

MARCO TIELLA

## MUSICA E COSMOLOGIA NEI SISTEMI NON TEMPERATI

Nelle arti de quadrivio, musica e geometria erano studiate con analoghi procedimenti <sup>(1)</sup>. È impossibile stabilire se lo studio dei rapporti tra le lunghezze delle corde vibranti originò nuove conoscenze nella geometria, come si è supposto <sup>(2)</sup>, o se la coincidenza tra la metodologia dell'indagine e la valutazione dei risultati fu messa in luce quale elemento certo di una gamma di supposizioni. I rapporti che collegano gli elementi rappresentabili geometricamente costituiscono la sostanza delle cose, che esistono in quanto definibili attraverso il numero (essendo i numeri parametri di rapporti <sup>(3)</sup>). L'ambizione a rappresentare l'universo sulla base di semplici leggi di proporzionalità comprende e nello stesso tempo spiega la visione del creato come musica <sup>(4)</sup>, dato che non ha senso – in questa cosmologia – una differenziazione dei numeri in classi diverse (rapporti tra le distanze dei pianeti, nel macrocosmo <sup>(5)</sup> – rapporti tra gli elementi delle strutture degli esseri viventi, nel microcosmo <sup>(6)</sup> – attività intellettuali esplicate attraverso le arti liberali che danno unitarietà alla visione del creato <sup>(7)</sup>). Su tali basi si cercava, nel rinascimento ed anche nel barocco, di accomunare i fenomeni fisici in un comportamento definibile con una unica legge generale: la proporzionalità dei parametri secondo numeri interi, preferibilmente piccoli e appartenenti alla serie da 1 a 6 <sup>(8)</sup>. La storia della scienza dalla scuola pitagorica a tutto il sec. XVIII vede affiancati i due distinti procedimenti conoscitivi, solo in parte e per brevi momenti unificabili nella legge della proporzionalità suddetta: il metodo dedotto dall'indagine sperimentale e quello indotto dalla affermazione, presupposta, della conseguenza di ogni fenomeno dalla cosmologia del numero <sup>(9)</sup>.

## NUMERUS E NUMERI SONORI

Anche quando questa visione cosmologica entrerà in crisi <sup>(10)</sup>, perché verrà accettata una razionalità diversa alla luce delle regole del gioco (e cioè del *metodo* <sup>(11)</sup>), permane una sostanziale sudditanza dello scienziato nei riguardi dell'occulta essenza del numero anche se esso – dopo il sec. XV – non è più sostanza, ma solo attributo della cosa, o semplicemente strumento di analisi, cioè metafora tecnica per la manipolazione analitica di conoscenze sulla realtà <sup>(12)</sup>. Tuttavia permangono anche per gli analisti della matematica rinascimentale e di epoca più moderna, sia la dedizione alle metafore estetizzanti collegate con le manipolazioni dei numeri a scopo magico <sup>(13)</sup>, sia la soggezione alle metafore cosmologiche collegate all'insoddisfatta ambizione di spiegare il creato attraverso leggi molto semplici <sup>(14)</sup>. Nella musica delle sfere riletta come cosmologia astronomica, la serie dei numeri da 1 a 6, ordinati anche nelle varie categorie di frazioni interpreta l'ordine della collocazione dei pianeti; nella musica, concepita come attività razioinante, interpreta la successione dei rapporti tra le note in un sistema consonante ideale <sup>(15)</sup>. In ambedue i casi, la tensione ideale dello scienziato tende a proporre modelli il cui tipo di astrazione è allo stesso tempo combattuto in altri campi di indagine scientifica <sup>(16)</sup>, ma alla cui incongruità funzionale nella musica lo scienziato sembra non volersi arrendere <sup>(17)</sup>.

Chi non si oppone alla impossibilità di far coesistere gli elementi cosmologici nella struttura musicale non raggiunge il livello del musico, ma è al gradino del pratico <sup>(18)</sup>: nella musica non deve esistere una costruzione approssimata e la consonanza dell'opera del creatore deve rispecchiarsi nell'esattezza dei risultati anche aritmetici <sup>(19)</sup>.

## MUSICI E PRATTICI

L'esattezza dei risultati, anche in termini numerici, discrimina il tipo di indagine «empirica» o «scientifica» <sup>(20)</sup>. Questa è la struttura logica che domina l'indagine musicale per un arco di tempo che comprende ricerche filosofiche e scientifiche di diverso indirizzo e la stessa rivoluzione del *metodo*. Si vorrà conciliare la *perfettione* delle successioni di rapporti numerici con la perfezione della natura dei fenomeni acustici in uno schema logico-operativo che sottostà alla metafora del numero nelle sue

combinazioni più fasciose, come la proporzionalità aritmetica e quella armonica (tra loro «simmetriche») <sup>(21)</sup>.

Neppure la constatazione che i rapporti secondo le proporzionalità non giustificano in assoluto la sensazione di consonanza vale a togliere il fascino di tali combinazioni <sup>(22)</sup>. La validità di queste leggi dei numeri vien fatta sottostare ad un supremo *buon fine* della natura dell'armonia anche se tale armonia è autodeterminata in forma tautologica dai rapporti stessi che ne sarebbero la conseguenza <sup>(23)</sup>, salvo appunto i casi in cui certune combinazioni di numeri, pur rispettando le regole costruttive della proporzionalità armonica, distruggono «in essenza la consonante natura» dato che producono «termini assurdi» <sup>(24)</sup>.

#### DALLA PERFETTIONE DELL'ACCORDATURA GIUSTA ALLA DIVISIONE MOLTEPLICE

Perché tale distanza tra l'analisi in cui si elencano liste di proporzioni le più generali <sup>(25)</sup> e la limitazione de «l'immutabile consonante natura dell'armonica serie come determinata al sestuplo confine» <sup>(26)</sup>? Cioè al numero *senario* secondo la definizione anche di G. ZARLINO, togliendo definitivamente al *numerus* la primitiva capacità di dare essenza al reale? Il numero *senario* è, a questo punto, nulla più di una immagine virtuale della struttura musicale <sup>(27)</sup>, struttura che nella realtà della musica dovrà concretarsi attraverso un compromesso empirico con la scelta di un temperamento <sup>(28)</sup>. Nella sua astratta incontaminazione, l'«immutabile consonante natura» viene riconosciuta prevalentemente nei risultati degli schemi di accordatura giusta estesi a più di sette note diatoniche, a causa della accertata instabilità del sistema, poi detto *zarliniano* <sup>(27)</sup>.

La necessità di costruire un sussidio di stabilità, raddoppiando talune note di uso fondamentale, in ogni composizione musicale, avvia un procedimento concreto verso la *perfettione* <sup>(30)</sup> che verrà reso attuabile da N. VICENTINO nel progetto dell'Archicembalo <sup>(31)</sup>. In termini ideali, questo procedere verso la *perfettione* aprirà la via al più stupefacente calco culturale della storia della musica: la sovrapposizione delle strutture musicali mitiche su quelle degli strumenti rinascimentali, in modo compatibile con la loro meccanica <sup>(32)</sup>. È ancora una metafora, tra le più affascinanti, in base alla quale si vogliono imprimere i «marauigliosi effetti» della musica dei generi cromatico-enarmonici <sup>(33)</sup> sopra la musica rinascimentale onde

nobilitarne l'espressività a corollario della perfezione dell'*armonico sistema* raggiungibile con la divisione molteplice <sup>(34)</sup>.

I presupposti di ciò si basano sulla disponibilità, nella meccanica della esecuzione, di tutti i microintervalli <sup>(35)</sup> necessari a rendere stabile, momento per momento, il sistema di partizione dell'ottava secondo l'accordatura *giusta* <sup>(36)</sup>. Un mito dentro il mito, che la stessa instabilità (a seconda degli autori) dei valori degli intervalli dei generi greco-romani contribuì a decalcare sulla via verso la *perfezione* delimitata dagli umanisti <sup>(37)</sup>. Un mito sostitutivo dell'ultima certezza lasciata al musicista di tradizione medioevale dall'autorità di BOEZIO <sup>(38)</sup>, sicura barriera contro la lability delle accordature, minata dalla diffusione di altri scritti di interesse anche archeologico che contribuirono a rendere più vasta la conoscenza dei diversi autori greci <sup>(39)</sup>.

Donde o il prevalere dell'affezione alla facciata cabalistica <sup>(40)</sup> dei sistemi dei «numeri sonori» che confina l'irraggiungibilità della *perfezione* nel mistero (o nell'«intrico» zarliniano <sup>(41)</sup>), oppure l'irriducibile temerarietà del pratico, che impone l'empirismo della tecnologia attraverso la genialità dell'invenzione meccanica <sup>(42)</sup>. La stessa relatività di questo render stabile l'accordatura «momento per momento», ma non in un ambito temporale vasto come una composizione musicale <sup>(43)</sup>, caratterizza l'ambizione ad arrestare «l'attimo fuggente», situazione che per musicisti e scienziati dal medioevo al sec. XVIII avrebbe contraddistinto la perfezione della vita ultraterrena rispetto a quella reale <sup>(44)</sup>, nella quale l'uomo non ha la possibilità di dare alla *perfezione* una vita più lunga dell'attimo <sup>(45)</sup>. In ciò forse si trova una corrispondenza al concetto di «limite» come si va definendo nella matematica e nella fisica <sup>(46)</sup>.

### L'EMPIRISMO DI NICOLA VICENTINO

Ma la lotta per il superamento degli stessi limiti della natura umana nel concretare «l'immutabile consonante natura dell'armonia» non può essere vinta se non ricorrendo a quell'artificio tecnologico che è l'essenza dell'invenzione di N. VICENTINO <sup>(47)</sup>. Le due tastiere dell'Archicembalo possono essere accordate in modo da avvicinare l'uomo al «limite» della perfezione, almeno dandogli la possibilità di raggiungere la *perfezione* nei principali intervalli che hanno da sempre definita la natura della consonanza: ottava, quinta, quarta, terza maggiore e terza minore (e che contemporaneamente ne hanno definito l'irraggiungibilità) attraverso combina-

zioni di intervalli dissonanti (<sup>48</sup>). Chi è dunque vincente in questa lotta ideale (ecco la superiore natura della *musica*, la metafora che coinvolge la *ineffabilità* del creato) è l'ultimo degli umanisti ma il primo a non cedere di fronte alla terrificante prospettiva, se non di distruggere la stessa consonanza dell'istante, di corroderne quantomeno i contorni, accettando nella razionalità di un metodo pragmatico (<sup>49</sup>) serie di numeri, «assiduità» comprese, senza preoccuparsi della congruità filosofica della serie «a priori» (<sup>50</sup>).

La sintesi dentro la musicalità del linguaggio, involuppa consonanza, effetti dei generi antichi e «pronuntia» in un sistema musicale la cui *perfettione* è tanto solidamente garantita dalla forza della ragione insita nella soluzione tecnologica inventata per l'Archicembalo (<sup>51</sup>), che tutto un cosmo quasi illimitato di intervalli dissonanti può essere governato in modo congruo alle finalità di riconfermare la perfezione anche attraverso le eccezioni alle regole del gioco. Anzi le eccezioni si trasformano da elementi «assurdi» (doverosamente cancellati perché nella natura «il bene deve prevalere sul male») in elementi dialettici per meglio definire le regole stesse (<sup>52</sup>).

Il sistema ha basi così stabili al punto dunque da sopportare persino le perturbazioni provocate dall'accettazione dei numeri «assurdi» e anche di quelli «non rationali», anzi piegandole al fine di modellare l'espressività dello strumento sulla «pronuntia». Così si connota il più alto sforzo per superare i limiti non solo dell'ideologia, ma anche quelli imposti dalla stessa tecnologia degli strumenti musicali ad accordatura fissa, cioè per forzare la fissità delle note prodotte verso quell'ideale «messa di voce» che distingue con la pronuncia di consonanti e vocali la perfezione del linguaggio della voce umana rispetto alla *perfettione* di quello degli strumenti. L'uso dei microintervalli disponibili nella accordatura dell'Archicembalo dimostrerebbe che la perfezione è un traguardo-limite a cui si può tendere, oltre che per stabilizzare il sistema della *giusta* accordatura per mezzo di istanti consonanti successivi, anche per rendere gli strumenti a tastiera più versatili nella loro funzione espressiva (<sup>53</sup>).

