Il *Doktor Faust* esprime una precisa concezione della musica e del compositore, la cui esistenza è consacrata ad allargare l'esplorazione a territori nuovi: benché del tutto ignoti, essi sveleranno il loro incanto per risonanza con la bellezza di altre «creazioni»; in analogia con l'immagine di quel giardiniere che pur coltivando solo una minima parte dell'intera flora terrestre insegue il suo ideale selezionando nuove varietà¹¹. La forza vitale si spinge oltre la variazione logica di una struttura. Il fanciullo dell'*Abbozzo* impone la memoria come inizio di nuove esplorazioni: misurarsi con l'arte della fuga per «completarla» non significa forse partecipare a una sfera suprema della perfezione, attingere a quella regione a cui lui, J.S. Bach era arrivato, e sviluppandola coltivarne coerentemente il territorio? Busoni trova l'identità della diversità nel patrimonio genetico della musica come informazione radicata nell'uomo che tuttavia non è affatto condizionata da strutture formali o sistemi che sono manifestazioni storiche – questo è il vero punto di

¹⁰ Il libretto del *Doktor Faust* offre qualche elemento per avvalorare questa ipotesi. Nel monologo finale, Faust pronuncia queste parole: «So stell' ich mich über die Regel, umfasse in Einem die Epochen und vermenge mich den letzten Geschlechtern, Ich, Faust, ein ewiger Wille!» Poi muore. Il prodigio è compiuto: là dove giaceva il neonato morto sta in piedi un adolescente; tiene nella mano destra un ramo fiorito: è l'immagine della musica descritta nell'*Abbozzo di una nuova estetica musicale*. Ho presentato questa tesi nel saggio *L'archetipo del fanciullo nell'estetica musicale di Ferruccio Busoni: note per una lettura del Doktor Faust*, «Musica/Realtà», n. 92, 2010, pp. 5-37.

¹¹ Il significato della «procreazione» prodigiosa spiega il concetto di «creazione» musicale più volte espresso da Busoni. La sua definizione è sembrata contraddittoria poiché da un lato egli afferma che i milioni di melodie che un giorno risuoneranno esistono sin dall'inizio, sono pronte, aleggiano nell'etere, e con loro altri milioni di melodie che non saranno mai udite, per cui si dovrebbe intendere la composizione come un'elaborazione: un portare alla luce parte di una totalità musicale preesistente, fuori dal tempo; dall'altro parla della creazione musicale come un «formare dal nulla». Queste affermazioni non sono tra loro in contraddizione se pensiamo alla nascita di un essere vivente che deve la possibilità della sua esistenza a un patrimonio genetico preesistente. La scienza moderna ci spiega che gran parte di ciò che consideriamo appartenere all'ambito della percezione in realtà è memoria (cfr. Edelman 1989). L'uomo in natura ha due modi di creare senza l'ausilio di strumenti esterni a sé: può produrre appunto un «doppio» attraverso il suo patrimonio genetico: una *rimemorazione generativa* ottenuta attraverso l'archivio informazionale dell'essere vivente iscritto chimicamente nel DNA; oppure utilizzare la memorizzazione mentale, in questo caso il «doppio» è frutto di un atto creativo della mente. Ma sappiamo di più: «noi esseri umani e i mammiferi in genere – spiega Antonio Damasio (2012): 176 – non abbiamo dovuto fissare su microfilm un gran numero di immagini diverse, conservandole in archivi permanenti: semplicemente, abbiamo memorizzato una formula agile per ricostruire e abbiamo usato i meccanismi percettivi per riassembleare nel modo migliore possibile». In ultima analisi, conclude in modo divertito Damasio: «siamo sempre stati postmoderni».

divergenza con Hans Pfitzner. Estranea a Busoni è l'idea metafisica che le leggi della musica siano invariabili nel tempo storico. È l'universo della musica che è in movimento, e selezionando le sue stesse leggi costitutive permette alla musica di cambiarle. L'influenza di Platone su Busoni si estende al problema della scrittura:

La notazione, la scrittura di pezzi musicali, è in primo luogo un ingegnoso espediente per fissare un'improvvisazione, sì da poterla far rivivere in un secondo tempo. Ma tra quella e questa corre lo stesso rapporto tra il ritratto e il modello vivo. L'esecuzione deve sciogliere la rigidità dei segni e rimetterli in movimento. (Busoni [1916]: 50)

Le analogie con il *Fedro* sono flagranti: la scrittura, afferma Socrate nel dialogo, presenta lo stesso limite severo della pittura, le cui figure sembrano essere vive, ma non possono rispondere alle domande loro rivolte. Per Busoni è l'esecuzione, l'interpretazione viva del testo a restituire l'originaria energia al pensiero musicale affidato all'opera. La scrittura, come tutti i media, è *hypomnesis*, ri-memorazione, non memoria vivente; intorpidisce, non preserva intatta la memoria della vita psichica. Il gioco delle proporzionalità nella costruzione dell'anima del mondo nel *Timeo* rimanda a un calcolo, ma l'introduzione dell'*altro* e della *mescolanza*, la tematica della causa errante e del luogo aprono la questione dell'iscrizione delle forme, degli schemi, nella matrice, nel ricettacolo. In quel passaggio del dialogo troviamo tre specie di essere: il modello immutabile e intelligibile, la copia del modello soggetta alla nascita e visibile, e una terza che deve avere le caratteristiche di un supporto, nel quale gli esseri eterni imprimono le loro immagini. Tre generi dunque: ciò che nasce, ciò in cui nasce, e ciò a somiglianza del quale si sviluppa; rispettivamente: il bambino, la madre e il padre. Il bambino è la natura mediatrice fra il modello, il padre, e il ricettacolo, la madre¹². La teoria della «mescolanza» esposta nel *Timeo* ha un rapporto profondo con il tema della scrittura, come hanno messo in evidenza Jacques Derrida e Julia Kristeva.

Sulla scorta della riflessione di Derrida, Bernard Stiegler scrive che la registrazione, una nuova forma di scrittura, determina temporalità eterogenee, poiché giustappone memorie differenti.

La réflexivité de l'écriture correspond à une temporalité spécifique, que nous avons dite historique – la temporalité est un certain style et un certain rythme de la réflexivité, c'est-à-dire de l'activité de la mémoire. Les réflexivités analogico-numériques correspondent à d'autres formes de la temporalité. La réflexivité littérale procède essentiellement d'une différence du temps, c'est-à-dire: d'un *temps différé*. Les réflexivités analogiques et

¹² Cfr. Derrida (2007): 65 ss.

numériques sont plus proches de ce que l'on désigne aujourd'hui, sous une expression trompeuse et ce pendant juste jusqu'à un certain point, par l'expression *temps réel*. (Stiegler [1986]: 153)

A differenza della scrittura in notazione, la registrazione non crea il tempo musicale, ma crea, catturandolo, un «periodo» di tempo nello scorrere del quale viene realizzata una *performance* permanente (cfr. Moylan [2004]). Se la registrazione è costituita da tracce prodotte da una tecnica che non memorizza attraverso un'astrazione intellettuale, essa produce tuttavia un'astrazione a posteriori, assolutizzando l'atto e universalizzando il momento dell'esecuzione; essa rende astratto, in quanto dominato tecnicamente, il tempo vissuto dell'esecuzione. Grazie a questa separazione dalla condizione temporale, il suono entra nella condizione di poter essere ascoltato da un pubblico universale. Come la scrittura in notazione si rivolge al lettore universale, così la registrazione discografica si rivolge all'ascoltatore universale. Il sistema di produzione audio svolge quindi il compito di atemporalizzazione dell'evento in un processo di astrazione inseparabile dagli apparati tecnici.

3.3. *Partitura e registrazione. Due sistemi di scrittura a confronto*

La differenza di molteplicità parametrica tra il sistema della partitura e quello della registrazione sonora diverrà eclatante nella sperimentazione cinematografica degli anni Trenta. Sulla tensione fra sistema di registrazione e partitura la musica da film ha saputo creare funzioni espressive di notevole interesse. In un testo pubblicato nel 1934 ne danno conto Arthur Honegger e Arthur Hoérée:

Pour exprimer l'atmosphère mystérieuse d'un rêve, la partie musicale a été transcrite de façon rétrograde, enregistrée sous cette forme, mais « montée » à envers dans la bande. L'ordre des notes a été de ce fait rétabli, mais la résonance précède l'attaque des sons, ce qui donne une sorte de halo sonore d'un grand effet. Le mixage ou mélange a permis dans cette scène la superposition de trois sons, enregistrés séparément: la musique, un texte chuchoté, dicté par la conscience du héros rêvant les yeux grands ouverts, enfin le tic-tac d'une pendule qui augmente comme une hallucination (grâce au jeu du potentiomètre réglant le courant électrique) et martèle impitoyablement les tempos du héros.¹³

La tecnica della *partition rétrogradé* permette di comprendere la differenza profonda tra il tempo della scrittura musicale o notazione e quello della registrazione: questa

¹³ Arthur Honegger e Arthur Hoérée (in *La Revue musicale* n. 151 numéro spécial "Le Film sonore" dicembre 1934) illustrano le tecniche impiegate per la composizione della musica del film *Rapt* di Dimitri Kirsanoff (1934) (cfr. Honegger, Hoérée [2010]: 95).

elabora l'energia sonora e ne contrasta la dissipazione per fissazione sul supporto, la notazione invece astrae dall'evoluzione intrinseca del suono e lo rende palindromo. Per il suono degli strumenti acustici la dissipazione dell'energia è condizione inevitabile, anzi essenziale perché esso venga istantaneamente percepito, nell'atto della registrazione al contrario la fissazione permette di elaborare il segnale che si manifesterà solo dopo come suono, nel momento della diffusione acustica. Il principio della retrogradazione sonora mette in luce una delle funzioni essenziali dell'utilizzazione delle tecnologie di registrazione in ambito cinematografico: la possibilità di esprimere con l'impiego di un solo procedimento livelli di significazione e di comprensione multiple (cfr. Langlois [2012]: 193).

