

## MUSICA E RIVOLUZIONE SCIENTIFICA

SERGIO GIUDICI

*Dipartimento di Fisica “Enrico Fermi”, Università di Pisa*

### Introduzione

Gli storici della scienza hanno coniato l'espressione “rivoluzione scientifica” per indicare quella frattura tra gli antichi e i moderni risalente al '600 con il consenso accordato al metodo sperimentale codificato da Galileo Galilei. La metodologia galileiana può essere sintetizzata come “l'arte di porre le domande alla natura e di ascoltarne le risposte”, un interrogatorio, condotto nel linguaggio della matematica, nel corso del quale la natura, sottoposta ad una serie di esperimenti opportunamente congegnati, è costretta a svelarsi.

Lungi dall'essere una categoria storica ben definita, la nozione di “rivoluzione scientifica” è stata variamente interpretata: c'è chi ne ha sottolineato l'aspetto innovativo radicale e rivoluzionario, chi invece ne ha smussato i contorni suggerendo una visione più continuista secondo cui la “rivoluzione scientifica” sarebbe il punto culminante di un lento processo di riappropriazione della scienza antica (ellenistica) combinata con il sapere tecnico medievale. In questo contesto, la “rivoluzione scientifica” può essere letta come un prodotto tardivo dell'umanesimo e del rinascimento, maturato attraverso la (ri)lettura dei testi antichi, la critica ad Aristotele e la (ri)elaborazione del platonismo matematico emendato dalla sua componente pitagorica.

La presa di distanza dalla numerologia pitagorica avviene tra '500 e '600 in molti ambiti uno dei quali, poco discusso e sicuramente assai poco divulgato, è quello della teoria musicale con la confutazione della teoria pitagorica della consonanza ad opera di Vincenzo Galilei, padre di Galileo. Vincenzo conduce una critica serrata alla tradizione sulla base di esperimenti di acustica opportunamente concepiti che anticipano in modo significativo le attività di laboratorio di Galileo. Gli esperimenti condotti da Vincenzo Galilei sono stati una tappa fondamentale nella educazione di Galileo e hanno “*il merito di aver fornito al figlio un imprinting epistemologico, dimostrando che arte e scienza – due dimensioni della cultura umana ritenute troppo spesso agli antipodi e sostanzialmente comunicanti – possono non solo essere collegate tra loro da fili piuttosto robusti, ma anche che questo processo a volte carsico di trasmissione culturale è per sua natura bidirezionale: il passaggio può avvenire dall'una all'altra, dalla scienza all'arte, ma anche dall'arte alla scienza, secondo percorsi imprevedibili.*”<sup>1</sup> Uno di questi percorsi è quello che dai primi

1 Pietro Greco, “Vincenzio e l'imprinting epistemologico di Galileo Galilei”, JCOM ,4,1, (2005).

risultati di acustica di Vincenzo Galilei giunge alla “*Armonia ridotta ai suoi principi naturali*” di Jean Philippe Rameau. A questo percorso abbiamo dedicato un evento realizzato nell’ambito delle iniziative di Pianeta Galileo del 2012-2013.

### **Da Galilei a Rameau**

Vincenzo Galilei nasce a Santa Maria del Monte, in area Pisana, nel 1520. Grazie alla sua fama come compositore e liutista è accolto nella camerata dei Bardi, un gruppo di eruditi fiorentini, studiosi dei testi classici, che si proponeva – tra l’altro – di riportare in vita il teatro greco ripristinando sulla scena l’antica unione tra parole e musica. Intorno al 1561, grazie al mecenatismo dei suoi protettori, Vincenzo è a Venezia dove studia teoria musicale sotto la guida di Gioseffo Zarlino, uno dei maggiori compositori e teorici musicali dell’epoca. Rientrato in toscana, nel 1562 si sposa con Giulia Venturi degli Ammannati e nel 1563 la famiglia si stabilisce a Pisa dove nell’anno successivo nasce il primogenito Galileo. Nel decennio compreso tra 1570 e 1580 Vincenzo si occupa di teoria musicale e nel 1581 dà alle stampe il *Dialogo della musica antica et della moderna* che innesca la polemica con il suo maestro veneziano Zarlino. La disputa verteva sulle molte questioni teoriche sollevate dalla “rivoluzione stilistica” in campo musicale che nel tardo ‘500 aveva da un lato prodotto l’elaborata polifonia manierista, dall’altro spingeva verso la sperimentazione della monodia accompagnata da cui sarebbe nato un genere totalmente nuovo: l’opera lirica. Il canto accompagnato non era certo una novità: la musica medievale e rinascimentale aveva previsto in molte situazioni la presenza di voci e strumenti, tuttavia sono molto pochi gli esempi di notazione musicale precisa a riguardo e l’accompagnamento era di solito affidato alla improvvisazione. Solo nel tardo ‘500, la monodia accompagnata diventa composizione rigorosa con una notazione esplicita del canto e del basso. Il maggior rigore richiesto agli esecutori pone, ad esempio, il problema della scelta della accordatura degli strumenti ad intonazione fissa destinati ad accompagnare la voce, la quale, al contrario, non è vincolata a nessun temperamento particolare. La rinuncia alla scala pitagorica era per molti versi desiderabile e veniva incontro alla maggior libertà con cui i compositori trattavano le dissonanze. Si doveva dunque mantenere la scala musicale pitagorica, tanto cara ai teorici conservatori e a Zarlino, oppure impiegare altre scale con diversa intonazione? Vincenzo disse la sua sulla questione e lo fece realizzando degli esperimenti fattuali in cui si misurava il suono<sup>2</sup> con il monocordo, uno strumento musicale ma anche strumento scientifico con il quale è possibile associare all’altezza di ogni nota la lunghezza della corrispondente corda vibrante. Vincenzo non si pone in astratto il problema dell’intonazione di un certo intervallo musicale semmai fa l’operazione inversa: chiede ad un cantante di intonarlo e cerca di misurare il rapporto tra i suoni che il cantante intona. Giudicando l’effetto musicale e avvalendosi delle misurazioni, Vincenzo cerca di definire un temperamento a cui gli strumenti devono attenersi, con buona pace della tradizione pitagorica che, al contrario, pretendeva di fissare a priori l’intonazione secondo rigide ricette nume-

