

3975  
CIANCAGLINI  
1991

Rend. Mor. Acc. Lincei  
t. 9, v. 11: 47-77 (1991)

## LE TEORIE ACUSTICHE DEI GRECI

### I. L'acustica musicale nei primi Pitagorici

Nota di CLAUDIA A. CIANCAGLINI,  
presentata<sup>(\*)</sup> dal Socio Corrispondente W. BELARDI

RÉSUMÉ. — Dans le domaine de la théorie musicale du pythagorisme ancien on doit rechercher l'origine de nombreux modèles interprétatifs que les Grecs ont utilisés par la suite en expliquant les faits de langue. Dans cette note on analyse les témoignages des anciens à l'aide de la philologie et de la linguistique, pour jeter les bases d'un étude successif sur la naissance des conceptions phonétiques chez les Grecs.

#### § 1. I termini del problema.

L'interesse per gli aspetti acustici e fonatori del linguaggio prende le mosse, nella Grecia antica, da indagini, condizionate teoricamente, condotte da parte della cerchia pitagorica per lo più nell'ambito della musica e della matematica; solo in un secondo momento i risultati di tali indagini furono applicati ai suoni di lingua.

Lo scopo che si prefigge la presente nota è quello di rintracciare nel pensiero pitagorico più antico la genesi di una ricerca, svolta intorno all'acustica musicale, gli sviluppi della quale hanno influenzato molti settori del pensiero dei Greci sulla lingua e sulla grammatica. Le indagini musicali pitagoriche, infatti, sono il presupposto sia del successivo studio circa la fenomenologia acustica della voce umana e circa la fisiologia degli organi ad essa deputati, sia della genesi delle teorie grammaticali greche: si pensi, ad esempio, alle riflessioni intorno all'accento greco — non per nulla definito "musicale" — consistente in una particolare intonazione conferita alla vocale tonica, la quale, secondo quanto afferma esplicitamente Dionigi di Alicarnasso, era caratterizzata nell'accento "acuto" da un innalzamento di "tono" pari a un intervallo di quinta rispetto alle vocali atone<sup>(1)</sup>.

Tutta la terminologia greca connessa con l'accento del resto rivela riferimenti musicali: si pensi ai termini *προσῳδία* 'accento', *ὀξύς* 'acuto', *βαρύς* 'grave'; lo stesso termine *τόνος* approda in ambito linguistico al senso di 'accento (musicale)', a partire dal significato tecnico e più antico, assunto dai Pitagorici in ambito musicale, di

CIANCAGLINI Claudia A., *Le teorie acustiche dei Greci*, 1: *L'acustica musicale nei primi Pitagorici*: RAL 9° ser. 2 1991 47-77. | Analyse des témoignages sur la théorie musicale du pythagorisme ancien, à l'origine des modèles interprétatifs utilisés aussi par les Grecs pour expliquer les faits de langue. [4095]

(\*) Nell'adunanza del 15 Dicembre 1990.

(1) Cf. Dionigi di Alicarnasso, *De compositione verborum* 11,58.

'intervallo tra due note contigue', derivato dalla semantica di base di 'teso' (ε \*ten-) applicata alla corda musicale.

Analogamente, un'origine musicale pare certa per alcuni concetti grammaticali come, ad esempio, quello di "consonante", espresso con il termine greco σύμφωνον<sup>(2)</sup>: nella terminologia musicale tecnica impiegata dai Pitagorici, l'aggettivo σύμφωνοι, in opposizione a διάφωνοι, qualifica due suoni musicali simultanei che producano un'impressione uditiva unitaria, vale a dire che costituiscano una consonanza; la consonanza stessa è designata con il termine συμφωνία. È verosimile che l'uso grammaticale di σύμφωνον, detto di "consonante", echeggi alla distanza quell'idea di 'sonare in accordo con' — nell'ambito della sillaba — che è implicita nella nozione di συμφωνία 'consonanza'.

La resa in italiano del greco συμφωνία presenta qualche difficoltà dovuta alla specializzazione tecnica che i termini *accordo* e *consonanza* hanno assunto nel linguaggio dei musicologi moderni. Con *accordo* quale termine tecnico oggi si intende la combinazione simultanea di tre o più suoni, la quale deve contenere non meno di due terze sovrapposte (cf. *Dizionario Enciclopedico Universale della musica e dei musicisti*, Torino 1983, s.v. *accordo*). Non manca però nell'uso corrente anche passato della lingua italiana l'impiego della parola *accordo* nel senso di «unione di due o più suoni contemporati secondo le leggi dell'armonia» (corsivo nostro; cf. TOMMASO, *Dizionario della lingua italiana*, s.v. *accordo*). Con *consonanza* nella terminologia musicale moderna si intende fare riferimento alla valutazione qualitativa sia di intervalli che di accordi (cf. *Dizionario Enciclopedico Universale della musica e dei musicisti*, Torino 1983, s.v. *consonanza*). Il significato musicale odierno di *consonanza* è dunque più ampio di quello che noi gli attribuiamo impiegando *consonanza* per rendere il greco συμφωνία: nel pitagorismo più antico il termine συμφωνία, riferito soltanto all'ottava, alla quarta e alla quinta, indica la compresenza di due soli suoni di altezza differente la cui esecuzione simultanea o quasi produce un'impressione uditiva unitaria (cf. DK 47 A 18, e tra gli altri LASSERRE, *Plutarque De la musique*, 1954, p. 33; con l'evolversi della dottrina musicale greca verrà meno il postulato della sensazione unitaria).

Il termine greco συμφωνία potrebbe essere reso anche — in osservanza alla terminologia attuale — con la perifrasi "intervallo armonico consonante semplice", dove "armonico" si riferisce alla simultaneità, "consonante" all'impressione unitaria e "semplice" alla limitazione a un'unica ottava.

Abbiamo preferito la resa del greco συμφωνία con *consonanza* per mantenere la distinzione tra i due termini greci συμφωνία e διάστημα. Questo secondo termine indica propriamente l'intervallo considerato come "distanza" (nel senso di rapporto tra lunghezze diverse; si veda oltre) e come differenza di altezza tra due note diverse. Tale termine si riferisce nei testi musicali greci, oltre che all'ottava, alla quarta e alla quinta, anche al tono, al semitono, etc.

Per i Pitagorici antichi, dunque, tutte le συμφωνίαι sono anche διαστήματα, ma non tutti i διαστήματα sono συμφωνίαι, poiché gli intervalli come il tono e il semitono non ingenerano una impressione uditiva unitaria. Inoltre, la resa del greco συμφωνία con l'italiano *consonanza* — resa che ricalca la resa latina *consonantia*, la quale compare come glossa del greco συμφωνία a partire circa dal III secolo d.C. — è legittimata da un uso già antico secondo il quale le συμφωνίαι dei Greci, e cioè l'ottava, la quarta e la quinta, sono dette *consonanze perfette* (cf. BATTAGLIA, *Grande Dizionario della lingua italiana*, s.v. *consonanza*).

(2) Cf. Dionisio Trace, in *Gramm. Graeci* I, Leipzig 1883, p. 11. Gli Stoici e Dionisio Trace introducono il termine σύμφωνον nel senso di "consonante" per indicare gli stoikheia precedentemente designati con il termine ἁρμονία. Per i motivi di tale sostituzione, cf. BELARDI, *Filosofia*, 1985, p. 71, nota 72.

Ad ogni modo, nella designazione dell'ottava, della quarta e della quinta, ci siamo permessi una certa fluttuazione di resa tra *consonanze* e *intervalli*, secondo che si voglia alludere in particolare all'effettivo uditivo oppure al rapporto tra note di altezza diversa.

Un'origine musicale è altrettanto probabile, anche se non certa, per il termine grammaticale συλλαβή 'sillaba'. Tale termine, infatti, presso i teorici musicali antichi indica la consonanza di quarta<sup>(3)</sup>.

Anche le designazioni greche di alcuni generi letterari rimandano a una originaria compresenza della musica: si ricordino, ad esempio, la lirica e l'elegia (per la seconda il Meillet richiamò l'armeno *elēgn* 'canna').

È probabile che il tramite tra le acquisizioni conseguite in ambito musicale soprattutto da parte dei Pitagorici e le prime teorizzazioni in ambito grammaticale sia da individuare negli ambienti dei metricisti, intorno ai quali però non abbiamo informazioni sufficienti<sup>(4)</sup>.

Lo studio delle conoscenze acustiche elaborate dal pensiero greco antico e del loro evolversi non può prescindere da una articolazione in vari settori tematici, tra i quali i principali sono:

- la dottrina musicale pitagorica;
- le teorie musicali non pitagoriche;
- le teorie dei filosofi ionici intorno alla percezione auricolare e alla fisiologia dell'organo uditivo;
- la semantica dei termini usati sia in ambito musicale, sia in ambito grammaticale.

Si tratta, dunque, di una ricerca ad ampio raggio, da condurre sulla base di una notevole quantità di testimonianze, dirette ed indirette, molte delle quali trascurate finora dagli studiosi moderni, perché inerenti a una tematica di confine tra la storia della scienza, la matematica, la linguistica, la filologia, la musicologia, etc., oltre che spesso di difficile intendimento.

È nostra intenzione indagare le acquisizioni operate dal mondo greco in ambito acustico partendo dall'esame della genesi e del primo sviluppo della teoria musicale pitagorica, con particolare riguardo al rapporto in essa esistente tra musica e matematica.

All'interno di tale settore di indagine, ci limiteremo a considerare le notizie nelle quali è preponderante l'aspetto della produzione del suono musicale, rimandando ad altro momento le osservazioni condotte dai Pitagorici intorno ai caratteri intrinseci dell'altezza o gravità del suono, visto che in tale argomento risultano

(3) Cf., ad esempio, Filolao, in DK 44 B 6. Sui rapporti tra uso musicale ed uso grammaticale del termine greco συλλαβή contiamo di tornare in altra sede. Per le vicende culturali legate all'impiego grammaticale di tale termine, cf. BELARDI, *Filosofia*, 1985, p. 53 sgg.

(4) Cf. BELARDI, *Filosofia*, 1985, p. 68 e p. 163.

implicati anche gli aspetti della propagazione e della ricezione del suono stesso.

Una così drastica limitazione del campo di indagine ci pare necessaria a fronte della consistenza elevata delle fonti da esaminare.

Pertanto, la nostra esposizione articolerà l'esame delle fonti preliminarmente intorno a tre nuclei centrali, vale a dire:

a) l'individuazione degli intervalli principali a partire da osservazioni rivolte alla struttura fisica delle sorgenti sonore (è il tema del presente capitolo I);

b) lo studio matematico delle medie proporzionali, sulla base delle quali vengono stabiliti i rapporti numerici esprimenti gli intervalli;

c) l'esplicitazione in senso numerico dei diversi generi di scale musicali già noti empiricamente alla cultura musicale dell'epoca (i punti b e c costituiranno il futuro capitolo II).

## § 2. Gli "esperimenti" di Pitagora.

Nel primo pitagorismo non si avverte l'esigenza di analizzare in ogni suo aspetto la complessità del fenomeno acustico, nei due momenti oggettivi della produzione e della propagazione, come pure nel momento soggettivo della percezione. Dell'aspetto soggettivo viene colta in modo astratto, razionalizzante e matematico, soltanto l'importanza dei vari tipi di rapporto tra frequenze diverse, nell'intento di giungere non a una analisi compiuta, quanto invece alla individuazione della *ratio* matematica.

Per "individuazione degli intervalli" si intende qui non la conoscenza empirica di essi, ma una loro classificazione generale e teoretica, possibile ovviamente solo attraverso la quantificazione dei loro rapporti numerici costanti. Nell'epoca nella quale la tradizione colloca tale quantificazione matematica, ossia intorno al VI secolo a.C., troviamo che la prassi musicale greca utilizzava già almeno tre intervalli consonanti basilari, ottenibili su un sistema di sette (otto) corde, e precisamente le consonanze di ottava, di quinta e di quarta<sup>(5)</sup>.

(5) Le denominazioni stabilizzatesi nel lessico tecnico musicale per indicare tali consonanze sono, rispettivamente, per l'ottava διὰ παπῶν (scil. χορδῶν, cioè interessante la prima e l'ultima corda); per la quinta διὰ πέντε (scil. χορδῶν, cioè interessante la prima e la quinta corda); per la quarta διὰ τεσσάρων (scil. χορδῶν, cioè interessante la prima e la quarta corda). Dalle fonti emerge però che in epoca più antica le consonanze sopra menzionate erano dette rispettivamente ἀρμονία, διὰ ἑξεῖς e συλλαβή. Cf. DK I, p. 418, nota al rigo 2; Filolao DK 44 B 6; Nicomaco, *harmon. enchir.* 9 (= JAN, *Mus. Script. Graeci*, 1895, p. 252, 4 sgg.); TIMPANARO CARDINI, *Pitagorici*, 1962, II, p. 208 sg., nota al testo; etc. Sul rapporto tra la denominazione delle consonanze tramandata come antica e quella divenuta corrente contiamo di tornare in altra sede. Per inciso, ricordiamo inoltre che, dal punto di vista fisico, si ritiene attualmente che l'impressione di consonanza sia tanto maggiore quanto più è semplice il rapporto tra le frequenze dei due suoni interessati; tuttavia, non manca chi sottolinea la relatività del concetto di "consonanza"; cf. TIMPANARO CARDINI, *Pitagorici*, 1962, II, p. 320 e sg., nota al testo, e bibliografia ivi citata.

I Pitagorici furono i primi a determinare, al di là delle impressioni sensibili, i rapporti numerici che esprimono gli intervalli consonanti di base. Numerose fonti antiche attribuiscono tale razionalizzazione allo stesso Pitagora.

Riguardo alla figura di Pitagora, nato a Samo il 570 circa a.C. e vissuto per lungo tempo a Crotone, dove morì verso il 497 a.C., le notizie sicure non sono molte. Gli accenni di Aristotele sono di solito riferiti ai Pitagorici in generale; notizie più abbondanti si trovano solo presso autori molto lontani cronologicamente da Pitagora, nei quali oltre tutto sono presenti molti elementi leggendari, frutto di tradizione popolare oppure di riclavorazioni neopitagoriche. Per un riassunto della "questione pitagorica" si veda SCHÖNBERGER, *Studien z. Harm. Ptol.*, 1914, p. 113 e sgg., il quale, in contrasto con lo scetticismo manifestato da molti studiosi, tenta di ristabilire l'importanza della figura di Pitagora all'interno della scienza greca antica, basandosi su motivazioni assai ragionevoli.

Oltre alle questioni relative all'esistenza storica di Pitagora, altri problemi sorgono circa l'affidabilità delle fonti che ne testimoniano l'impegno euristico rivolto al mondo dei suoni e degli effetti musicali. Da un lato fonti dirette sono del tutto assenti; quelle indirette, d'altra parte, sono costituite da passi di autori tardi e di scarsa personalità critica, oltre che — in taluni casi — sospetti di parzialità perché neopitagorici.

