

ARISTOSSENSO TRA ARISTOTELISMO E NUOVA SCIENZA

ALESSANDRO SARRITZU

(Nota presentata dal Socio Ordinario Filippo Cammaroto)

SOMMARIO. L'*Armonica* di Aristosseno, viene qui riletta da una parte alla luce di un lavoro di F. Bellissima che ne evidenzia la struttura fondamentalmente deduttiva, anche se con limitazioni sul piano del rigore, dall'altra guardando ad alcuni problemi posti da recenti pubblicazioni di R. Migliorato, G. Gentile, L. Russo. In particolare Migliorato aveva introdotto l'espressione *rivoluzione euclidea* per indicare un mutamento di paradigma scientifico rispetto alla concezione aristotelica e che, sulla base dei testi a noi pervenuti, è osservabile per la prima volta nell'opera di Euclide. Data la scarsità di fonti testuali si era però mantenuto prudente circa la totale attribuzione del mutamento di prospettiva. L'analisi qui condotta rivela già in Aristosseno un tentativo di superamento sia del dogmatismo pitagorico sia della fondazione metafisica della scienza deduttiva aristotelica, senza tuttavia attuare in modo chiaro il salto epistemologico osservabile nell'opera di Euclide. Tale superamento può essere visto dunque come un parziale avvicinamento a quella che Migliorato ha chiamato *rivoluzione euclidea*.

ABSTRACT. The *Armonica* of Aristoxenus is re-read in the light of a paper by F. Bellissima [*Nuncius*, XVII, n.1, 2-44 (2002)] that emphasizes its basically deductive structure, although with some limitations at a strictly logical level. We further address some problems recently posed by R. Migliorato, G. Gentile and L. Russo. In particular, Migliorato introduced the expression *Euclidean revolution* to denote a change in the scientific paradigm with respect to the Aristotelian conception, which, on the ground of extant texts, is observed for the first time in the Euclidean works. Since very few textual sources are available, Migliorato remained prudent as to the total attribution of the perspective change. The analysis carried out here discloses an attempt to overcome the Pythagorean dogmatism already in Aristoxenus, as well as the metaphysical foundation of the Aristotelian deductive science, without however enacting in a clear way the epistemological step that we can observe in Euclid. Such a process partially merges into the *Euclidean revolution* as formulated by Migliorato.

1. Introduzione

È ormai chiaro come la letteratura più recente, sia pure da diversi angoli visuali e con diverse accentuazioni, tenda a rimarcare la sostanziale autonomia e originalità della scienza ellenistica rispetto alle concezioni scientifiche e filosofiche precedenti¹ La presente nota

¹ La diversità della cultura ellenistica rispetto alla cultura greca precedente fu esplicitamente teorizzata per la prima volta intorno alla metà del XIX sec. da Johann Gustav Droysen che ne mise in evidenza i caratteri di originalità, introducendo anche il termine "ellenismo". Questo termine fu infatti da lui usato per indicare l'ambito di egemonia greco-macedone in una vasta area del Mediterraneo orientale e dei territori conquistati da

prende avvio, in particolare, da due lavori di Migliorato [3] e di Gentile e Migliorato [5], nei quali emerge con chiarezza l'ipotesi di un sostanziale mutamento nei fondamenti epistemologici dell'indagine scientifica, iniziato presumibilmente con Euclide² e proseguito per oltre un secolo, coinvolgendo successivamente scienziati come Archimede e Apollonio. In particolare, Migliorato [3] fa riferimento ad un "paradigma euclideo" che verrebbe a contrapporsi ad un precedente "paradigma aristotelico", con l'avvertenza però che tali denominazioni debbano essere assunte con un valore puramente convenzionale e non come assoluta e certa attribuzione rispettivamente ad Euclide e ad Aristotele delle categorie concettuali che tali espressioni intendono rappresentare. Nel presente lavoro, un'attenta lettura del trattato sull'armonia di Aristosseno, sembra dare ragione sia all'ipotesi di una rottura epistemologica che si sarebbe verificata dopo Aristotele, sia alle cautele con cui se ne individua il momento iniziale e l'attribuzione dei paradigmi. Sembra infatti emergere da quest'opera una posizione che prelude, per molti aspetti, a quello che Migliorato [3] chiama "paradigma euclideo" e ad una esplicita presa di distanza da una visione che sommariamente possiamo qui definire pre-scientifica e di cui analizzeremo meglio più avanti le connotazioni.

Alessandro, a partire dalla formazione dei regni successivi alla morte del grande conquistatore (Droysen, [1]). Vedi anche quanto sostenuto da Canfora [2] e da Migliorato [3]. La difficoltà di analizzare il periodo in questione (in particolare III e II sec. a.C.) è dovuta alla carenza quasi totale di fonti primarie, mentre le testimonianze dei secoli successivi che ci sono giunte sembrano volerne prendere le distanze, quasi a rimuovere le concezioni che prevalentemente erano state elaborate in quel periodo. Basta pensare come l'intero *corpus* del pensiero filosofico sviluppato a partire dal III secolo nell'ambito delle tre scuole prevalenti (Stoica, Epicurea, Scettica), non solo ci è pervenuto in forma assolutamente frammentaria, ma i testimoni temporalmente più prossimi su cui si può fondare una ricostruzione, si pongono generalmente in posizione di rifiuto più o meno radicale, manifestando talvolta anche sarcasmo e acredine, come è per esempio nel caso di Galeno nei confronti di Crisippo (cfr. Isnardi Parente [4]). Gentile e Migliorato [5] osservano come i soli testi di una certa entità sopravvissuti in forma più o meno integra, sono opere matematiche (Euclide, Archimede, Apollonio) altamente formalizzate, scritte pertanto in uno stile "asettico" che non lascia trasparire specifiche visioni del mondo e ipotizzano quindi che proprio questo carattere, questa assenza di pronunciamenti sulla verità e sull'essere, abbia consentito la loro sopravvivenza, sottraendoli all'abbandono e all'oblio. Il momento cruciale della selezione che, ha determinato la sopravvivenza di determinate opere e la morte di altre, si può collocare a partire dal I sec. d.C., quando si passa dalla scrittura su papiro, materiale estremamente deperibile, alla scrittura su pergamena. È proprio in questa fase che vengono ricopiati, con priorità i testi ritenuti al momento più validi e meritevoli, ed appare ovvio che questi abbiano avuto una ben più alta probabilità di sopravvivenza rispetto a quelli non copiati. E ciò, probabilmente, non solo per la diversa deperibilità dei due materiali. Dice ad esempio Noel ([6] pp. 106-107):

Niente è più pericoloso per i contenuti dei vecchi documenti di un perfezionamento nelle tecnologie informatiche, poichè esso richiede un trasferimento in massa dei dati, e qualcuno deve farlo. La transizione dal rotolo al codice - il formato di libro in uso ancor oggi - fu la prima vera rivoluzione nella storia della memorizzazione dei dati [...] Un codice di 200 fogli (400 pagine) alti 15 centimetri ha la stessa area potenziale per immagazzinare dati di un rotolo della stessa larghezza e lungo 600 metri [...] Inoltre per accedere ai dati raccolti su un rotolo è necessario esplorarne l'intera lunghezza [...] C'è una grossa differenza tra «srotolare» e «sfogliare» [...] I testi antichi che non subirono la transizione da rotolo a codice sparirono. Gli antichi si disfarono dei loro rotoli per la stessa ragione per cui noi abbiamo abbandonato i nostri dischi di vinile a 78 giri: erano diventati un sistema di registrazione dei dati obsoleto.