3.4. *Dissipazione*

Gli strumenti musicali acustici producono una qualità di suono determinata dal processo di dissipazione dell'energia sonora e pertanto costituiscono nella visione di Busoni un limite alla rappresentazione dell'idealità del tempo. Come è noto Busoni ha saputo trattare anche in chiave umoristica il rapporto scrittura-tempo-energia. Con lo pseudonimo di Aprilio Pescatore annuncia la strabiliante scoperta di un preparato per lo strato superficiale dei dischi da grammofono in grado di registrare vibrazioni infinite-simali. L'ascolto delle incisioni avrebbe poi rivelato musiche inedite e le verifiche sperimentali condotte dal prof. K. H. Happenziagh avrebbero infine portato alla non meno sensazionale scoperta che quelle tracce sonore erano melodie esistenti nel futuro, registrate dal nuovo ipersensibile medium in un processo di regressione temporale.

Nelle teorie musicali il paradigma della periodicità ha conservato una posizione dominante. Si deve giungere ai lavori di Pierre Schaeffer per vedere accolte pienamente in musica le numerose evidenze sperimentali sulla natura transitoria dei suoni musicali e dell'influenza di questa sul timbro. Per la teoria musicale era difficile ammettere che i costituenti fondamentali dell'armonia naturale, funzioni eterne, permanenti e continue, fossero presenti in fenomeni che si estinguono rapidamente. D'altra parte l'estensione dell'analisi di Fourier ai fenomeni aperiodici, di natura impulsiva e transitoria, non mancava di suscitare dubbi sull'effettiva «esistenza» degli armonici: «a meno di aver perduto il più elementare senso comune, – scriveva Henri Bouasse – è impossibile attribuire alle vibrazione armoniche che la serie di Fourier mette in evidenza un'esistenza *obiettiva*» (Bouasse [1926]: 93).

La visione della realtà sonora espressa dall'analisi spettrale (*problema degli autovalori*) trova limitazioni quando si considera il corpo vibrante come un sistema fisico reale

ove hanno luogo fenomeni di dissipazione e smorzamento. Negli strumenti musicali ciò significa che una parte dell'energia meccanica fornita allo strumento sotto forma di colpo, soffio o eccitazione continua di un archetto si trasforma in calore. Per gli strumenti che producono oscillazioni libere (strumenti a corde pizzicate o battute e strumenti a percussione) i fenomeni di dissipazione hanno l'effetto di smorzare le oscillazioni, con un decadimento dell'ampiezza dell'onda sonora nel corso del tempo.

Dal punto di vista teorico, il passaggio dal modello conservativo di decomposizione spettrale dei modi al sistema non conservativo spiega come la dissipazione sia il più delle volte responsabile di un accoppiamento intermodale. Per gli strumenti che producono suoni tenuti (corde sfregate e strumenti a fiato) i fenomeni dissipativi sono essenziali per assicurare la stabilità del sistema. Qui il suono ottenuto dipende in modo cruciale dall'equilibrio tra energia fornita ed energia dissipata. Negli strumenti a oscillazioni libere il timbro dipende in larga parte dalla distribuzione spettrale del suono prodotto, vale a dire dall'insieme dei modi di vibrazione propri posti in eccitazione. Le sperimentazioni sulla sintesi sonora condotte ormai da una cinquantina d'anni hanno verificato che il timbro dipende strettamente dalle modalità con cui avviene lo smorzamento nel tempo. I fenomeni di dissipazione non governano solo la meccanica dello strumento, ma anche i fenomeni della percezione (cfr. Chaigne, Kergomard [2008]).

3.5. *Energetismo*

Nel *Traité d'instrumentation et d'orchestration* di Hector Berlioz, l'idea di musica come composizione dei suoni e non di note è già delineata, tuttavia questa visione per svilupparsi sul piano teorico necessitava di un punto di vista più astratto in grado di concepire il timbro come entità svincolata dal singolo strumento musicale. Edgard Varèse, lettore di Helmholtz, trova nel concetto di energia la nozione di trasformabilità delle masse sonore prodotte da fonti differenti. Questa possibilità di trasformare e conservare forme diverse dell'energia in virtù di un principio di equivalenza ha la sua base filosofica nell'ipotesi che tutti i fenomeni fisici siano soltanto diverse espressioni di un unico e medesimo stato di attività della materia, e tutte le forze della natura, in quanto forme speciali di questa attività unitaria, siano perciò anche nella loro essenza del tutto uguali fra loro. La visuale energetica ottiene una prima chiara configurazione nell'opera di Faraday, per cui tutte le forze strettamente legate fra loro evidenziano un'origine comune e sono solo forme diverse di quella che egli chiama *the great power*, la «grande forza». Nel campo della percezione dei fenomeni acustici il ruolo dell'energia in rapporto alla frequenza è già presente nella teoria della consonanza, Helmholtz ne dà

una interpretazione fondata sui battimenti: si fa strada una teoria della consonanza legata a fattori energetici interni alla dinamica del suono e alla sua percezione globale. Sulla scorta della fisiologia di Johannes Müller, Helmholtz intravede la sintesi operata poi da Ernst Cassirer con la teoria delle forme simboliche: conciliare, attraverso i concetti di forza e di energia nei sistemi sensoriali, la rappresentazione fisica del mondo con la visione simbolica, affidata da Goethe al famoso verso del *Faust* «alles Vergängliche ist nur ein Gleichnis». Per Ernst Mach, il nostro apparato uditivo non riconosce i rapporti di frequenza, bensì le gradazioni di coloritura addizionali da essi condizionate: questa visione «coloristica» delle sensazioni caratteristiche corrispondenti ai singoli intervalli supera la concezione intellettualistica fondata su distribuzioni matematiche delle altezze, a vantaggio di una misura «timbrica» del loro valore. Le teorie di Mach hanno avuto una grande influenza sulla cultura viennese di fine Ottocento; riflessi della sua analisi delle sensazioni sono forse presenti nel giovane Hugo von Hofmannsthal. E a ben vedere la sua idea coloristica delle tensioni sonore non sembra estranea alla costruzione di un pezzo come *Farben*, di Schönberg, ove l'emancipazione della dissonanza si esprime come differenza timbrica.

Le controversie suscitate dall'energetismo non costituiscono soltanto un capitolo della storia della Fisica ma hanno attraversato ogni campo del sapere. L'esistenza di una valenza fondamentale, sottesa alle trasformazioni naturali, era avvertita da Helmholtz con la necessità di un postulato: condizione stessa dell'intelligibilità della natura. Postulato che nella sfera dell'estetica simbolista doveva risuonare come un riconoscimento implicito dell'indicibilità logica del reale. Per Debussy l'energia sensibile della materia sonora è irriducibile a regole armoniche codificate. Attingere alle fonti della melodia, vero nucleo della sua estetica, diveniva allora una condizione essenziale per raggiungere l'espressione "simbolica" dei movimenti reali della materia sonora. La sua musica è frutto di "sintesi" di movimenti e di trasformazioni sonore, che si concretizza tecnicamente nella purezza timbrica.

Influenze dell'energetismo sono riscontrabili in Bergson e specificatamente nel saggio *Due fonti della morale e della religione*. Natura e uomo non sono più concepiti come macchine, ma come forme energetiche. Evocando la spontaneità in opposizione alla meccanica e alla logica, la nozione della vita si afferma contro la nozione stessa di concetto, astratta per definizione¹⁴. Gisèle Brelet declina il tema bergsoniano del tempo

¹⁴ Vedi Kremer-Marietti (2010): 229-231.

vitale nella fortunata metafora del suono come essere vivente: in ogni timbro il suono ha una sua originale vita temporale, breve e fragile o lunga e potente (cfr. Brelet [1949]: 74-75), metafora poi riaffermata da una scienza totalmente rinnovata grazie a strumenti di osservazione in grado di mostrare il carattere evolutivo e transitorio del suono e di indagare l'incidenza della natura dissipativa e transitoria del fenomeno sonoro sul timbro.