#### L'INEFFABILITÀ DEGLI INTERVALLI NON CONSONANTI

Chi si scontra con l'invalidabile limitazione umana a raggiungere la perfezione, può anche rivolgersi al «solacium» semantico: se le soluzioni, anche contraddittorie, ottenute applicando la proporzionalità ai numeri che compongono serie di intervalli consonanti fossero stemperate

nella dilatazione del significato semantico dell'originario significante (intervallo, proporzione, proporzionalità), la mente umana comprenderebbe se non le ragioni delle contraddizioni, quelle del loro divenire attraverso una trasfigurazione concettuale <sup>(54)</sup>.

Precisando nell'uso di lingue diverse, la definizione di «proporzionalità» con quella di «equirazionalità», concessa dalla maggior duttilità semantica di una lingua centro-europea rispetto a quella greca antica e dalla «potenza del concetto», nasce una ben più sofisticata metafora, al di sopra del mito, in quanto dentro le stesse basi semantiche dei mezzi di comunicazione <sup>(55)</sup>. Donde l'*ineffabilità* come sintesi delle proprietà semantiche «negative» della natura del rapporto, quando esso è (in termini moderni) irrazionale, cioè fuori delle regole del gioco e dei contorni sensibili che distinguono la consonanza <sup>(56)</sup>.

## NOTE

(<sup>1</sup>) G. LORIA, *Storia delle Matematiche*, Torino, 1931. B. MÜNCELHAUS, *Pythagoras musicus*, Bonn 1976 (che contiene anche una vasta bibliografia specifica).

(<sup>2</sup>) Vedi la voce *Pitagora e Pitagorismo* in: Enciclopedia Italiana, Istituto Della Enciclopedia Italiana, MCMXXXV, vol. XVII, p. 434. «La scoperta delle leggi matematiche determinanti i fenomeni musicali, e nello stesso tempo l'approfondimento della matematica stessa, della quale i Pitagorici possono essere considerati i fondatori nel mondo ellenico, li conducono ad una visione del mondo che alla ricerca ionica dell'unica sostanza di tutte le cose risponde designando come tale lo stesso sistema di rapporti matematici che in esse si rivela imperante».

E. GAFFURIO (*Theorica Musice*, L. V, Cap. IV): «Superioris quindecim cordarum dispositionis dimensionem Geometrici Arythmetica auxiliante Musicis ipsis obtulerunt qui & si sonos congruenter frequentant at[que], certa lege Arythmetica duce disponant: Motium tamen ipsorum sonorum modum at[que] mensuram inuenere Geometrici ipsi magis quam Musici». (Tav. 2b)

(<sup>3</sup>) «Il sistema dovette poi appoggiarsi sopra una generale teoria dei rapporti e della similitudine; alla quale serviva naturalmente da base la teoria delle monadi. Perché la monade, cioè il punto materiale esteso, era il sostegno non solo dei corpi, ma anche delle linee geometriche: linee, superfici e solidi erano pensati come riunione di punti. Così il paragone teorico di due linee si faceva immediatamente, definendo il loro reciproco rapporto o misura: se una linea contiene  $m$  punti e l'altra  $n$ , il loro rapporto sarà  $m/n$ . Soltanto la scoperta delle grandezze incommensurabili doveva rivelare l'errore di questo ragionamento. E per la verità, la scoperta si fece nella scuola stessa [pitagorica] mercé la considerazione del triangolo rettangolo isoscele» (*Pitagora e pitagorismo*, op. cit., p. 436). (Tav. 3)

(<sup>4</sup>) «Hauendo adunque hauuto riguardo à tutte le sopradette opinioni, & essendo (come afferma Mercurio Trismegisto) il Mondo istrumento, ouero Organo d'Iddio, nella dichiarazione della Musica mondana hò detto, ch'è Harmonia, la quale si scorge tra quelle cose, che si veggono & conoscono nel cielo. Et soggiunsi, che anco nel legamento degli elementi si comprende; conciosiache essendo stati creati dal grande Architetto Iddio (si come creò ancora tutte l'altre cose) in Numero, in Peso & in Misura; da ciascuna di queste tre cose si può comprendere tale harmonia; & prima dal Numero [...], in: G. ZARLINO, *Institutioni Harmoniche* [...], Venetia, 1588 (1602), Parte Prima, p. 18.

(<sup>5</sup>) «Ma chi uorrà esserminar i Cieli nelle loro parti, [...] ritrouerà (comparate insieme le dodici parti del Zodiaco, nelle quali sono i dodici segni celesti) le consonanze musicali; cioè, la Diatessaron, la Diapente, la Diapason & et l'altre per ordine; & nei motti fatti verso l'Oriente e l'Occidente potrà conoscere esser collocati i suoni grauissimi; & in quelli, che si fanno nel mezzo del cielo gli acutissimi. Nelle altezze poi ritrouerà il Diatonico, il Chromatico & l'Enharmonic genere. Simigliantemente nelle larghezze i Tropi, ò Modi, che uogliamo nominarli; & nelle faccie della Luna, secondo i varij aspetti col Sole, esser le congiuntioni de i Tetrachordi. Ne solamente dalle predette cose si può conoscere cotale Harmonia; ma da i uarij aspetti de i sette Pianeti ancora, dalla natura, & dalla positione, & sito loro», in: «G. ZARLINO, op. cit. p. 18.

(<sup>6</sup>) «La Musica humana è quell'Harmonia [...] che mescola gli Elementi, ouer le qualità loro nel Corpo humano con ragioneuole Proportione. Onde principalmente si deue auertire, c'ho' detto, che può essere intesa da ciascuno, che si riuolga alla contemplatione di se stesso; accioché non si credesse, che la Musica humana fusse, ò si chiamasse quell'ordine, che osserua la Natura nella generatione de i nostri corpi; la quale (come dicono i Medici; & anche lo conferma Agostino) poi che nella matrice della donna ritroua il seme humano, corrompendolo per lo spatio di sei giorni lo conuertè in latte; il quale in noue giorni si trasforma in sangue & in termine di dodici di ne produce una massa di carne senza forma; ma à poco à poco introducendouela, in diciotto giorni la fa diuenire humana; di modo che essendo in Quarantacinque giorni compita la generatione, l'onnipotente Iddio le infonde l'Anima intelle-

tua, [...] Et veramente questo mirabilissimo ordine hà in se concerto & harmonia, considerata la distanza d'un Numero all'altro, come è chiaro da uedere; che dal primo al secondo si ritroua la forma della Consonanza Diapente; & da questo al terzo quella della Diatessaron; & dal terzo all'ultimo quella della medesima Diapente. [...]. Ma questa non chiamo io Musica humana; la qual dico, che si può conoscere da tre cose, cioè, dal Corpo, dall'Anima & dal Congiungimento dell'uno & dell'altra.» in: G. ZARLINO, *op. cit.*, p. 22.

(<sup>7</sup>) «Il Numero acuisce l'Ingegno, conferma la memoria, indirizza l'Intelletto alle speculationi, & conferma nel proprio esser tutte le cose. Che più? Iddio benedetto lo donò all'Homo, come Istrumento necessario ad ogni sua ragione & discorso. [...] Onde non è da marauigliarsi, se i Pitagorici istimauano, che ne i Numeri fusse un non sò che di diuino; poi che per quello, che detto habbiamo, & per quello, che dir si potrebbe, discorrendo con l'intelletto, il Numero è sommamente necessario.» G. ZARLINO, *op. cit.*, p. 28.

(<sup>8</sup>) La cosiddetta accordatura (o sistema) di Zarlino fu costruita su una successione di rapporti tra i numeri della serie 1, 2, 3, 4, 5, 6, detta *senario*, come risultato di una ricerca che si originò dall'epoca della scuola pitagorica, sviluppandosi attraverso una successione di ricerche di cui le più importanti sono quelle che portarono all'accettazione degli intervalli *consonanti* di *terza maggiore* e *terza minore* nei rapporti 5/4 e 6/5. Le serie di numeri usate anche nelle scuole greche furono meno limitate, estendendosi nella ricerca di rapporti *superparticolari* fino a 46/45 (J. BARBOUR, *Tuning and Temperament*, Michigan State College Press 1951; Reprint: Da Capo Press, 1972, p. 16); ma i numeri usati più comunemente nel medioevo da Boezio e dai suoi commentatori furono 1, 2, 3, 4 e relativi multipli (3, 6, 8, 9, 12; 6, 8, 9, 12; ecc.) nelle proporzioni ricavate per mezzo di *medietà armoniche* (3-4-6), *geometriche* (1-2-4) e *aritmetiche* (1-2-3). Sembrava che fosse stato W. ODINGTON ad introdurre il numero 5 tra il 4 e il 16, attraverso la suddivisione armonica del rapporto 2/3 in 4/5 e 5/6; (W. DUPONT, *Geschichte der musikalischen Temperatur*, Beck'sche Buchdruckerei, Nördlingen, 1935, p. 20) ma la serie di numeri tra 1 e 6 è riferita allo studio degli intervalli consonanti già fin dal IX secolo (J. Scoto [Eurigena], «De divisione naturae», in *Patrologiae Cursus completus* [...], Paris 1841, p. 966A); GAFFURIO (*op. cit.*, L. III, Cap. VIII) tra i numeri che generano le consonanze musicali inserisce anche il 7 ed usa tutti i multipli che servono ad ottenere gli intervalli di tono e dei semitoni: «Intercipit quandoque & alias superparticulares habitudines dupla ipsa semitono ultra sesquialteram & sesquiterciam ut his constat numeris, 4. 5. 6. 7. 8. [...] rursus naturalis huiusmodi duple proportionis progressio alias superparticulares atque superpartientes intercipit habitudines: nam quinarium ad quaternarium sesquiquartam: senarium ad quinarium sesquiquintam: septenarium ad senarium sesquisextam: octonarium ad septenarium sesquiseptimam: rursus septenarium ad quaternarium supertripartientem quartam: & ad quinarium superbipartientem quintas: item octonarium ad quinarium supertripartientemquintas concludere apertissime pernoscentur». Ciononostante i suddetti intervalli non vengono trattati nella divisione dell'ottava e nello studio delle strutture musicali. In particolare, il numero 7 non è accettato nei *numeri sonori* di ZARLINO, che compongono la serie 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 20, 24, 25, 30, 36, atta a comprendere gli intervalli del semitono minore e maggiore, del tono minore e maggiore, del semiditono, del ditono, della diatessaron, della diapente e del diapason. Di essi, la serie da 1 a 6 (cioè fino al *senario*) è quella che meglio interpreta «molte cose della Natura & dell'Arte» (G. ZARLINO, *op. cit.*, Parte Prima, Cap. 14) e vi «si ritroua in atto ogni Semplice musical consonanza, & anco le Composte in potenza; dalle quali nasce ogni buona & perfetta Harmonia; intendendo però delle Forme, ò Proportioni, & non dei i Suoni!» (*ibid.*, p. 35). (L'uso nella pratica degli intervalli di terza maggiore e minore nei rapporti 5/4 e 5/6 risalirebbe ai musicisti, inglesi in particolare, prima del sec. XIV; da Ramis de Pareja (1482) tali intervalli sono stati usati come base di studio dell'accordatura e del temperamento). (Tav. 4a)

(<sup>9</sup>) «Si nihil sonet habebit tamen in se numeros: qua[que] numerosum sonum non potest sentire. [...] cum aliquid sonet ipsius sensus numerum uocamus. Non tunc fit in auribus meis cum sonum audio hec uis approbandi & improbandi: aures quippe non aliter bonis sonis quam malis patent»: F. GAFFURIO, *op. cit.* L. II, Cap. II.