² Sebbene Euclide viene posto tra la fine del IV e l'inizio del III sec. a.C., la sua attività nell'ambito del Museo di Alessandria è probabilmente da collocare non prima dell'inizio del III secolo (cfr. [5]).

Per chiarire i termini della questione, è necessario innanzitutto riprendere alcuni dei punti essenziali dei lavori citati di Migliorato e Gentile [5] e di Migliorato [3].

La tesi che viene sostenuta dagli autori è che, a partire dalle opere di Euclide, sarebbero stati accantonati i criteri di verità già sostenuti da Aristotele per la validità delle premesse scientifiche. Questi infatti richiedeva che le premesse scientifiche, per essere accettate come tali dovessero essere «vere, prime, immediate, più note della conclusione, anteriori ad essa, e che siano cause di essa» (V. nota 7); Euclide, invece, lasciando cadere tanta assolutezza e rigidità, risultata peraltro sterile per la crescita della conoscenza, avrebbe assunto piuttosto come criterio, l'adeguatezza delle premesse ai fini di spiegare una classe di fenomeni o di dare fondamento rigoroso ad una pratica di risoluzione di problemi.

2. Il problema delle scale musicali.

Naturalmente non si vuole qui esporre in modo esauriente il problema delle scale musicali, così come si è andato configurando fino ad Archita, cosa che sarebbe abbastanza ardua sia per la sua complessità che per l'esiguità delle fonti. Per altro si tratta di materia ampiamente studiata e che, almeno nelle sue linee generali, dobbiamo qui considerare nota. Vogliamo invece darne uno schema interpretativo che ci aiuti ad analizzare l'opera di Aristosseno in relazione al tema che ci siamo proposti di affrontare.

Per il fine di cui sopra, partiamo da due presupposti fondamentali che costituiscono la base della teoria musicale pitagorica: 1) due suoni sono armonici se e solo se le loro *misure* stanno tra loro in un rapporto razionale tra numeri sufficientemente *piccoli*; 2) il rapporto $2/1$ (intervallo di ottava) è quello da considerarsi fondamentale.

Il problema diventa allora quello di dividere l'intervallo di ottava in intervalli più piccoli, conservando però la razionalità dei rapporti reciproci. Ora se si impone che gli intervalli siano uguali (cioè che sia costante il rapporto tra la *misura* di una nota e quella della nota successiva), è chiaro, alla luce delle conoscenze odierne, che il problema non può avere soluzione. Infatti qualunque sia n , indicando con x il rapporto tra due note consecutive, si dovrebbe avere in tal caso che $x^n = 2$ e quindi $x = \sqrt[n]{2}$ che è sempre un numero irrazionale (vedi quanto già detto in [7]).

Posta in questi termini la questione può apparire eccessivamente semplificata, tuttavia può dare un'idea delle difficoltà incontrate dalla scuola pitagorica nella ricerca di una scala fatta da gradini sufficientemente regolari, ma aventi tra loro rapporti rigorosamente *armonici* nel senso già chiarito.

La ricerca dei pitagorici si orientava dunque verso l'individuazione di rapporti frazionari semplici tra i diversi suoni della scala, e non potendo trovare, per quanto visto sopra, una frazione unica che valesse per tutti i gradini, bisognava operare delle scelte sulla base di qualche criterio. La questione che si può porre a questo punto è di capire se e in che misura una tale scelta possa avere elementi di arbitrarietà o, viceversa, in che modo possa essere individuato un criterio "oggettivo". La dottrina pitagorica, infatti, rimane legata, in forma più o meno dogmatica, all'idea che il carattere armonico degli intervalli musicali sia oggettivamente dato a priori e si trovi correlato a precise leggi aritmetiche, il che presuppone la ricerca di rapporti che in qualche modo fossero privilegiati rispetto ad altri. Ma è proprio questa pretesa che sembra costituire l'ostacolo principale ad una ricerca proficua nello studio dell'armonia musicale. A tal fine è opportuno riassumere qui brevemente quali

fossero le principali proposte di suddivisione.

Una prima proposta di divisione del tono è stata data da Filolao (V sec. – inizio IV sec. a.C.). Si trattava ancora di una proposta impregnata di elementi mistici e di oscurità. Egli spiegava infatti che «l'anima è una specie d'accordo, perché accordo è mescolanza e composizione di contrari, e il corpo è composto di contrari» ([8], v. 2, p. 179). Da questa definizione possiamo già intuire la visione pitagorica di Filolao, cioè quella visione aritmo-geometrica degli enti matematici. Per meglio capire il legame forte con la scuola pitagorica entriamo nel problema musicale, ossia la divisione del tono.

Premettiamo solo qualche concetto per meglio capire l'idea di base.

Il primo è quello di *medietà armonica*; questa si ha quando date tre grandezze a , b , c , risulta:

$$(a - b) : a = (b - c) : c$$

Il concetto di *medietà armonica* si lega strettamente a quello di armonia geometrica, che per Filolao è rappresentata dal cubo. Infatti si ha che:

$$(12 - 8) : 12 = (8 - 6) : 6$$

e d'altra parte 12 sono gli spigoli nel cubo, 8 sono i vertici, 6 le facce. Ciò premesso, la relazione che lega tali rapporti con l'armonia musicale, appare immediata se si osserva che gli intervalli

$$\frac{12}{6} = \frac{2}{1}, \frac{12}{8} = \frac{3}{2}, \frac{8}{6} = \frac{4}{3}$$

sono rispettivamente l'intervallo di ottava, di quinta e di quarta.

Inoltre, la struttura aritmo-geometrica del cubo, cioè il fatto che una figura geometrica fosse regolata da una legge aritmetica del tipo

$$(n \times n \times n)$$

diede a Filolao lo spunto per tentare di dividere il tono in intervalli consonanti più piccoli³.