Nell'ambito della teoria musicale la nozione di campo di forze attrattive fa la sua apparizione nei trattati dell'armonista Auguste Barbereau (1852) che integra la nozione di risonanza armonica con il concetto di tensione, desunto dal principio di minima azione: il fenomeno di attrazione tonale viene da lui rappresentato come un sistema di punti materiali distribuiti sullo spazio elementare delle quinte; ogni punto (nota) è sottoposto all'attrazione da centri di forza e il movimento complessivo che ne scaturisce è sottomesso alla legge di minima azione. Il ruolo dell'energetica in musica si precisa con l'estetica di Ernst Kurth che elabora la nozione di conservazione dell'energia mutuando i suoi concetti dalla fisica e dalla psicologia di Carl Stumpf, mediati dall'influenza della filosofia bergsoniana del tempo e dalla nascente psicologia gestaltista: l'energia cinetica si presenta nelle traiettorie delle linee tematiche, mentre quella potenziale è trattenuta nella verticalità delle tessiture; nell'evoluzione della musica occidentale si manifesta la tendenza ad abbandonare il dinamismo melodico a vantaggio di tessiture armonico-timbriche. I concetti di forza del suono e di densità orchestrale sono la chiave interpretativa dell'orientamento affermatosi con Wagner verso la fusione in timbri di masse orchestrali. Nella forma musicale, intesa come tensione fra energia cinetica ed energia potenziale, Kurth vede l'esito dello sviluppo del sinfonismo, che nella densità orchestrale aveva portato in primo piano il fattore timbrico al punto da lasciare fuori gioco la dimensione motivica.

Influssi dell'energetismo si scorgono anche in Boris Assafiev, nella teoria della forma musicale come processo, opposta a quella architettonica (*métrotectonisme*) di Georgii Conyus che afferma la *stasis* dell'opera come monumento dell'architettura sonora; la teoria di Assafiev – spiega Ivanka Stoianova (1978: 36-42 e 1990: 33-36) – afferma la preponderanza della *kinésis* come processo d'organizzazione del materiale sonoro o, meglio, come organizzazione del movimento musicale, perché all'origine non si dà materiale musicale immobile. La forma musicale è allora il processo di generazione sonora nella successione ponderata degli elementi sonori enunciati. La musica dunque si manifesta solo attraverso il processo di strutturazione della sostanza sonora.

Le linee di sviluppo che porteranno la scrittura ad abbandonare la rappresentazione parametrica e ad accogliere la nuova concezione sono già tracciate nell'*Overture dell'Oro del Reno*: gli armonici del *Mib* tenuti dall'inizio per 136 battute. Gli effetti di luminosità nel *Pelléas* di Debussy, la strumentazione del *Bolero* di Ravel, il valore timbrico dell'involuppo controllato (*ppp* <) delle intensità degli attacchi in *Farben* dell'op. 16 di Schönberg, le tessiture di *Ionisation* o *Intergrales* di Varèse sono tutti momenti decisivi nel progredire del pensiero compositivo che rivelano la comprensione delle potenzialità espressive contenute nello spettro armonico del suono¹⁵.

3.6. Modelli elettromagnetici

A causa della rapida crescita della scienza e della tecnologia e delle forme di specializzazione che ne sono derivate si sono perse le tracce del percorso di astrazione che ha permesso di unificare i campi dell'acustica a quelli dell'elettrologia e dell'ingegneria della comunicazione. Per esempio ciò che l'ingegnere elettrico chiama risposta all'impulso nell'*Ottica* di Fourier è detto *spread function* (funzione di dispersione) mentre il teorico della fisica dei campi preferisce usare l'espressione *Green's function*. La storia di questo percorso porta avanti la nostra analisi sui fondamenti che accomunano le diverse scritture del suono.

Per James Clerk Maxwell un condensatore carico è equivalente a una molla tesa, il suo carico elettrico q corrisponde all'allungamento della molla, la tensione V alla tensione $F(=kx)$ della molla, ove k rappresenta resistenza della molla, l'intensità di corrente $i=dq/dt$ alla velocità $u=dx/dt$. A partire da queste corrispondenze si è potuto stabilire il circuito elettrico equivalente a un insieme meccanico e acustico. Si è aperta così la strada alla modellizzazione e conseguentemente allo studio del segnale emesso dal sistema. Le *maquettes* elettriche sono infatti più semplici da realizzare e permettono di comprendere meglio alcuni aspetti del comportamento del sistema meccanico o acustico normalmente più complesso. L'interesse non è rivolto al sistema, ma alla maniera in cui questo trasforma il segnale d'entrata in segnale di uscita.

Lo sviluppo della modellizzazione ha portato a considerare i sistemi fisici come dispositivi che ricevono segnali in ingresso e generano segnali in uscita. Si prescinde quindi dalla natura specifica del sistema e lo si configura matematicamente come un

¹⁵ Si pensi ad esempio al *Manuale di orchestrazione* di Rimski-Korsakov che codifica la disposizione dei suoni degli accordi secondo le proporzioni della risonanza. Sul rapporto orchestrazione-scrittura spettrale cfr. Stroppa (1983).

operatore, lineare o meno, che agisce tra spazi di funzioni. Per descrivere in termini matematici un sistema fisico è quindi essenziale conoscere le sollecitazioni esterne imposte al sistema e le conseguenti risposte fornite da quest'ultimo sul proprio stato, queste funzioni di ingresso e uscita vengono modellizzate tramite grandezze numeriche variabili nel tempo, usualmente chiamate segnali. In virtù della possibilità di interpretare la relazione classica di input e output dei sistemi lineari nei termini della teoria spettrale delle equazioni differenziali lineari si è giunti alla teoria dei sistemi elettrici e all'ottica di Fourier, ottenendo un risultato rivoluzionario: la teoria spettrale delle equazioni differenziali lineari e la teoria dei sistemi lineari si trovano ad avere una base matematica comune in una sintesi mirabile; i principi teorici che hanno permesso a Helmholtz di gettare le basi della scienza del suono saranno fondamentali anche per la comprensione dei sistemi elettrici.

In una conferenza del 1959, intitolata *L'électronique et la musique*, Michel Philippot ([2001]: 455-492) ha dato una sintesi efficace dell'evoluzione dei mezzi di trasformazione e creazione del suono. Alla luce del postulato della tecnologia moderna per cui tutte le forme di energia, tenuto conto di certe perdite, possono essere trasformate in un'«altra» forma di energia, la musica è ora chiamata a misurarsi con categorie concettuali di pertinenza della teoria dei sistemi di trasmissione. Questi sistemi trasformano un segnale in un altro che non è necessariamente della stessa natura: un altoparlante trasforma una tensione elettrica in una pressione acustica. Con l'avvento delle tecnologie elettroacustiche il suono è rappresentabile sia come campo elettromagnetico sia come movimento meccanico: il movimento acustico – è noto – viene trasformato attraverso un sistema di trasduttori in moto meccanico, questo in variazione di campo elettromagnetico, traducibile a sua volta in movimento meccanico e quindi di nuovo in fenomeno acustico. Una catena di «analogie dinamiche» (cfr. Olson [1943]: 5), la cui consistenza è garantita sul piano formale dai teoremi di reciprocità, assicura la «equivalenza» fra sistemi acustici, meccanici ed elettrici e la possibilità di modellare gli uni per interpretare gli altri. Inoltre i sistemi di filtraggio aprono nuove possibilità di analisi del suono, irrealizzabili con filtri acustici. Lo studio delle fonti sonore, mirabilmente sviluppato nei grandi trattati d'orchestrazione e strumentazione tra la fine dell'Ottocento e la prima metà del Novecento, doveva quindi essere integrato dalla sperimentazione sui segnali audio.