«Perché adunque sarà manifesto, che la Musica non si potrà dire né semplicemente Mathematica, né semplicemente [scienza] Naturale [...]. Et perche dalla Scienza naturale il Musico hà la ragione della materia della Consonanza, che sono i Suoni & le Voci; & dalla Mathematica hà la ragione della sua forma; cioè, della sua Proporzion», in: G. ZARLINO, *op. cit.*, Parte Prima, Cap. XX, p. 39. «Il est constat par l'experience, et ceux qui out tant soit peu d'oreille pour la musique ne peuvent nier, que les consonances suivant les proportions susdites ne soient tres parfaites et meilleures que quand on s'ecarte de ces veritable proportions numeriques», in: C. HUYGHENS, *Euvres Complètes*, La Haye, T. XX, 1940, pp. 76-7, 101 (vedi anche: D. P. WALKER, *17th Century Scientists' Views on Intonation and the Nature of Consonance*; D. P. WALKER, *Studies in Musical Science in the Late Renaissance*, London, The Warburg Institute, 1978).

<sup>(10)</sup> «Non è più imprigionata la nostra ragione coi ceppi de' fantastici mobili e motori otto, nove e diece»: G. BRUNO, *Cena de le ceneri*, in: A. INGEGNO, *Filosofia e Religione del cinquecento italiano*, Sansoni, 1977. «La sua critica assale tutto quel mondo che il Rinascimento ammirava: lettere, arti, grammatica, retorica, geometria, matematica in genere»: E. GARIN, *Storia della filosofia italiana*, vol. II., Cap. II, p. 3. Lo scetticismo di G. F. PICO, Einaudi, 1966. «Ego [...] satis demiror hos omnes, qui cum videant tantum rerum ordinem in coelo [...] relictis his quae sunt sub oculis ac tam manifestis, per absurdas, inanes et incognita causa quaerere»: G. CARDANO, *De rerum varietate*, II, 13, citato da: E. GARIN, *op. cit.*, Vol. II, p. 623. J. A. BAN scriveva a Boësset (1640) che la musica doveva sottostare a regole precise e che non doveva essere lasciata al senso arbitrario di ciascuno (voce: Ban Joan Albert in: *Grove's Dictionary of Music and Musicians*, Macmillan & co. Ltd, 1980). «Rameau userà gli stessi termini per definire la musica: essa è una scienza *fisico-matematica*, il cui fine è *di plaire et d'exciter en nous diverses passions*»: J.-M. BONHÔTE: *Aspetti dell'evoluzione del temperamento degli strumenti a tastiera*, in: L'Organo, XI, 1973, p. 164.

<sup>(11)</sup> «Il Bruno stesso nel *De lampade combinatoria* e nella *Lampas triginta statuarum* promette di insegnare a conquistare «plurima mysteria Pythagoricorum Cabalistarumque». Numeri pitagorici e segni cabalistici, alfabeto della mente e alfabeto delle cose, si corrispondono perfettamente. Trovato il segreto di combinare gli elementi mentali noi ci troviamo in possesso delle combinazioni reali»: E. GARIN, *op. cit.*, Vol. II, P. 684. N. VICENTINO appare in ritratto, sulla copertina de *L'antica Musica ridotta alla Moderna Pratica* (Roma, 1555), circondato in una cornice che porta la scritta: *Incerta, et Occulta Scientiae Tuae Manifestasti mihi*. «Credendo dunque di avere, dopo lunghe riflessioni, esaminata a fondo l'aritmetica così esaltata, pronto ad affrontare la discussione, ho promesso di rispondere pubblicamente mediante i numeri a settantaquattro questioni, che si ritengono le principali tra quelle fisiche e divine. Abbiamo anche proposto teoremi magici, in cui abbiamo sostenuto che la magia è duplice [...]»: G. PICO, *De hominis dignitate*, in: A. INGEGNO, *op. cit.*, p. 112.

<sup>(12)</sup> «Gli umanisti, d'altra parte, non faranno che cercare di fondare al posto di una specie di logica matematica, una sorta di "logica grammaticale", legata all'analisi dei linguaggi storicamente determinati, e allo studio dei discorsi scientifici (o artistici) quali si trovano concretati nelle opere (specifiche) di grandi scienziati (o artisti)»: E. GARIN, *op. cit.*, vol. I, p. 447. NICOLA VICENTINO usa i numeri per indicare gli intervalli ma specifica «né anchora hò detto [...] né de numeri quadrati, o di quelli anchora che generano le consonanze, ne donde naschino» (*op. cit.*, Libro della theoria musicale, p. 6v.). Galileo studiò la consonanza per analogia con i pendoli per dimostrare i rapporti armonici: dalla voce Galileo Galilei, in: *Grove's [...]*, *op. cit.* LORD WILLIAM BOUNCKER sarebbe stato il primo ad usare i logaritmi nello studio del temperamento (1653) e nel 1666 LEMME ROSSI li applicava nel *Sistema Musico* anche per lo studio dell'accordatura dell'Archicembalo di N. VICENTINO.

<sup>(13)</sup> G. ZARLINO rappresenta il risultato della sua indagine sul *senario* attraverso il «Quadrato geometrico» (Proposta XIV de *I Sopplimenti Musicali*, Venetia, 1602, p. 108) che ripropone ne *I Sopplimenti [...]* (Vol. III, p. 88) «come le vere et naturali Forme delle Consonanze si possono arteficiosamente ritrovare e udire in atto, col: mezo del Quadrato geometrico, et che tra loro convergono per ragioni o proporzioni di quei numeri che per natural dispositione nel *senario*». Il Quadrato è rappre-

sentato come faccia anteriore di un cubo «Ordo Naturalis Arithmeticus» e «Ordo Naturalis Harmonicus». È evidente, del resto, che nelle trattazioni numerologiche continua una tradizione che deve essere ricondotta alla definizione di simmetria come venne definita già da VITRUVIO (*De Architectura*, L. I., cap. 2) «Item symmetria est ex ipsius operis membris conveniens ex partibus separatis ad universae figurae speciem ratae partis responsus. Uti in hominis corpore e cubito, pede, palmo, digito, ceterisque particulis symmetria est eurythmiae qualitas, sic est in operum perfectionibus» cioè «troviamo una continua interdipendenza nei concetti di *symmetria*, *proportio*, *commisuratio*, ecc. originata appunto dalla commistione di concetti matematici ed estetici [...]. Acquistando dunque il concetto un ampio valore estetico e venendo quasi a coincidere col principio assoluto di armonia generatore di ogni opera d'arte, è chiaro che è stato possibile estendere la ricerca e la verifica di tale principio alle più varie reclinazioni artistiche, non solo nell'antichità classica e nel Rinascimento [...].» (voce: Simmetria, in: *Enciclopedia Italiana*, *op. cit.*). Ne fanno testo sia la distribuzione della materia nei capitoli delle trattazioni dei teorici, sia l'astrazione dei concetti nelle illustrazioni, tra le quali particolarmente esemplari quelle della Parte Prima delle *Istituzioni Harmoniche* di G. ZARLINO. Non è privo di interesse notare che le operazioni sui *numeratori* e *denominatori* delle proporzioni vengono proposte, ad es. da L. FOGLIANI (*Musica Theorica*, 1529) e riprese da G. ZARLINO (*op. cit.*) con raffigurazioni grafiche che sono molto simili a quelle usate per rappresentare i calcoli degli *oroscopi*. (Tav. 3)

(<sup>14</sup>) J. KEPLER, dopo aver cercato nel *Mysterium Cosmographicum* di trovare una correlazione tra le distanze dei pianeti e le dimensioni dei poliedri regolari (le sfere concentriche avrebbero avuto come raggio dimensioni tali che il cubo, iscritto nella prima – la maggiore – sia circoscritto alla seconda; che il tetraedro iscritto alla seconda sia circoscritto alla terza e così di seguito per il dodecaedro, l'icosaedro e l'ottaedro) espresse la teoria che l'ordine e la proporzione dell'universo dipendesse da rapporti semplici come quelli della scala consonante (*Harmonices Mundi*, 1619). Nell'annunciare la III Legge viene ripresa la teoria di una più generale armonia tra le distanze tra i pianeti e gli intervalli musicali, tanto che all'atto della Creazione l'armonia dei pianeti sarebbe stata quella di una composizione a 6 parti. Alla distanza della terra dal sole spetterebbe il rapporto 16/15 (semitono maggiore), a quella di Venere, 25/24 (semitono minore). In questa opera, di stampo rinascimentale, neoplatonismo, ermetismo, cabala, alchimia e magia si confondono; Rodolfo II d'Asburgo, alla cui corte le scienze occulte erano coltivate, certo influenzò le ricerche di KEPLER (voce: Johannes Kepler, in: *Groove's* [...]) *op. cit.*).

I. NEWTON, occupandosi di musica, studiò varie teorie, in correlazione con matematica e scienze, anche quelle dei teorici greci, di cui usò pure i metodi di calcolo (lunghezza delle corde; medie proporzionali) non evitando però l'uso di mezzi matematici più moderni, come i logaritmi (considerò il *semitono equabile* come unità di riferimento). Paragonò lo spettro della luce con la successione degli intervalli dell'accordatura *giusta* (costruita con i numeri del *senario*), ritenendo che il meglio dell'arte e della natura doveva essere messo in relazione a rapporti semplici, estensibili a tutto il creato, secondo una interpretazione pitagorica. (voce: I. Newton, in: *Groove's* [...]) *op. cit.*)

(<sup>15</sup>) Da BOEZIO in avanti alle *chordae* si sono fatti corrispondere i pianeti e alle distanze tra i pianeti gli intervalli tra le *chordae*. Benché non fosse certo quale doveva essere la corrispondenza per il suono più grave (vedi la trattazione in G. ZARLINO: *Istituzioni* [...]), Parte prima, Cap. XXIX «Che gli Antichi attribuirono alcune corde de i loro Istrumenti alle Sphere celesti», ad es. F. GAFFURIO (*Practica Musice*) fa corrispondere gli astri, i *toni*, le *chordae* e le muse in un diagramma che «poggia» sulla terra e si protende verso la «vis apollinea». (Tav. 1)

(<sup>16</sup>) «Poiché l'intelletto nostro è l'ultima delle intelligenze e passa dalla potenza all'atto, e molto si inganna nel ragionamento e nei processi discorsivi, ed è impedito e quasi trattenuto dal conoscere il vero a causa degli accidenti che velano le sostanze e per le ignote differenze delle cose»: G. F. PICO, *De rerum praenotione*, II, 3; (citato da E. GARIN *op. cit.*, II, p. 590). «Studiamo gli oggetti della matematica, i numeri e le misure, ma di tutto il resto non apprendiamo nulla con una certezza così

grande che ci permetta di istituire una relazione tra quegli enti e noi che non ricada in quella che corre tra chi è sveglio e chi dorme [...] non c'è quindi da meravigliarsi se da tanti presupposti falsi, e da così pochi principi veri e corretti derivino tante assurdità [...]», in: G. CARDANO, *De arcanis aeternitatis*, Cap. IV (citato da A. INGEGNO, *op. cit.*, p. 164). «Per il fatto che [la scoperta delle grandezze *incommensurabili*] rovinava il fondamento stesso della misura, è verosimile che [la stessa] apparisse agli stessi suoi scopritori una verità scandalosa ed imbarazzante [...]. Comunque, l'esistenza degli *incommensurabili* doveva portare ad una revisione dei principi su cui si fonda la scienza pitagorica»: voce *Pitagora e Pitagorismo* (*op. cit.*). «mens agens [...] non divina, sed humana, et in nostra facultate posita [...] non Deus, non angelus, non separata intelligentia, sed facultas animae rationalis», in: F. PICCOLONIMI, *Libri ad scientiam naturae attinentes*, 1596; (citato da E. GARIN, *op. cit.*, col. II, p. 659). Del resto, «ciò che mancava a Zabarella, come a tutti gli aristotelici, è la comprensione del valore della matematica nell'elaborazione dei dati empirici»: L. GEYMONAT, *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, Vol. II, pp. 66-67. «Possiamo dire che questa messe di risultati [Zabarella, Cremonini, Cisalpino] vale per un lato a confermare l'effettivo impulso che l'aristotelismo naturalistico seppe imprimere alla ricerca empirica [...] per l'altro a dimostrarci che la scienza non poteva scaturire dal semplice sviluppo di tale impulso senza una radicale rivoluzione metodologica»: L. GEYMONAT, *op. cit.*, p. 68. (Tav. 2a)