Il passo di Boezio, unico documento che dà testimonianza di questo tentativo è tutt'altro che chiaro, anzi, come rilevato dalla Timpanaro Cardini [8], è affetto da evidenti errori e fraintendimenti. Tuttavia nella scelta del numero 27 come numeratore della frazione $27/24 = 9/8$ con cui egli fissava l'intervallo cercato, sembra indiscutibile il riferimento al 27 come cubo del primo numero dispari⁴. Filolao, trovato questo numero, lo divide in due parti, che ovviamente non sono uguali; la prima, quella più grande, che consta di 14 unità, la chiama *apotome*, la seconda, formata invece da 13 unità, la chiama *diesis* prima e *semitono minore* poi. La convinzione che quest'ultima parte dovesse essere composta

³ Se si parte da un suono assegnato (qui fissiamo convenzionalmente il Do), l'ottava nota è ovviamente il Do successivo (indicato con Do2), corrispondente ad un intervallo, detto appunto di ottava, dato dal rapporto 2/1. La quinta nota è invece quella che corrisponde all'intervallo 3/2 (Sol). Per ottenere il Fa (quarta nota), si procede scendendo di una quinta (2/3) e risalendo poi di un'ottava. Il risultato è quindi il rapporto 4/3. In questo modo si ha che risalendo di un intervallo di quinta a partire dalla quarta (Fa) si ottiene proprio l'ottava (Do2). Allo stesso modo, scendendo di una quarta, a partire dall'intervallo di quinta (Sol), si ottiene una nota (Re) che differisce dal Do di un intervallo di 9/8. È proprio questo intervallo che viene assunto come tono, anche se, come si è visto, non è possibile definire un intervallo razionale che divida in parti uguali l'intera scala musicale. Si ha l'intervallo di un tono soltanto tra Do e Re, come già visto, e tra Fa e Sol (cfr. quanto già detto in [7]).

⁴ Boezio così si esprime in proposito: «Filolao pitagorico provò a dividere il tono in un altro modo, stabilendo cioè come generatore del tono il primo numero che è cubo del primo numero dispari» (Boethius, *Inst. Mus.*, III 5, p. 276, 455-458, trad. it. in Timpanaro Cardini [8], v. 2, pp. 181, 183).

da 13 unità si rafforzò perché proprio 13 è la differenza fra 256 e 243. Ricordiamo che il rapporto 256/243 determinava proprio il semitono ed era stato ottenuto scendendo di una terza a partire da una quarta, cioè:

$$\frac{256}{243} = \frac{4}{3} : \frac{81}{64}$$

Altra motivazione è data dalla partizione del numero 13

$$13 = 9 + 3 + 1$$

dove l'1 rappresenta il punto, il 3 la prima linea dispari e il 9 il primo quadrato dispari; ed inoltre la differenza (che Filolao definisce *comma*) fra l'*apotome*, che consta di 14 unità, e il *diesis*, che consta invece di 13, è proprio l'unità.

Tutto ciò, se pure esposto per cenni, mostra non solo il tipo di problematica che si poneva, ma anche e soprattutto la complessità di un approccio nel quale vi sono considerazioni di tipo aritmetico, ma sempre fondate su basi in cui confluiscono valenze mistiche e coincidenze casuali, in quanto le relazioni che pure sussistono tra alcuni numeri, presi singolarmente e non nella loro totalità, vengono assunte come valenze di ordine generale e cosmico.

Un passo avanti si ha con Archita di Taranto (428-350 a.C.), di poco più giovane di Filolao. Tolomeo (Harm. I, 13 p. 30, cit. in [8], v. 2, p. 311) riporta che:

Archita di Taranto [...] si propone di conservare la continuità secondo un criterio di proporzionalità non solo nelle consonanze, ma anche nella divisione dei tetracordi, ponendo come principio che carattere peculiare della musica è la commensurabilità degli intervalli.

Ciò vuol dire che l'armonicità del rapporto, fondato sulla commensurabilità, deve valere sia nella successione melodica dei suoni costituenti la composizione musicale, sia nella successione fisica delle note del tetracordo, cioè nella scala formata da quattro note di cui la prima e l'ultima nota differiscono di un intervallo di quarta. Modernamente ciò corrisponde all'intervallo La-Mi in senso discendente, quindi La Sol Fa Mi. Il problema sta nel fatto che mentre La e Mi (note limite del tetracordo) sono fisse in quanto determinate dall'intervallo di 4/3, le altre due note vanno determinate in modo da rispettare i criteri che si ritiene siano alla base dell'armonia. Dunque se per Filolao tale criterio è rigidamente legato a proprietà aritmetiche dogmaticamente prefissate, ora Archita ipotizza ancora la sussistenza di un legame tra armonia e rapporti numerici, ma tale legame appare meno rigidamente ancorato ad una regola fissata a priori. In effetti, ciò che vi è di sostanzialmente nuovo, non consiste in un effettivo abbandono del criterio aritmetico, ma pone tale criterio ad un più alto livello di astrazione. Concetti come quelli di *medietà armonica*, infatti, sono costruiti *ad hoc* su numeri già assegnati, le cui mutue relazioni sono specifiche ed hanno ben poco di generale. Il concetto di *commensurabilità* è invece molto più generale e astratto. Esso esprime quelle relazioni tra grandezze che sono traducibili in termini esatti di rapporti numerici. In questo modo, pur restando ferma la correlazione tra armonia e rapporto numerico, questo non appare più determinato sulla base di regole mistico-numerologiche. La richiesta di commensurabilità, in altri termini, fornisce ora un requisito entro il quale rimane un discreto margine di variabilità che lascia spazio alla sperimentazione. Tuttavia anche questo è valido entro certi limiti. Infatti il concetto di commensurabilità a cui sembra riferirsi Archita, non è quello del tutto generale che può corrispondere ad una definizione

moderna, ma è piuttosto legato alle possibilità effettive di pensare e di rappresentare rapporti numerici con le limitate possibilità della matematica greca tra il quinto e il quarto secolo a.C.. La possibile variabilità dei rapporti rimane quindi limitata alle frazioni i cui termini siano abbastanza piccoli, ed a ciò si deve aggiungere l'esigenza che tra le due note estreme vi siano tre intervalli, tutti e tre ben riconoscibili e quantificabili. Nessuno di essi può essere quindi né troppo piccolo, né del tutto preponderante rispetto agli altri.

3. Scienza e dimostrazione: la “verità” delle premesse

Come richiamato nell'introduzione, Aristotele poneva quale condizione per la corretta fondazione di una scienza dimostrativa, che si individuassero delle premesse non ulteriormente dimostrabili, ma che per la loro stessa *autoevidenza* fossero indubitabilmente vere e incontrovertibili. Ora questa richiesta può apparire ineludibile fino a quando si chiede alla scienza di dare una descrizione di una realtà oggettiva esistente in sé e di presentarla nella sua effettiva essenza. Ed è stata proprio questa richiesta che ha frenato e condizionato invece per secoli lo sviluppo della scienza dei “fenomeni” come scienza possibile, fino a quando il criterio dell'autoevidenza non è stato superato, con la rivoluzione scientifica moderna, in favore di una più pragmatica corrispondenza tra previsione e fenomeno.