L'analisi di Philippot coglieva anche un altro aspetto, non meno interessante, riguardo al rapporto che si viene a creare, nei nuovi mezzi, tra energia e tempo:

Nous nous sommes bornés ici à isoler, par le montage, des phrases musicales entières, mais nous pouvons aller plus loin et découper, à l'intérieur même d'une note ou d'un bruit des fragments plus petits. De cette façon, non seulement encore, nous créons, littéralement des sons nouveaux, par segmentation ou assemblage, en quelque sorte, par "hybridation" de sons connus. Bien plus, nous sommes en mesure "d'arrêter" le temps en refermant sur elles-mêmes les longueurs des bandes magnétiques ainsi découpées et en faisant passer indéfiniment la boucle ainsi obtenue. (Philipot [2010]: 464)

4. *L'informazione all'origine delle nuove scritture del suono*

Negli anni Cinquanta materia ed energia, substrati della rivoluzione industriale di fine Ottocento, sono affiancate dall'«informazione», concetto sviluppato fin dagli anni Venti dai pionieri della teoria, R. V. L. Hartley, Harry Nyquist e Karl Küpfmüller, che già distinguevano la trasmissione di energia dalla trasmissione «d'intelligenza» (cfr. Segal [2003]). Si considerano quindi i segnali come rappresentazioni fisiche dell'informazione trasportata dalla fonte al destinatario (osservatore). Lo sviluppo delle comunicazioni (telegrafica, telefonica, via filo o via radio) porterà a comparare le diverse capacità dei sistemi di trasmissione e a unificare i modi di misurare l'efficacia di un sistema di trasmissione. In questa fase di elaborazione tecnica e teorica troviamo, oltre all'interesse per le relazioni tra banda di frequenza e tempo di trasmissione, anche le considerazioni relative alla stabilità degli amplificatori; Küpfmüller propone un esempio di schema generale di retroazione e contemporaneamente a Nyquist, nel decennio '20-'30, individua criteri generali di valutazione della stabilità dei sistemi di retroazione. La misura dell'informazione viene addirittura associata al concetto di entropia, misura termodinamica del disordine materiale e acquista nell'ambito della teoria delle comunicazioni di Norbert Wiener e Claude Shannon il significato di misura dell'informazione contenuta nei messaggi.

La smaterializzazione prodotta dal medium elettronico dimostra la possibilità di separare le proprietà e le forme degli oggetti dalla loro natura, in modo da identificarli, compararli e differenziarli in base alle loro proprietà piuttosto che alla loro sostanza. Come è noto l'elettronica ha aperto un altro campo di possibilità: generare segnali audio indipendentemente dalla ripresa microfonica di fonti esterne e di registrarli direttamente (elettronica pura) su nastro magnetico, che, a differenza del disco, si presta facilmente a manipolazioni nel montaggio. Queste innovazioni sanciscono la fine dell'egemonia meccanicista nella concezione del suono: i fenomeni vibratorii assumono una realtà fisica indipendente dal corpo elastico, e i sistemi vibranti possono essere immaginati come combinazioni di sistemi elettrici elementari. Nondimeno sussistono

differenze matematiche e strutturali fra l'acustica strumentale e la tecnologia dei suoni di sintesi, che Robert A. Moog non dimentica di sottolineare (cfr. Moog [1977]: 855). Anche nella musica strumentale acustica ha luogo una separazione tra istruzioni operative – l'informazione contenuta dalla partitura e l'azione esecutiva –, ma il *voltage control* attua il controllo della variazione della forma d'onda attraverso un segnale separato da quello di generazione dell'oscillazione. Le peculiarità della musica elettronica degli anni Settanta si possono così riassumere:

- la possibilità di sparare le sezioni di un sistema di produzione di segnali audio secondo le esigenze del musicista e di riunire le componenti in modo da assecondarne le necessità particolari;
- i mezzi per generare elettronicamente e modificare il materiale audio possono essere tenuti separati e indipendenti dalle interfacce di controllo che il musicista "suona" o attraverso le quali egli produce i comandi al fine di produrre cambiamenti musicali del segnale audio. Si offre quindi la libertà al progettista dello strumento elettronico di ottimizzare certe porzioni di un sistema strumentale per migliorare la produzione del segnale audio, e di ottimizzare altre porzioni per rendere più efficiente la comunicazione dei comandi del musicista;
- la possibilità di registrare e archiviare sequenze di eventi sonori e segnali di controllo del suono (cfr. Moog [1977]).

In sintesi si può affermare che il progetto del sistema diviene parte integrante del progetto dell'opera.

4.1. *Alea*

L'elettrificazione del suono ha indotto fin dall'inizio ricercatori e ingegneri a confrontarsi con lo studio di segnali inattesi e con il problema della purificazione del messaggio dai disturbi prodotti dal rumore. Negli amplificatori si constata la presenza di rumori dovuti alla discontinuità del mezzo elettrico e all'agitazione termica degli elettroni. Un esempio tipico di segnale aleatorio è dato dal rumore bianco, la cui presenza nei sistemi di comunicazione costituisce un problema cruciale nella teoria dell'informazione.

Wiener ha interpretato la teoria delle comunicazioni come una branca della meccanica statistica. Gli esiti tecnologici di questo mutamento di modelli diventeranno palpabili nelle applicazioni ordinarie dei sistemi di comunicazione e non hanno tardato a far sentire il loro influsso sui compositori della *Neue Musik*. Le implicazioni estetiche sono note: dopo il tentativo di uscire dall'impasse del preordinamento seriale con la trovata dell'improvvisazione interpretativa, il culto della concatenazione deterministica

del materiale sonoro lascia definitivamente il posto alla molteplicità statistica degli eventi sonori. Nel 1957 Henri Pousseur compone *Scambi*¹⁶, opera autenticamente «aperta», rete inesauribile di relazioni che nascono dall'alea sonora più uniforme: il rumore bianco, la parificazione statistica del repertorio di simboli del messaggio musicale. In *Scambi*, la polarità *ordine vs caos* pervade l'intero lavoro che si presenta come l'evoluzione di un sistema attraverso diversi stati materiali; non c'è un antecedente logico e un conseguente: la forma si identifica con la materia sonora, definibile attraverso sistemi di controllo audio messi in atto per misurare il rapporto ordine/complessità. Con quest'opera Pousseur va oltre l'epistemologia varèsiana istituita sulla corrispondenza energia-organizzazione e assume il paradigma costruttivista del legame concettuale informazione-organizzazione¹⁷.

Alla metafora dell'*alea* si sono ispirate molte opere di quel periodo ma la questione che interessa qui esaminare concerne il rapporto tempo-scrittura. L'idea di universi possibili espressa da Leibniz veniva interpretata nella meccanica di Gibbs come lo studio delle diverse traiettorie possibili di un sistema. Questa concezione secondo Wiener sta alla base di tutta la fisica moderna e apre a una visione irreversibile del tempo che, bisogna ammettere, Bergson aveva anticipato. Ma gli esiti dell'analisi armonica generalizzata portarono Wiener ad affermare che quella di Bergson era in fondo una disfatta, poiché anche se l'automa moderno esiste nello stesso tempo bergsoniano dell'organismo vivente, e se la presenza del rumore in ogni sistema di trasmissione impedisce di pensare questi sistemi come orologi, tuttavia la nuova meccanica è pienamente meccanicistica quanto l'antica.

Può sembrare paradossale, ma la ricerca della musica elettronica iniziata con l'obiettivo di ottenere suoni puri e stabili, secondo l'ideale busoniano del suono astratto (e come si legge anche in una lettera di Edgard Varèse alla Fondazione Rockefeller); obiettivo poi decisamente indicato da Harry Olson nel suo celebre *Music, physics and engineering* (1943), si è trasformata in un'indagine sul rumore che ha travolto ogni norma di composizione e con essa la possibilità di fissare in un testo notato la rappresentazione del pensiero musicale. Nata per separare il puro dall'impuro, il rumore dal suono esatto, la musica elettronica ha dato vita alla più significativa delle sperimentazioni sul rumore e sulla sua coesistenza con il suono strumentale.

¹⁶ Sull'impatto dell'indeterminismo statistico sul pensiero musicale cfr. Pousseur (1960).

¹⁷ Sui fondamenti del costruttivismo cfr. Le Moigne (2003).

4.2. Dualismo tempo-frequenza

Se si esamina lo sviluppo dell'analisi armonica seguito alle generalizzazioni operate da Wiener, si nota come la vitalità di questo strumento matematico sia dipesa dalla capacità di allargare il suo campo di applicazione ai fenomeni di natura aperiodica, dinamica ed evolutiva. L'originario approccio globale risulta infatti insufficiente qualora le trasformazioni temporali del fenomeno siano determinanti per la sua comprensione. Ma la scelta di calcolare lo spettro localmente, su porzioni ristrette di segnale, rimette in gioco il tempo, originariamente eliminato nella rappresentazione di Fourier¹⁸. Si crea così un rapporto di dualità fra tempo frequenza. Da un punto di vista tecnico questa dualità trova la sua forma nel principio di indeterminazione dei segnali: tanto più breve è la durata di un segnale, tanto più grande è l'estensione dello spettro. Esso può essere definito formalmente dalla relazione $\Delta t \Delta f \geq 1$, può essere inteso come un limite all'analisi dei fenomeni ondulatori o come l'impossibilità per un sistema risonante di rispondere a un intervallo finito e fissato di frequenze Δf in un intervallo di tempo Δt arbitrariamente piccolo.

