

Διεθνής Διεπιστημονική ημερίδα '09
Η ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΑ ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ:
μαθηματικές και φιλοσοφικές διαστάσεις

10-11 Ιουλίου 2009
ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΟΝ, ΣΑΜΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΕΙΣ ΔΙΗΜΕΡΙΔΑΣ

Εργαστήριο Μουσικής Ακουστικής Τεχνολογίας
του Τμήματος Μουσικών Σπουδών της Φιλοσοφικής Σχολής
του Πανεπιστημίου Αθηνών

σε συνεργασία με
το Τμήμα Μαθηματικών του Πανεπιστημίου του Αιγαίου

υπό την αιγίδα
του Πνευματικού Κέντρου του Πυθαγορείου

και
της Νομαρχίας της Σάμου

<http://meeting09.pythagoriosacademy.gr>

Έκδοση-επιμέλεια

Αναστασία Γεωργάκη
Αρετή Ανδρεοπούλου
Martin Carlé

Μεταφράσεις

Αρετή Ανδρεοπούλου

Παραγωγή

Εκδόσεις Ζήτη - www.ziti.gr

Οργανωτική επιτροπή

Χαράλαμπος Σπυρίδης (Πανεπιστήμιο Αθηνών)
Αναστασία Γεωργάκη (Πανεπιστήμιο Αθηνών)
Σωτήρης Μαριωρής (Πνευματικό κέντρο Πυθαγορείου)
Martin Carlé (Humboldt-University, Βερολίνο, Γερμανία)
Ανδρέας Παπασαλούρος (Πανεπιστήμιο Αιγαίου)
Αγγελική Παντελόγλου (Πνευματικό κέντρο Πυθαγορείου)

Επιστημονική επιτροπή

Χαράλαμπος Σπυρίδης (Τμήμα Μουσικών Σπουδών)
Αναστασία Γεωργάκη (Τμήμα Μουσικών Σπουδών)
Gerard Assayag (IRCAM, Paris)

Τεχνική και γραμματειακή υποστήριξη

Θωμάς Καρδακάρης (Bsc, ΕΚΠΑ/Msc, University of Leeds)
Αρετή Ανδρεοπούλου (Bsc, ΕΚΠΑ/ Msc, New York University)
Κατερίνα Ταλιάνη (Bsc, ΕΚΠΑ/Msc, Aegean University)

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	5
2. Συνεδρίες	6
3. Περιλήψεις.....	9
4. Βιογραφικά	45

ΦΕΣΤΙΒΑΛ ΗΡΑΙΑ - ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΑ 2009 - ΔΙΕΘΝΗΣ ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΔΙΗΜΕΡΙΔΑ

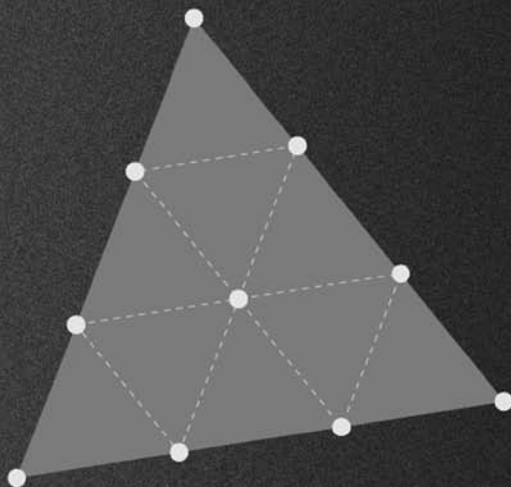
INTERNATIONAL WORKSHOP 2009

Η ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΑ ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ

PYTHAGOREAN VIEWS ON MUSIC:

μαθηματικές & φιλοσοφικές διαστάσεις
mathematical & philosophical dimensions

ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΟ ΣΑΜΟΥ
10-11 ΙΟΥΛΙΟΥ/JULY 2009
PYTHAGORION, SAMOS ISLAND



Οργάνωση Organisation

Εργαστήριο Μουσικής Ακουστικής Τεχνολογίας
Τμήμα Μουσικών Σπουδών, Φιλοσοφική Σχολή,
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
σε συνεργασία με το

Τμήμα Μαθηματικών - Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Laboratory of Music Acoustic Technology,
Music Department, School of Philosophy,
National and Kapodistrian University of Athens

in collaboration with the

Department of Mathematics - University of the Aegean

Συνδιοργάνωση Co-organisation

Νομαρχία Σάμου
Οργανισμός Πολιτισμού Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Σάμου
Πνευματικό κέντρο Δήμου Πυθαγορείου
Οργανισμός Τουρισμού Δήμου Πυθαγορείου
Πυθαγόρειος Ακαδημία

Prefecture of Samos
Cultural organisation, Prefectural administration of Samos
Pythagorean Municipal Cultural Centre
Pythagorean Municipal Tourism organisation
Pythagorean Academy

Ξενοδοχείο "ΠΡΩΤΕΑΣ" • Hotel "PROTEAS"

Πληροφορίες/Δηλώσεις συμμετοχής στο <http://meeting09.pythagoriosacademy.gr>

ΕΚΔΟΣΕΙΣ
ΖΗΤΗ
www.ziti.gr

Εισαγωγή

Στην αυγή του 21ου αιώνα το πνεύμα του Πυθαγόρα του Σάμιου, φιλόσοφου, μαθηματικού, γεωμέτρη και θεωρητικού της μουσικής αποτελεί στο διεθνές στερέωμα, όσο ποτέ άλλοτε, φάρο διεπιστημονικής προσέγγισης της μουσικής. Επιστημονικοί τομείς όπως η Μουσική Ακουστική, η Ψυχοακουστική, η Υπολογιστική Μουσικολογία, η Σύγχρονη Μουσική Θεωρία, η Αλγοριθμική Μουσική, η Μουσική Ψυχολογία κ.α. εδράζονται πάνω στην Πυθαγόρεια σκέψη. Από φιλοσοφική άποψη, η αισθητική θεώρηση του ήχου στο έργο του Πυθαγόρα –μέσα από αρχέτυπα συμβολισμών και ερμηνειών– αναδεικνύουν το πολυειδές έργο αυτού και των μαθητών του –των Πυθαγορείων– σαν ένα σημαντικό δείγμα της Παγκόσμιας Πολιτιστικής κληρονομιάς και σαν μια ανεξάντλητη πηγή για έρευνα και μελέτη.