Ma la rivoluzione scientifica dell'età moderna non sembra essere stata, come molti hanno ritenuto, un fatto assolutamente nuovo e inedito nel corso della storia. Sicuramente in epoca ellenistica vi fu un momento di forte affermazione di questo approccio alla conoscenza scientifica, approccio poi presto abbandonato, e sicuramente Alessandria ne fu il centro propulsivo.

Come accennato nell'introduzione, la problematica che qui si è voluto affrontare nasce da alcune recenti ricerche che si muovono in questa direzione e particolarmente da un problema sollevato da Migliorato [3] sulle concezioni che in quel contesto vengono indicate come *rivoluzione euclidea* e *paradigma euclideo*.

Quel lavoro, infatti, si fonda essenzialmente sul confronto tra il testo di Euclide e le precedenti enunciazioni teoriche di Aristotele, rilevandone sia gli aspetti di continuità sia, soprattutto, le sostanziali differenze. Tutto ciò assume il significato di un mutamento di paradigma se analizzato nel contesto di un preciso quadro teorico che in larga misura può essere riferito alle idee di Thomas Kuhn, sia pure con le limitazioni e le precisazioni già espresse da Migliorato⁵.

L'elemento di rottura epistemologica più significativo viene individuato nell'abbandono dell'evidenza dei postulati come criterio irrinunciabile della validità scientifica. Indipendentemente dal fatto, di per sé non facilmente rilevabile, che a questa rottura epistemologica corrisponda o meno un mutamento delle credenze circa l'essere e la verità, ciò che qui interessa è il mutamento del significato stesso di dimostrazione⁶. Se infatti per Aristotele doveva intendersi con questo termine solo il “sillogismo con premesse vere”, questo

⁵Sebbene si faccia esplicito riferimento a Kuhn per quanto riguarda i concetti di “paradigma” e di “rivoluzione scientifica”, Migliorato [3] avverte esplicitamente di usare tali termini in un senso generico, come strumenti di analisi funzionali nel contesto dato, e non come totale adesione ad una pretesa di fondazione definitiva della scienza. Precisa inoltre che l'uso del termine “paradigma” nell'accezione più ristretta, definita da Kuhn nella seconda edizione de “La struttura delle rivoluzioni scientifiche” [9], sarebbe difficilmente utilizzabile per l'analisi della scienza ellenistica, anche (ma non solo) per l'insufficienza del materiale testuale disponibile.

⁶Per un approfondimento su tali questioni si vedano [3] e [5].

significato viene a cadere quando il giudizio di verità è in qualche modo sospeso e quindi il giudizio di validità è necessariamente separato da esso.

Ma su che cosa, allora, può essere fondato il criterio di validazione di una premessa scientifica? La risposta che sembra emergere dai lavori citati, appare non del tutto univoca, presentando qualche differenziazione a seconda che le premesse scientifiche riguardino la spiegazione di fenomeni naturali (come nel caso dell'ottica) o di oggetti del puro pensiero (geometria, aritmetica). Nel primo caso, come sembra emergere con chiarezza nell'*Optica* e nei *Phaenomena* di Euclide, l'unica possibile giustificazione dei postulati scelti è quella di consentire una spiegazione razionale dei fenomeni. Nel secondo caso, almeno per ciò che riguarda il quinto postulato, il criterio di validazione può essere cercato nella sua idoneità a dare fondamenti logici rigorosi ad una precedente tradizione di risoluzione di problemi.

Al di là di questa ovvia differenziazione tra postulati matematici e postulati delle scienze empiriche, un filo unificatore può essere trovato nel fatto che in entrambi i casi il criterio di validità non è più "a priori" e non trova in se stesso la propria validazione, ma deve essere giustificato, possiamo dire "a posteriori", attraverso la sua idoneità a risolvere problemi e a consentire previsioni.

A questo punto la questione della effettiva priorità di Euclide nella formulazione di un paradigma scientifico fondato sulla validazione "a posteriori" delle premesse scientifiche, viene di fatto accantonata e rinviata, in quanto non necessaria al contesto di quello specifico lavoro di ricerca. Il problema tuttavia persiste. Dato infatti che nessuna opera matematica precedente quella di Euclide è giunta fino a noi, allo stato attuale dei fatti e delle conoscenze, non è possibile avere certezze ben fondate sulla questione in oggetto. Si potrebbe d'altronde supporre che ciò che è stato chiamato paradigma euclideo, sia in realtà l'atto finale e compiuto di un processo iniziato già in precedenza, eventualmente con approssimazioni, titubanze e contraddizioni, come generalmente avviene per ogni cambiamento di paradigma. Ovviamente se si ritrovassero nuovi materiali documentali (testi originali o testimonianze attendibili e significative) si potrebbe sperare di ricavare da esse informazioni utili ai fini di questo problema, ma allo stato dei fatti non sembra un evento probabile. Il tentativo che qui si vuole portare avanti è invece quello di trarre qualche ulteriore indicazione dalle fonti già note, rianalizzando queste, però, alla luce degli studi più recenti e delle ipotesi ora poste. In particolare tenteremo di rivedere il trattato sull'armonia di Aristosseno, non tanto dal punto di vista musicale come è solitamente avvenuto fino ad oggi, ma da un punto di vista più generale, quello di un'opera finalizzata comunque a "conoscere" qualcosa e a trarne delle conseguenze. Ciò verrà fatto assumendo come premessa quanto già citato in precedenza.

4. Carattere strutturale dell'*Armonica*

Passiamo ora ad analizzare le definizioni che Aristosseno pone a fondamento dell'*Armonica* per cercare di capire a che livello semantico vengano collocati i concetti fondamentali. Vogliamo capire, in altri termini, se e in che misura egli tenti di fissare la natura e l'essenza delle cose di cui parla, o se non si limiti piuttosto a darne una caratterizzazione funzionale agli scopi che si prefigge. A tal fine limiteremo qui l'analisi alle definizioni di *continuo-discontinuo*, *parlare-cantare*, *tensione-allentamento*, *acutezza-gravità*, *grado*,

nota, intervallo, proprio perché queste sembrano assumere un ruolo fondante su cui poi si basano tutti gli altri concetti successivamente definiti. Così, ad esempio, quando definisce la scala come «composta di uno solo o di più intervalli» ([10], I, 16).

Ecco, dunque, come egli definisce la continuità, la discontinuità, il parlare e il cantare ([10], I, 8-9):

quando la voce si muove in modo che sembra all'udito non si fermi in nessun punto, chiamiamo questo movimento *continuo*, quando invece sembra si fermi in qualche punto e poi salti uno spazio e, dopo questo movimento, di nuovo si fermi su un altro grado e mostri di continuare questo alternato processo senza interruzione fino alla fine, chiamiamo un tale movimento *discontinuo*. Chiamiamo dunque continuo il movimento del *parlare*, perché, quando parliamo, la voce si muove spazialmente in modo che sembra non si fermi in nessun punto. Nell'altro movimento, che chiamiamo discontinuo, avviene il contrario, perché sembra che la voce si fermi e tutti dicono che chi si vede far così non parla, ma *canta*.