Hugus Dufourt (2001: 71) considera il dualismo tempo/frequenza come la manifestazione di un'antinomia della ragione. Questa antitesi, presente nell'analisi spettrale fin dai suoi esordi, si è venuta precisando con il passaggio dalla fisica classica alla quantistica. L'associazione dei due concetti di «frequenza» ed «energia» si è chiarita quando si è compreso che la fonte delle sue contraddizioni risiedeva nel presupposto secondo cui l'energia, in ogni preciso istante di tempo, avrebbe un valore esattamente determinato: la conservazione dell'energia e il suo manifestarsi nello spazio e nel tempo sono al contrario due aspetti complementari. Il contrasto – spiega Wolfgang Pauli – non è fra materia (*mater*) e dinamica (*mana*), ma fra tempo e indistruttibilità (energia); questa sembra appartenere a una forma di esistenza a-temporale, cui il tempo, principio femminile, si contrappone, non diversamente da come, in una fase arcaica, la sostanza materiale e la *physis* erano contrapposte allo spirito e alla psiche. L'inclusione della sfera

¹⁸ Le tecniche di analisi evolutiva del segnale sono rappresentazioni tempo-frequenza; intervengono tre variabili: il tempo, la frequenza e la potenza media del segnale. L'analisi spettrale evolutiva presenta lo spettro istantaneo ottenuto osservando il segnale attraverso una finestra glissante nel tempo di larghezza fissata Δt . Calcolando la trasformata di Fourier della risposta temporale si ottiene una successione di spettri istantanei. Naturalmente possiamo osservare il segnale anche dal punto di vista della successione temporale dell'uscita di differenti filtri di banda passante uguale. Per ogni valore della frequenza si ottiene una cronologia che permette di accedere ai mutamenti del segnale nel tempo frequenza per frequenza.

psichica nasce dall'urgenza di un rinnovamento dei fondamenti del sapere, passaggio epistemico inevitabile dopo il ruolo assunto dall'osservatore nella fisica dei fenomeni quantistici: Pauli scorge le profonde radici della rinnovata unità nel retroterra archetipo dei concetti scientifici e progetta una *Hintergrundphysik* per esaminare idee e concetti quantitativi della fisica presenti in fantasie spontanee, di senso qualitativo, figurato, cioè simbolico¹⁹.

5. *Cambiamenti di scala*

Il cambiamento di scala nell'osservazione dei fenomeni ha messo in discussione, relativamente al complesso di azioni sul suono, il concetto di materia, non più pensabile come l'insieme degli elementi naturali con cui l'artista romantico elaborava nella propria interiorità il materiale musicale. Anche la nozione di messaggio si è allargata: non corrisponde solo al risultato di un'attività umana cosciente, perché messaggi possono consistere anche nella misura di una corrente elettrica o di una tensione prodotta da una centralina automatica. L'armonia non si rivela per ispirazione al compositore, che la conquista sviluppando un'immaginazione musicale tecnologicamente guidata attraverso modulazioni, filtraggi, battimenti, interferenze, compressioni del tempo e distorsioni dello spettro. In un mondo sonoro indeterminato, esteso dalla sinusoide al rumore bianco, le sole isole d'ordine, le sole armonie consentite sono il risultato di trasformazioni che la tecnologia ci insegna a costruire offrendoci strumenti operativi e di osservazione che acquiscono la nostra sensibilità e ci svelano le caratteristiche ultraprofonde del mondo microfonic. In questa costruzione il tempo entra in gioco come condizione della nostra osservazione, ne fissa la scala e il grado di indeterminazione.

5.1. *L'unità del tempo musicale*

In una celebre conferenza radiofonica Stockhausen espose l'idea di unificare le relazioni tra le diverse scale temporali della struttura musicale²⁰, introducendo, alla luce della prassi elettronica, una novità sostanziale: l'applicazione della relazione impulso e risposta di un sistema filtrante. L'impulso puro contiene la quasi totalità dello spettro

¹⁹ *Moderne Beispiele zur "Hintergrundphysik"*. Si tratta di un abbozzo rinvenuto nella corrispondenza di Pauli con Carl Gustav Jung, dove Pauli affronta il tema: come superare la divisione tra mondo fisico e psiche, tra mente e materia. Lo scritto è stato pubblicato da Springer-Verlag nel 1999.

²⁰ La conferenza, *Die Einheit der musikalische Zeit*, riprende e sviluppa un'idea dal suo *Wie die Zeit vergeht*. Sulle scale temporali in musica. Cfr. Roads (2001).

che il compositore può modellare componendo le risposte dei sistemi filtranti. La sintesi sonora ottenuta per addizione di oscillazioni sinusoidali, rumori bianco e impulsivo e fonemi è integrata dalla modulazione di treni di impulsi e dal loro filtraggio. Processi che il compositore considera come la base teorico-operativa per raggiungere la sintesi di ogni possibile colore timbrico del materiale sonoro. L'elemento concettualmente nuovo è la separazione fondamentale tra controllo dell'eccitazione e la risposta all'impulso del sistema, separazione su cui si fonda anche la ricerca sulla sintesi della voce. Stockhausen immaginava di ottenere il controllo unitario della generazione del materiale compositivo: la fine del tempo narrativo in musica e l'affermazione di un tempo assoluto costituito da singole monadi acustiche²¹.

5.2. *Microsuoni*

La sintesi granulare ha determinato un secondo cambiamento di scala: una linea di ricerca indagata da Xenakis fin dagli anni 50. Xenakis si avvale del modello di rappresentazione elaborato da Dennis Gabor (1947), la cui consistenza matematica è stata dimostrata da Martin Bastiaans (1980). Il pregio della rappresentazione di Gabor risiede nella possibilità di analizzare il suono combinando simultaneamente le informazioni nel tempo e in frequenza. Questo conduce alla nozione di «grano sonoro». I due domini di rappresentazione del segnale, separati nell'analisi di Fourier, vengono riuniti in un unico spazio; si può così considerare il suono una successione temporale di aggregati di unità elementari di energia e di informazione (logoni). Questa rappresentazione è stata ulteriormente approfondita nel modello detto «ondelette» (o wavelet). Per dare un'unica espressione a quest'immagine complementare del suono, Gabor propone di rappresentare i suoni su un diagramma di coordinate, tempo t e frequenze f . In questo «information diagram» un'onda sinusoidale appare come una linea orizzontale, mentre un impulso (funzione delta), contenendo tutte le frequenze, verrà descritto con una linea verticale. Tolti questi casi estremi, ogni segnale può essere rappresentato, sul piano dell'informazione, da un rettangolo le cui coordinate baricentriche sono f_0 (frequenza media) e t_0 (tempo medio) e l'area $\Delta f \Delta t = 1$, (Δf e Δt sono rispettivamente la

²¹ Il principio del vocoder ad esempio è di far subire a un segnale $e(t)$ le stesse risonanze frequenziali, dette *formanti*, che si creano nel tratto vocale, per cui il problema è di catturare queste risonanze nel segnale vocale $v(t)$ e riprodurle. Il dispositivo tecnologico si basa sull'idea che il tratto vocale è assimilabile a un filtro, che nell'uomo viene eccitato da una fonte (la glottide). In questo modello i segnali di eccitazione (sorgenti del suono) sono separati dal processo di trasformazione (filtro), il quale varia per creare l'articolazione della voce.

banda di frequenze effettiva e la durata effettiva). Gabor scompone questi rettangoli che caratterizzano i segnali in celle elementari di superficie unitaria, ad ognuna delle quali vengono associate due funzioni (componenti del segnale) e, tra tutte le rappresentazioni possibili, suggerisce quelle elementari del tipo $\exp[(i2\pi ft)]$, dotate di un inviluppo gaussiano²² $g(t) = \exp[-(\pi/\sigma)(t-t_0)^2]$.

Con questa rappresentazione del suono Xenakis può comprendere nella sua visione democritea una pluralità di soluzioni: determinismo → caos discreto → leggi probabilistiche → determinismo. Questo sistema complesso gli serve da mediatore tra due determinismi di scale diverse.

5.3. *Nonlinearità*

Il cambiamento di rotta operato da Stockhausen dopo l'impasse di *Kontakte*, negli anni Sessanta, sancisce la crisi della musica elettronica pura. Si assiste allora a un rinnovato interesse per gli strumenti acustici. La consapevolezza delle possibilità e dei limiti dell'elettronica porta però a forzare le dinamiche strumentali. Esaltando i comportamenti non lineari degli strumenti si ricercano regioni di risonanza inusuali. Sarà ancora Stockhausen in prima linea con *Mikrophonie I*. Gong e cimbali sono gli strumenti prediletti per le loro numerose proprietà non lineari: sensibilità alle condizioni iniziali, biforcazione e transizioni verso il caos. Se eccitiamo un gong da orchestra dolcemente, nel centro, percepiamo i modi eccitati e la loro estinzione: il sistema ha un comportamento lineare; se agiamo con forza si producono altre frequenze che arricchiscono il timbro, non identificabili tuttavia con una semplice analisi lineare. È sufficiente eccitare il sistema con una forza sinusoidale per invalidare la proprietà di sovrapposizione delle frequenze dello spettro di eccitazione. Aumentando la forza dell'eccitazione si vedono bruscamente apparire nello spettro frequenze supplementari intercalate tra le frequenze armoniche e in relazione algebrica con quelle degli armonici, che corrispondono ad altri modi propri della struttura. La comparsa di queste frequenze è caratteristica di ciò che gli acustici definiscono *biforcazione*, una perdita di stabilità del sistema; se si continua ad aumentare l'ampiezza dell'eccitazione si raggiunge una nuova soglia che provoca una seconda biforcazione. Per sistemi molto smorzati come i gong si raggiunge facilmente un regime caotico. Al di là della seconda biforcazione lo spettro del segnale vibratorio osservato si presenta continuo a banda larga, dove non sono più distinguibili

²² Per le applicazioni musicali in Xenakis e altri cfr. Roads (2001).

picchi di frequenze, per cui il metodo di analisi della trasformata di Fourier non è più adeguato (Cfr. Chaigne e Kergomard [2008]).