Σαν ελάχιστο φόρο τιμής στην διαχρονική αξία του έργου του Πυθαγόρα του Σάμιου και της Πυθαγόρειας Σχολής, εν γένει, το Εργαστήριο Μουσικής Ακουστικής Τεχνολογίας του Τμήματος Μουσικών Σπουδών της Φιλοσοφικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών σε συνεργασία με το Τμήμα Μαθηματικών του Πανεπιστημίου του Αιγαίου, υπό την αιγίδα του Πνευματικού Κέντρου του Πυθαγορείου και της Νομαρχίας της Σάμου διοργανώνουν επιστημονική διημερίδα με τίτλο:

Η Πυθαγόρεια Θεώρηση της Μουσικής: μαθηματικές και φιλοσοφικές διαστάσεις

Η διημερίδα θα περιλαμβάνει ομιλίες από διακεκριμένους προσκεκλημένους, Έλληνες και ξένους, και θα διεξαχθεί στην την Παρασκευή 10 και το Σάββατο 11 Ιουλίου 2009 στο Πνευματικό Κέντρο του Δήμου των Πυθαγορείων, στα πλαίσια των εκδηλώσεων του Φεστιβάλ Ηραία.

Βασικοί θεματικοί άξονες της διημερίδας είναι:

Η πυθαγόρεια Αρμονία των Σφαιρών

Πυθαγόρας και σύγχρονη μουσική Ακουστική και ψυχοακουστική

Πυθαγόρας και μουσικοθεραπεία

Πυθαγόρας και μουσική θεωρία

Πυθαγόρας και Αριστόξενος

Η επίδραση της Πυθαγόρειας σκέψης στο έργο του Πλάτωνα

Η σχολή του Πυθαγόρα και μουσική (Φιλόλαος, Αρχύτας)

Πυθαγόρας και quadrivium

Συνεδρίες

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 10 ΙΟΥΛΙΟΥ 2009

9.00-9.45: Προσέλευση, εγγραφές

9.45-10.30: Χαιρετισμοί

ΚΕΝΤΡΙΚΟΙ ΟΜΙΛΗΤΕΣ

Συντονιστής: Αναστασία Γεωργάκη

10.30-11.15: **Χαράλαμπος Σπυρίδης** (Καθηγητής, Τμήμα Μουσικών Σπουδών, Πανεπιστήμιο Αθηνών): *Περί της δομήσεως της Πυθαγορείου μουσικής κλίμακος με Δώρα τετράχορδα κατά την κατιούσα διαδοχή (τόνος-τόνος-λείμμα) συμφώνως προς την αρχαιοελληνικήν μαθηματικήν διαδικασίαν.*

11.15-12.00: **Friedrich Kittler** (Καθηγητής, Humboldt-University, Βερολίνο, Γερμανία): *Ποιος είναι ο χρησμός των Δελφών; Η τετρακτύς.*

12.00-12.30: **Διάλειμμα**

ΣΥΝΕΔΡΙΑ Ι: ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΠΗΓΩΝ

Συντονιστής: Δημήτρης Λέκκας

12.30-12.50: **Χρήστος Τερζής** (Ερευνητής/Διδάσκων, Τμήμα Μουσικών Σπουδών, Πανεπιστήμιο Αθηνών): *Οι τετραχορδικές διαιρέσεις του Φιλόλαου και του Αρχύτα: σχέση θεωρίας και πράξης*

12.50-13.10: **Martin Carlé** (Ερευνητής, Institute for Music and Media Sciences, Humboldt University, Βερολίνο): *Αρχύτας έναντι Αριστόξενου - μια τετριμμένη αντίθεση. Δομή και ανάπτυξη της Αρχαίας Ελληνικής μουσικής σημειογραφίας: από την εναρμονία στην μετατροπία.*

13.10-13.30: **Νίκος Ξανθούλης** (Ερευνητής/συνθέτης, Εθνική Λυρική Σκηνή, Αθήνα): *Νικόμαχος Γερασινός: από τη Πυθαγόρεια Θεωρία στην Αρμονική πράξη.*

13.30-13.50: **Ιωάννης Ζάννος** (Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα ήχου και εικόνας, Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Greece): *Σημειογραφία, μέσα και μετενσάρκωση στα ανατολικά τροπικά συστήματα.*

13.50-14.30: **Ερωτήσεις - Συζήτηση**

14.30-17.30: **Μεσημεριανό Διάλειμμα, Γεύμα** (Ξενοδοχείο Φυτό)

ΣΥΝΕΔΡΙΑ II: ΣΥΝΕΧΙΣΤΕΣ ΤΗΣ ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΑΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ

Συντονιστής: Ιωάννης Ζάννος

- 17.30-17.50: **Θωμάς Αποστολόπουλος** (Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Μουσικών Σπουδών, Πανεπιστήμιο Αθηνών): *Πυθαγόρειες αντιλήψεις στα θεωρητικά της βυζαντινής μουσικής.*
- 17.50-18.10: **Θεόδωρος Κίτσος** (Διδάσκων, ΑΤΕΙ Ιονίων Νήσων, Ελλάδα): *Το πυθαγόρειο χόρδισμα και η ανάπτυξη της πολυφωνίας στο Μεσαίωνα.*
- 18.10-18.30: **Gerard Assayag** (Καθηγητής, ερευνητής στο IRCAM, Παρίσι, Γαλλία): *Πυθαγόρας και Leibniz. Μια διαλεκτική ουσίας και γλώσσας στην μουσική.*
- 18.30-18.50: **Αντώνιος Αντωνόπουλος** (Ερευνητής/Διδάσκων, Τμήμα Μουσικών Σπουδών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Ελλάδα): *Αναστροφή Πυθαγορισμού; Η περίπτωση του Ιάκωβου Ξενάκη.*
- 18.50-19.30: **Ερωτήσεις - Συζήτηση**
- 19.30-20.30: **Διάλειμμα**
- 20.30-21.30: **Συναυλία:** *Κι αν οι αριθμοί τραγουδούσαν;* (Ξενοδοχείο Πρωτέας)
- 21.30-23.30: **Δείπνο** (Ξενοδοχείο Πρωτέας)

ΣΑΒΒΑΤΟ 11 ΙΟΥΛΙΟΥ 2009

ΣΥΝΕΔΡΙΑ III: ΕΞΥΨΩΣΗ ΤΗΣ ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΑΣ ΑΡΜΟΝΙΑΣ

Συντονιστής: Χαράλαμπος Σπυρίδης

- 9.30-9.50: **Γαρουφαλλιά Ντζιούνη** (Ερευνήτρια, Τμήμα Μουσικών Σπουδών, Πανεπιστήμιο Αθηνών) και Χαράλαμπος Σπυρίδης: *Μουσική ιατρείαν. Πυθαγόρειες προσεγγίσεις στην ευεργετική χρήση της θεωρίας.*
- 9.50-10.10: **Κωνσταντίνος Νιάρχος** (Καθηγητής, Τμήμα Φιλοσοφίας, Παιδαγωγικής και Ψυχολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών): *Η Πυθαγόρειος διδασκαλία περί ψυχής ως αρμονία.*
- 10.10-10.30: **Παύλος Καϊμάκης** (Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Φιλοσοφικής και Παιδαγωγικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης): *Πυθαγόρας και J.J. Rousseau.*

- 10.30-10.50: **Στράτος Θεοδοσίου** (Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Αθηνών): *Το ηλιοκεντρικό σύστημα στους Ορφικούς Ύμνους και τους Πυθαγόρειους έως τον αυτοκράτορα Ιουλιανό.*
- 10.50-11.30: **Ερωτήσεις - Συζήτηση**
- 11.30-12.00: **Διάλειμμα**

ΣΥΝΕΔΡΙΑ IV: ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ: Η ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΑΛΓΕΒΡΙΚΗ ΚΑΙ ΑΛΓΟΡΙΘΜΙΚΗ ΤΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ

Συντονιστής: Martin Carlé

- 12.00-12.20: **Thomas Noll** (Ερευνητής/Λέκτορας, Escola Superior de Música de Catalunya, Barcelona, Spain): *Αλγεβρικοί συνδυασμοί της μηχανικής Πυθαγόρειας λέξης.*
- 12.20-12.40: **Moreno Andreatta** (Ερευνητής, CNRS/IRCAM, France/Italy): *Η Πυθαγόρεια κληρονομιά στην σύγχρονη μαθηματική μουσική Θεωρία.*
- 12.40-13.00: **Δημήτρης Λέκκας** (Καθηγητής, Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Ελλάδα): *Θεωρία, αριθμός, αρμονία, Πυθαγορισμός: παρελθόν και παρόν στα γράμματα, στο πνεύμα και στη μουσική νότα.*
- 13.00-13.20: **Anthony Moore** (Καθηγητής, Department of Art and Media Sciences, Academy of Arts, Cologne, Γερμανία). *Αντίθετα στο φως: Ακουστική Αριθμητική.*
- 13.20-14.00: **Ερωτήσεις συζήτησης**
- 14.00-18.00: **Μεσημεριανό Διάλειμμα, Γεύμα στο Ξενοδοχείο Φυτό**

ΣΥΝΕΔΡΙΑ V: Η ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΟΥ ΚΟΣΜΟΥ

Συντονιστής: Gerard Assayag

- 18.00- 18.20: **Cort Lippe** (Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Μουσικών Σπουδών, Buffalo University, ΗΠΑ): *Από τον Πυθαγόρα μέσω του Fourier στην διαδραστική μουσική με την χρήση υπολογιστών σε πραγματικό χρόνο.*
- 18.20-18.40: **Μιχάλης Ταρουδάκης** (Καθηγητής, Τμήμα Μαθηματικών, Πανεπιστήμιο Κρήτης). *Από τη Πυθαγόρεια Αρμονία στα νευρωνικά δίκτυα.*
- 18.40-19.00: **Αναστασία Γεωργάκη** (Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Μουσικών Σπουδών, Πανεπιστήμιο Αθηνών). *Πυθαγόρεια ριζώματα στη μοντέρνα μουσική Ακουστική και ψυχοακουστική: από το μονόχορδο στα εικονικά όργανα.*
- 19.00-19.30: **Ερωτήσεις - Συζήτηση**
- 21.30: **Πανηγύρι στο χωριό Μύλοι**

ΚΥΡΙΑΚΗ 12 ΙΟΥΛΙΟΥ 2009

- 9.30-12.00: **Περίηγηση** (ευπαλίνειο όρυγμα, Πυθαγόρειο, ναός της Ήρας κτλ.)