In particolare, i testimoni che dobbiamo utilizzare sono i seguenti:

Nicomaco di Gerasa, vissuto nel II secolo d.C., autore di una biografia di Pitagora, di una *Introduzione aritmetica* (*Arithmetica introductio*), e di un manuale di armonia (*Harmonicum enchiridium*), da noi citato secondo l'edizione di JAN, *Mus. Script. Graeci*, 1895, p. 237 sgg.; la validità di quest'ultima opera come fonte per le dottrine musicali antiche è contestata dal Jan per le interpolazioni ed omissioni che conterrebbe;

Tolomeo, il celebre matematico ed astronomo alessandrino, vissuto in Egitto nel II secolo d.C., del quale utilizzeremo qui l'opera intitolata *Armonica* (*Harmonica*), in tre libri, secondo l'edizione di I. Düring 1930;

Teone di Smirne, di epoca adrianea, autore di un'opera intitolata *Introduzione matematica a Platone* (*Expositio rerum mathematicarum*), basata su un commento al *Timeo* del peripatetico Adrasto, il quale a sua volta era influenzato da Posidonio;

Diogene Laerzio, vissuto nel III secolo d.C., autore di una *Storia dei filosofi* (*De clarorum philosophorum vitis*), in dieci libri;

Porfirio di Tiro, allievo di Plotino, anch'egli vissuto nel III secolo d.C., autore — tra l'altro — di una *Vita di Pitagora* (*De vita Pythagorae*) e di un commento al trattato di armonia di Tolomeo (*In Ptolemaei harmonica*), da noi citato secondo l'edizione di I. Düring 1932;

Giamblico di Calcide, allievo di Porfirio a Roma tra il 263 e il 268 d.C., autore di una *Vita di Pitagora* (*De Vita pythagorica*), opera che doveva far parte di un'altra più ampia, dal titolo *Dogmatica pythagorica*, in dieci libri;

Aristide Quintiliano, autore di un'opera sulla musica (*De musica*) in tre libri; la sua epoca è incerta, ma per gli influssi neoplatonici contenuti nella sua opera si ritiene di poterlo collocare circa nel III secolo d.C.;

Gaudenzio, vescovo di Brescia, vissuto tra il IV e il V secolo d.C., autore di sermoni e trattati.

Se sospetti su simili fonti sono legittimi, è anche vero — a nostro avviso — che esse sono utilizzabili, in certe condizioni e con le dovute cautele.

Diogene Laerzio, ad esempio, pur assemblando acriticamente le notizie, raccoglie spesso *verbatim* moltissimo materiale più antico di importanza inestimabile; Giamblico e Nicomaco sono in certa misura affidabili quando riferiscono una medesima notizia quasi con le medesime parole, dal momento che, essendo escluso che si siano influenzati a vicenda, si può ritenere che abbiano utilizzato indipendentemente una stessa fonte più antica.

Questo è il caso di una testimonianza relativa a Pitagora, riferita sia da Nicomaco che da Giamblico, nella quale si racconta che Pitagora avrebbe udito uscire dall'officina di un fabbro dei suoni tra loro armonici secondo le consonanze di ottava (διὰ πασῶν), di quinta (διὰ πέντε) e di quarta (διὰ τεσσάρων); entrato, avrebbe inoltre notato che la differenza tra i suoni singoli dipendeva dalla differenza di peso dei martelli usati dal fabbro e che a ciascun peso poteva essere attribuito un numero, in modo tale da stabilire dei determinati rapporti numerici tra i pesi dei martelli che davano luogo a determinate consonanze. Riconosciuto che l'ordine di successione dei quattro pesi differenti poteva essere rappresentato dall'ordine di successione dei quattro numeri 12, 9, 8 e 6 (dei quali 12, 8 e 6 corrispondono nell'ordine ai lati, ai vertici e alle facce del cubo, mentre 9 è la media aritmetica tra 12 e 6), e combinati tra loro a due a due questi valori, Pitagora avrebbe constatato che i seguenti rapporti rappresentavano in senso matematico le consonanze udite: 12:6 l'ottava; 12:9 oppure 8:6 la quarta; 12:8 oppure 9:6 la quinta; infine 9:8 poteva rappresentare l'intervallo di un tono<sup>(6)</sup>. La semplificazione matematica di tali rapporti consente di ricavare i rapporti usualmente adoperati per designare gli intervalli principali, cioè: 2:1 per l'ottava, 4:3 per la quarta, 3:2 per la quinta. Tornato a casa, Pitagora avrebbe ripetuto l'esperimento con corde uguali tra loro per lunghezza e spessore appese verticalmente, alle quali avrebbe applicato dei pesi corrispondenti a quelli dei martelli, ottenendo per combinazione le stesse consonanze musicali che aveva udito nell'officina del fabbro.

La testimonianza di Nicomaco, *harmon. enchir.* 6, pressoché identica a quella di Giamblico, *vita Pythag.* 26 (in Jan, *Musici Scriptores Graeci*, 1895, p. 245 sgg. e p. 115 sgg.) è la seguente:

[...] παρά τι χαλκοτυπεῖον περιπατῶν ἔκ τινος δαμονίου συντυχίας ἐπήκουσε ραιστήρων σίδηρον ἐπ' ἄκμῃ ραίωντων καὶ τοὺς ἤχους παραμῖξ πρὸς ἀλλήλους ἰσχυρονότους ἀποδιδόντων, πλὴν μιᾶς συζυγίας. ἐπεγίνωσκε δ' ἐν αὐτοῖς τὴν τε διὰ πασῶν τὴν τε διὰ πέντε καὶ τὴν διὰ τεσσάρων συνῶδιαν. τὴν δὲ μεταξύτῃ τῆς τε διὰ τεσσάρων καὶ τῆς διὰ πέντε ἀσύμφωνον μὲν ἑώρα αὐτὴν καὶ ἑαυτὴν, συμπληρωτικὴν δὲ ἄλλως τῆς ἐν αὐτοῖς μείζονος, ἄσμενος δὲ ὡς κατὰ θεὸν ἀνυομένης αὐτῷ τῆς προσθέσεως εἰσέδραμεν εἰς τὸ χαλκίον καὶ ποικίλαις πείραις παρὰ τὸν ἐν τοῖς ραιστήρῃσιν ὄγκον εὐρών τὴν διαφορὰν τοῦ ἤχου, ἀλλ' οὐ παρὰ τὴν τῶν ραίωντων βίαν οὐδὲ παρὰ τὰ σχήματα τῶν σφυρῶν οὐδὲ παρὰ τὴν τοῦ ἐλαυνομένου σιδήρου μετάθεσιν, σηκώματα ἀκριβῶς ἐκλαβὼν καὶ ῥοπὰς ἰσαϊτάτας τῶν ραιστήρων πρὸς ἑαυτὸν ἀπηλλάγη. καὶ ἀπὸ

(6) Cf. DK 44 A 24.

τινος ἐνὸς πασσάλου διαγωνίου<sup>(7)</sup> ἐμπεπηγὸτος τοῖς τοίχοις, ἵνα μὴ κακὰ ἐκ τοῦτου διαφορὰ τις ὑποφαίνεται ἢ ὅλως ὑπονοῇται πασσάλων ἰδιαζόντων παραλλαγῇ, ἀπαρτήσας τέσσαρας χορδὰς ὁμούλους καὶ ἰσοκύλους, ἰσοπαχεῖς τε καὶ ἰσοστρόφους, ἐκάστην ἀφ' ἐκάστης ἐξήρτησεν, ὁλκὴν προσδήσας ἐκ τοῦ κάτωθεν μέρους, τὰ δὲ μήκη τῶν χορδῶν μηχανησάμενος ἐκ παντὸς ἰσαίτατα. εἴτα κρούων ἀνὰ δύο ἅμα χορδὰς ἐπαλλάξ συμφωνίας εὗρισκε τὰς προλεχθείσας, ἄλλην ἐν ἄλλῃ συζυγίᾳ. τὴν μὲν γὰρ ὑπὸ τοῦ μεγίστου ἐξαρτήματος τεινομένην πρὸς τὴν ὑπὸ τοῦ μικροτάτου διὰ πασῶν φθεγγομένην κατελάμβανεν. ἦν δὲ ἡ μὲν δώδεκά τινων ὁλκῶν, ἡ δὲ ἑξ. ἐν διπλάσιῳ δὴ λόγῳ ἀπέφαινε τὴν διὰ πασῶν, ὅπερ καὶ αὐτὰ τὰ βάρη ὑπέφαινε. τὴν δ' αὖ μεγίστην πρὸς τὴν παρὰ τὴν μικροτάτην (οὐσαν ὁκτῶ ὁλκῶν) διὰ πέντε συμφωνοῦσαν, ἐνθεν ταύτην ἀπέφαινε ἐν ἡμιολίῳ λόγῳ, ἐν ᾧ περ καὶ αἱ ὁλκαὶ ὑπῆρχον πρὸς ἀλλήλας· πρὸς δὲ τὴν μετ' ἑαυτὴν μὲν τῷ βάρει, τῶν δὲ λοιπῶν μείζονα, ἐννέα σταθμῶν ὑπάρχουσιν, τὴν διὰ τεσσάρων, ἀναλόγως τοῖς βρίθεισι. καὶ ταύτην δὲ ἐπίτριτον ἀντικρυς κατελαμβάνετο, ἡμιολίαν τὴν αὐτὴν φύσει ὑπάρχουσαν τῆς μικροτάτης (τὰ γὰρ ἐννέα πρὸς τὰ ἑξ οὕτως ἔχει), ὅπερ τρόπον ἢ παρὰ τὴν μικρὰν ἢ ὁκτῶ μὲν τὴν τὰ ἑξ ἔχουσιν ἐν ἐπιτρίτῳ ἦν, πρὸς δὲ τὴν τὰ δώδεκα ἐν ἡμιολίῳ. τὸ ἄρα μεταξὺ τῆς διὰ πέντε καὶ τῆς διὰ τεσσάρων τούτεστιν ὧ ὑπερέχει ἡ διὰ πέντε τῆς διὰ τεσσάρων, ἐβεβαιούτο ἐν ἐπογδόῳ λόγῳ ὑπάρχειν, ἐν ᾧ περ τὰ ἐννέα πρὸς τὰ ὁκτῶ. ἐκατέρως τε ἡ διὰ πασῶν σύστημα ἡλέγχετο τῆς διὰ πέντε καὶ διὰ τεσσάρων ἐν συναφῇ, ὡς ὁ διπλάσιος λόγος ἦτο ἡμιολίου τε καὶ ἐπιτρίτου, οἷον δώδεκα ὁκτῶ ἑξ, ἢ ἀναστροφῶς τῆς διὰ τεσσάρων καὶ διὰ πέντε, ὡς τὸ διπλάσιον ἐπιτρίτου τε καὶ ἡμιολίου οἷον δώδεκα ἐννέα ἑξ ἐν τάξει τοιαύτῃ. τυλώσας δὲ καὶ τὴν χεῖρα καὶ τὴν ἀκοὴν πρὸς τὰ ἐξαρτήματα καὶ βεβαιώσας πρὸς αὐτὰ τὸν τῶν σχέσεων λόγον, μετέθηκεν εὐμηχάνως τὴν μὲν τῶν χορδῶν κοινὴν ἀπόδεσιν τὴν ἐν τοῦ διαγωνίου πασσάλου εἰς τὸν τοῦ ὄργανου βατήρα. ὃν χορδότονον ὠνόμαζε, τὴν δὲ ποσὴν ἐπίτασιν ἀναλόγως τοῖς βάρεσιν εἰς τὴν τῶν κολλάβων ἀνωθεν σύμμετρον περιστροφῇ. ἐπιβάθρα τε ταύτῃ χρώμενος καὶ οἷον ἀνεξαπατήτῳ γινώμονι εἰς παικίλα ὄργανα τὴν πείραν λοιπὸν ἐξέτεινε, λεκίδων τε κροῦσιν καὶ αὐλοῦς καὶ σύριγγας καὶ μονόχορδα καὶ τρίγωνα καὶ τὰ παραπλησίᾳ, καὶ σύμφωνον εὗρισκεν ἐν ἅπασιν καὶ ἀπαράλλακτον τὴν δι' ἀριθμοῦ κατάληψιν. ὀνομάσας δὲ ὑπάτην μὲν τὸν τοῦ ἑξ ἀριθμοῦ κοινωνοῦντα φθόγγον, μέσην δὲ τὸν τοῦ ὁκτῶ, ἐπίτριτον αὐτοῦ τυγχάνοντα, παραμέσσην δὲ τὸν τοῦ ἐννέα, τόνῳ τοῦ μέσου ὀξύτερον καὶ δὴ καὶ ἐπὶ ὄρθον, νῆτην δὲ τὸν τοῦ δώδεκα, καὶ τὰς μεταξύτῃ κατὰ τὸ διατονικὸν γένος συναναπληρώσας φθόγγους ἀναλόγως οὕτως τὴν ὁκτάχορδον ἀριθμοῖς συμφώνους ὑπέταξε, διπλάσιῳ ἡμιολίῳ ἐπιτρίτῳ καὶ τῇ τούτων διαφορᾷ ἐπογδόῳ.