5.4. Modulazioni

La non-linearità non riguarda solo le equazioni differenziali dell'acustica ma anche quelle relative alle tecniche di trasmissione dei segnali e in particolare la modulazione di frequenza. Per trattare il problema della variazione istantanea della frequenza dell'onda portante in luogo di variazione della sua ampiezza Van der Pol alla fine degli anni Venti affronta la soluzione di un'equazione differenziale non-lineare del secondo ordine (messa in evidenza da Mathieu, in occasione del suo studio delle vibrazioni di una membrana tesa di forma ellittica, 1868)²³ e pone le basi per lo studio della modulazione di frequenza. L'elettroacustica ha sfruttato a fondo diverse tecniche di modulazione: le più note in musica sono modulazione ad anello e modulazione di frequenza. Non va tuttavia dimenticato che l'unità del tempo musicale, teorizzata da Stockhausen quando si accingeva a comporre *Kontakte*, si reggeva sulla convinzione di potere produrre una varietà infinita di forme d'onda e di timbri attraverso la modulazione di posizione di impulsi. La modulazione di frequenza deriva dalle applicazioni alla telegrafia, alle trasmissioni radio, alla telefonia; campo musicale si presta a generare spettri complessi, ma soprattutto permette di controllare in modo relativamente semplice, attraverso l'indice di modulazione, la larghezza di banda dello spettro le cui componenti frequenziali possono avere una varietà di relazioni. Potendo modificare con precisione l'indice di modulazione, le frequenze della portante e della modulante e la profondità del vibrato, con la modulazione di frequenza – in campo audio elaborata da John Chowning – si ottengono interpolazioni fra suoni che simulano strumenti acustici: si è così potuto zoomare negli interstizi che separano i timbri acustici (vedi lo spazio timbrico di Grey) e apprezzare, in successione continua, trasformazioni di immagini acustiche riconducibili a una fonte sonora nota.

²³ Van der Pol è considerato il padre della modellistica, i suoi contributi nel campo delle oscillazioni con rilassamento sono la base del metodo di analogia matematica come strumento capace di rappresentare fenomeni anche molto diversi fra loro. Il legame che la modellistica stabilisce fra questi fenomeni sarà designato più tardi da un teorico della teoria dei sistemi Ludwig von Bertalanffy con un termine ripreso dalla matematica: *isomorfismo*. Cfr. Israel (1996).

5.5. *Regime caotico*

Il paradigma del caos deterministico ha influenzato molti settori della ricerca perché offre una chiave di interpretazione del comportamento dei sistemi non lineari. Anche l'acustica musicale ne ha tratto vantaggio, poiché negli strumenti musicali sono riscontrabili componenti non lineari imputabili soprattutto al sistema e al modo di eccitazione, come i movimenti dell'ancia e le frizioni dell'arco. Una conseguenza diretta di questa linea di indagine si ha con la sperimentazione musicale sui suoni multifonici prodotti dal comportamento non lineare degli strumenti, in particolare legni e archi²⁴. Le nuove tecniche consentono di generare un materiale in equilibrio fra la totale arbitrarietà del trattamento dei suoni elettronici e una costruzione che porta con sé la storicità della musica. Nei primi anni Settanta Giacomo Manzoni si è appassionato allo studio dei suoni multifonici dei legni²⁵, con un modello suggerito direttamente dal comportamento non lineare dello strumento acustico. La varietà di questi suoni multifonici non è integralmente riconducibile al modello armonico²⁶. Si mira piuttosto a dominare differenti gradi di complessità della materia realizzando scenari di transizione dalla stabilità del suono armonico alle aggregazioni più instabili e inarmoniche: suono multiplo disomogeneo (più di due note simultanee, massima differenziazione possibile); suono multiplo disomogeneo frullato; suono multiplo omogeneo (più di due note simultanee; massima omogeneità possibile); suono multiplo omogeneo; transizione da nota stabile a multifonico con inserimento su una nota scritta del multifonico richiesto. La molteplicità dei percorsi è ottenuta sia attraverso il cambiamento discontinuo dei parametri tradizionali sia per transizioni continue da condizioni di stabilità a stati caotici di un singolo evento sonoro. La notazione in Manzoni è precisa e ridotta all'essenziale, spesso contempla il quarto di tono. Diteggiature sapienti evitano l'arbitrarietà incontrollata del gesto strumentale.

²⁴ Le nuove linee di ricerca sui legni sono chiaramente enunciate nel trattato di Bartolozzi (1974).

²⁵ *Percorso a otto, Percorso C, Percorso C2, Multipli, Masse: omaggio a Edgar Varèse*. Per un'analisi degli scenari multifonici realizzati da Manzoni in *Percorso GG* per clarinetto in si bemolle e nastro magnetico, rinvio a Orcalli (2002).

²⁶ Vanno ricordati gli studi sui multifonici iniziati a partire dal 1974 da Michèle Castellengo e sviluppati poi all'IRCAM di Parigi. Il modello esplicativo di riferimento è sostanzialmente legato allo spettro armonico. Questa impostazione è in grado di modellare suoni multifonici omogenei, ed è funzionale sul piano musicale alla concezione propria dello spettralismo che assume il suono armonico come punto di riferimento da cui procedere verso tessiture altamente inarmoniche (cfr. Castellengo [1981]). Per contro l'analisi di Fourier non riesce a distinguere (di un sistema dinamico) un caos riconducibile a un numero limitato di gradi di libertà (caos deterministico) da un rumore bianco.

5.6. *Monadi acustiche*

La scrittura degli spettralisti si basa sull'idea del continuo. Per superare la frattura tra percezione discreta della distanza tra suoni e continuità del processo sonoro, Grisey si avvale spesso della legge logaritmica di Fechner che, a sua volta, si fonda sulla legge di Weber, conosciuta anche come legge di soglia differenziale relativa costante. Ora, la legge di Weber applicata alla musica esprime le condizioni percettive per cui possiamo rappresentare i parametri sonori con sistemi di notazione discreti. Ma, come si è detto, grazie alla rappresentazione sonografica si è potuta osservare la complessità morfologica del suono nell'ordine temporale dei millisecondi. Per rinnovare l'atto di astrazione simbolica in rapporto alle nuove condizioni tecnologiche di conoscenza del suono, la corrente spettrale ha elaborato una scrittura del continuo introducendo, nel campo della sensazione fisica ordinaria, l'astrazione matematica del modello fechneriano. La forma simbolica della scrittura spettrale è innanzitutto un atto di «interpretazione» del suono osservato al microscopio acustico. Una soluzione condizionata dall'idea di causalità: separando le nostre sensazioni da ciò che chiamiamo la loro causa, noi ammettiamo, affermava Poincaré (1930) che la cosa in questione si confonda con il modello che portiamo in noi e che le nostre sensazioni si differenzino a causa della loro grossolanità. L'idea del continuo matematico dipende dall'esigenza concettuale della causalità discreta, mentre il modello interiore serve all'edificazione del continuo convenzionale dei numeri reali. Ad ogni variazione di una variabile, per quanto piccola, deve corrispondere una variazione della funzione continua. Il continuo matematico non è che il frutto di un atto della volontà che esige un sistema particolare di simboli utili a definire uguaglianze e ineguaglianze tra grandezze.

Sedotti dalla possibilità di costituire un sistema di relazioni funzionali di ordine superiore, gli spettrali non si sono limitati a riproporre in termini orchestrali il rapporto eccitazione impulsiva e trasformazione per filtraggio²⁷, ma sono andati oltre nella costruzione di un sistema simbolico in grado di governare scale temporali diverse. Il primo passo è stato la sintesi orchestrale per trasferimento dei processi della scrittura elettroacustica. La ricerca spettrale di Grisey si ricollega ai fondamenti esperienziali della percezione differenziale del suono: la moltiplicazione per un infinitesimo è un ingrandimento. Questa metafora è inerente al concetto di monade matematica: il suono di questa sintesi strumentale diviene un sistema infinito di teatri d'esistenza, una monade

²⁷ Vedi l'inizio dell'opera *Pratiels* di Gérard Grisey.

carica di virtualità estrinsecabili, infinitamente compresse nel modello sonoro di partenza, autentico generatore della forma e del tempo musicali.