(<sup>17</sup>) Si possono indicare innumerevoli risultati, tra loro incompatibili numericamente, di calcolazioni tra loro analoghe, come ad es. nello studio del valore del *comma*. Già in MARCHETTO DA PADOVA (*Lucidarium* [...] 1317-18) dato il tono di 9/8, diviso in due semitoni di 18/17 e 17/16, e composto di 5 *commi*, il *comma* non ha valore 1/5 di tono, cioè circa 41 cts, ma se è trovato come la metà del semitono enarmonico risulta di circa 49,5 cts; se è trovato come 1/3 del semitono diatonico risulta di circa 35 cts. Altrettanto incongruenti appaiono i valori dei *diesis*. Anche per NICOLA VICENTINO (*op. cit.*, *passim*) i *commi* risultano molto diversi tra loro, ammesso che tutti i 4 (o 5) tipi di *tono* siano composti di 10 *commi*: da circa 25,7 cts a circa 16,9 cts. Rispetto a MARCHETTO, NICOLA VICENTINO chiama *comma* una grandezza che è la metà del *diesis minore enarmonico*, il quale a sua volta è (circa) la quinta parte del *tono*. Ma una commistione tra risultati *qualitativi* e *quantitativi* non è tipica solo degli studi della prima metà del sec. XVI. Altrettanto inconciliabili sono i valori del *comma* di M. PRAETORIUS (*De Organographia*, Tomus Secundus del *Syntagma Musicum*, 1616-19, p. 66) e quelli di P. NASSARRE, *Escuela Musica* [...], Saragoza 1724 (vedi anche: J. M. BARBOUR, *op. cit.* p. 66), perché, diviso il tono 10/9 in un semitono maggiore di 16/15 e in uno minore di 25/24, i *commi* risultano dalla divisione del primo in cinque parti pari a cts. 22,4 circa, di quella del secondo in quattro parti pari a cts. 17,5 circa; mentre il tono diviso in 9 parti darebbe un *comma* (intermedio) di cts. 22,7 circa per il tono maggiore e di cts. 20,2 circa per il tono minore. Lo stesso M. MERSENNE nel presentare i possibili modi di costruire l'accordatura (*Harmonie Universelle*, 1636, p. 68 e segg.) affianca i più disparati metodi; per alcuni di essi (v. J. M. BARBOUR, *op. cit.*, Cap. Equal Temperament) che utilizzano lo schema di dividere la sesta minore temperata in otto semitoni, il valore dell'intervallo di partenza è espresso con un rapporto valutato 100/63 oppure 27/17 oppure 19/12 come diversi modi di approssimazione 8/5 (valore del rapporto per la sesta minore non temperata) a quello del numero irrazionale 28/12. Interessante notare che M. MERSENNE si avvale di metodi elaborati da matematici, astronomi e geometri di fama, come MOLTHÉE, ROBERVAL, BOULLIAU, BEAUGRAND.

Tornando al problema del *comma*, va rilevato che era stata però messa in evidenza qualche incongruità ad es. da G. B. DONI (*Trattato II Sopra gli Strumenti da Tasti*, p. 346) che dimostra come per una accordatura naturale la divisione del tono in cinque parti eguali sia impossibile.

(<sup>18</sup>) «Musico ésser colui, che nella Musica é perito & ha facultà di giudicare non per il Suono; ma per ragione quello, che in tal scienza si contiene; Il quale se alle cose appartenenti alla Prattica darà opera, farà la sua scienza più perfetta; & Musico perfetto si potrà chiamare. Ma diremo Prattico, ò Compositore, ò Cantore, ò Sonatore, ch'egli sia, colui, che i precetti del Musico con lungo essercitio apprende

& li manda ad effetto [...]»: G. ZARLINO (*op. cit.*, Prima Parte, p. 27). Principio questo fermentato affermato nella suddivisione medioevale tra *arti liberali* e *arti meccaniche* (v. ad es. F. PETRARCA, *Invectiva in medicum quendam*, Basilea, 1581, p. 1087: «Fa il tuo mestiere, meccanico, se ci riesci; [...]. Ma come potresti osare con inaudito sacrilegio di subordinare la retorica alla medicina, la padrona alla serva, un'arte liberale ad un'arte meccanica?»).

<sup>(19)</sup> «Omnia denique mala censuit Plato quae concordia numero & pulchritudine carent: Quae vero consentientibus coaptantur bona»: F. GAFFURIO, *op. cit.*, L. II, Cap. VI. «Si quis ab hominum natura numerum auferre velit nullatenus prudentes eos aut scientificos relinquit; nam anima nihil percipit sine ratione; nec rationem de rebus reddere quispiam poterit, qui numeros ignorat [...]. Artes quoque, sublato, numero, penitus evanescent [...]. Hinc qui beatus futurus est, qui caelestia et divina rimari cupit, numerum ignorare non debet»: F. GIORGIO VENETO, *De harmonia mundi totius*, 1525 (citato da: E. GARIN, *op. cit.*, Vol. II, p. 595).

<sup>(20)</sup> Nonostante «Stevin avesse dimostrato la superiorità dei decimali sulle altre frazioni per la semplicità e la chiarezza dell'uso» (*Storia del mondo moderno*, a cura di R. BRUCE WERNHAM, Garzanti, 1972, vol. III, p. 588) e lo scopo di molti studi fosse quello di rendere la costruzione e l'uso del *monocordo* (strumento di riferimento per la costruzione dell'accordatura su uno strumento musicale) «più facile», l'uso delle frazioni permaneva forse perché si credeva, con RAMIS DE PAREJA, «che le frazioni sono comunemente [usate] e non difficili» (citato da: J. M. BARBOUR, *op. cit.*, p. 91). L'attuale abitudine ad usare i logaritmi, come se fossero *esatti*, conferma infatti che i calcoli con le frazioni rappresentano elaborazioni matematiche senza le approssimazioni inevitabili nell'uso di numeri irrazionali: da questa stessa esperienza, forse, nasceva anche la convinzione che empirismo, cioè arte meccanica, e scienza, cioè arte liberale, erano pure distinte per il tipo di elaborazione matematica che richiedevano.

<sup>(21)</sup> Quello che per PLANCHERT è un lungo percorso verso l'unificazione delle due proporzionalità, non compiuto, è stato oggetto di indagini fisiche ed empiriche da parte di J. RAMEAU e riportato da G. TARTINI nello studio del *terzo suono* (*Trattato di musica secondo la vera scienza dell'armonia*, 1754, p. 25). «Egli pone 3 corde diverse accordate ai tre suoni 1 1/3 1/5 i quali sono in armonica proporzione. Poi ne sottopone altre due accordate col suono 1 in aritmetica proporzione 1 3 5 che è l'inversa dell'armonica proporzione 1 1/3 1/5. Esposti questi cinque suoni col numero, sono dell'armonica proporzione 15 5 3; dell'aritmetica 15 45 75. Egli asserisce, e lo conferma il testo accennato, che al suono delle 2 corde 5 3 fremono, se si muovono le due corde 45, 75».

<sup>(22)</sup> Il numero 7 può essere usato in una proporzionalità armonica, ma ciononostante, G. TARTINI *deve* convenire che, nella proporzione armonica 1 1/4 1/7 il 7 «distrukge in essenza la consonante natura». Nell'altra proporzione armonica 1/10 1/13 1/16 che pure cita (*op. cit.* 40-46) «vi é l'egual assurdo del termine 1/13».

<sup>(23)</sup> «Dei tre, o più suoni della tesa corda sonora è certa ugualmente l'armonica natura di fisica certezza, perché il suono di 1/5 affatto sensibile la determina tale»: G. TARTINI, *op. cit.*, p. 15.

<sup>(24)</sup> V. le citazioni di cui alla nota 22.

<sup>(25)</sup> Il principio della costruzione dei rapporti *superparticolari* aveva già determinato ad es. molte delle suddivisioni del *tetracordo* nelle teorie dei musicisti greci. Da L. FOGLIANO (*Musica theorica*, 1529) a J. WALLIS (*Opera Mathematica*, 1695-99) la suddivisione degli intervalli con frazioni *superparticolari* non escludeva i numeri primi superiori al 5; la divisione del tono di 9/8 attraverso le due frazioni 18/17 e 17/16 era ben nota nel sec. XVI (v. J. M. BARBOUR, *op. cit.*, p. 57); tuttavia J. WALLIS correlava la struttura dei semitoni di 16/15; 17/16; 18/17; 19/18; 20/19 con la 1<sup>a</sup>, 15<sup>a</sup>, 16<sup>a</sup>, 17<sup>a</sup>, 18<sup>a</sup>, 19<sup>a</sup>, 20<sup>a</sup> armonica, anche se ciò non coincideva con i semitoni in uso, concludendo che i semitoni 17/18 e 18/19 «may do pretty well in most places» (*Groove's* [...] *op. cit.*, voce: John Wallis).

<sup>(26)</sup> I sistemi di accordatura basati sul «senario» furono usati, è vero, come base di partenza per ulteriori elaborazioni da molti (v. J. M. BARBOUR, *op. cit.*, pp. 90-102).

(<sup>27</sup>) Il problema, se l'accordatura *naturale* potesse essere usata in pratica fu a lungo discusso sia dallo stesso G. ZARLINO che dai suoi contemporanei. V. GALILEI dimostrò l'impossibilità di ritenere stabile l'accordatura naturale nell'esecuzione musicale e così anche C. HUYGENS (v. D. P. WALKER, *op. cit.*, p. 264-265).

(<sup>28</sup>) Lo stesso G. ZARLINO conviene sulla necessità di usare un sistema di temperamento (v. in particolare il *Ragionamento quinto* nelle *Dimostrazioni Harmoniche* [...]) ed è ben noto che una qualche forma di adattamento della struttura del *Sistema* (cioè dei *tetracordi* sovrapposti, base di ogni indagine musicale fino a tutto il sec. XVI) appare con la «nascita» della musica per strumenti a tastiera (fine del sec. XV). Per J. M. BARBOUR (*op. cit.*, p. 105) l'accordatura naturale può portare a risultati «perversi».

(<sup>29</sup>) L. FOGLIANO (*Musica Theorica*, 1529) è il primo tra i teorici che ritiene necessario inserire tasti per raddoppiare talune note onde ottenere una accordatura più concretamente utilizzabile. Usando gli *esacordi naturale, duro e molle* sembrano necessari almeno due tasti in più (con riferimento a Do, il Re e il Si bem.). G. ZARLINO (*Sopplimenti Musicali*, L. IV, p. 155-6) deve introdurne non meno di cinque (Si bem., Do dies., Mi bem., Fa dies. e Re). Ma si hanno prove che almeno fin dal 1484 l'organo di S. Martino di Lucca avesse tasti separati per il Re dies. e il Mi bem. e per il Sol dies. e il La bem., così come RAMIS DE PAREJA (*op. cit.*, Tract. 2, Cap. 4) ne testimonia l'uso in Spagna, A. SCHLICK (*Spiegel* [...], 1511) l'uso in Germania, J. ROUSSEAU (*Traité de la Viole*, 1687, p. 50) ne lamenta la mancanza in Francia, F. SMITH ne praticava la costruzione in Inghilterra (1759) (v. J. M. BARBOUR, *op. cit.*, p. 107-8). (Tav. 5)

(<sup>30</sup>) «Nè penso, che à questo lo spinga [l'Uomo] solamente la speranza dell'acquistar la cognitione di molte cose: ma etiandio di vna cosa sola; percioche per conoscerla comprende, che và caminando verso la perfettione [...]: G. ZARLINO, *Institutioni* [...], prefazione.