Per il momento ci limitiamo qui a notare come il senso di ciascuno dei termini utilizzati, sembra volere emergere più dai mutui rapporti e dalle reciproche opposizioni che non da una precisa descrizione per ciascuno di essi.

Troviamo poi per le definizioni di tensione, allentamento, acutezza e gravità ([10], I, 10-11):

La *tensione* è il movimento continuo della voce da una posizione più grave ad una più acuta, l'*allentamento* è il movimento da una posizione più acuta ad una più grave. L'*acutezza* è il risultato della tensione, la *gravità* dell'allentamento. [...] Bisogna che cerchiamo di comprendere, osservando il fenomeno stesso, che cosa facciamo quando, accordando uno strumento, allentiamo o tendiamo ciascuna delle sue corde. È chiaro, a quanti non sono del tutto ignari di strumenti, che portiamo la corda all'acuto tendendola, al grave allentandola, ma che, durante il tempo in cui muoviamo la corda per condurla all'acuto, l'acutezza non può prodursi dalla tensione. Vi sarà acutezza solo quando la corda, condotta attraverso la tensione al grado conveniente, stia ferma e non si muova più. Ora questo avverrà solo quando la tensione sia cessata e non esista più, perché non è possibile che una corda si muova e nello stesso tempo stia ferma. C'è tensione quando la corda si muoveva, c'è acutezza quando essa si è fermata e sta ferma. Lo stesso diremo riguardo all'allentamento ed alla gravità, salvo il riferimento ad opposte direzioni. Così è chiaro, da quanto è stato detto, che l'allentamento è altra cosa dalla gravità, come la causa dall'effetto, e che lo stesso rapporto sta tra la tensione e acutezza.

Anche qui si cercherebbe invano di comprendere quale sia nella sua essenza l'oggetto designato da ciascun termine, mentre appare abbastanza chiara la funzionalità dell'intero discorso ove lo si assuma come caratterizzante di relazioni reciproche.

Ed ancora per la definizione di grado ([10], I, 12):

Quello che noi vogliamo indicare con *grado* è quasi un certo indugio e stabilità della voce. Non lasciamoci turbare dalle opinioni di coloro i quali riducono i suoni a dei movimenti e che affermano che il suono in generale è movimento, perché ci accadrebbe di dire che, in certe circostanze, il movimento potrà non muoversi, ma rimanere fisso ed immobile. Per noi è lo stesso indicare il grado con uguaglianza o identità di movimento o, se si trovasse, con un altro termine più chiaro di questi. Noi non diremo nemmeno che la voce si ferma, quando la nostra sensazione ci mostra che essa non si muove né verso l'acuto né verso il grave, noi non faremo

altro che dare un nome a tale stato della voce. È chiaro che la voce fa questo nel cantare: si muove, cioè, nel fare un intervallo, ma si ferma sulla nota.

Come si può ben notare, il punto di vista di Aristosseno è diametralmente opposto a quello dei Pitagorici, infatti egli intendeva il movimento non come vibrazione, ma come lo spostarsi della voce da una nota ad un'altra. Possiamo dire che i Pitagorici avevano un punto di vista del fenomeno più fisico-aritmetico, mentre Aristosseno più geometrico-strutturale-relazionale. Oggi è molto più semplice capire il significato di ciò che intendeva Aristosseno. Facciamo un esempio immaginando di essere davanti alla tastiera di un pianoforte e di spingere uno dei tasti; questo nostro movimento azionerà un martelletto all'interno che andrà a colpire le corde facendole vibrare (causa); la corda percossa, vibrando, produrrà quello che noi oggi chiamiamo suono (effetto). Lo studio di Aristosseno parte dal suono così come viene percepito, senza alcun riferimento alla sua natura e alle possibili spiegazioni causali. Anche quando parla di tensione o allentamento è chiaro come con ciò non intende né un movimento fisico, né la forza tensiva che agisce sulla corda, ma la trasformazione dei caratteri del suono che può avvenire secondo due versi tra loro opposti: tensione e allentamento. È da rilevare il senso traslato dei termini che vengono qui utilizzati, non con il loro significato originario del linguaggio comune, ma in senso tecnico. Così, per esempio, è chiaro come i termini tensione e allentamento alludano al tendere e allentare fisicamente una corda per ottenere suoni più alti o più bassi; ma è altrettanto chiaro come gli stessi termini, nell'uso tecnico che qui viene fatto, trascendano tali operazioni fisiche per indicare soltanto una trasformazione dei caratteri del suono.

Egli si affida all'orecchio, che viene quindi considerato "sommo giudice"⁷ nell'interpretazione e nella valutazione dei fenomeni musicali, per intervenire affinché il suono prodotto da uno strumento o dalla voce umana sia il più gradevole possibile all'orecchio stesso. Quindi, studiare il fenomeno è analizzare il suono, tralasciando l'aspetto prettamente fisico e puntando solo su caratteri percepibili e rilevanti per le finalità poste. Ma soprattutto interessa rilevare in questa sede come il significato di ogni termine appaia definito solo nella relazione reciproca con altri termini fino a determinare una struttura, come infine viene esplicitamente espresso nella seguente definizione di nota ([10], I, 15):

la *nota* è la caduta della voce su di un grado, poiché allora sembra che il fermarsi su un grado produca un suono tale da poter essere ordinato nella melodia armonizzata. Questo è la nota.

Qui infatti la possibilità di ordinare armonicamente le note è esplicitamente indicata come carattere determinante e costitutivo del concetto di nota. Significativa a tale riguardo è anche la definizione di intervallo ([10], I, 15):

l'*intervallo*, invece, è lo spazio compreso tra due note che non stanno sullo stesso grado. Per dirla per sommi capi, l'intervallo sembra sia una differenza di gradi ed uno spazio capace di contenere note più acute del più grave e più gravi del più acuto dei due gradi che limitano l'intervallo. La differenza di grado dipende dalla maggiore o minore tensione.

Qui l'ordinamento strutturale precedentemente postulato viene a configurarsi in una forma geometrico-spaziale, che però non allude ad un'effettiva spazialità fisica, ma si presenta

⁷ Tale espressione viene usata dalla Rios in ([10], p. 21, nota 1).

come un espediente, una metafora in grado di riprodurre la situazione strutturale dei vari elementi; in termini moderni potremmo dire che costituisce una modellizzazione.

5. Il carattere ipotetico-deduttivo dell'*Armonica*

Come è stato giustamente evidenziato in una recente pubblicazione di Bellissima [11], l'*Armonica* di Aristosseno presenta una struttura deduttiva che consente di vedere questa opera come un esempio tipico di “scienza dimostrativa” nel senso che Aristotele assegna a questa espressione⁸.