Il secondo passo è stato superare per analogia il sistema archimedeo dei numeri reali: gli spettrali hanno concepito una scrittura retta su classi di funzioni della forma $y = x^a$, $y = e^x$ con cui hanno studiato le velocità relative di crescita o decrescita di processi sonori. Se ad esempio si passa da un ordine di funzione della forma $y = nx$ al numero di funzione $y = x^2$, si ha transizione di un ordine di crescita di grado 1 a un ordine di crescita superiore di grado 2, di qui l'idea di introdurre un sistema di grandezze funzionali non archimedeo.

Siamo in presenza non più di una scrittura di note ma di una scrittura di processi, e l'oggetto di base è la velocità o il rallentamento del processo nel tempo o nello spazio delle parziali di un suono. In un celebre saggio Grisey (2008: 68 e 73) presenta una serie di modelli di processi temporali che possiamo confrontare con le trasformazioni funzionali nello spazio frequenziale elaborate da Tristan Murail. In entrambi i casi le funzioni sono rappresentative di processi e permettono ai compositori di valutare il grado di prevedibilità, o meglio di preudibilità, delle trasformazioni sonore. I processi di accelerazione o decelerazione nel tempo o di distorsione dello spettro possono essere espressi graficamente rappresentando funzioni non lineari:

$f = (r)^b f_0 + c$; dove l'esponente b indica il grado di distorsione (cfr. Murail [2004]: 35 e 40).

6. *Lo spessore dell'istante: la predizione temporale*

Nella sua raffinata analisi sul tempo in Aristotele e in Sant'Agostino Paul Ricoeur nota che

La conclusion de la confrontation entre Augustin et Aristote est claire: il n'est pas possible d'attaquer le problème du temps par une seule extrémité l'âme ou le mouvement. La seule distension de l'âme ne peut pas produire l'extension du temps; le seul dynamisme du mouvement ne peut engendrer la dialectique du triple présent²⁸.

La musica è spinta dai nuovi mezzi a ricercare il controllo di processi che avvengono nella scala di tempi infinitesimali. Il rapporto dell'atto esecutivo con il processo di

²⁸ «L'extension du temps physique ne se laisse pas dériver de la distension de l'âme. [...] Pour être pensable, l'instant aristotélicien ne requiert qu'une coupure opérée par l'esprit dans la continuité du mouvement en tant que celui-ci est nombrable. Or cette coupure peut être quelconque: n'importe quel instant est également digne d'être le présent» (Ricoeur [1985]: 35-36).

elaborazione del suono si è fatto sempre più istantaneo. Questa situazione ha dato origine alla ben nota contrapposizione fra sostenitori del tempo reale e quei musicisti che concepiscono l'atto compositivo separato dal momento esecutivo/interpretativo. La polarità tempo reale vs tempo differito ha riguardato la musica mista prodotta negli anni '70 ponendone in discussione i fondamenti. Dal punto di vista teorico la problematica attiene ancora al tempo e all'opposizione continuo-discreto. Dal "suono organizzato" di Varèse si è giunti al concetto di "organizzazione del presente". Per Philippe Manoury « Temps réel » vuole dire:

En musique, on parle de temps réel à partir du moment où le laps entre le début du calcul et la livraison du résultat d'une opération informatique est suffisamment bref pour ne pas être perçu. Dans ces conditions, ce qui est successif est entendu comme simultané. (Manoury [2012] : 41-42)

I dati musicali hanno alcune caratteristiche comuni che possono tuttavia variare molto da uno strumento a un altro o con il mutare delle condizioni di registrazione. Nella trasduzione della sorgente e nella codifica analogica del canale il sistema di elaborazione audio introduce elementi di aleatorietà: i segnali osservati all'uscita di un microfono, il rumore presente nei sistemi di registrazione, la variabilità introdotta dalle tolleranze dei parametri di sistema sono fenomeni che non possono essere rappresentati da un modello deterministico; viene quindi preso in carico il loro grado d'imprevedibilità associandoli a una famiglia di segnali descritti da proprietà statistiche. Nel momento performativo, in tempo reale, la rappresentazione del flusso sonoro è resa ancora più ardua da elementi di aleatorietà che si aggiungono alla mancanza di *a priori*, individuabili invece, pur in un certa misura, nelle strutture linguistiche. Gli attuali sistemi automatici di riconoscimento e riscrittura di strutture musicalmente pertinenti si scontrano con la difficoltà di segmentare i molteplici livelli temporali del flusso sonoro: forme elementari come ripetizione, contrasto, variazione o monotonia si collocano nell'ordine temporale dei secondi, in esse però si annidano a più livelli fenomeni transitori di rilevanza musicale.

7. Conclusioni

Nel secondo dopoguerra i compositori della generazione degli Venti, richiamandosi ad Anton Webern, hanno creduto di poter superare la crisi della cultura scientifico-morale europea abdicando all'espressione a favore della rappresentazione pluriparametrica del proprio pensiero musicale. Ma la guerra aveva dato un impulso formidabile alla nascita di nuove tecnologie sulle quali si sarebbe fondata la società dell'informazione. Nuovi

mezzi elettroacustici di generazione e controllo del suono, ponendo la sperimentazione al centro della ricerca musicale, avevano aperto la possibilità di scandagliare la natura microscopica del messaggio musicale e di portare alla luce aspetti fino ad allora inconsapevoli della percezione uditiva. La sperimentazione cinematografica, si è visto, aveva già messo in campo tecniche di trasformazione del segnale audio (retrogradazione, rallentamento, ecc.) che sarebbero poi state alla base della ricerche condotte da Pierre Schaeffer negli anni Cinquanta: con l'uso improprio del sistema di riproduzione, l'analisi dettagliata dei transienti sonori inudibili nel tempo ordinario hanno svelato una zona ancora oscura della percezione sonora, mentre l'ascolto a ritroso dei suoni registrati ha fatto luce sul carattere tempo-variante anche dei suoni orchestrali più stabili e tenuti. Sono venute così in primo piano relazioni interparametriche mai colte prima dalla percezione; tracce considerate fino ad allora differenze residuali – incapaci di produrre vere differenze strutturali – hanno focalizzato l'attenzione della ricerca e della musica sperimentale che le hanno tradotte in fattori di informazione sul mondo sonoro. Ricondotto, attraverso la registrazione, allo statuto di oggetto, il suono – esposto alla rappresentazione sonografica – ha reso manifesta la sua natura dinamica e processuale, una morfologia complessa che ha trovato la sua rappresentazione in nuove miscele concettuali. La musica, come altre forme di conoscenza, si è da tempo dotata di strumenti adatti ai cambiamenti di scala nell'osservazione dei fenomeni: analisi di Fourier, analisi granulare, metodi di predizione statistica delle serie temporali sono alcuni degli strumenti normalmente adottati. Con la scrittura spettrale possiamo affermare che addirittura l'analisi non standard entra per *analogia* nell'universo musicale.

È falso che ciò che è vero nel finito lo sia automaticamente ancora nell'infinitamente piccolo o infinitamente grande. Questa considerazione non vale solo in biologia o in cristallografia, ma vale anche per i cambiamenti di scala temporale come per una registrazione audio o di un film, perché essi rivelano nuovi fatti. La contrazione e la dilatazione delle scale di tempo e di spazio stanno giocando un ruolo essenziale nell'esplorazione del mondo dell'arte. Bisogna allora riconoscere che l'odierna complessità mediatica non lascia spazio ad approcci puramente testuali ed esige invece per la sua comprensione nuovi strumenti concettuali nella misura in cui le apparecchiature utilizzate dalla creazione musicale rispondono alla logica dei sistemi²⁹: non solo il

²⁹ Cfr. Vidolin (2013): 681.

suono, ma anche il progetto stesso del sistema che lo genera costituiscono parte integrante del progetto dell'opera. Conseguentemente anche la nozione di materiale sonoro non può prescindere dagli strumenti tecnico-scientifici di elaborazione dell'audio e dell'immagine utilizzati per la composizione, poiché ne è parte integrante. È possibile quindi affermare che le scritture musicali non sono soltanto la rappresentazione grafica del pensiero del compositore, ma sono vere interpretazioni al quadrato del suono che si definisce come un complesso di azioni tecnologicamente guidate da una pluralità di mezzi.