Περίληψεις

1 Περί της δομήσεως της Πυθαγορείου μουσικής κλίμακος με Δώρια τετράχορδα κατά την κατιούσα διαδοχή (τόνος-τόνος-λείμμα) συμφώνως προς την αρχαιοελληνικήν μαθηματικήν διαδικασίαν

Χαράλαμπος Χ. Σπυρίδης

Καθηγητής Μουσικής Ακουστικής, Πληροφορικής

Διευθυντής Εργαστηρίου Μουσικής Ακουστικής Τεχνολογίας

Με την έννοια μουσική κλίμαξ εννοούμε ένα σύνολο διακριτών μουσικών υψών –εντός των μουσικών συχνοτικών ορίων για τα ανθρώπινα δεδομένα (50-8.500 Hz)–, εντός μουσικού διαστήματος ποικίλου εύρους, το οποίο σύνολο χρησιμοποιούμε και για να δημιουργούμε και για να περιγράφουμε τη μουσική.

Ο Πυθαγόρας ο Σάμιος, κατεσκεύασε την πρώτη οκτάφθογγο μουσική κλίμακα, μουσικού εύρους ενός διαπασών. Δυστυχώς, μέχρι σήμερα, δεν έχουμε πληροφορίες από πηγές για το πώς ακριβώς και με ποιά μαθηματική διαδικασία κατέστησε διευγμένα (οκτάχορδον σύστημα) δύο συνημμένα τετράχορδα (επτάχορδον σύστημα) κι ωδηγήθη εις την κατασκευή αυτής της μουσικής κλίμακος, η οποία φέρει το όνομά του. Λέγεται ότι δεν μας έχουν διασωθεί γραπτά του Πυθαγόρου, διότι άλλοι υποστηρίζουν ότι ο ίδιος δεν έγραψε κάποιο έργο –σαν τον Σωκράτη– και άλλοι ισχυρίζονται πως έγραψε μεν, αλλά δεν μας διεσώθησαν.

Διάφοροι ερευνητές, υποθέτοντες, προτείνουν διάφορα σκεπτικά, στηριζόμενα στην ημιόλιο σχέση ($3/2$), για τον τρόπο που ο Πυθαγόρας εδόμησε την ομώνυμο μουσική κλίμακα.

Το σκεπτικό, το οποίο θα αναπτυχθεί εις την εισήγηση, βασίζεται αποκλειστικώς εις τον αλγόριθμο του μουσικού χωρίου του Πλατωνικού Τιμαίου (35a1-36b6) δια του οποίου ένας τεχνικός (δημιουργικός) Νους εδόμησε την Ψυχήν του Κόσμου. Θα μπορούσε να υποθέσει κανείς για ευλογοφανείς λόγους –που αναφέρονται– ότι έτσι ενήργησε ο Πυθαγόρας και εδόμησε την μουσική κλίμακά του, εύρους ενός διαπασών, την οποία –ξανά δυστυχώς– οι μη γνωρίζοντες την αρχαιοελληνική φιλοσοφία και θεωρία της μουσικής –θεμελιωτές της ευρωπαϊκής μουσικής– εκόντες άκοντες κατέστρεψαν και ως δομή και ως ήθος ακούσματος.

2 Ποιος είναι ο χρησμός των Δελφών; Η τετρακτύς

Friedrich Kittler

Καθηγητής, Humboldt University, Βερολίνο, Γερμανία

Στο παρόν άρθρο η Πυθαγόρεια θεωρία της μουσικής αντιμετωπίζεται ως αρχή όλων των ευρωπαϊκών επιστημών. Σε αντίθεση με προηγούμενους μελετητές, όπως οι Johannes Lohmann, Walter Burkert και Carl Huffman, η έρευνα δεν θα περιοριστεί στην έμφυτη, μαθηματική διάσταση που διέπει τη σχέση αυτή. Πιο συγκεκριμένα, ο Πυθαγόρας και η σχολή του θα εξεταστούν στο πλαίσιο της ελληνικής φωνητικής αλφαβήτου, η οποία, ούσα η πρώτη ανάλυση του λόγου, εξελίχθηκε στην μορφή του ομηρικού εξάμετρου (Barry Powell). Μπορεί να αποδειχτεί επιστημονικά ότι η Ιλιάδα έχει καταγραφεί από κάποιον τρίτο μετά από υπαγόρευση, ενώ η Οδύσσεια είχε γραφεί από τον ίδιο το συνθέτη. Γι αυτό το λόγο μόνο στην Οδύσσεια γίνονται αναφορές σε ραψωδούς, μούσες και στο μαγικό τραγούδι των σειρήνων. Μέσα από τη φωνητική σημειογραφία οι Έλληνες δημιούργησαν, σε δύο στάδια, πρώτα τα αριθμητικά τους σύμβολα, και στη συνέχεια δύο μουσικές σημειογραφίες (μία για τη φωνητική και μία για την οργανική μουσική).

Το σύμφωνο διάστημα του τραγουδιού των σειρήνων (Od. XXII, 185) οδήγησε τον Πυθαγόρα στη σύλληψη της έννοιας της αρμονίας (δια πασών). Από τον επιμόριο λόγο αυτής της οκτάβας, ο Φιλόλαος ο Κρότων κατάφερε να εξάγει και τα υπόλοιπα μουσικά διαστήματα. Γι' αυτό το λόγο η καλώς-συγκερασμένη Κιθάρα είναι αντίστοιχης αισθητικής αξίας με ένα μαθηματικό αντικείμενο.

Ο Αρχύτας ο Ταραντίνος, ένας από του μεγαλύτερους οπαδούς του Φιλολάου, κατάφερε να εμπνευστεί από την Πυθαγόρεια Κιθάρα για να φτάσει στη λογική των μηχανών, και να ανακαλύψει τον καταπέλτη, ο οποίος έμελλε να γίνει το κυρίαρχο πολεμικό εργαλείο της ελληνιστικής και ρωμαϊκής εποχής. Με αυτό τον τρόπο γίνεται κατανοητό ότι στην αρχαία Ελλάδα επιστήμη και τέχνη είναι μέρος του ίδιου “λόγου”. Αυτή η ενότητα διασπάται, αργότερα, σε δύο ανεξάρτητα μέρη λόγω της μουσικής άγνοιας του Σωκράτη: στην ιδεαλιστική, φιλοσοφία χωρίς ύλη του Πλάτωνα, και στην εμπειρική μουσικολογία χωρίς την χρήση αριθμών του Αριστόξενου.