Il saggio appena citato, con le sue accurate analisi, costituisce sicuramente un contributo importante per la comprensione di Aristosseno e pertanto daremo per acquisite alcune delle sue conclusioni, in particolare per ciò che riguarda i limiti in fatto di rigore deduttivo. Per esaminare la struttura ipotetico-deduttiva del trattato di Aristosseno, prenderemo comunque l'avvio da alcune osservazioni di Bellissima per tentare poi una rilettura entro il quadro critico precedentemente tracciato con i riferimenti ai lavori citati di Migliorato [3], Gentile e Migliorato [5], Russo [12] ed altri.

Scrivi Bellissima ([11], p. 17):

Definizioni. Tradizionalmente, costituiscono il punto più vulnerabile di un sistema assiomatico non formalizzato. Quello di Aristosseno non fa eccezione. Le troviamo numerose nel corso dei primi due libri, gestite, secondo il dettato aristotelico, tramite classificazioni e distinzioni. La loro non sempre elevata precisione creerà non pochi problemi al sistema del libro terzo.

Ora è vero che le definizioni costituiscono un punto “vulnerabile” dei sistemi deduttivi non formalizzati, ma la questione si presenta, a mio avviso, in maniera ancora più complessa di quanto qui non appaia se dall'enunciazione generica cerchiamo di fare riferimento ai casi storici effettivi. Quali e quanti sono infatti i testi antichi a noi pervenuti e strutturati in forma di sistema deduttivo? Quanti tra questi contengono definizioni di enti che si possano considerare *primitivi*? (sono infatti queste ultime definizioni a risultare particolarmente problematiche). Il riferimento più prossimo sembra debba essere fatto ad Euclide ed in particolare alle prime sette o otto definizioni del primo libro; ma se accettiamo le conclusioni di Russo [13] (per le prime sette) e di Migliorato [3] (per l'ottava), tali definizioni sarebbero delle aggiunte posteriori, mentre il trattato originale di Euclide avrebbe lasciato non definiti tali concetti. Non è ovviamente questo il caso di Aristosseno che invece pone una serie di definizioni, cercando anche di spiegarne le ragioni e il senso. Prima di affrontare nel merito tali definizioni e spiegazioni, è il caso di osservare come le difficoltà e le incongruenze, che si possono ricondurre alla presenza di definizioni nei sistemi deduttivi, hanno caratteri di volta in volta diversi, anche in modo radicale. Nel caso di Aristosseno, per es., rileva Bellissima che «la loro non sempre elevata precisione creerà non pochi problemi al sistema del libro III» ([11], p. 17).

⁸ «chiamiamo sapere il conoscere mediante dimostrazione. Per dimostrazione [...] intendo il sillogismo scientifico, e scientifico chiamo poi il sillogismo in virtù del quale, per il fatto di possederlo noi sappiamo. Se il sapere dunque è tale, quale abbiamo stabilito, sarà pure necessario che la scienza dimostrativa si costituisca sulla base di premesse vere, prime, immediate, più note della conclusione, anteriori ad essa, e che siano cause di essa. [...] un sillogismo potrà sussistere senza tali premesse, ma una dimostrazione non potrebbe sussistere, poiché allora non produrrebbe scienza» (Aristotele, *An. Post.*, 71 b 18-25 in Aristotele, *Organon*, a cura di Giorgio Colli, Adelphi, 2003).

Laddove, invece, le inopportune e spesso oscure definizioni degli *Elementi*, così come ci sono pervenute, non creano alcun problema nel corso dello sviluppo deduttivo, proprio perché non vengono mai utilizzate. Tuttavia, il fatto che comunque tali definizioni (o spiegazioni o come si voglia considerarle) siano state aggiunte (in qualunque momento ciò sia avvenuto) sta ad indicare che se ne sia avvertita una qualche esigenza la cui natura è strettamente legata al momento in cui ciò è avvenuto. Ed in effetti se ipotizziamo che le definizioni siano state scritte dallo stesso autore degli *Elementi*, allora il fatto di non averle mai utilizzate rende problematica la spiegazione di tali esigenze e fornisce, al contrario, una ragione forte per dubitare dell'ipotesi fatta. Se invece si ipotizza una successiva interpolazione, allora la loro spiegazione appare del tutto coerente con una progressiva incomprensione del metodo ipotetico-deduttivo in periodo di decadenza della scienza ellenistica.

In ogni caso appare evidente che le definizioni degli enti fondamentali che appaiono nel primo libro degli *Elementi* e le definizioni fondamentali dell'*Armonica* differiscono profondamente nella sostanza e negli scopi.

Per es., le definizioni I,1 e I,3 degli *Elementi* definiscono entrambe il punto⁹, nel primo caso caratterizzandolo, secondo la tradizione pitagorica, come unità indivisibile, nel secondo caso, coerentemente con Aristotele, come limite o taglio di una linea. In entrambi i casi cercando di cogliere l'essenza metafisica dell'oggetto in sé. Al contrario, le definizioni fondamentali di Aristosseno, come si è anticipato nella sezione precedente, sembrano proprio caratterizzarsi per il tentativo di eludere la natura o essenza dell'oggetto da definire, e tuttavia facendone scaturire il senso, in modo ovviamente astratto, dalla loro collocazione funzionale in una struttura che, nel caso specifico, è quella dell'ordinamento armonico quale viene di fatto percepito dagli ascoltatori e dagli stessi addetti ai lavori. Nel primo caso le definizioni, che come già detto non vengono mai usate, non potrebbero neppure esserlo dal momento che nulla possono aggiungere o togliere alla trattazione. Nel secondo caso (al di là delle rilevate insufficienze e imprecisioni) sono funzionali e necessarie all'intera struttura dell'opera. E in questo senso sembra potersi interpretare anche l'avvertenza che viene premessa da Aristosseno, che per altro è citata da Bellissima ([10], I, 16):

Chi ci ascolta deve sforzarsi di ben accogliere ciascuna di queste definizioni, senza occuparsi se le definizioni date siano esatte o superficiali. Deve piuttosto sforzarsi di accettare di buon animo e di ritenere sufficientemente istruttiva la nostra definizione, se è capace d'introdurlo alla comprensione di quanto è stato detto.

Aristosseno infatti invoca una fiducia non altrimenti motivata da parte del lettore a cui chiede di rinunciare, almeno per il momento, alla comprensione e, quindi, al giudizio sulla esattezza e significanza del procedimento definitorio. Le definizioni fondamentali di Aristosseno infatti risultano significative e comprensibili solo all'interno di una struttura complessivamente considerata. Si riveda ad esempio, nella sezione precedente, la definizione di *nota*, dove la ripetizione finale del termine definito («questo è la nota») sembra proprio rispondere al fatto che solo dopo aver fatto riferimento all'ordinamento strutturale nella melodia è possibile la comprensione del termine. E così nella definizione di *grado*, questo appare caratterizzato dal movimento, pur non essendo movimento («È chiaro che la voce fa questo nel cantare: si muove, cioè, nel fare un intervallo ma si ferma sulla nota»).