2 Paolo Gozza (a cura di), “La musica nella rivoluzione Scientifica. Il Mulino, Bologna, 1989.

rologiche. I risultati di questi esperimenti sono presentati da Vincenzo nel *Discorso particolare intorno alle forme del Diapason* e nel *Discorso particolare intorno all'Unisono* ed eserciteranno una profonda influenza su Galileo, il quale ancora nel 1638 ritornerà sugli studi di acustica del padre:

Tre sono le maniere con le quali noi possiamo inacutire il tuono di una corda: l'uno è lo scorciarla; l'altra, il tenderla più, o vogliam dir tirarla; il terzo è assottigliarla. Ritenendo la medesima tiratezza e grossezza della corda, se vorremo sentir l'ottava, bisogna scorciarla la metà [...] ma se ritenendo la medesima lunghezza e grossezza vorremo farla montare all'ottava non basta tirarla il doppio ma ci bisogna il quadruplo.<sup>3</sup>

In notazione matematica moderna, il risultato galileiano si riassume in una legge empirica, nota come legge di Pitagora-Galilei, che mette in relazione la frequenza  $v$  di un suono con la lunghezza  $L$ , la tensione  $T$  e la massa per unità di lunghezza  $\rho$  di una corda vibrante secondo l'espressione:

$$v = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{\rho}}$$

Questa legge non solo è un risultato scientificamente interessante di per sé ma mette in luce una contraddizione nella teoria Zarlिनiana della consonanza. Infatti, secondo lo schema pitagorico, la natura consonante del bicordo do-sol (quinta giusta) era riconducibile alla semplicità del rapporto  $3/2$  che sussiste tra le lunghezze delle corde corrispondenti ai due suoni. I rapporti semplici e dunque consonanti, erano quelli in cui compaiono i numeri 1,2,3,4 che formano la *tetraktys pitagorica*. Al contrario, l'effetto dissonante del bicordo do-re, individuato dal rapporto  $9/8$ , era spiegato in termini di estraneità alla *tetraktys*. Tuttavia, se si considera non il rapporto tra le lunghezze ma quello tra le tensioni, il caso della quinta giusta risulta associato al rapporto  $(3/2)^2 = 9/4$  che cade fuori dalla *tetraktys*. Questa contraddizione mostrava quanto fossero fallaci i pregiudizi teorici zarliniani che pretendevano di confinare l'estetica musicale entro il rigido ed arbitrario misticismo numerico del pitagorismo.

La lezione di acustica sperimentale di Vincenzo si trasmette al figlio Galileo e attraverso Mersenne, Cartesio ed Eulero giunge a Joseph Sauveur (1653-1716) che nel 1700 scopre il fenomeno delle onde stazionarie e dei suoni armonici. Il fatto che il suono emesso da una corda vibrante non sia mai un suono singolo ma piuttosto una molteplicità di suoni armonici simultanei, tra i quali è contenuto l'accordo perfetto maggiore, costituisce il fatto empirico da cui prende le mosse la riflessione del musicista e teorico Jean Philippe Rameau, il quale cerca nella successione dei suoni armonici il fondamento naturale delle regole d'armonia<sup>4</sup>. Inizialmente concepita come strumento