3 | Οι τετραχορδικές διαιρέσεις του Φιλόλαου και του Αρχύτα: σχέση θεωρίας και πράξης

Χρήστος Τερζής

Ερευνητής/Διδάσκων, Τμήμα Μουσικών Σπουδών, Πανεπιστήμιο Αθηνών

Η παράδοση που απέδωσε στον Πυθαγόρα την ανακάλυψη των λόγων των πρώτων συμφωνιών και πιθανώς του τόνου, βρίθει από παραδοξολογίες. Είναι γνωστές οι ιστορίες που θέλουν τον Πυθαγόρα να ακούει τις πρώτες συμφωνίες περνώντας έξω από ένα σιδηρουργείο και να τις αναπαράγει σε χορδές που τέντωσε, κρεμώντας από τα άκρα τους διαφορετικά βάρη. Έχει αποδειχθεί όμως, ότι οι ιστορίες αυτές δεν επαληθεύονται πειραματικά. Ακόμα κι εκείνη η παράθεση της ορθής εκδοχής (αυτής του Γαυδεντίου) δεν μπορεί να ανταποκριθεί στα ιστορικά δεδομένα, αφού δεν περιγράφει την πραγματική πορεία των πειραμάτων παρά μόνο την κατάληξή τους. Ωστόσο, πρέπει να δεχθούμε ότι η παραδοξολογία των ιστοριών, που διέσωσε η παράδοση, αποτελεί και το κυριότερό τους πλεονέκτημα. Δεν είναι ιστορίες που είναι δυνατόν να επινόησε κάποιος Έλληνας μαθηματικός, αλλά λαϊκές, δημοφιλείς μυθολασίες, που όμως, μαρτυρούν την ύπαρξη μιας άλλης, αληθινής παράδοσης, σύμφωνα με την οποία ο Πυθαγόρας θα πρέπει πράγματι να ήταν εκείνος στον οποίο οφείλουμε τη σπουδαία αυτή ανακάλυψη.

Ο τρόπος της ανακάλυψης των συμφωνιών από τον Πυθαγόρα θα πρέπει να βασίστηκε στην έλλογη παρατήρηση από τη μια και από την άλλη στις ανώτερες ιδιότητες που απέδιδε στους μικρούς ακέραιους αριθμούς. Είναι γνωστό ότι ο Πυθαγόρας βρέθηκε για καιρό στην Αίγυπτο. Εκεί υπήρχαν λαουτοειδή όργανα με τάστο, τα οποία διέθεταν χορδές μεγάλου μήκους και ήταν κατάλληλα για να παρατηρήσει ότι τα μέγεθη των μουσικών διαστημάτων μπορούν να εκφραστούν ως ακέραιοι λόγοι μηκών χορδών. Μια τέτοιας σημασίας παρατήρηση δεν μπορούσε να μείνει ανεκμετάλλευτη, στο πλαίσιο της πυθαγόρειας φιλοσοφίας. Φαίνεται καθαρά, όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε από τη μελέτη των αποσπασμάτων του Φιλόλαου αλλά, ιδιαιτέρως, του Πλατωνικού Τίμαιου, ότι τα ευρήματά της αποτέλεσαν το δομικό υλικό της θεωρίας τους για τη γένεση του κόσμου.

Ο Φιλόλαος ο Κροτωνιάτης, που ανήκει στη δεύτερη γενιά μαθητών του Πυθαγόρα, είναι ο πρώτος του οποίου έχουν σωθεί αποσπάσματα του έργου του, *Περὶ φύσεως*. Σε ένα από αυτά, αυθεντικό, το β', γίνεται αναφορά στη συστηματική δομή της αρμονίας. Η ορολογία που χρησιμοποιείται, η προέλευση των δεδομένων που τίθενται υπό επεξεργασία, η συλλογιστική που αναπτύσσεται, η πληρότητα της επιχειρηματολογίας που παρατίθεται, τα πορίσματα που εξάγονται και ο βαθμός ένταξής τους στο γενικό φιλοσοφικό πλάνο του Φιλόλαου ως πυθαγορείου, είναι ζητήματα που θα τεθούν υπό εξέταση στο πλαίσιο της ανακοίνωσης.

Ο Αρχύτας ο Ταραντίνος, μαθηματικός της τρίτης γενιάς των πυθαγορείων, διατύπωσε υπό μορφή αριθμητικών λόγων τη συστηματική δομή του εναρμονίου, του χρωματικού και του διατονικού τετραχόρδου, βασιζόμενος στις ιδιότητες των τριών μέσων (αριθμητικού, γεωμετρικού και αρμονικού). Ο Αρχύτας διατήρησε κοινό το διαστηματικό μέγεθος Υπάτης - παρυπάτης στα τρία γένη, με λόγο ίσο προς 28/27. Έτσι, το γένος προσδιορίζεται μόνο από το διάστημα λιχανού – Μέσης, που στο μεν εναρμόνιο ισούται με μεγάλη τρίτη (5/4), στο χρωματικό με επόγδοο τόνο και «φιλολαϊκή» δίεσιν (32/27) και στο διατονικό με επόγδοο τόνο (9/8). Οι απόψεις των σύγχρονων μελετητών δίδονται σχετικά με το αν οι διαιρέσεις του Αρχύτα αποτελούν ή όχι αριθμητικές διατυπώσεις της μουσικής πράξης της εποχής του. Όλοι, ωστόσο, συμφωνούν ότι είναι προϊόντα αμειγούς και εξελιγμένης μαθηματικής σκέψης. Όσον αφορά τον τρόπο με τον οποίο ο Αρχύτας οδηγήθηκε σε αυτές τις αριθμητικές διατυπώσεις έχουν προταθεί διάφορες τοποθετήσεις. Είναι όμως, είτε γενικόλογες, είτε, όταν εξειδικεύονται, αδυνατούν να περιγράψουν μια εκδοχή που αφ' ενός να ακολουθεί τη θεωρητική αρχή που χρησιμοποιήθηκε, αφ' ετέρου να ισχύει η ίδια και για τις τρεις διαιρέσεις. Τίθενται λοιπόν, τα εξής ερωτήματα: η κοινή παρυπάτη των τριών διαιρέσεων, η μεγάλη τρίτη στην εναρμόνια διαίρεση και η κρυφή παρουσία της «φιλολαϊκής» δίεσης στη χρωματική, μπορούν να υποστηρίξουν τη σύνδεση των τετραχορδικών διαιρέσεων του Αρχύτα με τη μουσική πραγματικότητα της εποχής του; Αν αυτό ισχύει, είναι δυνατόν να προταθεί ένας πρακτικός τρόπος εύρεσης των «λογαριθμικών» σχέσεων του λιχανού και της παρυπάτης και για τα τρία γένη, πάνω στη βάση της θεωρητικής αρχής των τριών μεσοτήτων;