⁹ Def. 1: «Il punto è ciò che non ha parti»; def. 3: «La linea è terminata da punti».

In altri termini, è necessario che ci sia una scala perché ci siano i gradini: la scala è composta di gradini ma un gradino non può sussistere di per sé indipendentemente dalla scala. Il tutto è necessario alla definizione della parte¹⁰.

Questa conclusione può apparire certamente problematica se si pone come presupposto l'ascendenza aristotelica di Aristosseno¹¹, che per altro è invece riscontrabile nella struttura logico deduttiva della sistemazione teorica complessiva. Ma tale problematicità si attenua nel momento in cui accettiamo l'idea che anche l'opera di Euclide presenti una struttura deduttiva fondamentalmente aristotelica (ed anzi in maniera più rigorosa) mentre le definizioni degli enti fondamentali verrebbero del tutto omesse¹², rinunciando così ad ogni pronunciamento sulla loro natura.

Ma come si è già detto, l'opera di Euclide si allontana dal pensiero aristotelico in maniera ben più significativa, investendo le questioni più profonde del significato e della verità. Ed è questo che ci porta proprio al nucleo problematico che volevamo affrontare. Da quanto si è visto fino ad ora, non sembra infatti che si possa avvalorare né un'adesione completa al pensiero aristotelico né, d'altra parte, una sicura transizione verso una concezione simile a quella ipotizzata per Euclide.

Non vi è piena adesione al pensiero aristotelico, perché questo, imponendo la fondazione di ogni scienza dimostrativa su principi semplici e immediati, non può accettare organizzazioni complesse in cui ogni oggetto è definibile solo in funzione della struttura globale. Non vi è però neppure una chiara evidenza di quella maturazione teoretica che fa

¹⁰ Edgar Morin, tra l'altro, mette in guardia dal facile fraintendimento che può nascere quando si confonde il concetto di *complessità* con quelli cui alludono termini come *complicato*, *difficile*, *inestricabile*, ecc... Un sistema complesso, infatti, si caratterizza come un sistema strutturato e capace di autoregolazione dove le singole parti sono definibili solo in relazione al tutto. È ciò che avviene per esempio in un organismo vivente come in un intero ecosistema o nella struttura semiotica di un linguaggio naturale. Dice Morin ([14], pp. 55-57): «Ecco dunque cos'è la complessità a prima vista, un ordito di elementi eterogenei associati in modo inseparabile, che presenta il rapporto paradossale che unisce l'uno al molteplice. La complessità è effettivamente l'ordito di eventi, di azioni, di interazioni, di retroazioni, di determinazioni, di alea che costituiscono il nostro universo fenomenico. È così che la complessità si presenta sotto l'aspetto inquietante della perplessità [...]. Si può dire che ciò che è complesso recupera, da una parte, il mondo empirico, l'incertezza, l'incapacità di raggiungere la certezza, di formulare una legge eterna, di concepire un ordine assoluto. Esso recupera d'altra parte qualche cosa che si riferisce alla logica, vale a dire all'incapacità di evitare le contraddizioni [...] La complessità non è la complicazione. Ciò che è complicato può essere ridotto a un principio semplice, come una matassa complicata o un nodo marinaro [...]. La vera questione non è dunque quella di convertire la complicazione degli sviluppi in regole che hanno una base semplice, ma quella di accettare il fatto che la complessità si trovi alla base.». Particolarmente interessante ai fini della nostra analogia appare, nel passo di Morin, il riferimento alla dimensione della *perplessità* come elemento che contribuisce a definire il concetto. Anche qui, infatti, la definizione strutturale dei nuovi concetti da parte di Aristosseno sembra nascere da una perplessità di fronte ad una realtà fenomenica, l'armonia musicale, che sfugge alla semplicità razionalizzante delle teorie pitagoriche.

¹¹ È appena il caso di richiamare il carattere metafisico che per Aristotele deve assumere la definizione. A tal riguardo mi limito a richiamare un solo passo chiave della Metafisica: «È chiaro dunque che la definizione è la nozione dell'essenza e che l'essenza c'è solo delle sostanze, oppure che delle sostanze c'è in senso fondamentale, primario e assoluto» (Aristotele, *Meth.*, VII.5, 1031a 11-14).

¹² Secondo quanto sostiene Russo [12], con argomenti sicuramente validi e fondati, le prime sette definizioni contenute nelle versioni a noi giunte degli *Elementi* di Euclide, sarebbero state in realtà aggiunte in epoca successiva per motivi didattici. Migliorato [3], nell'accettare la ricostruzione di Russo, avanza l'ulteriore ipotesi che anche le definizioni 8 e 9 (angolo e angolo rettilineo) possano essere apocrife. Se ciò fosse vero, allora gli enti fondamentali della geometria si presenterebbero negli *Elementi* come oggetti primitivi, non definiti e caratterizzati dai postulati oltre che dalle "nozioni comuni".

degli *Elementi* la prima opera veramente scientifica, nel senso moderno del termine, che sia giunta fino a noi.

Questa seconda differenza non è di minore importanza rispetto alla precedente. Torniamo infatti per un momento al saggio di Bellissima in cui sono pienamente e accuratamente evidenziate le carenze sul piano del rigore logico-dimostrativo. Ancora Bellissima pone in evidenza le difficoltà e forse l'impossibilità di raggiungere una formulazione assolutamente rigorosa, paragonabile a quella delle trattazioni geometriche a noi note. Ma cosa è effettivamente mancato ad Aristosseno per raggiungere un tale rigore? In qualche misura, anche su questo, Bellissima fornisce delle risposte ineccepibili sul piano tecnico quando evidenzia le ambiguità e le incoerenze non totalmente risolte dalle definizioni; ma vogliamo qui fare un passo ulteriore chiedendoci se una più rigorosa definizione dei termini e conseguentemente un pieno rigore dimostrativo potevano attuarsi all'interno del quadro concettuale e semiotico di cui Aristosseno poteva disporre.

Se ora rileggiamo gli *Elementi* di Euclide, spogliati dalle definizioni 1-7 (o eventualmente 1-9) e interpretiamo gli assiomi (ἀιτήματα e κοινὰ ἔννοιαι) come delle assunzioni convenzionali su "oggetti" anch'essi convenzionali, allora possiamo più facilmente comprendere la differenza del quadro semiotico in cui operava Euclide rispetto a quello di cui poteva disporre Aristosseno.