(<sup>31</sup>) «Accio che i Studenti della Pratica Musicale habbino maggior animo di studiare, si da sonare come d'imparare à comporre, & di cantare sopra l'Archicembalo, come primo & perfetto, perché in ogni tasto no li manca consonanza alcuna [...] Adunque la nostra tastatura senza difetto & perfetta; darà fama allo Studente [...] che sarà celebrato d'ognuno per Musico rarissimo & perfetto»: N. VICENTINO, *op. cit.*, L. V., Proemio.

(<sup>32</sup>) La progettazione e la costruzione di strumenti del tipo *Archicembalo* proseguì in tempi e luoghi diversi per molto tempo dopo l'*invenzione* del VICENTINO. I principali autori che trattano l'argomento sono G. ZARLINO (*Istitutioni*, II Parte, Cap. XLVII, p. 170); G. B. DONI (*Trattato sopra gli strumenti di tasti*, p. 324 e segg.); F. COLONNA (*La Sambuca lincea*, 1618); M. MERSENNE (*l'Harmonie Universelle*, p. 338 e segg.); A. KIRCHER (*Musurgia Universalis*, I, p. 460), M. BULJOWSKJ (*Brevis de emendatione organi musici Tractatio*, 1680; *New-erfundenes Volkommenes Fünff-faches clavier*, 1699; *Fünff-faches, Vollständiges Transponier Clavier*, 1711), Q. VAN BLANKENBURG (*Elementa Musica*, 1739, p. 112), B. BRESCIANI (*Trattato sull'Omnicordo*, s. d.).

(<sup>33</sup>) Gli effetti attribuiti alla musica greca furono oggetto di discussioni in quasi tutti i trattati, fino almeno alla metà del sec. XVII, anche se tali effetti vennero esaminati da diversi punti di vista e spesso con conclusioni piuttosto scettiche. Accanto al filone più antico, che vede negli effetti una riprova della validità del modello filosofico classico, si sviluppa nel 1500 un punto di vista più critico, che trascura deliberatamente il problema (come in N. VICENTINO, *op. cit.*, Libro della Theoria, p. 6v.) o che ne fanno oggetto di minuziosa analisi con conclusioni pessimistiche (come in G. ZARLINO, *op. cit.*, Prima Parte, Cap. VIII). L'esame degli effetti viene ripreso in relazione all'affermazione del melodramma (G. B. DONI, *Trattato della musica scenica*) ma diventa successivamente oggetto di ricerca puramente archeologica.

(<sup>34</sup>) La *divisione molteplice* (*multiple division* secondo J. M. BARBOUR, *op. cit.*), che nasce dal raddoppio di un certo numero di tasti per rendere più stabile l'accordatura naturale, viene definita da F. SALINAS (*De Musica*, 1577, p. 113 e succ.) come un mezzo per ottenere la costruzione del genere *diatonico* (con un solo tasto che rad-

doppia il Re), *cromatico* (con quattro tasti che raddoppiano il Si bem., il Re, il Mi bem. e il Fa dies.) ed *enarmonico* (con 13 tasti che raddoppiano il Si bem., il Si, il Re, il Mi bem., il Mi, il Fa dies., il Sol bem., il Sol dies., il La dies., il Do dies., il La bem.). (Tav. 4b)

<sup>(35)</sup> Il grado del Diesis naturalmente é soave & dolcissimo [...] et quando il Compositore, ouero Sonatore, farà qualche fantasia sopra quelli, con fughe, ouero imitazioni: ne potrà far quanti à lui ne ritornerà comodo [...]: N. VICENTINO, *op. cit.*, L. I, p. 18r; nel Proemio del Secondo Libro, N. VICENTINO elenca i modi in cui le dissonanze possono essere usate, incitate e molli, assieme alle consonanze.

<sup>(36)</sup> L'accordatura dell'Archicembalo, con due tastiere ad altezza diversa, serve appunto per ottenere la *perfectione* «& un'altra bella commodità si ritroverà in questo accordo che quando il sonatore sonerà nel primo ordine [i tasti diatonici della tastiera inferiore], & non muovendo li deti della mano quando farà ottava potrà muovere i deti di mezzo, che toccheranno le terze & le quinte & nelli medesimi ordini, che toccherà le quinte perfette in quelli si ritroverà anchor le terze maggiori, più perfettamente accordate che quelle, che noi usiamo, & a questo modo s'haurà le quinte perfette & le terze maggiori & minori che usavano gli antichi & è mirabile ordine»: N. VICENTINO, *op. cit.*, L. V., p. 105v.

<sup>(37)</sup> La polemica, su come dovessero essere intesi i valori degli intervalli che riproducevano quelli dell'*Antica Musica*, sembra si originò dall'*invenzione* di N. VICENTINO e vide una produzione di contributi di studio e di critica (forse non sempre obiettivi) di proporzioni straordinarie nelle opere di G. ZARLINO, G. M. ARTUSI, G. SIGONIO, H. BOTTRIGARI, V. GALILEI, G. B. DONI e altri.

<sup>(38)</sup> «Apparere sane incipit, et liquido quidem, incertam esse omnium gentium philosophiam; nam cum varium sit philosophandi genus, variae philosophantium sectae, varia dogmata philosophorum [...], cum ipsi inter sese de rebus, si non singulis, certe et primis et maximis et cognitu dignioribus altercentur et pugnent, quid restat praeterea ut non ipsa gentium doctrina et vana et incerta prorsus iudicetur?»: G. F. PICO, *op. cit.*, (citazione da E. GARIN, *op. cit.* P. I., p. 591).

<sup>(39)</sup> Nonostante il grande sviluppo degli studi filologici degli umanisti, lo studio dei testi originali fu praticato da quasi tutti i *trattatisti*. Vale la pena di ricordare che lo stesso KEPLERO tradusse Tolomeo, Macrobio, Boezio, Nemorario e il Corpus Hermeticum di Hermes Trimegistus.

<sup>(40)</sup> Nello schema della *Musica Mundana* furono fatti convergere gli ordini angelici assieme all'ordine dei pianeti (F. GAFFURIO, *op. cit.*, L. I, Cap. I e II) e gli ordini degli angeli, fulgenti di luce, indicano «il luogo ove, secondo la dottrina dei Cabbalisti e degli Arabi, non v'è posto per gli uomini impuri» (G. PICO, *op. cit.*). «Scrive Abumzar che fu opinione di Avenzoar babilonese, che tutto sa chi sa numerare. Cose tutte che non sarebbero vere se per arte del numerare avessero inteso quell'arte di cui ora soprattutto sono periti i mercanti; e questo attesta anche Platone, quando ci avverte a non confondere con l'aritmetica dei mercanti questa aritmetica divina», in: G. PICO, *ibid.*

<sup>(41)</sup> «Dopo fatta la Partecipazione, ò temperamento, si dimostra il tutto più comodamente, & con manco intrichi di quello, che si farebbe per inanzi»: G. ZARLINO, *Dichiarationi* [...], Ragionamento Quinto. Dove gli «intrichi» sono una metafora per mascherare i problemi che sarebbe stato necessario affrontare, sulla base dell'accordatura naturale, i sistemi dei *modi* compatibili solo con una accordatura pitagorica. «Intrichi», del resto, ampiamente documentati nella corrispondenza di J. SPATARO a proposito della lettura del *Quid nam ebrietas* di A. WILLAERT.

<sup>(42)</sup> Permane del tutto incerto se N. VICENTINO «inventò» il sistema a due tastiere per l'Archicembalo o se tale sistema fu in qualche modo anticipato. È probabile che la costruzione dell'Archicembalo o quantomeno il progetto datino a non meno di cinque anni prima della pubblicazione del libro; quando N. VICENTINO a Ferrara praticava e insegnava «cose nuove» egli si dichiara «nella età de gl'anni quaranta nel millecinquecento cinquanta, l'anno Santo» (N. VICENTINO, *op. cit.*, L. I, Cap. IV, p. 10v.) epoca dalla quale non sono pervenute documentazioni tecnologiche di altri strumenti

consimili. Infatti il clavicembalo che G. ZARLINO dice si fece fare nel 1548 in Venezia da Domenico Maestro Pesarese per sperimentare «in che maniera possiamo inspessare il detto Monochordo con le chorde Enharmoniche» (G. ZARLINO, *Institutioni* [...], Cap. XLVII) era composto di una tastiera con 19 tasti per ottava; sembra quindi che fosse adatto tutt'al più a sperimentare una accordatura *mesotonica* corrispondente alla tastiera inferiore dello strumento di N. VICENTINO.

(43) L'uso di due tastiere accordate nel *mesotonico* (probabilmente con *quinte* diminuite di 1/4 di *comma sintonico*) consente di alternare l'uso musicale di intervalli *temperati* con intervalli *puri* e quindi di risolvere la questione dell'instabilità dell'accordatura (v. nota 27) sia pure «ribattendo» le note omologhe distanti in altezza della differenza di accordatura esistente tra le due tastiere, o scegliendo quella delle due che, accordo per accordo, consente l'esecuzione di intervalli *perfetti* (v. M. TIELLA, *Sperimentazione con sistemi cromatico-enarmonici*; Intervento al Convegno Internazionale di studi sul problema della tutela e del restauro degli antichi strumenti musicali della Società Italiana di Musicologia, Arezzo, 1979).

(44) Ancora J. N. FÖRTEL (*Musikalisches Handwörterbuch* [...] 1786, p. 250) riportava tra gli elementi salienti del pensiero di C. HUYGENS (*Cosmotheoros*) «gli ultraterreni saprebbero perché i nostri intervalli richiedono di essere temperati».

(45) Il rifiuto dell'*incommensurabilità*, venne celato da «un geloso segreto, con cui si volle circondarla, e proprio per aver violato questo segreto, Ippaso di Metaponto sarebbe stato punito dagli dei, perendo in un naufragio. Comunque, l'esistenza degli *incommensurabili* doveva portare ad una revisione dei principi, su cui si fonda la scienza pitagorica. In accordo con la veduta astratta che oggi ci formiamo delle matematiche, parrebbe che la crisi avesse ad involgere soltanto le basi della geometria [...], ma la geometria pitagorica era connessa con una teoria della materia o della «natura» delle cose [...]: voce Pitagora e Pitagoreismo, *op. cit.*, p. 436.

(46) Non sembra che sia stato ancora studiato, nella storia della matematica, il rapporto tra gli sviluppi concettuali astratti e quelli di natura empirica legati all'accordatura degli strumenti musicali, come soluzione del problema più generale della suddivisione di un rapporto in parti logicamente organizzate. In questo ambito si riscontra, per ora, un «modello», per lo più la cosiddetta *accordatura naturale* costruita sul *senario*, di volta in volta modificato; oppure un «compromesso» empirico, più o meno corrispondente all'*accordatura temperata equabile*, a sua volta costruita con diverse forme di approssimazione. Ammettere l'*incommensurabilità* significa infatti subire il *temperamento*. Il mutato atteggiamento di fronte a questo dilemma (la tensione ideale verso il superamento dell'*aporia*, fino all'idealismo; la fiducia sperimentale della scienza del temperamento, dopo l'idealismo) denuncia qualcosa di ben più ampio nella storia della filosofia, che non l'apparente problema di prassi musicale.

(47) Il sec. XVII ha visto una ricerca teorica e sperimentale delle possibilità offerte dalla moltiplicazione dei tasti e delle tastiere di cui non è stata ancora fatta una storia sufficientemente ragionata (v. nota 32).