Επιλεγμένη βιβλιογραφία

- Barker, Andrew (2007) *The science of harmonics in Classical Greece*. Cambridge.
- Burkert, Walter (1972) *Lore and science in ancient Pythagoreanism*. Cambridge, Massachusetts.
- Hagel, Stefan (2006) "The context of tunings: thirds and septimal intervals in ancient Greek music", in Ellen Hickmann & Arnd Adje Both & Ricardo Eichmann (ed.), *Studien zur Musikarchäologie V. Music Archaeology in Context. Archaeological Semantics, Historical Implications, Socio-Cultural Connotations*. (Orient–Archäologie, 20) Pp. 281–304. Rahden, Westf.
- Huffman, Carl (1993) *Philolaus of Croton. Pythagorean and Presocratic*. Cambridge.
- Huffman, Carl (2005) *Archytas of Tarentum. Pythagorean, philosopher and mathematician king*. Cambridge.
- Johnson, Charles W. L. (1896) *Musical pitch and the measurement of intervals among the ancient Greeks*. Thesis presented for the degree of doctor of philosophy in the Johns Hopkins University. Baltimore.
- Kaïmakēs, Paulos (2004) *Philosophy and Music; Music in Pythagoreans, Platōn, Alistotle and Plōtinus*. Athēna.
- Psaroudakēs, Stelios (2004) "The Orestes Papyrus: some thoughts on the dubious musical signs", in Ellen Hickmann & Ricardo Eichmann (ed.), *Studien zur Musikarchäologie IV. Music-archaeological sources: finds, oral transmission, written evidence*. (Orient–Archäologie, 15). Pp. 471–92. Rahden Westf.

4 | Αρχύτας έναντι Αριστόξενου – μια τετριμμένη αντίθεση Δομή και ανάπτυξη της Αρχαίας Ελληνικής μουσικής σημειογραφίας: από την εναρμονία στην μετατροπία

Martin Carlé

Ερευνητής, Media Department, Humbolt University, Βερολίνο, Γερμανία

Η απαρχή της πυθαγόρειας προσέγγισης της μουσικής καθορίζεται από τη γέννηση της λέξης “ΑΡΜΟΝΙΑ”. Η χρήση του ενικού αριθμού της λέξης «ΜΕΛΟΣ», σηματοδοτεί την έναρξη μιας ακουστικο-θεωρητικής διαλεκτικής, άρρηκτα συνδεδεμένης με τη μοναδική για την αρχαία Ελλάδα φιλοσοφική σκέψη, το πολιτιστικό έρέθισμα και την πνευματική της ζωτικότητα.

Την ίδια περίπου στιγμή το λεξικό Σούδα μας ενημερώνει ότι ο Λάσος ο Ερμιονεύς ήταν ο πολιτιστικό-πολιτικός υπηρέτης του Ύπαρχου και δάσκαλος του Πινδάρου. Πρέπει να ήταν ο πρώτος που έγραψε εγχειρίδιο για τη μουσική [2] εισάγοντας πιθανότατα τον όρο μουσική τέχνη [3].

Το πρώτο μέρος της ομιλίας θα επεξεργαστεί το σχεδόν ξεχασμένο έργο του Martin Vogel “Origin of Enharmony” [4] και θα το συνδυάσει με τη θεωρητική προσέγγιση του Friedrich Kittler, προκειμένου να ανακατασκευάσει την “Ιστορία της Ακρόασης” στην αρχαιο-ελληνική ηχώσφαιρα, οδηγώντας μας έτσι σε νέα στοιχεία και εναλλακτικά συμπεράσματα. Η βασική υπόθεση, έτσι, είναι πως η ιστορική εξέλιξη της υποχρεωτικής υιοθέτησης του φωνητικού αλφαβήτου, για τις ανάγκες ενός μουσικού σημειογραφικού συστήματος, έπρεπε να επιδιωχθεί στο πλαίσιο που παρουσιάστηκε παραπάνω, σε ένα πολύ πρώιμο ιστορικά στάδιο (τέλος 6ου αιώνα). Η σύγκριση ακουστικών συμβάντων και μαθηματικών ιδιοτήτων με την ιστορική εξέλιξη και δομή αντιμαχόμενων σημειογραφικών συστημάτων θα οδηγήσει σε μια διορθωτική ερμηνευτική προσέγγιση των τελευταίων πραγματειών στη μουσική. Η μεθοδολογία αυτή παρέχει βαθύτερη κατανόηση της επιστήμης της μουσικής αντί να εμμένει σε παγιωμένες φιλοσοφικές έννοιες και συνηθισμένες εφαρμογές της υπό δημιουργία γνώσης της μουσικής.