Euclide opera infatti all'interno di una tradizione, quella geometrica, già consolidata, in cui esiste, ed è generalmente noto agli esperti, un linguaggio tecnico che permette di usare i termini fondamentali senza specificazioni che ne evidenzino il carattere (eventualmente) convenzionale. Aristosseno al contrario, trattando di teoria musicale, è ancora condizionato da almeno due tradizioni in qualche modo parallele: quella pragmatica e popolare del fare musica e quella filosofico-teorico-dogmatica ereditata dai pitagorici. Entrambe le tradizioni si fondavano su visioni (ciascuna a proprio modo) realistiche. Il passo che bisognava fare e che, tra incertezze e possibili esitazioni, Aristosseno sembra avere intrapreso, è invece quello di procedere ad una concettualizzazione convenzionale e astratta, perché solo a queste condizioni è possibile applicare fruttuosamente un procedimento deduttivo rigoroso ed esatto. Solo i concetti ideali di una scienza astratta sono di fatto assoggettabili alla logica binaria¹³. Ora, dall'analisi delle definizioni fondamentali di Aristosseno emerge, come si è visto, il carattere concettuale e astratto di oggetti quali quelli di intervallo, nota, scala, ecc... . Tuttavia l'individuazione dei concetti, si sviluppa attraverso una complessa rete di metafore dalla quale sembrano poi scaturire gli stessi assiomi. Il passo ulteriore, che avrebbe potuto conferire un rigore sicuramente più alto, sarebbe stato quello di caratterizzare i concetti primitivi con la sola enunciazione di un certo numero di assiomi. Non sarebbe corretto qui avanzare congetture sul "vero" pensiero di Aristosseno, al di là

¹³ La rivoluzione scientifica del XVII secolo nasce solo nel momento in cui si comincia a ragionare non su oggetti reali, per i quali l'esperienza falsificherebbe subito le leggi della meccanica newtoniana, ma in termini di oggetti ideali come il *punto materiale* che si muove in un improbabile *spazio vuoto* e fuori da qualunque influsso esterno, ecc... . Anche nell'antichità ellenistica, tuttavia, ciò appare evidente in più contesti, che vanno dalla geometria di Euclide alla meccanica di Archimede. A questo proposito è interessante rilevare che un passo decisivo è compiuto quando dal vecchio concetto realistico di *centro di sospensione* si passa a quello, introdotto da Archimede, di *centro di gravità*, dotato di connotazioni assolutamente astratte e riconducibili, come notato da Gentile e Migliorato [5], al solo fatto geometrico.

di ciò che è desumibile dal testo e dal contesto, tuttavia non è difficile pensare che l'assenza di una tradizione terminologica analoga a quella della geometria e riferibile ai concetti usati da Aristosseno, abbia reso molto più difficile e forse, in quel momento, impraticabile il passo decisivo mancante.

6. Conclusioni

Riassumendo quanto detto fino ad ora, vi è almeno un punto di particolare rilievo che non era stato evidenziato fino ad oggi e che emerge dalla nostra analisi. Lo sforzo chiarificatore di Aristosseno sembra infatti diretto non già alla ricerca di preesistenti quanto improbabili legami tra entità date a priori, ma piuttosto a individuare una possibile struttura ideale, capace però di rappresentare e spiegare i fenomeni musicali, così come si presentano nella pratica del far musica e nell'esperienza dell'ascolto. Egli stesso, infatti, nel "definire" gli elementi di tale struttura (intervallo, continuità, discontinuità, tensione, movimento, ecc...), chiede al lettore di rinunciare ad una comprensione diretta e immediata e di non cercare quindi di capire se le definizioni siano più o meno sensate. La comprensione dovrà essere dunque un atto successivo derivante dall'adattarsi dell'intera totalità strutturata alla totalità fenomenica percepita e sperimentata. Vale dunque anche qui il principio della "validazione a posteriori" evidenziato già da Migliorato e Gentile nell'opera di Euclide e, più recentemente (con lavori in corso di pubblicazione), di Archimede. Ciò è quanto appare nell'opera considerata. Quanto Aristosseno fosse deliberatamente consapevole delle potenzialità di questa procedura non è dato sapere, e, come per ogni autore di cui non si conoscono pronunciamenti espliciti, ogni congettura sulle sue "reali intenzioni" sarebbe pura fantasia. Ciò non toglie però che tutto questo costituisca di fatto un precedente, sia pure parziale e impreciso, a quella che è stata chiamata "rivoluzione euclidea". Questa dunque non sembra nascere dal nulla ma piuttosto dal progressivo dipanarsi di un nucleo problematico e da uno sforzo di pensiero in cui sembra convergere più di una singola e isolata voce.

Riferimenti bibliografici

- [1] J. G. Droysen, *Geschichte des Hellenismus*, 2 voll. (Hamburg, Perthes, 1836-1843).
- [2] L. Canfora, *Ellenismo* (Laterza, Roma, 1995).
- [3] R. Migliorato, "La Rivoluzione euclidea e i «paradigmi scientifici» nei regni ellenistici", *Incontri Mediterranei*, **11**, 3-24 (2005).
- [4] M. Isnardi Parente, *Gli stoici. Opere e testimonianze* (TEA, Milano, 1994).
- [5] G. Gentile and R. Migliorato, "Euclid and the scientific thought in the third century B.C.", *Ratio Mathematica*, **15**, 37-64 (2005).
- [6] R. Netz and W. Noel, *Il Codice perduto di Archimede* (Rizzoli, Milano, 2007).
- [7] A. Sarritzu, "Modelli matematici e armonia musicale: uno sguardo storico", in *Quali prospettive per la Matematica e la sua didattica*, Atti on line del Convegno omonimo (Piazza Armerina, 2004, pp. 14) http://math.unipa.it/grim/~convreg1_gruppiprogramma_04.htm
- [8] M. Timpanaro Cardini, *Pitagorici: testimonianze e frammenti* (La Nuova Italia, Firenze, 1958-62).
- [9] T. Kuhn, *The structure of scientific revolution*, second edition enlarged, with the "Postscript – 1969" (The University of Chicago Press, Chicago, 1970).
- [10] Aristosseno, *L'Armonica*, a cura di R. Da Rios (Istituto Poligrafico dello Stato, Roma, 1956).
- [11] F. Bellissima, "Il sistema assiomatico deduttivo degli elementi armonici di Aristosseno", *Nuncius*, **XVII**, n.1, 2-44 (2002).
- [12] L. Russo, *La rivoluzione dimenticata* (Feltrinelli, Milano, 1996).

- [13] L. Russo, “The definition of fundamental geometric entities contained in Book I of Euclid’s Elements”, *Arch. Hist. Exact Sci.*, **52**, n. 3, pp. 195-219 (1998).
- [14] E. Morin, E. Ciurana and R. Domingo Motta, *Educare per l’era planetaria: il pensiero complesso come metodo di apprendimento* (Armando Editore, Roma, 2004).

Alessandro Sarritzu
Università degli Studi di Messina
Dipartimento di Matematica
Contrada Papardo
98166 Messina, Italy
E-mail: sarritzu@dipmat.unime.it

Presented: November 29, 2007
Published online: October 23, 2008