3 Galileo Galilei, "Discorsi intorno a due nuove scienze", pag. 673, Galileo Galilei, opere, Utet, 2005.

4 Thomas Christensen, "Rameau and Musical Thought in the Enlightenment", Cambridge University Press, 1993.

didattico per insegnare ai giovani musicisti la realizzazione dell'accompagnamento, la teoria del basso fondamentale di Rameau diventa – almeno nel sogno del suo autore - il quadro teorico in grado di promuovere la composizione musicale da pratica artigianale a pratica scientifica. La proposta teorica di Rameau fu in un primo tempo favorevolmente accolta dagli Enciclopedisti che ne diedero ampia diffusione. La musica del XVIII secolo non è stata dunque pensata soltanto come una dilettevole successione di suoni ma nella grammatica musicale l'orecchio colto del XVIII secolo sente, o crede di sentire, la presenza di un ordine naturale scientificamente spiegato.

### **L'evento “Musica e Rivoluzione Scientifica”**

L'itinerario culturale che da Vincenzo Galilei porta con Rameau all'illuminismo, è stato oggetto di un incontro destinato alle scuole superiori, ma non solo, organizzato nell'ambito delle iniziative di Pianeta Galileo a Pisa, il 5 Novembre del 2012 presso l'associazione La Limonaia Scienza Viva. L'incontro era articolato in due momenti distinti: il primo di carattere seminariale, si è aperto con una relazione del prof. Marco Sozzi, docente di Fisica Musicale, intitolata “*Dalla pratica musicale al metodo sperimentale*”, seguito da una seconda relazione “*Il sogno di Rameau, esistono i principi naturali dell'armonia ?*” tenuta da me stesso; nella seconda parte l'ensemble il Rossignolo, specializzato nel repertorio Barocco, ha eseguito musiche di Bach, Telemann e Rameau.

L'obiettivo dei seminari non era tanto quello di esporre scolasticamente la materia quanto quello di mostrare, con taglio divulgativo, l'intreccio tra storia della Musica e storia della Scienza sperando di suscitare l'interesse del pubblico attraverso molteplici stimoli e suggestioni. Allo scopo abbiamo anche esibito al pubblico un particolare monocordo, realizzato dalla Ludoteca Scientifica Pisana (LUS) con il quale è possibile mostrare il fenomeno della risonanza e delle onde stazionarie.

Gli argomenti trattati sono per loro natura squisitamente interdisciplinari, coinvolgendo fisica, matematica, musica e filosofia e, nonostante il loro potenziale di efficacia didattica, sono raramente affrontati sia nelle scuole superiori dalle quali l'insegnamento musicale è escluso, sia negli istituti musicali che, forse a ragione, si concentrano soprattutto sugli aspetti tecnici esecutivi della musica a scapito di quelli storico-culturali.

La presenza dei musicisti dal vivo ha permesso di esemplificare - e questo è un punto importante - come il discorso teorico prenda effettivamente corpo nella esecuzione musicale dove il fenomeno acustico diventa risorsa espressiva e la scelta del temperamento e dell'accordatura influisce - e non poco - sulla resa estetica.

La risposta del pubblico e la sua partecipazione sono state al di là delle aspettative: la sala della Limonaia in grado di ospitare oltre un centinaio di persone, era piena. A questo successo, bisogna aggiungere, che hanno contribuito i quotidiani Il Tirreno, la Nazione e il quotidiano online PisaInforma.it che insieme a Rete Toscana Classica hanno dato notizia dell'evento.

Uno dei successi dell'iniziativa è stato anche quello di favorire l'incontro tra docenti universitari e insegnanti delle scuole superiori da cui è emersa una convergenza

di interessi riguardo al rapporto tra musica e scienza. Dopo questo incontro sono scaturite altre iniziative simili: nel 2013 l'associazione La Limonaia in collaborazione con il dipartimento di Fisica dell'università di Pisa ha offerto un ciclo di quattro seminari dedicati a Musica e Scienza, mentre il Liceo Vallisneri di Lucca ha richiesto ad alcuni docenti del dipartimento di Fisica un ciclo di lezioni dedicate ad argomenti simili come corso di aggiornamento per i propri insegnanti.

L'esperienza ha rafforzato in me la convinzione che se c'è stata una via musicale alla "rivoluzione scientifica"<sup>5</sup> allora può esserci anche una via musicale all'educazione scientifica. La musica nella scuola meriterebbe molto di più del semplice ruolo di comparsa: la musica piace agli studenti e piace che si parli di musica. Parlare di musica nella scuola, oltre che allenare all'ascolto consapevole, può essere una efficace scorciatoia didattica per parlare anche di altro: soprattutto di Scienza.

---

5 Paolo Gozza (a cura di), "Number to sound, the musical way to the scientific revolution", The western Ontario Series in Philosophy of Science, Vol. 64, 2000.