«[Pitagora.] mentre passava presso una fucina, per un caso fortunato udì dei martelli che battevano il ferro sull'incudine e che producevano insieme suoni consonanti reciprocamente, eccetto che per una coppia. Riconobbe in quei suoni consonanti le consonanze di ottava, di quinta e di quarta. L'intervallo tra la quarta e la quinta vide che non consonava in sé per sé [infatti tra la quarta e la quinta c'è solo un tono], mentre al contrario completava l'intervallo maggiore tra questi [scil. la quinta]. Rallegratosi del fatto che per grazia divina gli si era offerto quell'aiuto, entrò dentro la fucina e trovò, dopo svariati tentativi, che la differenza di suono

(7) Leggiamo διαγωνίου cioè che per Jan è διὰ γώνων.

consisteva nel peso dei martelli, e non nella forza (con cui si faceva uso) dei martelli, né nelle forme di questi, né in una variazione (di reazione) del ferro percosso. Dopo aver rilevato accuratamente i pesi dei martelli mediante una serie di contrappesi rispettivi [scil. su una bilancia], ritornò a casa. Prese poi quattro corde di uguale materiale, di uguale lunghezza, di uguale spessore e intrecciate alla stessa maniera e le appese a un unico piolo conficcato nella parete ortogonalmente, perché non derivasse qualche differenza o assolutamente non si potesse sospettare una distorsione di pioli presi singolarmente; tenendo le corde ben separate l'una dall'altra applicò a ciascuna di esse un peso nella parte in basso, facendo però in modo che le lunghezze delle corde rimanessero assolutamente identiche. Poi sollecitando insieme due corde alla volta scoprì le consonanze sopra dette, ciascuna per una diversa coppia. Infatti scoprì che la corda tesa dal peso maggiore insieme a quella tesa dal minore consonava secondo la consonanza di ottava: a una corda aveva collegato il peso 12, all'altra il peso 6. Egli si accorse quindi che l'ottava corrispondeva al rapporto del doppio [scil. 2:1], cosa che si rivelava anche dal rapporto tra i pesi stessi. Facendo poi consonare la corda maggiormente tesa insieme a quella vicina alla corda collegata al peso minore secondo la consonanza di quinta, si accorse che questa consonanza corrispondeva al rapporto emiolio [scil. 3:2], rapporto in cui si trovavano anche i pesi l'uno rispetto all'altro. Poi sollecitò la più tesa tra le rimanenti, che era di peso 9, con quella contigua a questa [scil. la corda di peso 12], e ottenne la consonanza di quarta, e analogo era il rapporto dei pesi. E scoprì che questa consonanza corrispondeva direttamente al rapporto epitrìto [scil. 4:3], mentre [la corda di peso 9] si trovava in rapporto emiolio con la meno tesa (infatti 9 e 6 stanno in questo rapporto), nello stesso modo in cui la corda vicino alla meno tesa, vale a dire quella di peso 8, rispetto a quella di peso 6, si trovava nel rapporto epitrìto, ma nel rapporto emiolio rispetto a quella di peso 12. Quanto poi all'intervallo tra la quinta e la quarta, vale a dire l'intervallo per cui la quinta eccede rispetto alla quarta, accertò che consisteva nel rapporto epogdoo, in cui si trova infatti il 9 rispetto all'8. In ciascuno dei due modi seguenti si dimostrava che l'ottava era un complesso consistente nella congiunzione della quinta e della quarta, poiché il rapporto del doppio (può derivare) o dall'emolio e dall'epitrìto, come ad esempio dal 12, dall'8 e dal 6 [scil. dal prodotto dei rapporti 12:8 e 8:6 si ottiene 2:1, cioè il rapporto del doppio], oppure procedendo inversamente nella congiunzione della quarta e della quinta, poiché il rapporto del doppio (può derivare anche) dall'epitrìto e dall'emolio, come ad esempio dal 12, dal 9 e dal 6 in quest'ordine [scil. dal prodotto dei rapporti 12:9 e 9:6 si ottiene nuovamente 2:1, cioè il rapporto del doppio]. Stancatosi la mano e l'udito con i detti pesi e avendo confermato con questi l'argomentazione concernente i rapporti numerici, trasformò ingegnosamente il supporto comune delle corde, che consisteva nel piolo trasversale, nel ponticello di uno strumento, che chiamò 'cordotono' [lett. 'tensore di corde']<sup>(8)</sup>, e trasformò la

(8) *Cordotono*, nella terminologia musicale tecnica greca, indica la base alla quale sono collegate le corde della lira.

quantità della tensione dipendente dai pesi nella corrispondente quantità di avvolgimento dei collabi<sup>(9)</sup> (posti) in alto. Usato tale congegno anche come strumento diacritico infallibile, estese a svariati strumenti l'ulteriore indagine, come ad esempio alla percussione di piattelli, ed ancora ad auli, canne, monocordi, trigoni<sup>(10)</sup> e simili, e in tutti ritrovò corrispondente e invariato il suo accertamento numerico. Infine, dopo aver denominato *hypate* la nota corrispondente al numero 6,  *mese* quella corrispondente all'8 — il rapporto tra le quali si trovava ad essere epitrìto —, *paramese* quella corrispondente al numero 9, essendo essa più acuta della  *mese* di un tono ed essendo inoltre epogdoo il loro rapporto, e *nete* la nota corrispondente al numero 12, e dopo aver riempito gli intervalli secondo il genere diatonico con note proporzionali, relazionò in tal modo l'ottocordo a numeri consonanti, secondo il rapporto del doppio, dell'emolio e dell'epitrìto e, quale differenza di questi ultimi, dell'epogdoo<sup>(11)</sup>.

Altre fonti fanno riferimento a uno strumento costituito da un'unica corda, il cosiddetto "monocordo", o "canone"<sup>(12)</sup>, la cui invenzione è attribuita a Pitagora da Diogene Laerzio 8, 12: τὸν τε κανόνα τὸν ἐκ μιᾶς χορδῆς εὐρεῖν [scil. Πυθαγόραν].

Aristide Quintiliano (*De musica* III, 2 = Meibom p. 116) afferma che Pitagora prima di morire avrebbe insegnato ai suoi discepoli intimi l'arte di suonare il monocordo:

διὸ καὶ Πυθαγόραν φασι τὴν ἐντεῦθεν ἀπαλλαγὴν ποιούμενον μονοχορδίζειν τοῖς ἐταίροις παραινέσαι δηλοῦντα ὡς τὴν ἀκρότητα τὴν ἐν μουσικῇ νοητῶς μᾶλλον δι' ἀριθμῶν ἢ αἰσθητῶς δι' ἀκοῆς ἀναληπτέον.

«Perciò si dice anche che Pitagora prima di morire avrebbe insegnato ai suoi discepoli intimi a suonare il monocordo, per mostrare che l'essenza della musica era comprensibile più dal punto di vista razionale attraverso i numeri, che non dal punto di vista percettivo attraverso l'orecchio».

(9) I "collabi" (κόλλαβοι οὐ κόλλοπερ) vengono usualmente intesi come le chiavette, o pioli, mediante l'avvitamento delle quali si otteneva la tensione desiderata delle corde; dagli studi più recenti, invece, pare accertato che i collabi fossero delle striscette di cuoio ruvido interposte tra le singole corde e la traversa: cf. MAAS-SNYDER, *Stringed Instruments*, 1989, p. 6; PAQUETTE, *L'instrument de musique*, 1984, p. 96.

(10) I trigoni erano un tipo particolare di arpe a forma triangolare; cf. PAQUETTE, *L'instrument de musique*, 1984, p. 190.

(11) Il racconto di questo esperimento è largamente attestato: esso compare, infatti, anche in Boezio, *inst. mus.* I, 10, 11; Isodoro, *Etym.* 3, 16, 1; Macrobio, *Somm. Scip.* 2, 1, 9 sgg.; Gaudenzio, *Isag.* 11 (= JAN, *Mus. Script. Graeci*, 1983, p. 304 sg.); Porfirio, in *Ptol. harm.* p. 119 sg., ed. DURING (Porfirio però non attribuisce l'esperimento a Pitagora, ma ai Pitagorici in generale).

(12) Il termine κανών, propriamente "regolo, telaio", designa nella terminologia musicale tecnica dei Pitagorici il monocordo, come ci informa Nicomaco (= JAN, *Mus. Script. Graeci*, 1983, p. 243): τὰ τε μὲν χορδα [...], ἃ δὲ καὶ φανοῦροι καλοῦσιν οἱ πολλοί, κανόνες δ' οἱ Πυθαγόρειοι [...]. A proposito del canone, cf. VAN DER WAERDEN, *Harmonielehre*, 1943, p. 177 e BURKERT, *Weisheit und Wissenschaft*, 1962, p. 353, nota 28, e la bibliografia ivi citata. Cf. anche oltre, intertesto a pp. 61 sg.

L'uso che del monocordo veniva fatto da Pitagora ai fini della determinazione dei rapporti numerici corrispondenti alle consonanze è riferito da una testimonianza di Gaudenzio, *Isag.* 11 (= Jan, *Mus. Script. Graeci*, 1895, p. 341), nella quale si racconta che Pitagora avrebbe teso una corda su un regolo (κανών) che aveva suddiviso in 12 parti. Poi avrebbe fatto suonare l'intera corda e in seguito la sua metà, vale a dire 6 parti, e avrebbe scoperto che l'intera corda era consonante con la sua metà, secondo la consonanza di ottava. Poi avrebbe fatto suonare di nuovo l'intera corda e successivamente i  $\frac{3}{4}$  di essa, riconoscendo così la consonanza di quarta e analogamente avrebbe ottenuto la consonanza di quinta:

Ἄλλ' οὐδὲ τῇ πείρᾳ τούτων ἀρκεσθεῖς μόνῃ βασιανίζει [scil. Πυθαγόρας] τρόπον ἄλλον τὴν μέθοδον· χορδὴν γὰρ τείνας ἐπὶ κανόνος τινὸς καὶ τὸν κανόνα διελών εἰς μέρη ιβ, πρῶτον μὲν πᾶσαν κρούσας, εἶτα τὸ ἡμισυ αὐτῆς τὸ τῶν ἑξ μερῶν, σύμφωνον ἠύρισκε τὴν πᾶσαν τῷ ἡμίσει κατὰ διὰ πασῶν· ὅπερ καὶ ἐν ταῖς πρώταις μεθόδοις ἐν διπλασίονι λόγῳ κατελάμβανεν. ἔπειτα πᾶσαν καὶ τὰ τρία μέρη τῆς πάσης κρούσας τὸ διὰ τεσσάρων ἑώρα σύμφωνον. πᾶσαν δὲ καὶ τὰ δύο μέρη τῆς πάσης κτυπήσας τὴν διὰ πέντε συμφωνίαν εὕρισκε, ταὶ τὰς ἄλλας ὁμοίως. ἔπειτα δὲ καὶ ἄλλως πολυτρόπως ταῦτα βασιανίσας εὕρισκε τοὺς αὐτοὺς τῶν συμφωνιῶν λόγους ἐν ἀριθμοῖς εἶναι τοῖς εἰρημένους.

«Non soddisfatto del solo tentativo con questi [scil. i martelli], mise alla prova in altra maniera il suo metodo. Infatti, dopo aver teso una corda su un regolo ed averlo suddiviso in dodici parti, dapprima sollecitò la corda per intero, e poi la sua metà, vale a dire sei parti, trovando così che la corda intera consonava con la sua metà secondo la consonanza di ottava, consonanza che anche nelle ricerche precedenti aveva scoperto consistere nel rapporto del doppio. Poi sollecitando l'intera corda e tre parti di essa, trovò la consonanza di quarta. In seguito, sollecitando l'intera corda e due parti di essa, trovava la consonanza di quinta, e le altre analogamente. Dopo aver continuato le prove in svariati modi, scoprì che i rapporti delle consonanze consistevano sempre nei numeri anzidetti».

Il fatto che Pitagora sarebbe stato il primo ad associare gli intervalli consonanti con precisi rapporti numerici è testimoniato anche da Teone di Smirne (p. 58 Hiller): τοὺς συμφωνούντας φθόγγους ἐν λόγοις τοῖς πρὸς ἀλλήλους ἀνευρηκέναι δεῖκεῖ Πυθαγόρας «Pitagora sembra essere stato il primo a scoprire che i suoni consonanti tra di loro stanno in proporzioni numeriche reciproche».

### § 3. La critica antica e la moderna.

Il giudizio degli studiosi riguardo a tali testimonianze è generalmente molto severo, in quanto costoro tengono esclusivamente conto della inattendibilità scientifica degli esperimenti come sopra sono stati descritti.

Già nell'antichità sono stati espressi giudizi critici riguardo alle prove empiriche mediante le quali le consonanze sarebbero state prodotte; Tolomeo (*harmon.* 17, 7 sgg., Düring), ad esempio, fa notare che se si appendono pesi diversi a

delle corde le quali siano del tutto uguali per lunghezza e spessore, la corda alla quale è appeso il grave maggiore diventerà più lunga dell'altra; e se anche si riuscisse con opportuni accorgimenti a mantenere uguale la lunghezza delle due corde, l'aumento di tensione provocherà una maggiore sottigliezza della corda alla quale è appeso il grave maggiore; in entrambi i casi l'esperimento sarebbe invalidato, perché esso presuppone che tutti gli altri fattori restino invariati e che muti soltanto la tensione. Il passo di Tolomeo è il seguente:

ἐπὶ τε τῶν ἐξαπτομένων ταῖς χορδαῖς βαρῶν μὴ διασφζομένων ἀπαρallάκτων ἀλλήλαις παντάπασιν τῶν χορδῶν, ὅποτε καὶ πρὸς αὐτὴν ἐκάστην οὕτως ἔχουσιν εὐρεῖν ἔργον, οὐκέτι δυνατόν ἐσται τοὺς τῶν βαρῶν λόγους ἐφαρμόσαι τοῖς γινομένοις δι' αὐτῶν ψόφοις τῷ καὶ τὰς πυκνοτέρας καὶ λεπτοτέρας ἐν ταῖς αὐταῖς τάσεσιν ὀξυτέρους φθόγγους ποιεῖν. πολὺ δὲ ἐτι πρότερον κἂν ταῦτά τις ὑπόθῃται δυνατόν καὶ ἐτι τὸ μῆκος τῶν χορδῶν ἴσον, τὸ μείζον βάρος τῇ πλείονι τάσει τὴν τῆς ἀρτώσης αὐτῷ χορδῆς διάστασιν αὐξήσῃ τε καὶ πυκνώσει μᾶλλον, ὥστε καὶ διὰ τοῦτο συμπίπτειν τινὰ παρὰ τὸν λόγον τῶν βαρῶν ἐν τοῖς ψόφοις ὑπεροχὴν.

«Per quanto riguarda il tema dei pesi attaccati alle corde, (c'è da dire che) le corde non rimangono del tutto invariate le une rispetto alle altre; qualora anche si trovasse un congegno (tale che) ciascuna corda rimanesse invariata rispetto a sé stessa, non sarebbe possibile uniformare i rapporti dei pesi ai suoni prodotti per mezzo di essi, anche a causa del fatto che (le corde divenute) più rigide e più sottili nelle loro proprie tensioni producono note più acute. Ancora di più se qualcuno supponesse tali cose come possibili e (supponesse) uguale la lunghezza delle corde, il peso maggiore per la maggiore tensione aumenterà l'estensione della corda ad esso connessa e la renderà più rigida, in modo tale che anche così risulterebbe una qualche differenza nei suoni rispetto al rapporto tra i pesi»<sup>(13)</sup>.

In tempi moderni, il Jan, pur ammettendo che sia stato Pitagora a quantificare le consonanze principali in rapporti numerici, nega che Pitagora possa essere giunto a tale risultato dopo aver udito uscire suoni armonici secondo tali consonanze, provenienti da martelli di peso diverso che percotevano il metallo nell'officina di un fabbro, poiché — secondo quanto lo studioso osserva in nota — «neque enim a malleorum mensura sed ab aeris percussi pondere pendet sonorum gravitas»<sup>(14)</sup>, vale a dire perché la diversità del suono dipende dal corpo percosso, non dal corpo percotente.

L'impossibilità scientifica dell'esperimento di Pitagora è stata sostenuta da molti studiosi<sup>(15)</sup>, tra i quali il Burnet (*Early Greek Philosophy*, 1914, p. 106 sg.), il

(13) Cf. anche Porfirio, in *Ptol. harm.* p. 120, 33 - 121, 14, ed. DURING.

(14) Cf. JAN, *Mus. Script. Graeci*, 1895, p. 121 e nota 1.

(15) Cf. MERSENNE, *Questions harmoniques*, Paris 1734, p. 166; SCHUBERT, *Essai sur la formation de la pensée grecque*, Paris 1934, p. 262; VAN DER WAERDEN, *Harmonielehre*, 1943, p. 171; etc.

quale afferma: «Their absurdity is their chief merit. They are not stories which any Greek mathematician could possibly have invented, but popular tales bearing witness to the existence of a real tradition that Pythagoras was the author of this momentous discovery».