(48) Neppure i rapporti tra i concetti di *consonanza* e di *accordatura* sono stati presi in attenta considerazione (un primo accenno si trova in M. TIELLA, *Appunti sull'accordatura*, in: *Strumenti e Musica*, 1981), benché sia noto quanto gli «antichi» dibatterono il problema della *perfettione* della musica, come testimonia almeno la polemica Monteverdi-Artusi. Uno degli elementi più interessanti è però lo studio dell'altezza delle note «fictae» del già citato *Quid nam ebrietas* di A. WILLAERT (v. nota 41), scrittura che consentiva, quasi in modo enigmatico, una lettura sia consonante che dissonante della stessa composizione musicale. Circa l'uso di intervalli dissonanti, e lo scopo di tale uso, forse la fonte più importante è ancora N. VICENTINO *op. cit.*, ma anche J. CARDANO documenta l'uso di microtoni nella musica dei suoi contemporanei (voce: J. Cardano, in: *Groove's* [...] *op. cit.*).

(49) L'aspetto più singolare della personalità di N. VICENTINO sta nella continua affermazione della superiorità dell'empirismo sulla filosofia, dichiarando di «lasciare addietro come dire. L'Antichità, l'Eccellenza, & effetti della Musica così mondana, come humana, ò strumentale [...] e che cosa sia suono, ò inteuallo, ò consonanza,

perche con la proua molto piu che con le ragioni si manifesteranno» «p essere al tutto hoggi inutili, né anchora hò distinto quali siano applicate alle stelle, nè delle cosonaze, perche hò lasciat' a dir nella pratica la natura loro, hò lasciato adrieto le tante dispute di Platone, Niccomaco, Tolomeo, Aristosseno, e di molti altri, ne anchora hò detto che cosa sia Musico, ò Cantore, perche di simil dichiarazioni ne sono piene le carte» «Hauiamo lasciato à dire tutte queste cose per non ci essere hoggi utile alcuno alla nostra pratica» (*op. cit.*, Libro della Theoria, p. 6v.). Inoltre dichiara lo scopo dell'opera che «finalmente scoprirà molti segreti» (*op. cit.*, Dedicà). «A nostra perpetua memoria, & acciò che resti nel mondo un fermo Maestro to gli presenti, & posterì, hò deliberato di far stampare il disegno della forma dell'Archicembalo, con [...] le misure che insegneranno à ogni Pratico di fare stromente, formare il sopra detto Archicembalo con facilità» (*op. cit.*, L. V, p. 100) contrariamente a quanto si riteneva fosse la competenza del «Theorico», che è «colui, che dottrinalmente della Musica sà discorrere, & ragionare, non già di saper dire della soave dolcezza, & harmonia, ne della dellettatione, che all'udito porge, ma [...] di tutte quelle chose, che tratta il Theorico nella consideratione della semplice scienza, propriamente chiamata speculatiua», in: L. ZACCONI, *op. cit.*, p. 3v.

<sup>(50)</sup> Il numero 7, numero astrologico per eccellenza, non ha trovato un inserimento nella logica dell'indagine sulla ripartizione dell'ottava, pur composta di 7 *tasti o note diatoniche*. Basti pensare al perdurare dell'*esacordo* come parametro basilare della struttura musicale anche dopo la diffusione di strumenti a tastiera, il cui funzionamento non poteva prescindere dalla struttura in «ottave». Pare che fosse J. CARDANO (*op. cit.*, Della natura de Principi delle Regole Musicali, p. 627) a dimostrare per primo «l'errore nel quale quasi comunemente ciascuno incorre, di porre che la musica consiste solamente di sei note [...], non di sette come habbiamo detto». In quella che ancora G. TARTINI chiama «la immutabile consonante natura dell'armonica serie» (*op. cit.*, p. 43) il numero 7, ed il corrispondente *armonico*, sono elementi di turbamento, che l'armonia tradizionale vuole «risolti sulla terza», identificando, nella gerarchia tonale romantica, la «settima di dominante» come la massima contrapposizione agogica alla «tonica» ed, in ogni caso, le altre «settime» come elementi essenzialmente instabili.

<sup>(51)</sup> Torna la stupefacente temerarietà delle affermazioni di N. VICENTINO, nei riguardi dell'inutilità dell'assenso ai principi della Antica Musica, se non ne nasce una visione nuova e, per lui stesso, attuale, esprimendosi «nella volgar lingua» «acciò li presenti; e posterì nostri possono giudicare il buono, & il migliore, secondo la diuersità de' tempi» «acciò gli sia più facile, per mezzo della pratica congiunta con la Theorica, e dandoci gli essempli, intendere quello, che gl'Antichi oscuramente ci hanno scritto, il che in fin'hoggi da nissuno altro è stato fatto» (N. VICENTINO, *op. cit.*, Proemio della Theoria Musicale, p. 3).

<sup>(52)</sup> La prospettiva a cui tendono le regole vicentiniane è la «pronuntia», l'espressività della parola, la sfumatura dissonante entro uno schema di *accordatura naturale* portato alla *perfezione*, dimostrata dalle dichiarazioni sulla dolcezza delle dissonanze (*op. cit.*, p. 18), «per far molto più ricca & abondante la Musica» (*op. cit.*, p. 34) sulla necessità di usare il *tritone* «quando auiene che nelle parole si uol dimostrare un effetto merauiglioso» (*op. cit.*, p. 23v.).

<sup>(53)</sup> «Si seguirà le pronuntie loro, et la natura di quelle secondo le nationi delle lingue di tutto il mondo [...] con i gradi della diuisione del nostro stromento, che con la musica che hora s'usa non si può scriuere alcuna canzone [...] d'altre nationi, perche i gradi & salti di tutte le nationi del mondo, secondo la sua pronuncia materna, non procedono solamente per gradi di tono, e di semitoni naturali, et accidentali, ma per Diesis, e semitoni, e toni, e p[er] salti Enarmonici; si che con questa nostra diuisione haueremo accomodato tutte le nationi del mondo, che potranno scriuere i loro acce[n]ti e comporli a qua[n]te uoci à loro parerà» (*op. cit.*, p. 87v.).

<sup>(54)</sup> «Ove ma[n]ca la natura in qualche parte, l'accidente supplisse à molti diffetti di essa natura [...] et il buono artefice con il suo ingegno, adorna tanto bene essi diffetti, che molto paiono belli & buoni: così auiene nella pratica Musicale, che si uede l'ordine naturale mancare in molte cose, et con gli accidenti, di aggiungere



et minuire alli gradi naturali, si fà un grandissimo acquisto, di poter usare in ogni luogo ogni sorte di consonanze, come si uedrà nel nostro Archicembalo, quanta ricchezza di gradi, in quello si hà racquistata, et così ancora nella pratica del cantare, come per questa mia fatica la esperienza ne farà ogniuno certissimo, et se tal abundantia de gradi é tanto utile»: N. VICENTINO, *op. cit.*, L. I, Cap. XXX, p. 22v.

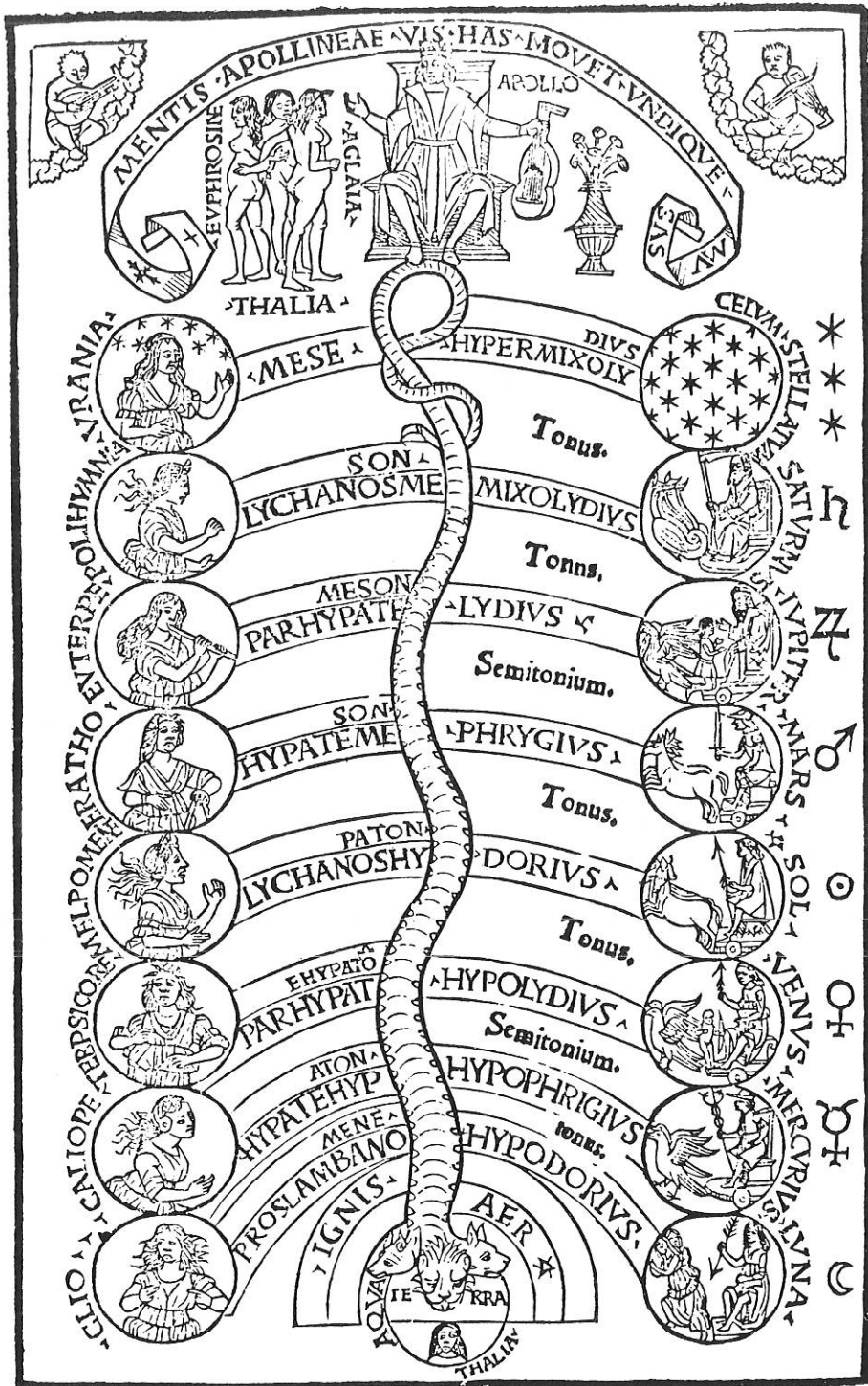
(<sup>55</sup>) S. STEVIN dimostra che la conoscenza diretta degli autori greci indusse la convinzione che la struttura semantica di un linguaggio antico poteva aver causato l'incomprensione (degli autori greci) circa i limiti conseguenti all'uso di un'errata significazione e di un concetto come *analogia*. Da qui un aberrante uso della proporzionalità 6, 4, 3 che *proporzione* non è; ma la convinzione che l'olandese fosse la lingua *Ursprache* permetteva a STEVIN e ad altri suoi contemporanei di ritenersi in grado di correggere gli errori dei greci. Anche la *forma* del numero è per STEVIN un parametro importante per giudicare la possibilità che il rapporto che esso esprime sia consonante, da cui l'impossibilità che  $1/2 \ 7/12$  «ineffabile, irrazionale e inappropriato» possa costituire la base della consonanza. (D. P. WALKER, *op. cit.*, p. 270-1).