Bibliografia

- Adorno, T. W., 1969: *Il fido maestro sostituto. Studi sulla comunicazione della musica*, Einaudi, Torino.
- Arbo, A., 2013: *Entendre comme. Wittgenstein et l'esthétique musicale*, Hermann, Parigi.
- Aristotele: *Fisica*, a cura di A. Russo e O. Longo, Laterza, Roma-Bari, 1983.
- Ashby, W. R., 1956: *An Introduction to Cybernetics*, Chapman & Hall, Londra.
- Bartolozzi, B., 1974: *Nuovi suoni per i "legni"*, Suvini Zerboni, Milano.
- Benjamin, W., 1928: *Einbahnstrasse*, Ernst Rowohlt Verlag, Berlino.
- Black, M., 1967: *Manuale per il Tractatus di Wittgenstein*, Ubaldini editore, Roma.
- Borio, G., 2004: *Segno e suono. Sulle funzioni della scrittura per la rappresentazione del pensiero musicale*. in *La scrittura come rappresentazione del pensiero musicale*, Edizioni ETS, Pisa.
- Bouasse, H., 1926: *Acoustique générale. Ondes aériennes*, Blanchard, Paris, 1987.
- Brelet, G., 1949: *Le temps musicale. Essai d'une esthétique nouvelle de la musique. La forme sonore et la forme rythmique*, PUF, Paris.
- Brague, R., 1981: *Du temps chez Platon et Aristote*, Puf, Paris.
- Busoni, F., 1916: *Entwurf einer neuen ästhetik der Tonkunst*, Insel Verlag, Leipzig. Trad. it. *Abbozzo di una nuova estetica della musica*, in Busoni, F., *Lo sguardo lieto. Tutti gli scritti sulla musica e le arti* (a cura di F. D'Amico), Il Saggiatore, Milano, 1977.
- Castellengo, M., 1981: *Sons Multiphoniques aux instruments à vent*, "Rapport IRCAM", 34, Paris.
- Chaigne, A., Kergomard, J., 2008: *Acoustique des instruments de musique*, Belin, Paris.
- Cont, A., 2010: *A Coupled Duration-Focused Architecture for Real-Time Music to-Score Alignment*, "Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence", IEEE, 32/6, pp. 974-87.

- Cossettini, L., 2013: *Opere chiuse in sistemi aperti. Autopoiesi nella musica elettronica*, LIM, Lucca.
- Damasio, A., 2012: *Il sé viene alla mente. La costruzione del cervello cosciente*, Adelphi, Milano.
- Degani, E., 2001: *Aion*, "Eikasmos - Quaderni bolognesi di filologia classica", Pàtron, Bologna.
- Derrida, J., 2007: *La farmacia di Platone*, Jaca Book, Milano.
- Dufourt, H., 2001: *Les principes de la musique*, in I. Deliège, M. Paddison (a cura di), *Musique contemporaine. Perspectives théoriques et philosophiques*, Mardaga, Sprimont, pp. 13-83.
- Dufourt, H., 2007: *Mathesis et subjectivité. Des conditions historiques de possibilité de la musique occidentale. Essai sur les principes de la musique 1*, Musica ficta, Paris.
- Duse, U., 1967: *L'estetica di Ferruccio Busoni*, in *Musica e cultura. Quattro diagnosi*, Marsilio, Venezia.
- Edelman, G. M., 1989: *The Remembered Present, A Biological Theory of Consciousness*, Basic Books, New York. Trad. it. *Sulla materia della mente*, Adelphi, Milano, 1993.
- Grisey, G., 2008: *Écrits, ou l'invention de la musique spectrale*, Éditions MF, Parigi.
- Hertz, H. R., 1894: *Der prinzipien der Mechanik (in neuen Zusammenhänge dargestellt)*, in *Gesammelte Werke*, III Band, Barth, Leipzig.
- Honegger, A., Hoérée, A., 2010: *Particularités sonores du film RAPT*, in F. Gimello-Mesplomb (a cura di), *Analyser la musique de film*, Book on demande GmbH, Paris, pp. 91-97.
- Israel, G., 1996: *La visione matematica della realtà*, Laterza, Bari.
- Kantz, H., Schreiber, T., 1997: *Nonlinear Time Series Analysis*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Kremer-Marietti, A., 2010: *Nietzsche et Bergson. La vie énergétique et l'énergie spirituelle*, in *Énergie, science et philosophie au tournant des XIX et XX siècle. Vol 2 : Les formes de l'énergétisme et leur influence sur la pensée*, a cura di D. Ghesquier-Pourcin, M. Guedj, G. Gohau, M. Paty, L'Harmann, Parigi, pp. 229-231.
- Krenek, E., 1939: *Music here and now*, Norton & Company, New York.
- Langlois, P., 2012: *Les cloches d'Atlantis. Musique électroacoustiques et cinéma. Archéologie et histoire d'un art sonore*, Edition MF, Paris.
- Lautman, A., 2006: *Les mathématiques les idées et le réel physique*, Vrin, Paris, 2006.
- Le Moigne, J.-L., 2003: *Le constructivisme*, 3 vol., L'Harmattan, Paris.

- Majer, U., 1998: *Heinrich Hertz's picture-conception of Theories: Its Elaboration by Hilbert, Weyl, and Ramsy*, in D. Baird, R.I.G. Hughes, A. Nordmann (ed.), *Heinrich Hertz: Classical Physicist, Modern Philosopher*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Manoury, P., 2012: *La musique du temps réel. Entretiens avec Omer Corlaix et Jean-Guillaume Lebrun*, MF, Paris.
- Moog, R. A., 1977: *Electronic Music*, "Journal of Audio Engineering Society", XXV/10-11, pp. 855-860.
- Moylan, W., 2004: *L'arte della registrazione. Comprendere e creare la qualità sonora*, Hoepli, Milano.
- Murail, T., 2004: *Modèles et Artifices*, a cura di P. Michel, Presses universitaires de Strasbourg, Strasbourg.
- Olson, H. F., 1943: *Dynamical Analogies*, Van Nostrand, New York, 1943.
- Orcalli, A., 2002: *La modernità di Giacomo Manzoni*, in di C. Gennaro, L. Pestalozza (a cura di), *Per Giacomo Manzoni*, Lim, Lucca, pp. 210-238.
- Orcalli, A., 2010: *L'archetipo del fanciullo nell'estetica musicale di Ferruccio Busoni: note per una lettura del Doktor Faust*, "Musica/Realtà", 92, pp. 5-37.
- Philippot, M., 2001: *Écrits*, vol. 2, Delatour, Sampzon, 2010.
- Poincaré, H., 1930: *Des Fondements de la Géométrie* Etienne Chiron, Paris.
- Pousseur, H., 1960: *Caso e Musica*, "Incontri musicali", 4, pp. 9-39.
- Pousseur, H., 1970: *Fragments théoriques I sur la Musique expérimentale*, Editions de l'Institut de Sociologie Université Libre de Bruxelles, Bruxelles.
- Ricoeur, P., 1985: *Temps et récit* (III), Seuil, Paris.
- Rigaudière, M., 2009: *La théorie musicale germanique du XIXe siècle et l'idée de cohérence*, Publications de la Société française de musicologie, Paris.
- Roads, C., 2001: *Microsound*, MIT Press, Cambridge.
- Schönberg, A., 2006: *The musical Idea and the Logic, Technique, and Art of Its Presentation*, a cura di P. Carpenter, S. Neff, Indiana University Press, Bloomington.
- Segal, J., 2003: *Le Zéro et le Un. Histoire de la notion scientifique d'information au 20^e siècle*, Syllepse, Paris.
- Soulez, A., 2012: *Au fil du motif: Autour de Wittgenstein et la musique*, Delatour France, Sampzon.
- Stiegler, B., 1986: *Programmes de l'improbable, courts-circuits de l'inouï*, "InHarmoniques", 1, IRCAM Editions Centre Pompidou, Christian Bourgois, Paris, pp. 126-159.
- Stoianova, I., 1978: *Geste-texte-musique*, Union générale d'editions, Paris.

- Stoianova, I., 1990: *La Théorie métroectonique de Georgii Eduardovitch Conyus*, "L'Analyse musicale", 20, pp. 33-36.
- Stroppa, M., 1983: *L'esplorazione e la manipolazione del timbro*, "LIMB", 5, pp. 35-68.
- Szendy, P., 2007: *Arrangements-dérangements*, L'Harmattan-Ircam, Paris.
- van der Pol, B., 1930: *Frequency modulation*, "Proceedings of the Institute of Radio Engineers", 18/7, pp. 1195-1204.
- Vidolin, A., 2013: *Les studios d'électro-acoustique, outils collectifs et traditions nationales*, in N. Donin, L. Feneyrou (a cura di), *Théories de la composition musicale au XX^e siècle*, vol. 1, Symétrie, Lyon, pp. 671-688.
- Wiener, N., 1949: *Extrapolation, interpolation, and smoothing of stationary time series*, MIT Press, Cambridge.
- Wittgenstein, L., 1918: *Tractatus logico-philosophicus*, trad. it. A.G. Conte, Einaudi, Torino, 2009.
- Xenakis, I., 1960: *Elements of Stochastic Music*, "Gravesaner Blätter", 18, pp. 61-83.
- Zellini, P., 2010: *Numero e Logos*, Adelphi, Milano.