Altri studiosi hanno assunto una posizione più radicale: sulla base dell'infondatezza scientifica dell'esperimento condotto da Pitagora su corde tese da pesi diversi — ossia, sulla base del fatto che la frequenza prodotta da una corda non è direttamente proporzionale alla sua tensione, bensì alla radice quadrata della tensione stessa, per cui ad esempio, per ottenere la consonanza di ottava tra due corde Pitagora avrebbe dovuto appendere alla seconda corda un peso quadruplo rispetto a quello della prima — hanno sostenuto l'infondatezza della tradizione stessa. Così Zeller e Mondolfo, *La filosofia dei Greci*, 1964<sup>1</sup>, II, p. 504, nota 1, affermano che il racconto dei martelli sarebbe semplicemente una favola, già smentita dalla falsità fisica della cosa; analogamente il Burkert<sup>(16)</sup>, in opposizione al Burnet, sostiene che l'impossibilità fisica dell'esperimento sarebbe una prova contro la tradizione, e non a favore di essa. Secondo il Burkert (*Weisheit und Wissenschaft*, 1962, p. 354), infatti, l'esperimento tramandato dalle fonti presupporrebbe alcune convinzioni scientificamente inaccettabili, cioè a dire sia la convinzione che l'oscillazione e il suono di un corpo metallico sarebbero direttamente proporzionali al suo volume e al suo peso, sia quella che il numero delle oscillazioni di una corda sarebbe direttamente proporzionale alla sua tensione: «[...] der vorausgesetzte Satz, dass Schwingung und Klang eines Metallkörpers seinem Volumen und Gewicht direkt proportional sei, ist physikalisch falsch. [...] Der Satz, dass die Schwingungszahl einer Saite der Spannung direkt proportional sei, ist physikalisch falsch».

Tutte queste obiezioni, opposte alla tradizione sulla base di un non rilevabile rigore scientifico, sono talvolta discutibili proprio sul piano dell'esattezza scientifica: ad esempio, l'esposizione del Burkert lascia a desiderare dal punto di vista della chiarezza, in quanto la terminologia impiegata dallo studioso è inconcepibile da quel punto di vista scientifico al quale egli si appella per condannare la testimonianza degli antichi. Non è chiaro, ad esempio, il significato di «oscillazione di un corpo metallico», perché non è specificato se si deve pensare al numero delle oscillazioni o alla loro ampiezza. Per di più, la tradizione non ci dà adito a presupporre che secondo Pitagora il peso/volume di un corpo metallico sarebbe direttamente proporzionale all'altezza del suono da esso prodotta in seguito alla percussione. In realtà, nei passi a noi pervenuti non viene mai formulata una affermazione simile, ma si dice soltanto che la differenza tra i suoni prodotti dai martelli dipende dal variare del loro peso. Ora, il variare del peso dei martelli avrà comportato come conseguenza il variare del loro volume, e non della loro forma, poiché la fonte antica specifica che questo elemento rimaneva invariato, così come si assumeva che non variasse la forza impiegata nell'usare i martelli stessi. Certo non sappiamo quale

fosse esattamente la forma di questi martelli, ma ad ogni modo ci sembra che si tratti di un caso analogo a quello dell'esperimento condotto su dei dischi bronzei percossi — esperimento che la tradizione attribuisce al pitagorico Ippaso e di cui parleremo tra breve — nei quali variava soltanto lo spessore, ma non il diametro. In questo caso, ad esempio, la percussione di due dischi dei quali l'uno fosse di spessore doppio rispetto all'altro dava luogo alla consonanza di ottava. È presumibile che il variare dello spessore del disco comportasse anche il variare del peso e del volume del disco stesso, ma non della sua forma: ci troveremmo pertanto di fronte a un caso analogo a quello dei martelli. Tuttavia, curiosamente il Burkert non fa alcuna obiezione all'esperimento con i dischi, e lo considera anzi «physikalisch richtig», poiché «bei frei schwingenden Kreisplatten sind die Schwingungszahlen der Plattendicke direkt proportional» (*Weisheit und Wissenschaft*, 1962, p. 356). In realtà, il Burkert sembra in questo luogo accettare l'idea — scientificamente infondata — di una proporzionalità diretta tra la frequenza e lo spessore dei dischi (si tratta invece di una proporzionalità inversa, poiché ovviamente all'incremento dello spessore, e quindi del peso e del volume del disco, corrisponderà un decremento del numero di oscillazioni prodotte nella medesima unità di tempo in seguito alla percussione, e non il contrario); ci sembra pertanto palese la contraddizione tra questa affermazione del Burkert e la precedente, secondo la quale sarebbe invece falso «dass Schwingung und Klang eines Metallkörpers seinem Volumen und Gewicht direkt proportional sei».

Quanto al discorso relativo al *corpo percosso*, il quale — secondo il Jan — sarebbe l'unico a determinare «diversità di suono», tale discorso non può essere considerato valido in assoluto, poiché nella percussione di due corpi il suono risultante dipende da entrambi — qualora il percotente abbia una sua risonanza percepibile — e, dunque, in ultima analisi, dalla superficie di percussione, la quale sarà tanto più ampia — presumibilmente — quanto più «pesante», cioè a dire quanto più «grosso» è il martello, posta una serie di martelli fatti con la stessa materia e aventi la stessa figura geometrica.

Ora anche se i martelli in questione non erano in grado di produrre effettivamente consonanze di ottava, di quinta e di quarta in modo direttamente proporzionale al variare del loro peso, certo è che il variare del peso e del volume doveva comportare una variazione del suono al momento della percussione. Anche ammesso, dunque, che ci fossero delle variazioni di suono — come è probabile —, con ciò non intendiamo affermare che queste variazioni fossero riconducibili esattamente a quei rapporti numerici — peraltro esatti — di cui parla la tradizione, bensì vogliamo ricordare che l'inesattezza scientifica di una testimonianza antica non è motivo sufficiente per negarne in assoluto la validità, né per concludere, come fa ad esempio il Frank<sup>(17)</sup>, che non è ammissibile che Pitagora fosse a conoscenza dei rapporti numerici corrispondenti agli intervalli principali.

(16) BURKERT, *Weisheit und Wissenschaft*, 1962, p. 354, nota 29.

(17) FRANK, *Plato und die sogenannten Pythagoreer*, 1923, p. 159 sg.

D'altra parte, non mancano studiosi che abbiano valutato in modo più cauto le testimonianze della tradizione: K. von Fritz (RE, s.v. *Pythagoras*, col. 199) ne accetta in sostanza la validità<sup>(18)</sup>. Già il Jan, pur riconoscendo l'inaccettabilità scientifica dell'esperimento con i martelli, attribuisce comunque a Pitagora la scoperta delle relazioni numeriche esprimenti gli intervalli fondamentali<sup>(19)</sup>.

Su una posizione analoga si trovano anche KIRK-RAVEN, *Presocratic Philosophers* 1964<sup>2</sup>, p. 230, nota 1: «An elaborate story that Pythagoras made his discovery by noticing that the hammers in a smithy happened to produce these intervals and therefore weighing the hammers is found in several late authors (e.g. Iamblich. *V.P.* 115 ff., Boethius *de mus.* 1, 10), but is proved to be unreliable by the fact that Pythagoras' alleged experiments could not have yielded the results attributed to them». Ad ogni modo, la validità della tradizione per la quale Pitagora fu il primo a quantificare numericamente gli intervalli non è messa in dubbio: «There seems no reason to doubt the tradition that Pythagoras himself discovered — probably by measuring the appropriate lengths of string on a monochord — that the chief musical intervals are expressible in simple numerical ratios between the first four integrals» (p. 229).

Non bisogna dimenticare che il rapporto tra teoria ed esperimento, in epoca così antica, era molto diverso da quello al quale ci ha abituati la scienza attuale. Non ci si può attendere, in questa fase arcaica della scienza, una attenzione prioritaria al dato sperimentale: come osserva giustamente il van der Waerden, è scorretto e anacronistico fare dei Pitagorici degli sperimentatori nel senso moderno<sup>(20)</sup>. Secondo questo studioso, è più probabile che la dottrina musicale pitagorica si sia evoluta in una teoria, da verificarsi successivamente mediante prove sperimentali più o meno rigorosamente condotte, dopo essere partita dai dati dell'esperienza comune (si pensi alla conoscenza empirica che i fabbricanti di strumenti musicali dovevano avere degli intervalli)<sup>(21)</sup>. Ma, secondo il van der Waerden, a parere dei Pitagorici

(18) Cf., inoltre, K. VON FRITZ, *Der Ursprung der Wissenschaft bei den Griechen*, trad. it. 1988, p. 56: «[...] Quanto viene tramandato intorno alle osservazioni che avrebbero condotto Pitagora alla sua teoria sembra più volte contraddire le leggi dell'acustica [...]. In alcuni casi si può però dimostrare che la non corrispondenza con le leggi dell'acustica dipende solo dal diverso modo in cui sono costruiti i moderni strumenti musicali, mentre se si utilizzassero quelli antichi, le descrizioni fornite dalla tradizione diverrebbero più verosimili»; cf. anche la nota 2 della stessa pagina.

(19) JAN, *Mus. Script. Graeci*, 1895, p. 121.

(20) Cf. VANDER WAERDEN, *Harmonielehre*, 1943, p. 175: «Es ist ganz falsch, aus den Pythagoreern experimentelle Naturforscher im modernen Sinne zu machen, [...]».

(21) Cf. però BURKERT, *Weisheit und Wissenschaft*, 1962, p. 353, il quale dubita che i numeri esprimanti gli intervalli musicali fossero già da tempo conosciuti, anche solo empiricamente, dai fabbricatori di strumenti: «Die Frage, von welchen Beobachtungen die Entdeckung der musikalischen Zahlenverhältnisse ausging und wann sie erfolgte, ist schwieriger zu beantworten, als er zunächst den Anschein hat. Die oft geäußerte Ansicht, diese Zahlen seien in der Praxis der Instrumentenbauer seit je bekannt gewesen, stimmt schlecht zu den Gegebenheiten griechischer Musikinstrumente. Die gebräuchlichsten Saiteninstrumente haben gleichlange Saiten und kein Griffbrett; doch scheinen Flageolettöne bekannt gewesen zu sein; bei den dreieckigen Harfen spielt Saitenspannung und -dicke ein

stessi il riscontro sperimentale si sarebbe rivelato di poca validità, o addirittura un insuccesso, come nel caso dell'esperimento delle corde uguali tese da pesi diversi, attribuito a Pitagora (poiché, come abbiamo detto sopra, la frequenza prodotta da una corda vibrante non è direttamente proporzionale alla sua tensione, ma alla radice quadrata della tensione stessa); pertanto, essi avrebbero continuato a sviluppare le proprie teorie musicali affrancandosi sempre di più dalla fase sperimentale e coltivando soprattutto l'aspetto teorico delle loro ricerche<sup>(22)</sup>.

In opposizione a questa ricostruzione ipotizzata dal van der Waerden, secondo la quale nella dottrina pitagorica il ruolo rivestito dall'esperienza sarebbe stato quasi nullo, la Timpanaro Cardini osserva giustamente: «[...] Non sono d'accordo con coloro (come il van der Waerden, [...]) che negano che i Pitagorici abbiano fatto ricorso all'esperienza. Se si pensa a una esperienza di tipo galileiano, evidentemente no; ma esperienza nel senso di ripetizioni e variazioni di certi fenomeni acustici causati da vibrazioni di corde o di cavità sonore, osservati la prima volta anche per caso, poi studiati per ritrovarvi un *lóγος*, una legge numerica che ne rendesse ragione, questa esperienza io la credo indispensabile, tanto che, negata questa, assurda diventerebbe la stessa affermazione, su cui tutti concordano, che lo studio delle medietà e delle proporzioni si sviluppasse presso i Pitagorici per motivi prevalentemente musicali»<sup>(23)</sup>.

Anche se, in realtà, il van der Waerden è un po' più flessibile riguardo a questo punto rispetto a quanto non riconosca la Timpanaro Cardini, in quanto egli ammette che i Pitagorici siano partiti da «quotidiane esperienze» (*Harmonielehre* 1943, p. 172; «sind die Pythagoreer ursprünglich von der alltäglichen Erfahrung ausgegangen»), è vero tuttavia che lo studioso esprime un giudizio eccessivamente negativo nei confronti dei risultati sperimentali ottenuti dai Pitagorici mediante le semplici prove che le testimonianze indirette ci descrivono, e tale giudizio negativo è motivato dal fatto che i risultati ottenuti si rivelerebbero approssimativi o scorretti.

unkontrollierbare Rolle; bei einem Blasinstrument mit Grifflöchern — dem Aulos — ergibt der Abstand der Grifflöcher keineswegs direkt und exakt Rolle. Das Monochord mit verstellbarem Steg, der *κavón*, an dem allein die pythagoreische Musiktheorie einigermaßen exakt bewiesen werden kann, ist eine nachträglich geschaffene, künstliche Versuchsangordnung. Die Zeit seiner Erfindung ist strittig. Di opinione diversa si dichiara invece il FRANK, *Plato und die sogenannten Pythagoreer*, 1923, p. 11 sg.: «[...] jeder Instrumentenmacher musste ja diese Zahlenregeln kennen»; così anche il VANDER WAERDEN, *Harmonielehre*, 1943, p. 172, dove, in riferimento al contenuto dei *Problemata* pseudoaristotelici relativi alla musica (in particolare, i problemi n° 23 e n° 50), osserva: «Die hier erwähnten Erfahrungen an Musikinstrumenten sind jedem praktischen Musiker zugänglich und dem Instrumentmachern geläufig [...]. Es ist also ohne weiteres anzunehmen, dass die Pythagoreer ursprünglich von diesen Erfahrungen ausgehend auf die Zahlenverhältnisse für Oktave, Quinte und Quarte gekommen sind. Ich meine, das ist der wahre Kern der anfangs erwähnten Erzählungen über Pythagoras und Hippasos».

(22) Cf. VANDER WAERDEN, *Harmonielehre*, 1943, p. 172 sg.

(23) TIMPANARO CARDINI, *Pitagorici*, 1962, II, p. 310, nota al testo.

A nostro parere, invece, non stupisce che l'esperimento — così come è descritto — risulti approssimativo: considerata la mentalità dell'epoca e, in generale, tutto l'orientamento culturale greco antico, ne consegue che l'esperimento né poteva essere condotto con rigore scientifico, né poteva aspirare ad essere collocato sullo stesso piano della teoria. Infatti, il momento speculativo nel pensiero greco ha avuto quasi sempre da parte dei Greci stessi un riconoscimento di superiorità rispetto a ogni procedura pratica di accertamento e verifica.