Με βάσει τα παραπάνω, η “κατανόηση της μουσικής” πριν τον Αριστοτέλη έχει γίνει αντιληπτή με βάση αριθμούς, γεωμετρικά σχήματα, και μια περίπλοκη δομικά μουσική σημειογραφία. Η μελωδία, ακριβώς όπως και ο λόγος, πρέπει να αναλυθεί διεξοδικά σε ένα σύνολο ακουστικών στοιχείων. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν ξανά τα γράμματα της αλφαβήτου, πάνω από το κείμενο, προκειμένου να δηλώσουν μελωδικά διαστήματα, τα οποία, στην εποχή της ακμής του συστήματος αυτού, ήταν συστηματοποιημένα και κουρδισμένα βάσει μαθηματικών αναλογιών. Αυτό που δεν μπόρεσε όμως ποτέ να κατανοήσει πλήρως, και το αντιμετώπισε ως ιδιαί-

τερο φαινόμενο η δυτική μουσικολογία, είναι το παράδοξο του να έχει κανείς ένα τέτοιο “εργαλείο” στα χέρια του για την καταγραφή, σύνθεση και ανάλυση της μουσικής, το οποίο να γίνεται αντικείμενο τόσο σκληρής κριτικής από τον Αριστόξενο τον Ταραντίνο, οπαδό του Αριστοτέλη, που αποκαλούσε τους χρήστες του αδαείς στα περι αρμονικών, και τους κατηγορούσε ότι σκοπίμως προσπαθούν να παραπλανήσουν τον απλό λαό, παρουσιάζοντας ένα “τελικό-προϊόν (έργον οφθαλμοειδές) ορατό στο μάτι” [Harm. Elem. 40.31-33].

Για την πλήρη κατανόηση της νευραλγικής σημασίας του Αριστόξενου, πρέπει να αναλυθούν η μουσική ώθηση που του έδινε η «στοιχείωσις», τονικού ύψους και χώρου, και η επηρεασμένη οντολογική κατάσταση των μουσικών τόνων. Αντίθετα με τη ευρέως διαδεδομένη άποψη πως ο Αριστόξενος ήταν ο ιδρυτής της μουσικολογίας, και σε ακόμα πιο έντονη διαφωνία με την αντίθεση Πυθαγόρειων και Αριστοξενικών που προβαλλόταν μέχρι τη Ελληνιστική περίοδο, το δεύτερο μέρος της ομιλίας, θα δείξει (i) πως η Αριστοξενική αντίληψη της μελωδίας ως “μελισματικής διαδικασίας” προέρχεται από τη θεωρία της “αρμονικής κίνησης” του Αρχύτα, που ενσωματώθηκε στο σημειογραφικό σύστημα, και (ii) ότι μέσα από αυστηρή εξέταση τονικών αλλοιώσεων ασυνήθιστων για τις κλασσικές συνθέσεις, ο Αριστόξενος αναγκάστηκε, όχι μόνο να απορρίψει κάθε μουσική σημειογραφία ως ακατάλληλο μέσο για τη μουσική θεωρία, αλλά ακόμα να ανατρέψει τη μεταφυσική βάση της Αριστοτελικής αντίληψης των επιστημών στο σύνολό της.

Κατά ένα περιέργο τρόπο, η άποψη αυτή θα παρουσιαστεί από την Πυθαγόρεια οπτική γωνία. Η μελωδία στη Αριστοξενική θεωρία δεν είναι συγκερασμένη αλλά αυτορυθμίζεται: το τονικό ύψος και οι αξίες εμφανίζονται μέσα από μια εν-αρμονική εξέλιξη, η οποία με τη σειρά της, καθώς η μελωδία ξεδιπλώνεται, διαφοροποιείται μέσα από ξαφνικές και αναμενόμενες εναλλαγές. Άρα το συμπέρασμα θα είναι πως η αντιμετώπιση της μελωδίας ως αλγοριθμικής και, όπως μου αρέσει να την αποκαλώ, χρονο-κεντρικής διαδικασίας, η οποία προϋπέθετε ένα ελαφρώς διαφορετικό κούρδισμα των φωνών, αλλά που διόρθωνε τα τονικά ύψη που λανθασμένα χρησιμοποιούσαν το ίδιο σημειογραφικό σημάδι, παρότρυνε τον Αριστόξενο να απορρίψει τελικά από την αρμόζουσα θεωρία της μελωδίας όλες τις οπτικές εμμονές και, επιπλέον, τον οδήγησε στην κατασκευή ενός λογικού πλαισίου σκέψης το οποίο δεν μπορούμε να ονομάσουμε “εμπειρικό”, αλλά μπορούμε να το συγκρίνουμε αποκλειστικά με την αντίστοιχη φιλοσοφία της “φαινομενολογίας” του Edmund Husserl.

Σίγουρα θα μπορούσε στις μέρες μας να υλοποιηθεί μια “αλγοριθμική αναπαράσταση” της θεωρίας του Αριστόξενου. Δεδομένου του τεχνολογικού υποβάθρου επί των ημερών μας, είναι κυρίως “το δώρο των Μουσών” καθορισμένο από τη “φύση των φωνών” του Αριστόξενου –παρά η κωδικοποίηση γραμμάτων, αριθμών και μουσικών σημαδιών στην ίδια αλφάβητο– που γεφυρώνει την ενότητα της αρχαίας Ελλάδας με την εποχή μας.