(<sup>56</sup>) La consonanza è, anche nel sec. XVII, un criterio metafisico di organizzazione del cosmo, come nel diagramma in cui R. FLUDD (*Utirusque cosmi* [...]), 1617-24, p. 315) unifica l'ordine del corpo, degli incorporei, degli astri, delle costellazioni, dello zodiaco e delle note musicali nei rapporti tra le note indicate su una *tromba marina*, nell'Uno costituito da Dio. (Tav. 6)

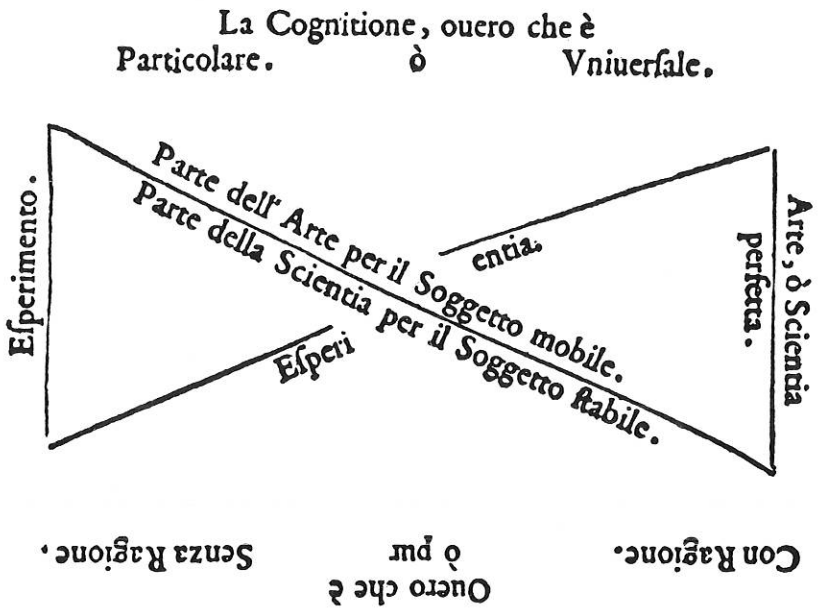
RIASSUNTO – Dalle fonti musicologiche di tutti i tempi si evincono ampie informazioni sulla persistente concezione dell'esistenza di una coincidenza cosmologica tra il mondo terreno e ultraterreno e le corrispondenti «musiche». Musica e geometria venivano studiate con gli stessi procedimenti, al fine di poter confermare una loro comune cosmologia, anche per mezzo dei procedimenti di accordatura propri dei genera diatonico-cromatico-enarmonico. Nicola Vicentino, «inventore» del primo sistema di tastiere adatto alla più soddisfacente esecuzione di tali musiche, abbandonò il modo di pensare astrattamente teorico tipico dei suoi contemporanei. Altri ricercatori si dedicarono, anche in tempi molto più recenti, ad elucubrazioni cosmologiche, alcuni però spaziarono fin nel campo della odierna semantica.

SUMMARY – Music and cosmology in not-tempered tunings. From musicological sources of all time it is easy to gather wide information about a standing concept: on the earth and in the heaven one can notice cosmological coincidences even in their harmonical constitution («music»). Music and geometry were studied by the same means, with the cosmological view to demonstrate that tuning principles based on diatonic-chromatic-enharmonic genera may be properly considered as a means of investigation. Nicola Vicentino, the «inventor» of the first keyboard system on which that music could become better playable, abandoned the theoretical views his contemporaries were attached to. Many other researchers devoted themselves to cosmological lucubration even later too, but a few expanded rationally in the coming doctrine of today's semantics.

ZUSAMMENFASSUNG – Musik und Kosmologie in den untemperierten Stimmungssystemen. Aus der musikologischen Literatur aller Zeiten entnimmt man weitgehende Informationen über die Vorstellung einer kosmologischen Koinzidenz zwischen überirdischer und irdischer Welt und deren Musik. Musik und Geometrie wurden in dem Altertum mit denselben Verfahren studiert, um eine allgemeine kosmologische Anschauung bestätigen zu können, in der auch die in der Praxis des Tasteninstrumentenspieles notwendigen Stimmungsverfahren nach den diatonisch-chromatisch-enharmonischen Genera als Forschungsmittel dienen sollten. Nicola Vicentino, «Erfinder» des ersten Klaviatur-Systems für die vollständige Ausführung solcher Musik, sah die theoretische, für seine Zeitgenossen typische Mentalität ab. Andere Forscher widmeten sich auch in viel jüngeren Zeiten zu bloßen kosmologischen Truggebilde, manche aber erweiterten ihre Anschauung bis in das Fach der heutigen Semantik.



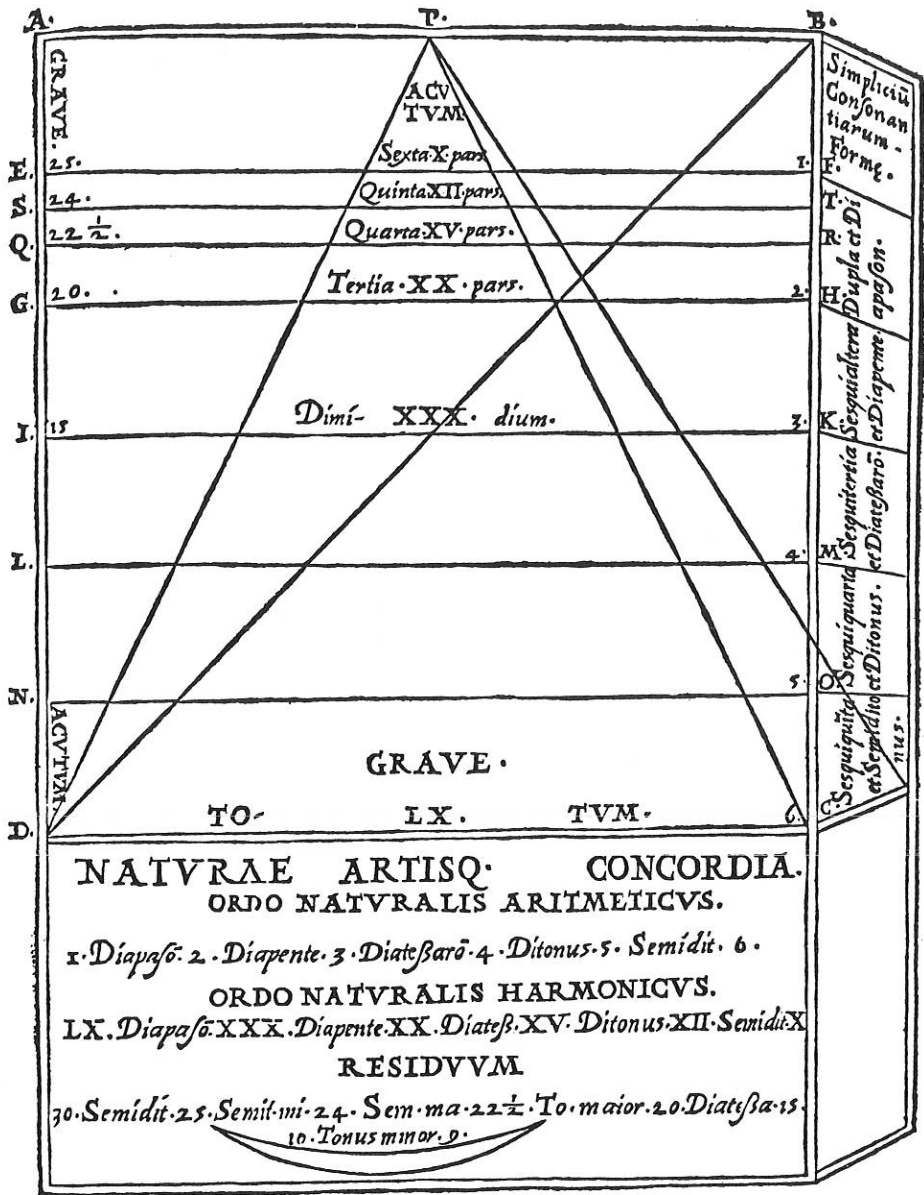
Tav. 1 - Da: FRANCHINO GAFURI, *Pratica Musice*, Milano, 1496.



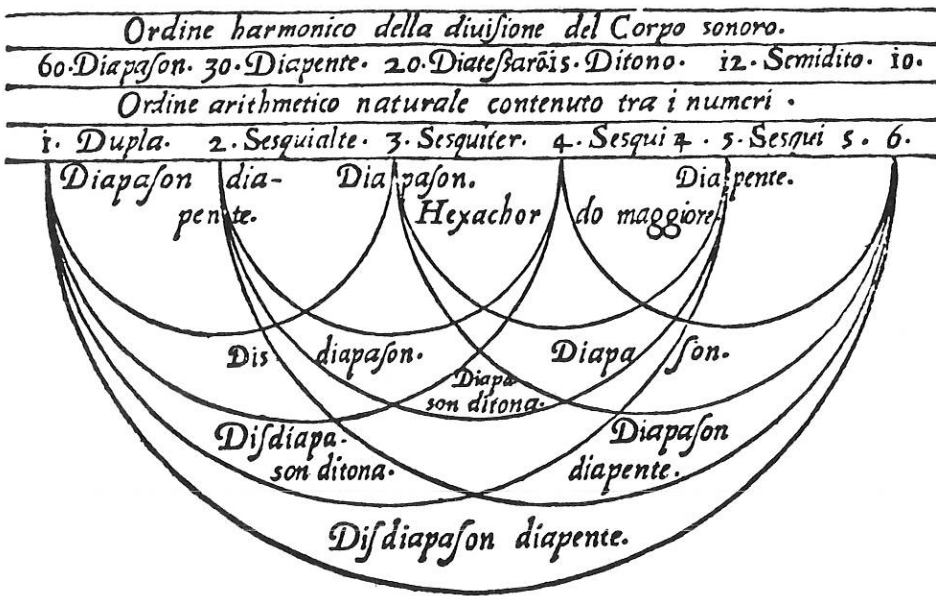
TAV. 2a - GIOSEFFO ZARLINO, *Sopplimenti Musicali*, Venetia, 1588, p. 25 «Delle Sorti della Cognitione; quello che sia Arte & Scienza & come si generino».



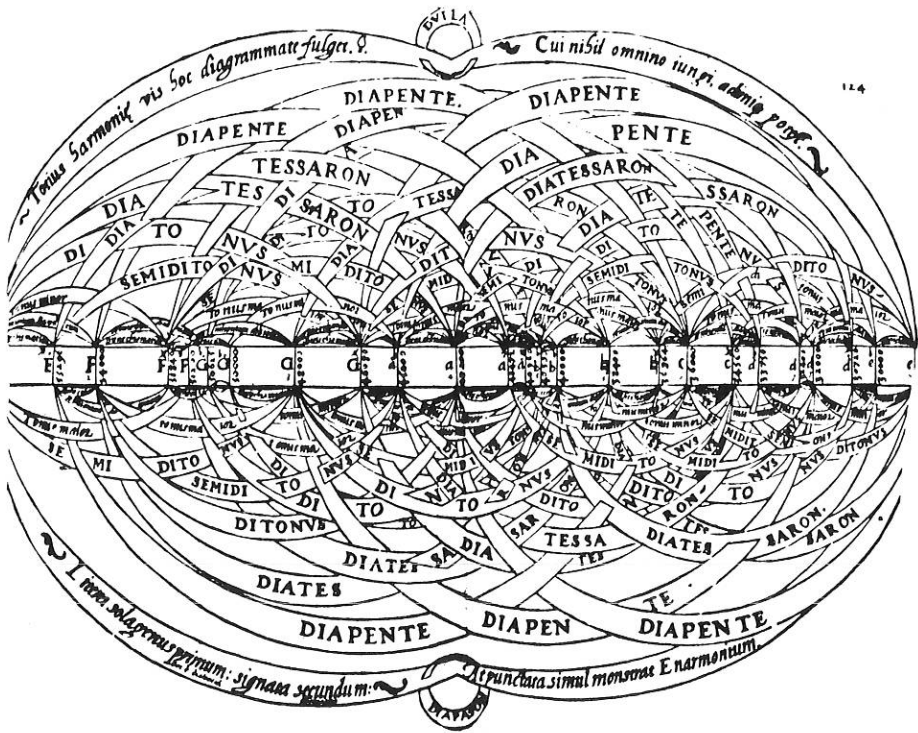
Tav. 2b - Da: LUDOVICO FOLIANI, *Musica Theorica*, Modena, 1529, p. XIII «Quomodo unaquaque consonantia sue aptetur proportioni» (attraverso la sperimentazione sul monocordo).