A questo punto è opportuno introdurre una riflessione metodologica, alla luce della quale considereremo anche quanto ci viene trasmesso dalla tradizione in relazione ai filosofi che prenderemo in esame successivamente: l'inadeguatezza della testimonianza antica non può servire come pretesto per invalidare la testimonianza per sé stessa di un esperimento che deve esserci stato, almeno nella forma di osservazione (παράτησις). Se è vero, dunque, che in epoca così antica è lecito aspettarsi soltanto uno sperimentare empirico, non scientifico, poiché manca ancora, ovviamente, una teorica e una metodica dello sperimentare, tuttavia, che qualche pensatore antico, nell'ambito della scuola pitagorica, abbia quantificato in rapporti numerici gli intervalli principali, osservando ed esaminando sorgenti sonore di pari intensità, non può spiegarsi se non con il fatto che almeno qualche esperimento elementare deve essere riuscito. Se ne può quindi ragionevolmente concludere che ci sia stata una osservazione diretta delle fonti sonore, anche se l'insufficienza delle testimonianze non ci permette di precisare il modo in cui tale osservazione sia stata condotta.

È ben noto, ripetiamo, che il mondo antico, in particolare quello greco, ha nutrito a lungo un sentimento di non apprezzamento socio-culturale nei confronti della τέχνη<sup>(24)</sup>. Ciò può spiegare in parte il motivo per cui le fonti antiche non ci forniscono descrizioni accurate relativamente alle osservazioni empiriche dei fenomeni che rientrano nell'ambito delle conoscenze pratiche della tecnica musicale.

L'ammissione che i Pitagorici abbiano tenuto in considerazione anche i dati dell'esperienza non deve condurre alle conclusioni estreme alle quali è pervenuto il Frank (*Plato und die sogenannten Pythagoreer*, 1923, p. 172), sostenendo che i Pitagorici precedenti all'epoca platonica avrebbero prescinduto da ogni speculazione teorica e sarebbero stati degli sperimentatori in senso moderno.

Gli studiosi, come da un lato mostrano scetticismo nei confronti degli esperimenti acustici descritti dalla tradizione, sia per quanto riguarda la loro attendibilità scientifica, sia per quanto riguarda la possibilità stessa che essi abbiano avuto luogo, dall'altro sono altrettanto scettici circa la possibilità che Pitagora sia pervenuto ad elaborare le sue teorie nel campo dell'armonia musicale sulla base di quelle osservazioni che le fonti ci testimoniano.

Tra le posizioni scettiche più autorevoli va ricordata quella di E. Zeller, alla quale attingono largamente tutti gli studiosi successivi, compreso il Frank sopra

citato, che mirano a minimizzare l'importanza della figura di Pitagora nel campo delle acquisizioni scientifiche. Lo Zeller rifiuta come inaffidabili le testimonianze di Nicomaco, Diogene Laerzio, Giamblico, etc. relative alle conoscenze teoriche di Pitagora in campo armonico, ma al tempo stesso riconosce, contraddicendosi implicitamente, la legittimità di postulare che "i fondamenti della musica" risalgano a Pitagora stesso<sup>(25)</sup>. Ma certo è a nostro avviso impossibile che nei "fondamenti della musica" non siano compresi i rapporti numerici di base che quantificano gli intervalli principali, dal momento che l'indagine condotta dai Pitagorici sugli intervalli parte proprio dal presupposto che l'essenza di questi consista nel numero, come ci testimoniano esplicitamente le fonti: si veda, ad esempio, il seguente passo di un certo Eraclide — citato da Porfirio — il quale a sua volta cita Senocrate ed afferma che Pitagora avrebbe associato gli intervalli musicali a numeri, e si sarebbe anche occupato di indagare le condizioni in cui gli intervalli risultano consonanti o dissonanti<sup>(26)</sup>:

Γράφει δὲ καὶ Ἡρακλείδης περὶ τούτων ἐν τῇ Μουσικῇ εἰσαγωγῇ ταῦτα· «Πυθαγόρας, ὡς φησὶ Ξενοκράτης, εὗρισκε καὶ τὰ ἐν μουσικῇ διαστήματα οὐ χωρὶς ἀριθμοῦ τὴν γένεσιν ἔχοντα· ἔστι γὰρ σύγκρισις ποσοῦ πρὸς ποσόν. ἐσκοπεῖτο τοίνυν τίνος συμβαίνοντος τὰ τε σύμφωνα γίνεσθαι διαστήματα καὶ τὰ διάφωνα καὶ πᾶν ἡρμωμένον καὶ ἀνάρμοστον.

«Anche Eraclide scrive ciò intorno a questi argomenti nella *Introduzione alla musica*: Pitagora, come afferma Senocrate, scopri che anche gli intervalli musicali hanno una origine che non è separata dal numero; risultano infatti da congruenza di una quantità con un'altra. Indagò inoltre per quale condizione gli intervalli risultino consonanti o dissonanti e ognuno sia armonico o disarmonico».

D'altra parte, la teoria dei numeri che sta alla base dell'armonia musicale è sicuramente da attribuire allo stesso Pitagora, come hanno opportunamente sottolineato lo Schönberger e il van der Waerden, richiamando l'attenzione sulla figura sacra della *tetraktys*, venerata dai Pitagorici antichi, sia matematici che acusmatici<sup>(27)</sup>.

(25) Cf. ZELLER, *Philosophie der Griechen*, 1922, I, 2, p. 206-452 e I, p. 479.

(26) Il frammento di Eraclide si trova in Porfirio, in *Ptol. harm.* 30, 2, ed. DÜRING. Alcuni studiosi identificano questo Eraclide con Eraclide Pontico (ad esempio R. HEINZE, *Xenocrates. Darstellung der Lehre und Sammlung der Fragmente*, Leipzig 1892, p. 6; SCHÖNBERGER, *Studien z. Harm. Ptol.*, 1914, p. 118 sgg.; etc.), ma con argomentazioni non decisive. Contrario all'identificazione è il BURKERT, *Weisheit und Wissenschaft*, 1962, p. 360 e nota 58. Per la complicata tradizione del frammento, cf. DÜRING 1934, p. 152. Gli intervalli consonanti e dissonanti ai quali si allude nel passo in questione rappresentano, rispettivamente, i primi, quelli che ingenerano una impressione uditiva unitaria e che perciò sono considerati dai Pitagorici antichi come consonanze vere e proprie. I secondi sono intervalli composti da due note la cui esecuzione simultanea consente tuttavia all'uditore di distinguere le due note interessate; questi ultimi intervalli, secondo la più antica teoria musicale pitagorica, non costituiscono consonanze.

(27) Cf. SCHÖNBERGER, *Studien z. Harm. Ptol.*, 1914, p. 119; VANDER WAERDEN, *Harmonielehre*, 1943, p. 178; DELATTE, *Littérature pythagoricienne*, 1913, p. 249 e p. 259; MANSFELD, *Vorsokratiker*, I, 1986, p. 106 sgg.; BOYANCE, *Note sur la tétractys*, 1951, p. 421 sgg. Molti studiosi hanno affermato anche che il

(24) Cf. G. CAMBIANO, *Platone e le tecniche*, Torino 1971.

La *tetraktys* è definibile come l'insieme dei primi quattro numeri naturali, i cui rapporti esprimono gli intervalli musicali principali (3:2 quinta; 4:3 quarta; 2:1 ottava) e la cui somma equivale al 10, numero documentato come sacro anche a Delfi.

La *tetraktys* fa parte, dunque, come abbiamo detto, del pitagorismo più antico e precede la scissione di questo nelle due sette degli acusmatici e dei matematici, come si può rilevare dal fatto che essa non solo è invocata nelle formule di giuramento dei matematici<sup>(28)</sup>, ma anche in formule proprie degli acusmatici<sup>(29)</sup>. Il van der Waerden, sottolineando l'antichità del rapporto tra la teoria musicale e la *tetraktys*, e la presenza di questa nell'ambito di entrambe le sette in cui si era scissa la scuola pitagorica, ne conclude che non vi è motivo di dubitare del fatto che Pitagora stesso avesse personalmente determinato o, comunque, conoscesse le semplici relazioni numeriche che corrispondono agli intervalli<sup>(30)</sup>.

Questa esistenza per i Pitagorici di un rapporto stretto tra scienza matematico-musicale, osservazione dei fenomeni e metafisica del numero è di grande importanza, in quanto ci ricorda che i presupposti della dottrina pitagorica non erano ovviamente gli stessi delle attuali scienze esatte; così, anche lo studio dei rapporti numerici esprimenti gli intervalli musicali si inserisce per i Pitagorici in un contesto ben più ampio, all'interno del quale il numero costituisce sia il codice mediante il quale tutti i fenomeni della realtà sono interpretabili, sia la rappresentazione simbolica dell'ordine divino. L'intuizione, da parte di Pitagora o di qualche altro antico pitagorico, delle relazioni numeriche degli intervalli consonanti, riconducibili costantemente ai primi quattro numeri naturali, che sono poi quelli che compongono la *tetraktys*, costituisce quindi per i Pitagorici una conferma ulteriore del fatto che il numero è da assumere come principio di tutta la realtà<sup>(31)</sup>.

La conclusione che la teoria armonica sia filiazione della dottrina della *tetraktys* non può esser contestata: basti pensare al fatto che il pensiero pitagorico antico non contempla consonanze che implicino relazioni tra numeri che esorbitino dai primi quattro numeri naturali, come ad esempio la terza maggiore e la terza minore, corrispondenti rispettivamente ai rapporti 5:4 e 6:5. A Pitagora e ai Pitagorici non interessa, infatti, l'aspetto sensibile e qualitativo della musica, bensì soltanto quello

fondamento della dottrina pitagorica dei numeri consisterebbe proprio nello studio degli intervalli musicali: cf., ad esempio, K. von FRITZ, *Pythagoras*, RE, XXIV coll. 198 e sgg.; e K. von FRITZ, *Der Ursprung der Wissenschaft bei den Griechen*, in *Grundprobleme der Geschichte der antiken Wissenschaft*, Berlin-New York 1971, trad. it. *Le origini della scienza in Grecia*, Bologna 1988, p. 55 sgg.

(28) Giamblico, *vita Pythag.* 162 (= DK 58 B 15): οὐ μὲν τὸν ἀμετέρα γενεᾷ παραδόντα τετρακτύν, παγὰν ἀνέκον φρόσιν ἐξέχουσιν «No, per colui che diede alla nostra anima la *tetraktys*, in cui è la fonte e la radice dell'eterna natura». Cf. anche DK 44 A 13.

(29) Giamblico, *vita Pythag.* 82 (= DK 58 C 4): τί ἐστι ἐν Δελφοῖς μαντεῖον; τετρακτὺς ἥ περ ἐστὶν ἡ ἀρμονία, ἐν ᾗ αἱ Σειρήνες «Qual è l'oracolo di Delfi? La *tetraktys*, poiché essa è l'armonia caratteristica delle Sirene».

(30) Cf. VAN DER WAERDEN, *Harmonielehre*, 1943, p. 178.

(31) Cf. Aristotele, *metaph.* A 5,985 b 23 (= DK B 4, B 5); etc.

quantitativo. Il mezzo privilegiato per indagare questo secondo aspetto della musica è la dottrina mistico-matematica del numero. Pertanto, le fonti sopra addotte lasciano ben trasparire lo sforzo di Pitagora e della sua scuola, teso a rintracciare, al di là delle molteplici impressioni sensoriali che la musica può ingenerare nell'uditore, una ratio numerica invariante: il risultato più sorprendente della ricerca di Pitagora è proprio la definizione degli intervalli mediante rapporti tra numeri.

Resta, tuttavia, qualche precisazione da fare riguardo a quale entità fisica si riferiscano esattamente i numeri che Pitagora associa alle consonanze principali, poiché evidentemente essi non possono rappresentare valori di frequenze.

Nella testimonianza relativa ai martelli è detto che i numeri 12, 9, 8 e 6 corrispondono ai diversi pesi dei martelli, e — nel successivo esperimento di Pitagora — ai diversi pesi che vengono appesi a corde di lunghezza uguale. Abbiamo visto che, pur essendo esatti i rapporti numerici costituiti sulla base di tali numeri (vale a dire, 12:6 = intervallo di ottava; 12:9 oppure 8:6 = intervallo di quarta; 12:8 oppure 9:6 = intervallo di quinta), come è presentato dalle fonti l'esperimento è inattendibile, in quanto la frequenza prodotta da una corda non è direttamente proporzionale alla sua tensione, ma alla radice quadrata della tensione stessa.

Se teniamo conto, però, anche delle testimonianze che fanno riferimento all'uso del monocordo da parte di Pitagora al fine di verificare la sua dottrina armonica, si è certamente indotti a ritenere che Pitagora abbia considerato soprattutto il fattore della lunghezza, osservato in più corde o in un'unica corda: nel primo caso, Pitagora deve aver impiegato corde di lunghezza diversa, alle quali venivano assegnati i numeri 12, 9, 8 e 6 in modo tale che essi corrispondessero alla misura delle loro lunghezze e, quindi, il numero maggiore fosse associato alla corda più lunga, e viceversa; nel secondo caso, i numeri sopra detti erano associati a lunghezze diverse costituite su un'unica corda, come le fonti ci testimoniano che è avvenuto nell'uso del monocordo.

Gli studiosi giudicano inattendibili le testimonianze circa l'uso che Pitagora avrebbe fatto del monocordo, poiché in esse si parla di *κάνων*, termine che designa un particolare strumento, descritto da Tolomeo (*harmon.* p. 17, 27 sgg., Düring), la cui invenzione viene in genere collocata in epoca non ben precisabile, ma di certo — si dice — successiva a quella di Pitagora. Cf. BURKERT, *Weisheit und Wissenschaft*, 1962, p. 333: «Das Monochord mit verstellbarem Steg, der *κάνων*, an dem allein die pythagoreische Musiktheorie einigermaßen exakt bewiesen werden kann, ist eine nachträglich geschaffene, künstliche Versuchsanordnung. Die Zeit seiner Erfindung ist strittig». Cf. VAN DER WAERDEN, *Harmonielehre*, 1943, p. 177: «Wenn man zu solchen Messungen am Kanon übergegangen ist, vermag ist nicht zu sagen; jedenfalls aber erst nach Aristoxenos, also frühestens um 300. Die reichhaltige musiktheoretische Literatur des 4. Jahrhunderts schweigt ganz von solchen Experimenten: weder Archytas noch Philolaos, weder Platon noch Aristoteles, weder Herakleides Pontikos noch Aristoxenos erwähnen den 'Kanon'. In den aristotelischen Musikproblemen sind die Erfahrungen die zu den Zahlenverhältnissen der Konsonanzen führen, recht ausführlich zusammengestellt, aber das Wort 'Kanon' kommt in dem ganzen Werk nicht vor».

A nostro avviso non è possibile tener conto di tali obiezioni se si considera la valenza originaria del termine *κάνων*, il cui significato è 'regolo; bastone; traversa (di uno scudo); spola (del telaio)', etc. (cf. *Il.* 8, 193; 23, 761; etc.): l'essenziale è che Pitagora abbia cercato riscontri alla sua teoria musicale per

mezzo di una corda fissata su un *κάνων*, ovvero su un 'regolo' o un 'telaio', a prescindere dal fatto che tale arnese presentasse o meno le caratteristiche descritte successivamente dai teorici musicali come proprie di un particolare strumento musicale. Del resto, è probabile che lo strumento noto come *κάνων* si sia sviluppato proprio a partire dalle esperienze di Pitagora. Inoltre, gli stessi autori musicali tardi, da Nicomaco a Gaudenzio, impiegano il termine *κάνων* per indicare ora l'intero strumento, ora una parte di esso, come osserva Oppel, *KANON*, 1937, p. 17: «[...] der *κάνων* ἀρμονικός besteht aus einem geraden Stück Holz mit zwei Stegen (*μαγάδες*) an den beiden Enden. Darüber ist eine Saite gespannt. Aus dem Holz ist ein Griffbrett mit Einschnitten angebracht, deren Abstände dem Verhältnis der einzelnen Intervalle entsprechen. Ein Steg wird dann zwischen Holz und Saite eingeklemmt, und so ergibt sich die *κατατομή τοῦ κανόνα*. In der Fachsprache bedeutet dabei *κάνων* bald das ganz Instrument, bald nur die Saite, bisweilen auch das Holz ohne die Saite».

L'ipotesi secondo la quale Pitagora sarebbe giunto alla quantificazione numerica degli intervalli osservando il rapporto tra lunghezze di corde e altezze dei suoni prodotti da esse e servendosi di uno strumento simile al monocordo, è verosimile a nostro avviso, perché riflette anche il modo più semplice per pervenire con metodo rigorosamente scientifico alla razionalizzazione degli intervalli consonanti. Tale ipotesi è suffragata anche da altri argomenti che ora illustreremo. Essa suscita tuttavia alcune difficoltà. Tra queste, le principali sono le seguenti:

a) per quale motivo le testimonianze di Nicomaco e di Giamblico, che sono pressoché identiche — come abbiamo detto —, nella loro parte conclusiva (cf. *supra*, p. 6) associano i numeri 12, 9, 8 e 6 rispettivamente alla *nete*, alla *paramese*, alla *mesè* e alla *hypate* (sul significato dei nomi di tali note vedi *infra*), ossia in modo tale che il numero maggiore corrisponde alla corda che emette la nota più alta? Se i numeri sopra detti corrispondessero a lunghezze di corde ci si aspetterebbe invece che il numero maggiore fosse associato alla corda che emette la nota più bassa, poiché ovviamente la lunghezza della sorgente sonora è inversamente proporzionale all'altezza del suono da essa prodotto;

b) quale rapporto esiste tra le esperienze di Pitagora e la reale musica greca, nonché gli strumenti musicali dei quali egli poteva essere a conoscenza?

Per quanto riguarda il primo punto, va ricordato che non solo nelle testimonianze dirette dei Pitagorici antichi (ad esempio, in Filolao e in Archita), ma ancora in Euclide e in Tolomeo, anche quando compaiono valori numerici differenti da quelli che si trovano nelle testimonianze relative a Pitagora, il numero maggiore è però sempre associato alla corda che produce la nota più bassa. Ciò costituisce, a nostro avviso, una conferma ulteriore dell'ipotesi secondo la quale già a partire da Pitagora la quantificazione degli intervalli sarebbe avvenuta sulla base del criterio della diversa lunghezza di corde musicali, anche se probabilmente già in Pitagora questo non è l'unico criterio adottato. Ad ogni modo, secondo tale criterio il numero maggiore viene messo in corrispondenza con la nota più bassa per il fatto che questa è prodotta dalla corda più lunga, e viceversa.

Più tardi, negli scrittori di argomento musicale, come ad esempio Nicomaco, le corde e i numeri vengono associati nel modo adottato nella testimonianza già vista

(cf. *supra*, pp. 52 sg.) relativa a Pitagora, cioè il 6 corrisponde all'*hypate*, l'8 alla *mesè*, il 9 alla *paramese*, il 12 alla *nete*. In tal modo il numero più alto corrisponde alla corda che produce la nota più alta e viceversa<sup>(32)</sup>.

Gli studiosi, come ad esempio la TIMPANARO CARDINI, *Pitagorici*, 1962, II, p. 210 sg., nota al testo, e la DA RIOS, *Aristoxenus*, 1954, p. 104 sgg., sono inclini a ritenere che tra questi due modi di associare numeri e corde (o note)<sup>(33)</sup> esista una distinzione di ordine cronologico: in una prima fase della cultura musicale tecnica greca sarebbe stato operante il criterio della diversa lunghezza delle corde; in una fase successiva, in seguito all'ampliarsi delle conoscenze acustiche, grazie anche alle intuizioni di Archita (del quale parleremo in altro momento), diventerebbe operante il criterio delle "velocità vibratorie", per cui il numero maggiore è connesso alla corda che compie il numero maggiore di oscillazioni e, quindi, la corda più corta o la più tesa. In particolare, la DA RIOS, *Aristoxenus*, 1954, p. 105, nota 1, dopo aver detto che uno dei principi osservati dai Pitagorici nel determinare i rapporti degli intervalli sarebbe costituito dal fatto che i suoni più gravi corrisponderebbero alle corde più lunghe e, quindi, ai numeri più elevati, osserva: «Se noi, però, consideriamo il *λόγος μουσικός* o proporzione musicale, la cui scoperta è attribuita a Pitagora, troviamo che i valori numerici assegnati, con questa proporzione, alle quattro note fondamentali — 6 all'*hypate*, 8 alla *mesè*, 9 alla *paramese*, 12 alla *paranete* [sic] — corrispondono, in realtà, ai rapporti delle velocità vibratorie, essendo valori inversi a quelli che esprimono la lunghezza delle relative corde [...]. Ma questa inversione dei rapporti appare solo negli autori dell'ultima epoca (Nicomaco, Plutarco, Anonimo di Bellermann), mentre le tavole di Filolao, di Archita, di Euclide e di Tolomeo sono sempre costruite sulla base delle lunghezze delle corde».

A parte alcune inesattezze, tra le quali ad esempio il riferimento alla *paranete* — nella testimonianza relativa a Pitagora, in realtà, si parla della *nete* —, la difficoltà principale che emerge dalle affermazioni della Da Rios consiste nel fatto che non si capisce come le "velocità vibratorie" potessero essere numericamente quantificabili da parte dei Pitagorici.

Più verosimilmente, la Timpanaro Cardini (*Pitagorici*, 1962, II, p. 210, nota al testo) ritiene che al criterio della lunghezza subentrò successivamente quello della diversa tensione; tuttavia — e con ciò entriamo nel vivo del secondo punto — la studiosa riporta questo succedersi dei due criteri a un mutare della lunghezza delle corde negli strumenti più tipici dell'antichità greca, la lira e la cetra.

(32) Analogamente, nella fase più antica, le relazioni numeriche esprimenti le consonanze sono tramandate nella forma 2:1, 3:2, 4:3, cioè verosimilmente in relazione alla lunghezza delle corde; in seguito, invece, sono presentate nella forma 1:2, 2:3, 3:4, in relazione quindi al rapporto tra i numeri delle oscillazioni. Cf. RIETHMÜLLER - ZAMINER, *Die Musik des Altertums*, 1989, p. 184.

(33) In greco il termine *χορδή* ('corda') è sinonimo di 'suono musicale, nota'; cf. Platone, *Filebo* 56 a, dove si parla di *χορδαί* dell'aulo. Questa estensione semantica del termine *χορδή* è motivata dal fatto che le prime teorizzazioni musicali in Grecia sono basate sulla osservazione esclusiva di strumenti a corde.

Riguardo al problema dei nomi delle corde in Filolao (di cui parleremo altrove), la Timpanaro Cardini afferma, infatti, quanto segue: «Un altro esempio di permanenza fu il nome delle note estreme, anche quando alla diversa lunghezza delle corde si sostituì il criterio della diversa tensione di corde di lunghezza eguale nella costruzione della lira e della cetra; la *hypate* mantenne il suo nome anche se non era più la più alta delle corde, ma la meno tesa, e significò la nota più bassa; la *nete* non fu più l'ultima come lunghezza nella serie discendente, ma indicò la nota più acuta nella serie ascendente dei suoni».

In realtà, però, la cetra e la lira non hanno mai subito questo tipo di evoluzione: da quanto si può inferire dalle testimonianze archeologiche (pitture vascolari, raffigurazioni su monete, fonti letterarie), la lira e la cetra, pur variando nel numero delle corde, sono state sempre costruite con corde di lunghezza uguale, nelle quali variava sicuramente la tensione e, forse, lo spessore<sup>(34)</sup>.

Oltre a questi due strumenti — i più diffusi nella pratica musicale greca — esistevano certo anche strumenti nei quali le corde erano di lunghezza differente: si tratta di strumenti più antichi della lira e della cetra, e di importazione orientale come le arpe, i trigoni e simili<sup>(35)</sup>.

Si noti che nella parte finale della testimonianza relativa all'esperimento con i martelli si afferma esplicitamente che Pitagora avrebbe verificato i rapporti numerici esprimenti gli accordi anche sui trigoni, sugli auli, etc.

Ci sembra rilevante che, quantunque gli strumenti più diffusi nella Grecia antica fossero la lira e la cetra, la fonte alluda invece a verifiche condotte su strumenti nei quali la lunghezza (delle corde, nei trigoni; delle canne, negli auli) costituisce un fattore fondamentale.

È probabile, a nostro avviso, che l'osservazione del funzionamento di strumenti a corde disuguali abbia fornito l'occasione per una prima intuizione circa il rapporto tra lunghezze della sorgente sonora e altezza del suono prodotto. Sulla base di questa prima intuizione, Pitagora avrà proceduto alla costruzione di un congegno come il monocordo, nel quale il fattore della lunghezza è l'unico interessato e, a differenza di quanto avviene nei trigoni e negli auli, non si combina con altri elementi, come la tensione e lo spessore delle corde (nei trigoni), o la forma, il diametro e le caratteristiche dell'imboccatura (negli strumenti a fiato).

Se, tuttavia, l'accordatura degli strumenti più usuali in Grecia era basata sul principio della tensione e se per quanto riguarda quella degli strumenti con corde di

(34) Cf. GEVAERT, *La musique de l'antiquité*, II, 1881, p. 249; PAQUETTE, *L'instrument de musique*, 1984, p. 86 sg., p. 96 e *passim*; MAAS-SNYDER, *Stringed Instruments*, 1989, p. 13 e *passim*. Mentre le corde della lira sono caratterizzate da una tensione predeterminata, diversa per ciascuna corda, ma invariante durante l'esecuzione, nella cetra — strumento simile, ma molto più elaborato rispetto al precedente — la tensione delle corde poteva essere variata durante l'esecuzione mediante la rotazione del "giogo", ovvero della barra che collegava le due traverse e sulla quale erano fissate le estremità superiori delle corde.

(35) Cf. PAQUETTE, *L'instrument de musique*, 1984, p. 189 sgg.; MAAS-SNYDER, *Stringed Instruments*, 1989, p. 13, p. 147 e *passim*.

lunghezza diseguale, come le arpe, è molto probabile che essa non fosse basata esclusivamente sulla diversa lunghezza delle corde stesse<sup>(36)</sup>, possiamo trarre due conclusioni:

in primo luogo, i fabbricanti di strumenti conoscevano certo gli intervalli consonanti, ma è verosimile che li ottenessero per via puramente empirica, fornendo, in tal modo, al massimo uno spunto alle speculazioni teoriche dei Pitagorici;

in secondo luogo, se il quadro della prassi musicale greca è quello ora delineato, ci sono fondati motivi per dubitare che i due criteri della lunghezza e della tensione delle corde si siano effettivamente succeduti nella pratica della costruzione degli strumenti a corda.

A nostro avviso, è probabile che nella pratica questi criteri abbiano operato contemporaneamente fin dai tempi più antichi, insieme ad altri fattori ancora, come ad esempio lo spessore, che però non è verificabile direttamente nelle testimonianze della pittura vascolare e della scultura, dove le corde, quando sono rappresentate, paiono tutte del medesimo spessore: eppure dalla forma degli strumenti si può dedurre che il fattore "tensione" doveva giocare un ruolo importante, visto che normalmente i rapporti fra le lunghezze delle diverse corde non sembrano tali da poter autonomamente — a prescindere da altri fattori — originare gli intervalli di base.

Questa compresenza, negli strumenti antichi, di lunghezza e tensione delle corde è congruente con le testimonianze relative a Pitagora, secondo le quali le sue indagini sarebbero state condotte sulla osservazione di entrambi i fattori: la tensione, nell'esperimento delle corde uguali tese da pesi diversi; la lunghezza, negli esperimenti condotti sul monocordo.

Ma le tensioni dovevano essere difficilmente quantificabili numericamente o, almeno, non certamente nel modo descritto dalla testimonianza di Nicomaco e di Giamblico: l'esperimento tentato da Pitagora ha senso soltanto se supponiamo che i numeri 12, 9, 8 e 6 rappresentano non delle diverse tensioni, ma delle diverse lunghezze. Se, infatti, due corde, delle quali l'una ha una lunghezza di 12 unità e l'altra di 6 unità, danno luogo effettivamente alla consonanza di ottava, qualora vengano sollecitate contemporaneamente e a parità degli altri fattori, ciò non accade se a due corde di lunghezza uguale si appendono due pesi diversi, rispettivamente di 12 e di 6 unità: per ottenere l'ottava, infatti, il peso associato alla prima corda dovrebbe essere il quadruplo — e non il doppio — di quello associato alla seconda.

Che il fattore della lunghezza fosse l'unico esattamente quantificabile e che perciò la cerchia pitagorica ne abbia tenuto conto in modo prioritario, ci sembra provato indirettamente anche dal fatto che per molto tempo nelle opere di argomento musicale, fino a Tolomeo, i numeri maggiori sono associati alle note più gravi e, quindi, verosimilmente, alle corde più lunghe.

(36) Cf. BURKERT, *Weisheit und Wissenschaft*, 1962, p. 333.

La positività dell'esperimento con corde di lunghezza diversa o con lunghezze diverse di una medesima corda è motivata dal fatto che l'altezza sonora percepita dipende dalla frequenza emessa dalla sorgente sonora, e che tale frequenza è inversamente proporzionale alla lunghezza del corpo sonoro, nel caso di un corpo sonoro che abbia tra le sue caratteristiche geometriche proprio la lunghezza come valore particolarmente apprezzabile (ad esempio, corde musicali, tubi sonori, etc.). Pertanto, date due corde lunghe rispettivamente 12 e 6 unità (oppure un'unica corda lunga 12 unità e fatta consonare con un suo segmento corrispondente a 6 unità), tali corde si trovano ad essere tra loro — quanto a lunghezza — nel rapporto del doppio, cioè 2:1. Quanto alle frequenze emesse, le corde si trovano tra loro nel rapporto inverso, ossia 1:2, per il motivo sopra detto. Dal punto di vista della percezione uditiva, invece, la sollecitazione simultanea o quasi di tali corde produce la sensazione unitaria della consonanza di ottava.