Tav. 3 - Da: GIOSEFFO ZARLINO, *Sopplimenti Musicali*, Venetia, 1588, p. 89. «Come le uere & naturali Consonanze si possono arteficiosamente ritrouare & udire in atto, col mezzo del Quadrato geometrico; & che tra loro conuengono per ragioni o proporzioni di quei numeri, che per natural dispositione sono contenuti nel Senario».

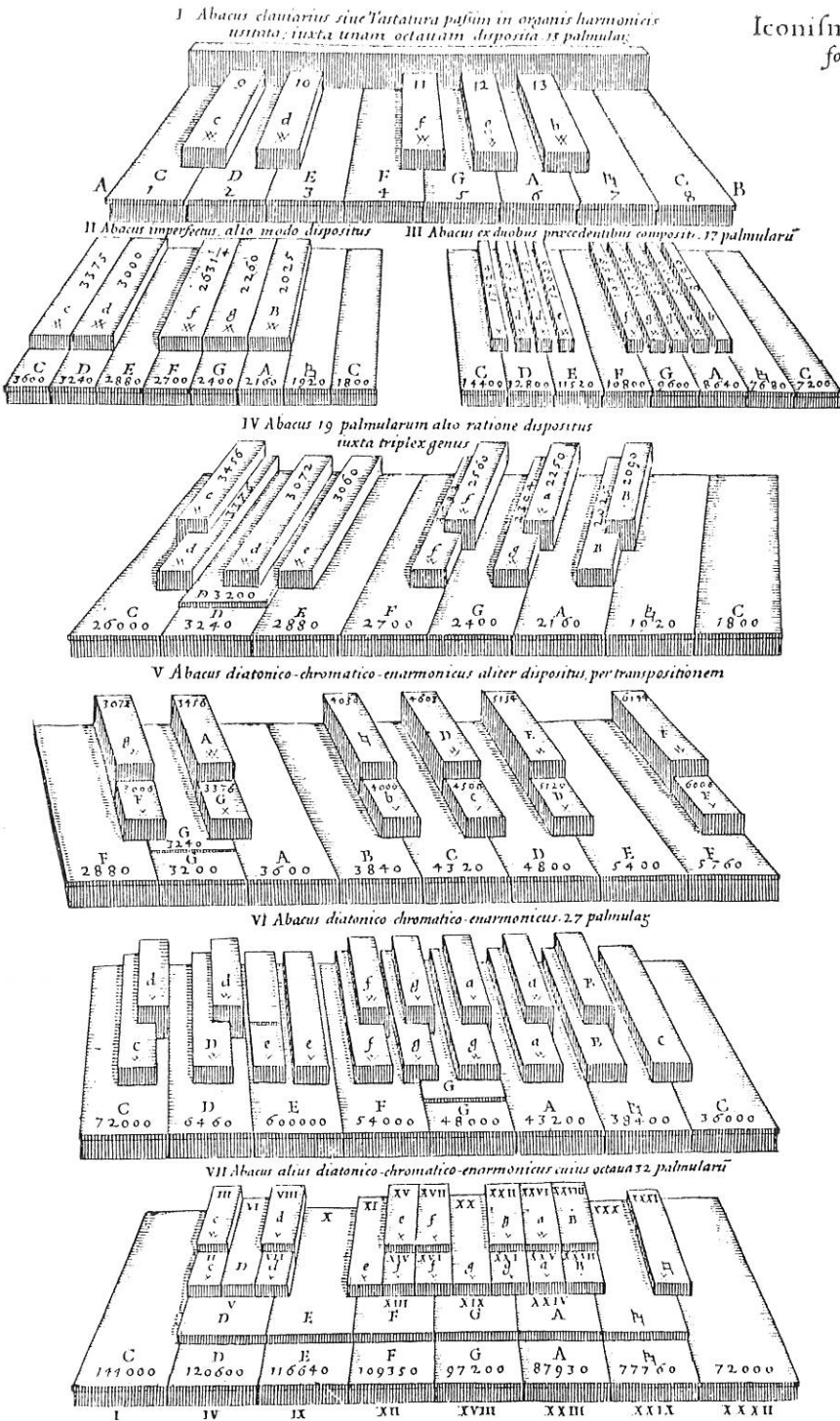


Tav. 4a - Divisione del corpo sonoro secondo il *senario* da: Gioseffo Zarlino, op. cit. p. 98. «Che l'Ordine naturale o natural Sito delle Consonanze non fu conosciuto da Pithagora, ne da alcun'altro de gli Antichi Filosofi».



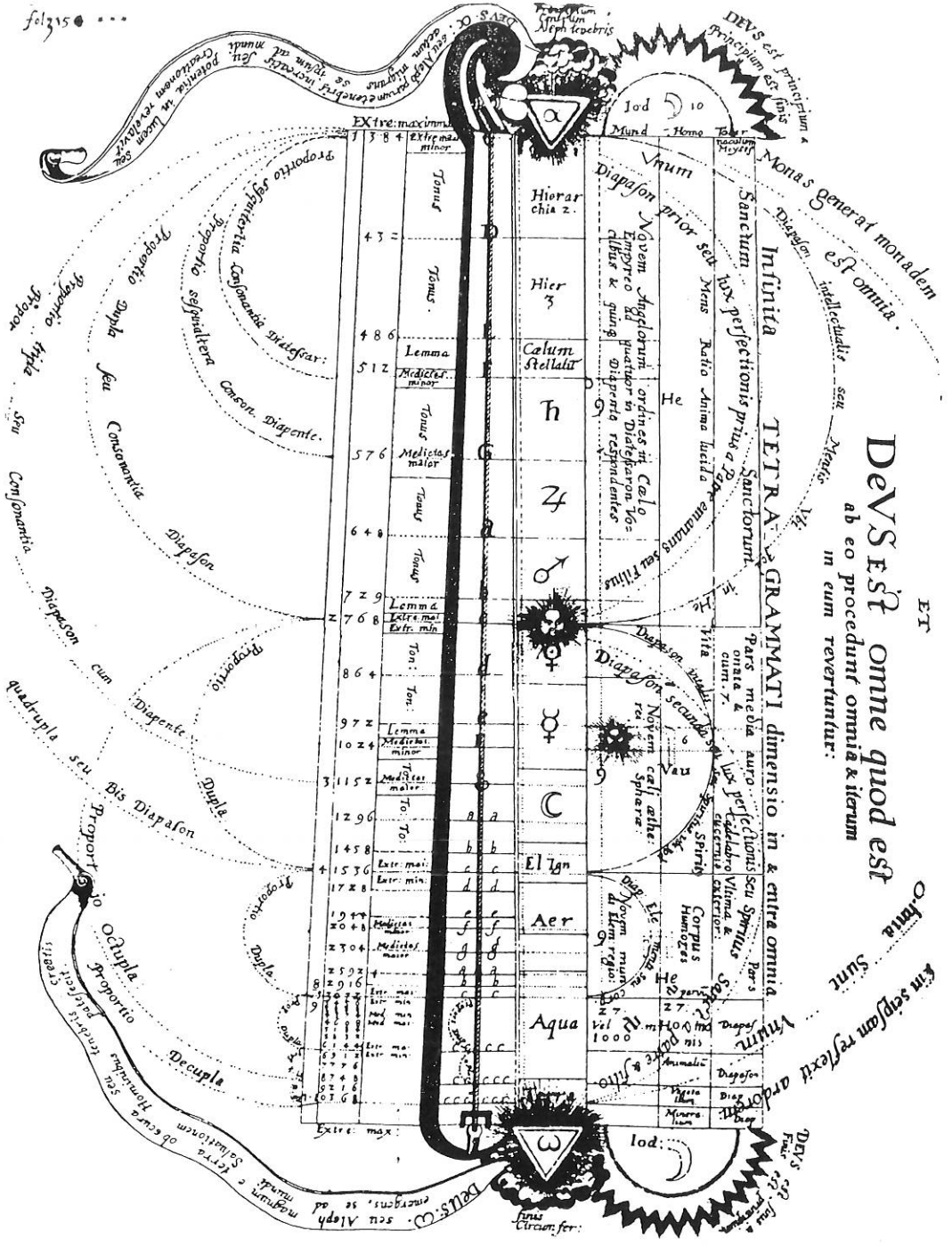
Tav. 4b - FRANCISCUS SALINAS, *De Musica libri septem*, 1577, p. 124. Suddivisione del monocordo per i generi diatonico-cromatico-enarmonico sulla base del senario.





Tav. 5 - Da: ATHANASIUS KIRCHER, *Musurgia universalis* [...], 1650. Abaci di tastiere abituali e non, di 13, 17, 19, 27, 32 tasti (secondo l'accordatura propria dei generi diatonico-cromatico-enarmonico)

felizis • • •



Tav. 6 - ROBERT FLUDD, *De utriusque mundi* [...], 1683. La coincidenza del sistema dell'accordatura della tromba marina (in centro) con la rappresentazione del Creatore e del creato.

# Gli anelli suonano musica di Bach



Ecco come sarebbe la musica che i pianeti diffonderebbero secondo i calcoli di Keplero

Quattro note dell'Offerta musicale di Bach sono state scoperte da uno scienziato di Pasadena che le ha ottenute riproducendo su disco le oscillazioni degli anelli su base alle immagini inviate dal Voyager 1. Quindi se gli anelli di Saturno fossero un disco suonerebbero Bach; quattro battute per la verità sono pochine, ma la coincidenza rimane straordinaria.

Il fatto ripropone il tema dell'armonia delle sfere tanto caro agli antichi. Per Pitagora la Luna, il Sole e i Pianeti erano infissi su sfere concentriche, cave, cristalline e trasparenti che li trascinarono nel loro moto intorno alla Terra. Le distanze tra le varie superfici sferiche erano inoltre ritenute proporzionali ai toni musicali. Secondo i Pitagorici i pianeti producevano una musica che però essendo continua il nostro orecchio non poteva sentire. Noi sappiamo invece che una simile melodia non la potremmo ascoltare sia perché il suono è una vibrazione che

può viaggiare solo in un mezzo come l'aria e non nel vuoto dove stanno i pianeti, sia perché il nostro orecchio percepisce suoni con periodi di appena qualche frazione di secondo. Bisognerebbe quindi che i pianeti oltre che nell'aria si muovessero con periodi di rivoluzione un miliardo di volte più brevi.

Tuttavia, a parte queste considerazioni ovvie, qualcosa di vero sembra esserci. Keplero, l'autore dell'*Harmonice mundi*, pubblicato nel 1619, trovò un tono per ciascun pianeta calcolandone le vibrazioni in base alla velocità angolare. L'astronomo tedesco per determinare l'ottava dei toni di ciascun pianeta prese come riferimento proprio l'ottava di Saturno. Egli trovò in tal modo un coro planetario. Se facciamo un confronto con le voci umane dai calcoli di Keplero Mercurio ricorda un soprano, sono un alto Venere e la Terra, Marte (manco a dirlo) è un tenore, Giove e Saturno sono bassi. Il grande astronomo fece

pure notare con ironia come le note della melodia terrestre fossero un Mi e un Fa, proprio le iniziali di miseria e fame.

L'armonia è confermata anche con la scoperta di Nettuno, Urano e Plutone. Il periodo di rivoluzione di Nettuno è di 164,8 anni, ossia  $1/2/3$  di quello di Plutone (247,7 anni). Ora questo rapporto è caratteristico di un accordo di quinta. Così pure facendo il rapporto tra il periodo di Urano (84 anni) e quello di Nettuno si ottiene 0,51, un valore molto vicino a  $1:2$  che corrisponde all'intervallo di un'ottava. Continuando di questo passo si possono trovare altri accordi, ma non mancano neppure stonature da pelle d'oca. Una di queste riguarda proprio Saturno.

I sostenitori dell'armonia celestiale avevano in parte ragione, solo che come strumento musicale il Sistema Solare andrebbe accordato in qualche componente.

Emanuele Azzitù

CORRIERE DELLA SERA

Sabato 29 agosto 1981 -

6

## SCIENZA E TECNOLOGIA

Tav. 7 - Recente riproposizione del tema dell'armonia delle sfere.