Di conseguenza, il rapporto 2:1, che per i Pitagorici rappresenta l'"essenza" dell'ottava, è in primo luogo un rapporto tra due lunghezze (una doppia dell'altra), ma anche — dal punto di vista di un approfondimento successivo — un rapporto tra due frequenze (una doppia dell'altra); in questo secondo caso si ha però il rapporto inverso, ovvero 1:2, essendo la frequenza inversamente proporzionale alla lunghezza della sorgente sonora (cf. anche *supra*, p. 67, nota 32).

La consonanza di ottava, corrispondente al rapporto 2:1 — riferito alle lunghezze — o al rapporto 1:2 — riferito alle frequenze — viene percepito a livello auricolare come un suono unitario (ancorché sia il risultato di una somma algebrica delle rispettive ampiezze).

#### § 4. La questione degli esperimenti di Ippaso.

Come abbiamo visto, le testimonianze sopra riportate relative a Pitagora fanno riferimento prevalentemente ad osservazioni condotte su strumenti a corda. Ma le corde musicali non sono gli unici mezzi sui quali i Pitagorici condussero indagini sulla produzione degli intervalli consonanti: vennero utilizzati anche dischi di bronzo, come ci è testimoniato da uno scolio al *Fedone* platonico e da un passo di Eusebio, nei quali tale esperimento è attribuito al pitagorico Ippaso, e da un brano di Porfirio, dove si fa riferimento ai Pitagorici in generale.

Ippaso di Metaponto fiorì tra la fine del VI sec. e il principio del V sec. a.C., se si segue la testimonianza di Giamblico, *vita Pythag.* 257, nella quale Ippaso è nominato tra i mille reggitori di Crotone al tempo delle discordie civili che seguirono la vittoria su Sibari. Secondo la tradizione, Ippaso si sarebbe reso colpevole della rovina della setta pitagorica per aver proposto, dopo la vittoria su Sibari, una relativa democratizzazione di Crotone, e per aver rivelato un segreto matematico, la scoperta dei numeri irrazionali: la divulgazione di tale segreto avrebbe potuto distruggere le fondamenta della filosofia pitagorica (Giamblico, *vita Pythag.* 246-247). Sulla collocazione cronologica e sulla reale esistenza di Ippaso sono stati sollevati dei dubbi, in particolare dal TANNHRY, *Mém. Scient.* III, p. 228 sg., 244 sgg., 319 sgg., e *passim*; e anche dal FRANK, *Plato und die sogenannten Pythagoreer*, 1923, p. 261 sgg., il quale tenta di abbassare la cronologia di Ippaso: «Das alles zeigt zur Genüge, dass wir es bei Hippasus mit keiner alten echten pythagoreischen Tradition zu tun haben, sondern dass die Überlieferung auch hier nicht weiter als bis in die Zeit von Plato, Archytas und Speusippus zurückgeht». Ma l'antichità e la veridicità della tradizione concernente Ippaso, nonostante alcune incertezze effettivamente presenti nelle fonti, sono state ristabilite con valide argomentazioni da diversi studiosi: cf. VAN DER WAERDEN, *Harmonielehre*, 1943, p. 180 sg.; TIMPANARO CARDINI, *Pitagorici*, 1958, I, p. 78-83; etc. Si vedano anche le posizioni critiche di BURNET, *Early Greek Philosophy*, 1914, par. 42 nota 38 e di ZELLER-MONODOLFF, *La filosofia dei Greci*, 1964<sup>1</sup>, I, p. 623-626.

Nello scolio a Platone, *Phaed.* 108 d (= DK 18 A 12), a proposito dell'espressione "arte di Glauco", si legge:

[Γλαύκου τέχνη] ἡ ἐπὶ τῶν μὴ ῥαδίως κατεργαζομένων ἢ ἐπὶ τῶν πάνυ ἐπιμελῶς καὶ ἐντεχνῶς εἰργασμένων. Ἰππασος γὰρ τις κατεσκεύασε χαλκοῦς τέτταρας δίσκους οὕτως, ὥστε τὰς μὲν διαμέτρους αὐτῶν ἴσας ὑπάρχειν, τὸ δὲ τοῦ πρώτου δίσκου πᾶχος ἐπίτριτον μὲν εἶναι τοῦ δευτέρου, ἡμιόλιον δὲ τοῦ τρίτου, διπλάσιον δὲ τοῦ τετάρτου, κρουμένους δὲ τούτους ἐπιτελεῖν συμφωνίαν τινά. καὶ λέγεται Γλαῦκον ἰδόντα τοὺς ἐπὶ τῶν δίσκων φθόγγους πρώτον ἐγχειρῆσαι δι' αὐτῶν χειρουργεῖν, καὶ ἀπὸ ταύτης τῆς πραγματείας ἐτι καὶ νῦν λέγεσθαι τὴν καλουμένην Γλαύκου τέχνην. μέμνηται δὲ τούτου Ἀριστόξενος ἐν τῷ Περὶ τῆς μουσικῆς ἀκροάσεως [Fr. 77 FHG II 288] καὶ Νικοκλῆς ἐν τῷ Περὶ θεωρίας [cf. Zenob. II 91].

«Arte di Glauco»: (si dice) per quelle cose che non si fanno facilmente o che si fanno solo con grande cura ed arte. Infatti un certo Ippaso costruì quattro dischi di bronzo in modo tale che i loro diametri fossero identici, ma lo spessore del primo fosse  $\frac{3}{4}$  del secondo,  $\frac{3}{2}$  del terzo e il doppio del quarto e in modo che, quando venivano percossi, producessero una certa armonia. E si dice che Glauco, avendo osservato i suoni prodotti dai dischi, per primo cominciò ad usarli, e da questa attività ancora oggi si dice 'arte di Glauco'. Di ciò testimonia Aristosseno nell'opera 'Sull'audizione della musica' e Nicocle nell'opera 'Sulla teoria'.

Si noti bene, però, che la fonte, in realtà, non dice affatto che la percussione dei dischi bronzei, i cui rispettivi spessori presentino tra loro quelle determinate proporzioni (4:3, 3:2, 2:1), produca rispettivamente le consonanze di quarta, di quinta e di ottava: la percussione dei dischi, secondo quanto testimonia lo scolio platonico, produce soltanto "una certa armonia" (συμφωνίαν τινά), non meglio specificata; soltanto gli spessori dei dischi, dunque, risultano essere in precisi rapporti reciproci, ma non gli effetti acustici prodotti dalla loro percussione: circa questi la fonte non va al di là dell'ammissione di "una certa armonia".

Non molto più chiara è la testimonianza di Eusebio, c. *Marc.* 24 (= DK 18 A 12), dove non è neppure nominato Ippaso:

ἕτερος δὲ τὴν ἐπ' ἄκρον μουσικῆς ἐμπειρίαν μαρτυρήσας τῷ Γλαύκῳ τοὺς κατασκευασθέντας ὑπ' αὐτοῦ δίσκους χαλκοῦς φησι τέτταρας πρὸς τὸ ἐμμελῆ τινα (διὰ) τῆς κρούσεως τὴν συμφωνίαν τῶν φθόγγων ἀποτελεῖν.

«Un altro, dopo aver testimoniato la somma abilità di Glauco nella musica, dice che i quattro dischi bronzei da lui preparati per una certa armonizzazione, se percossi, producevano un armonioso concento di suoni».

Anche qui la percussione dei dischi di bronzo, dei quali non è specificato neppure il rapporto tra i relativi spessori, produce soltanto un generico "concento armonico di suoni".

Più chiara circa l'uso e gli effetti musicali dei dischi bronzei è invece la testimonianza di Porfirio (*in Ptol. harm.* p. 120, ed. Düring), nella quale però non solo non si nominano né Ippaso, né Glauco, ma l'esperimento viene riferito nella

forma di una proposizione ipotetica, che conclude l'esposizione di una serie di esperimenti attribuiti in generale ai Pitagorici: [...] ὡσαύτως δὲ καὶ ἐὰν τις δίσκους χαλκοῦς ποιήσας διπλασιάσῃ θατέρων τὸν ἕτερον συμφωνοῦσι κρουόμενα διὰ πασῶν «Ugualmente anche se qualcuno, avendo fabbricato dei dischi bronzei, raddoppiasse l'uno rispetto all'altro, tali dischi una volta percossi consonerebbero secondo la consonanza di ottava».

In questo caso la percussione dei dischi produce la consonanza di ottava, ma la genericità è contenuta nella forma verbale διπλασιάσῃ, che non lascia intendere in qual senso un disco "sia doppio" dell'altro; tuttavia, sulla base della prima testimonianza si può facilmente dedurre che il rapporto di 2:1, al quale qui si allude, sia da riferire allo spessore dei due dischi.

Questo esperimento, ad ogni modo, non è stato in linea di massima soggetto a critiche da parte degli studiosi, poiché dal punto di vista scientifico il principio preso in considerazione in sede sperimentale è incontrovertibile: lo spessore dei dischi e la frequenza relativa a tale spessore sono inversamente proporzionali<sup>(37)</sup>.

Un altro sistema, attribuito ad Ippaso e a Laso di Ermione, per produrre i rapporti armonici, consiste nel percuotere due vasi identici e di uguale capacità, all'interno dei quali il rapporto tra il pieno e il "vuoto"<sup>(38)</sup> sia istituito secondo particolari modalità; si veda la seguente testimonianza: Teone di Smirne 19,4 ed. Hiller (= DK 18 A 13):

ταύτας δὲ τὰς συμφωνίας οἱ μὲν ἀπὸ βαρῶν ἤξουσιν λαμβάνειν, οἱ δὲ ἀπὸ μεγεθῶν οἱ δὲ ἀπὸ κινήσεων καὶ ἀριθμῶν οἱ δὲ ἀπὸ ἀγγείων [καὶ μεγεθῶν]. Λᾶσος δὲ ὁ Ἑρμιονεύς, ὡς φασί, καὶ οἱ περὶ τὸν Μεταποντῖνον Ἰππασὸν Πυθαγορικὸν ἄνδρα συνέπεσθαι τῶν κινήσεων τὰ τάχῃ καὶ τὰς βραδυτήτας δι' ὧν αἱ συμφωνίαι \*\*\* ἐν ἀριθμοῖς ἡγούμενος λόγους τοιούτους ἐλάμβανεν ἐπ' ἀγγείων· ἴσων γὰρ ὄντων καὶ ὁμοίων πάντων τῶν ἀγγείων τὸ μὲν κενὸν ἑάσας, τὸ δὲ ἡμισυ ὑγροῦ (πληρώσας) ἐψόφει ἑκατέρω, καὶ αὐτῷ ἢ διὰ πασῶν ἀπεδίδοτο συμφωνία· θάτερον δὲ πάλιν τῶν ἀγγείων κενὸν ἔων εἰς θάτερον τῶν τεσσάρων μερῶν τὸ ἐν ἐνέχεε, καὶ κρούσαντι αὐτῷ ἢ διὰ τεσσάρων συμφωνία ἀπεδίδοτο, ἢ δὲ διὰ πέντε, (ὅτε) ἐν μέρος τῶν τριῶν συνεκλήρου οὔσης τῆς κενώσεως πρὸς τὴν ἑτέραν ἐν μὲν τῇ διὰ πασῶν ὡς β πρὸς ἑν, ἐν δὲ τῇ διὰ πέντε ὡς γ πρὸς β, ἐν δὲ τῇ διὰ τεσσάρων ὡς δ πρὸς γ<sup>(39)</sup>.

(37) Cf. GRAF, *Akustik im griech. Altertum*, 1894, p. 8; JAN, *Mus. Script. Graeci*, 1895, p. 123; BURKERT, *Weisheit und Wissenschaft*, 1962, p. 356 e nota 40, il quale però, come abbiamo già rilevato, ritiene erroneamente che il numero di oscillazioni prodotte dai dischi percossi sarebbe direttamente (e non inversamente) proporzionale al variare del loro spessore; TIMPANARI-CARDINI, *Pitagorici*, 1958, I, p. 98 sg. e note al testo; stranamente il VAN DER WAERDEN, *Harmonielehre*, 1943, p. 171, considera «ganz unsinnig» questo esperimento, ma senza addurre motivazioni.

(38) Per evitare fraintendimenti, sarà utile chiarire che qui, come anche altrove nel prosieguo del presente lavoro, useremo il termine "vuoto" solo e soltanto per comodità di parafrasi: si intende che, ovviamente, ciò che la fonte antica indica come "vuoto" contiene, in realtà, il mezzo gassoso, cioè l'aria. Di tale argomento tratteremo altrove.

(39) Qui, come negli altri luoghi in cui si esamineranno frammenti relativi ai presocratici, gli interventi testuali sono quelli presenti nel testo edito da DK, a meno che non sia espressamente segnalato.

«A proposito di queste consonanze, alcuni pensavano che si ottenessero dai pesi, altri dalle dimensioni, altri dai movimenti e dai numeri, altri dai vasi [e dalle dimensioni]. Secondo Laso di Ermione, come dicono, e i seguaci di Ippaso di Metaponto, il pitagorico, la causa della velocità e della lentezza del movimento per mezzo delle quali le consonanze \*\*\* ritenendo che la questione stesse nei numeri, assunse questi rapporti applicandoli ai vasi. Infatti, dati due vasi completamente uguali, ne lasciava uno vuoto, mentre l'altro lo riempiva di liquido per metà e poi produceva rumore con entrambi; così gli risultava la consonanza di ottava; poi di nuovo, dopo aver lasciato vuoto uno dei vasi, riempiva l'altro per una quarta parte, e percuotendoli gli risultava la consonanza di quarta; la consonanza di quinta (la otteneva) riempiendo uno dei vasi per una terza parte; infatti il vuoto (di un vaso) rispetto al vuoto dell'altro nell'ottava corrisponde al rapporto di 2:1, nella quinta a 3:2, nella quarta a 4:3».

Questa seconda testimonianza presenta alcuni problemi filologici ed interpretativi: in primo luogo, il passo è chiaramente lacunoso, come si vede sia dal verbo συνέπεσθαι, che rimane senza una complementazione<sup>(40)</sup>, sia per quel nominativo αἱ συμφωνίαι, al quale non fa seguito un predicato, sia per le successive forme verbali al singolare (ἡγούμενος, ἐλάμβανεν, etc.). Questo contesto ha indotto qualcuno a ritenere che il soggetto reggente sia soltanto Laso di Ermione e che il riferimento ai seguaci di Ippaso (καὶ οἱ περὶ τὸν Μεταποντῖνον Ἰππασὸν Πυθαγορικὸν ἄνδρα) sia una interpolazione posteriore, tanto più che Laso di Ermione non è un pitagorico<sup>(41)</sup>. Non è tuttavia necessario ammettere che il riferimento ai seguaci di Ippaso sia una interpolazione, in quanto le forme verbali (ἡγούμενος, etc.) con un soggetto al singolare potrebbero far ritenere che la lacuna dopo αἱ συμφωνίαι sia piuttosto estesa<sup>(42)</sup> e che comprenda quindi non soltanto la frase che ha per soggetto αἱ συμφωνίαι, ma anche un'altra con il necessario soggetto al singolare delle successive forme verbali; se poi questo soggetto al singolare sia da individuare in Laso, in Ippaso, o in un terzo individuo, non è precisabile.

Lo Schönberger (*Studien z. Harm. Ptol.*, 1914, p. 29) si dichiara convinto che il soggetto del verbo ἐλάμβανεν e degli altri predicati al singolare non possa essere altri che Laso. Ad ogni modo, se accettiamo la testimonianza precedente, relativa all'esperimento con i dischi, non appare improbabile che anche Ippaso o altri Pitagorici della sua cerchia abbiano effettuato esperimenti analoghi con i vasi; tale

(40) Cf. BURKERT, *Weisheit und Wissenschaft*, 1962, p. 356, nota 42: «συνέπεσθαι ... τὰ τάχῃ ... ἐν ἀριθμοῖς kann kaum richtig sein, συνέπεσθαι braucht ein Objekt». Di seguito il Burkert menziona la proposta di integrazione di W. SCHMID-O. STÄHLIN, *Geschichte der griechischen Literatur*, München 1929, I 1, 545, 2, il quale proponeva di leggere συνέπεσθαι «τῷ τῶν κινουμένων τάχῃ».

(41) Cf. SCHÖNBERGER, *Studien z. Harm. Ptol.*, 1914, p. 26 sgg., il quale rifiuta l'ipotesi che il passo sia lacunoso e lo restituisce con la sola espunzione di questo riferimento ai seguaci di Ippaso.

(42) Così pensa il BURKERT, *Weisheit und Wissenschaft*, 1962, p. 356 nota 42: «Man könnte eine grössere Lücke vermuten, in der ein neues Subjekt eingeführt war (Eudoxos nach Jan, *Musici Scriptores Graeci* 131 f., auch 'Pythagoras' wäre denkbar)».

supposizione è confortata anche dal fatto che dischi e vasi ( $\delta\iota\sigma\chi\omicron\iota$  καὶ ἀγγεῖα), usati a scopi musicali, sono spesso nominati insieme<sup>(43)</sup>.

Anche nel caso di questo esperimento con i vasi — così come è descritto dalla fonte — gli studiosi non mancano di sottolineare la scarsa attendibilità scientifica. Il van der Waerden, ad esempio, pur riconoscendo una certa affidabilità alla fonte, osserva che in realtà il solo percuotere dei vasi uguali, nei quali il rapporto dei rispettivi “vuoti” sia di 2:1, 3:2, 4:3, non darebbe luogo alle consonanze di ottava, di quinta e di quarta, bensì ad “intervalli molto più piccoli”<sup>(44)</sup>. Dello stesso parere si dichiara il Burkert<sup>(45)</sup>, il quale però, dopo aver ricordato l’uso di vasi “vuoti” posti all’interno dei teatri greci allo scopo di aumentare gli effetti di risonanza, ammette la possibilità che Laso ed Ippaso, partendo dall’osservazione di tali fenomeni di risonanza, abbiano potuto ricavare gli esatti rapporti numerici degli intervalli. In tal caso, alla tradizione a noi pervenuta sarebbe imputabile una certa rozzezza, per aver introdotto in una tematica concernente soltanto la risonanza (del corpo gassoso contenuto nel vaso) il procedimento della percussione diretta ( $\chi\rho\omicron\upsilon\epsilon\iota\nu$ ) del vaso (in quanto contenitore che dà forma al corpo gassoso).

A questo punto sarà opportuno spiegare perché il descritto esperimento con i vasi sia da ritenere scientificamente inattendibile, dal momento che sia il van der Waerden sia il Burkert, sebbene accusino la fonte di approssimazione e rozzezza, evitano poi accuratamente di fornire una spiegazione precisa che motivi il loro scetticismo.

In effetti, le inesattezze scientifiche contenute nella descrizione dell’esperimento sono diverse. In primo luogo, non si dice nulla riguardo alla forma dei vasi: per

(43) Cf. BURKERT, *Weisheit und Wissenschaft*, 1962, p. 356 nota 42: « $\delta\iota\sigma\chi\omicron\iota$  καὶ ἀγγεῖα sind oft zusammen genannt (Theon 57,7; Ptol. harm. p. 17, 18; Porph. Pt. 120, 8 ff.), was doch auf Zusammengehörigkeit der Hippiasstradition deutet».

(44) Cf. VAN DER WAERDEN, *Harmonielehre*, 1943, p. 171: «Allerdings kann das Anschlagen nicht stimmen: man muss schon die Luft in den Vasen zum Tönen bringen, wenn man die genannten Konsonanzen erhalten will. Beim Anschlagen sind die Intervalle viel kleiner als Oktave, Quarte und Quinte». Già il JAN, *Mus. Script. Graeci*, 1895, p. 123, aveva espresso dei dubbi sulla possibilità di riuscita dell’esperimento, seppure con argomentazioni piuttosto vaghe: «Hunc puto Theo 12 (59) loco mutilo (ut certum sciri nequeat) dicit vasis tum vacuis tum liquore impletis varias sonorum rationes demonstrasse. potuit ille quidem, sed veror ut hac via symphoniarum rationes aperte ostenderit. nam quod vasorum summus tantum movetur et vibratur ut resonet, in inferiorem partem multum infundere possumus sono vix mutato, in superiore parte parva aquae copia infusa sonum continuo deprimit».

(45) Cf. BURKERT, *Weisheit und Wissenschaft*, 1962, p. 356: «Das Experiment mit verschiedenen vollen Gefässen ist bei einfachem Anschlagen ebensowenig durchführbar wie jene mit Hämmern oder Gewichten. Man muss die Luftsäule im Innern des Gefässes zum Schwingen bringen, am besten durch Resonanz; tatsächlich spricht das aristotelische Problem bei Schilderung eines entsprechenden Versuchs nur von  $\chi\lambda\omega$ , Widerhall; die Resonanz von Hohlgefässen wurde im griechischen Theater ausgenutzt. So wäre möglich, dass Lasos und Hippias im Zusammenhang mit Resonanzerscheinungen die Zahlengesetze feststellten; eine leichte Vergrößerung in der Überlieferung konnte daraus ein blosses Anschlagen der Gefässe machen».

poter determinare agevolmente la metà di un vaso sarebbe necessario, infatti, che i vasi fossero perfettamente cilindrici. In secondo luogo, la fonte lascia intendere che le consonanze sarebbero state prodotte mediante la percussione dei vasi. In realtà, se anche supponessimo di compiere l’esperimento con due vasi perfettamente cilindrici e di dimensione e materiale uguali, dei quali il primo, ad esempio, sia stato riempito d’acqua per metà e il secondo invece sia “vuoto”, percuotendoli entrambi non otterremmo la consonanza di ottava — anche se il rapporto tra le colonne d’aria contenute nei due vasi fosse di 2:1 — perché la percussione ha messo in gioco un ulteriore elemento sonoro, oltre all’aria contenuta nei vasi, e cioè il corpo del vaso stesso. La frequenza risultante, dunque, corrisponderebbe, per ogni singolo vaso, alla somma algebrica delle ampiezze delle frequenze rispettive dei due corpi sonori, cioè il volume dell’aria contenuta nel vaso e il corpo del vaso stesso. Ora, se le caratteristiche dei detti corpi non vengono specificate, tali frequenze non sono ovviamente determinabili. Di fatto la fonte non menziona alcuno dei fattori che determinano la frequenza risultante, come il materiale dei vasi, il suo peso specifico, la forma geometrica e il volume totale dei corpi sonori, etc.

Quanto al riferimento fatto dal Burkert ai vasi utilizzati nei teatri greci («[...] die Resonanz von Hohlgefässen wurde im griechischen Theater ausgenutzt»)<sup>(46)</sup>, non è possibile tenerne conto. Infatti, nei due *problemata* pseudo-aristotelici addotti come prova dallo studioso nella nota relativa alla sua affermazione (p. 357, nota 44: « $\eta\chi\epsilon\iota\alpha$ , vgl. Arist. probl. 11, 8/9; [...]») non si parla di  $\eta\chi\epsilon\iota\alpha$ , né di teatri. Esiste certo una tradizione attestante l’uso di vasi nei teatri greci per aumentare gli effetti di risonanza, ma è documentata in epoca molto più tarda, e precisamente a partire da Vitruvio (cf. *De architectura* I, 1 e V, 5). Oltre ad essere tarda, tale tradizione non è confortata dai dati archeologici, poiché non vi sono tracce non solo dei vasi risonatori, ma neppure delle celle nelle quali — secondo Vitruvio — i vasi sarebbero stati collocati<sup>(47)</sup>.

Anche per quanto riguarda Ippaso, dunque, le testimonianze a nostra disposizione sono troppo imprecise perché si possano ricostruire le modalità esatte con cui gli esperimenti in campo acustico sono stati condotti. Ad ogni modo, sulla base delle fonti a noi pervenute e nonostante la loro ambiguità, è possibile sostenere che Ippaso abbia tentato prove empiriche in campo acustico-musicale, il cui scopo deve essere stato quello di verificare la quantificazione numerica degli intervalli principali, già nota al pitagorismo antico fin dai tempi di Pitagora, come abbiamo visto sopra, attraverso il ricorso a procedure differenti rispetto a quelle che erano state verosimilmente tentate in precedenza, e cioè la misurazione delle diverse lunghezze di corde musicali o dei pesi diversi attaccati a corde uguali.

(46) Cf. nota precedente.

(47) Cf. C. FENSTERBUSCH, *Vitruv Zehn Bücher über Architektur*, Darmstadt 1964, p. 550, nota 273: «[...] Vitruvs Angaben bleibt es unwahrscheinlich, dass die Theorie des Aristoxenos in der Praxis des Theaterbaus angewendet ist. Bisher haben sich in keinem Theater die für die Schallgefässe notwendigen *cellae* gefunden. Ausserdem zeigen auch ohne Schallgefässe die Ruinen eine vorzügliche Akustik».

È probabile, quindi, che Ippaso, proseguendo le indagini in ambito acustico-musicale (ambito fondamentale della dottrina pitagorica), abbia verificato che era possibile ottenere gli intervalli consonanti principali applicando i rapporti numerici già noti e dedotti dall'osservazione degli strumenti a corda agli spessori di dischi metallici di uguale diametro.

Quanto all'esperimento con i vasi, così come ci è tramandato dalle fonti, esso non risulta scientificamente plausibile, in quanto la testimonianza di Teone di Smirne, oltre alla lacuna e alle ambiguità che essa presenta e che sono già state segnalate nelle pagine precedenti, sostiene che le consonanze venivano ottenute *percolando* i vasi stessi; l'esperimento però diventerebbe plausibile se ipotizzassimo che le sole colonne d'aria all'interno di vasi — ovviamente cilindrici — fossero state in qualche modo eccitate, senza toccare i vasi, poiché in tal caso, trovandosi le colonne d'aria negli esatti rapporti numerici necessari per ottenere le consonanze, la prova conseguirebbe il risultato desiderato. Non è escluso che l'osservazione del funzionamento degli strumenti a fiato possa aver indotto Ippaso a condurre l'esperimento in tale modo. Tuttavia, è soltanto un'ipotesi che la prova sperimentale sui vasi abbia potuto essere stata condotta come abbiamo detto.

In una prossima occasione ci ripromettiamo di trattare dello studio matematico delle medie proporzionali e dell'individuazione dei diversi generi di scale musicali.

#### BIBLIOGRAFIA

- W. BIELANDI, *Filosofia, Grammatica e Retorica nel pensiero antico*, Roma 1985.  
 P. BOYANCE, *Note sur la tétractys*, «L'antiquité classique» 20 (1951), pp. 421-425.  
 W. BURKERT, *Weisheit und Wissenschaft: Studien zu Pythagoras, Philolaos und Platon*, Nürnberg 1962.  
 J. BURNET, *Early Greek Philosophy. From Thales to Plato*, London 1914; rist. 1955.  
 R. DA RIOS, *Aristoxeni Elementa harmonica*, Romae 1954.  
 A. DELATTE, *Études sur la littérature pythagoricienne*, Paris 1915.  
 H. DIELS-W. KRANZ, *Die Fragmente der Vorsokratiker*, Hildesheim 1981<sup>6</sup>, 3 voll.  
 I. DÜRING, *Ptolemaios und Porphyrios über die Musik*, Göteborgs Högskolas Arsskrift, 40, 1934.  
 E. FRANK, *Plato und die sogenannten Pythagoreer*, Halle 1923.  
 K. VON FRITZ, *Der Ursprung der Wissenschaft bei den Griechen*, in *Grundprobleme der Geschichte der antiken Wissenschaft*, Berlin-New York 1971; trad. it. Bologna 1988.  
 F.A. GEVAERT, *Histoire et théorie de la musique de l'antiquité*, Gand 1875-1881, 2 voll.  
 H. GRAF, *Die Theorie der Akustik im griechischen Altertum*, Programm Gumbinnen 1894.  
 M. I. HENDERSON, *Ancient Greek Music*, in *Ancient and Oriental Music*, London 1957.  
 K. VON JAN, *Musici Scriptores Graeci*, Lipsiae 1895; rist. Hildesheim 1962 (trad. it. parziale L. ZANONCELLI, *La manualistica musicale greca*, Milano 1990).  
 G.S. KIRK-J.E. RAVEN, *The Presocratic Philosophers*, Cambridge 1964<sup>5</sup>.  
 F. LASSERRE, *Plutarque. De la musique*, Olten & Lausanne 1954.  
 M. MAAS-J. MCINTOSH SNYDER, *Stringed Instruments of Ancient Greece*, New Haven and London 1989.  
 J. MANSFELD, *Die Vorsokratiker*, Stuttgart 1986, 2 voll.  
 M. MEIBOM, *Antiquae musicae auctores septem*, Amstelodami 1652.  
 A. J. NEUBECKER, *Altgriechische Musik. Eine Einführung*, Darmstadt 1977.

- H. OPPEL, ΚΑΝΩΝ. *Zur Bedeutungsgeschichte des Wortes und seiner lateinischen Entsprechungen (regula-norma)*, «Philologus» suppl. 30, Heft 4 (1937).  
 D. PAQUETTE, *L'instrument de musique dans la céramique de la Grèce antique*, Paris 1984.  
 A. RIETHMÜLLER-F. ZAMINER, *Die Musik des Altertums*, in *Neues Handbuch der Musikwissenschaft*, Band I, Laaber 1989.  
 C. SACHS, *The rise of Music in the ancient World. East and West*, New York 1943.  
 L. SCHÖNBERGER, *Studien zum 1. Buch der Harmonik des Claudius Ptolemaeus*, Augsburg 1914.  
 P. TANNERY, *Mémoires scientifiques*, Toulouse-Paris 1912-1929, 3 voll.  
 M. TIMPANARO CARDINI, *Pitagorici. Testimonianze e frammenti*, Firenze 1958-1964, 3 voll.  
 B.L. VAN DER WAERDEN, *Die Harmonielehre der Pythagoreer*, «Hermes» 78 (1943), pp. 163-199.  
 E. ZELLER-R. MONDOLFO, *La filosofia dei Greci nel suo sviluppo storico*, ed. it., vol. I 2, Firenze 1964<sup>1</sup>.