Βιβλιογραφία

- [1] Johannes Lohmann, Musiké und Logos. Aufsätze zur griechischen Philosophie und Musiktheorie, 1970.
- [2] Martin L. West, Ancient Greek Music, 1994.
- [3] ΜΟΥΣΩΝ ΔΩΡΑ. Μουσικοί και χορευτικοί απόηχοι από την αρχαία Ελλάδα, Υπουργείο Πολιτισμού – Geschenke der Musen. Musik und Tanz im antiken Griechenland, Katalog, Ministerium für Kultur der Republik Griechenland, 2003.
- [4] Martin Vogel, Die Enharmonik der Griechen, 1. Teil: Tonsystem und Notation, 1963.
- [5] Stefan Hagel, Modulation in altgriechischer Musik: Antike Melodien im Licht antiker Musiktheorie, 2000.
- [6] Andrew Barker, Οἱ καλούμενοι ἄρμονικοί: The Predecessors of Aristoxenus, Proceedings of the Cambridge Philological Society vol. 24, 1978, pp. 1–21.
- [7] Andrew Barker, The science of harmonics in Classical Greece, 2007.
- [8] Sophie Gibson: Aristoxenus of Tarentum and the Birth of Musicology, 2005.
- [9] Edmund Husserl, Texte zur Phänomenologie des inneren Zeitbewusstseins (1893–1917), 1985.



5 Νικόμαχος Γερασηνός: από την Πυθαγόρεια Θεωρία στην Αρμονική Πράξη

Νίκος Ξανθούλης

Ερευνητής/συνθέτης, Εθνική Λυρική Σκηνή, Αθήνα

Η αρχαία ελληνική Γραμματεία μας παραδίδει την αντίληψη περί υπάρξεως δύο, κατά βάσιν, σχολών της αρχαίας ελληνικής μουσικής θεωρίας: την πυθαγόρεια και την αριστοξένηα.

Η σχολή του Πυθαγόρα, πρώτη υποστήριξε το μαθηματικό υπόβαθρο της μουσικής αλλά και το ότι η σχέση μουσικής και ψυχής πρέπει να τεθεί στην υπηρεσία της ανατροφής και της ψυχικής διάπλασης των νέων, αφορμώμενη από την διαπίστωση ότι η κατάσταση του ανθρώπου, τόσο η σωματική όσο και η ψυχική, επηρεάζεται από τη μουσική και, πιο συγκεκριμένα, από τους «τρόπους» (=αρμονίες). Επιπλέον υποστηρίχτηκε ότι πέρα από την θετική επίδραση στην ηθική διαμόρφωση του χαρακτήρα, η μουσική έχει θεραπευτικές ιδιότητες.

Ο Αριστόξενος, ο οποίος αναφέρεται πάντοτε ως «ο μουσικός», θέτει τις βάσεις της μουσικής θεωρίας με όχημα την αριστοτελική μέθοδο ανάλυσης των φαινομένων.

Η γενική αντίληψη ήταν ότι η αριστοξένεια θεωρία ήταν πιο κοντά στη μουσική πράξη ενώ η πυθαγόρεια είχε να κάνει με μια πιο μαθηματική προσέγγιση του φαινομένου της μουσικής.

Οι αιώνες ανάμεσα στο θάνατο του Πυθαγόρα και την γέννηση του Νικόμαχου είχαν φτιάξει τον μύθο του σοφού εκείνου ανδρός που ανακάλυψε την αλήθεια και μπορούσε να ελέγξει τον χώρο και τον χρόνο.

Ο Νικόμαχος είναι ο νεοπυθαγόρειος μαθηματικός, φιλόσοφος και μουσικός που ζει στο γύρισμα από τον 1ο προς τον 2ο αιώνα μ.Χ. τη λαμπρή εποχή της Pax Romana. Γεννιέται στην ελληνιστική πόλη Γέρασα (ή Αντιόχεια του Χρυσού Ποταμού) η οποία μέχρι σήμερα φέρει το ίδιο όνομα (Jerash στη σημερινή Ιορδανία). Σύγχρονοι του Νικόμαχου είναι ο Πλούταρχος, ο Θέων ο Σμυρναίος, ο Επίκτητος και ο Πτολεμαίος από την Αλεξάνδρεια.

Για τον Νικόμαχο ο πυθαγορειανισμός και οι μαθηματικές του βάσεις, όπως και πριν από αυτόν για τον Πλάτωνα, είναι η πηγή της έμπνευσής του. Περισσότερο από οποιονδήποτε άλλον στην αρχαιότητα, ήταν αυτός ο οποίος παρουσίασε με τον απλούστερο δυνατό τρόπο τα επιτεύγματα του Πυθαγόρα στα μαθηματικά και στις επιστήμες.

Από το σημαντικό σε όγκο και σπουδαιότητα έργο του σώζονται δύο βιβλία: η «Αριθμητική Εισαγωγή» και το «Εγχειρίδιον Αρμονικής».

Η «Αριθμητική Εισαγωγή» είναι το πρώτο βιβλίο που γράφτηκε στα ελληνικά χρησιμοποιώντας αραβικούς αριθμούς και επηρέασε καθοριστικά την μαθηματική γνώση για τα επόμενα χίλια χρόνια.

Το «Εγχειρίδιον Αρμονικής» είναι το μοναδικό βιβλίο μουσικής θεωρίας που φτάνει σε εμάς ανέπαφο από την εποχή του Ευκλείδη (300 π.Χ. περίπου) έως τον 2ο αιώνα μ.Χ. Είναι το μόνο έργο από τα γραπτά του Νικόμαχου που μας δίνει πληροφορίες για το πρόσωπο του συγγραφέα. Εδώ καθρεφτίζεται η εποχή στην οποία ζει, μια εποχή όπου ο λόγιος περί τα ελληνικά γράμματα είναι περιζήτητος δάσκαλος, χαίρει μεγάλης εκτίμησης και φήμης και ταξιδεύει πολύ βρίσκοντας με μεγάλη ευκολία μαθητές και συναδέλφους στα πολιτιστικά κέντρα της αυτοκρατορίας.

Η δομή του βιβλίου είναι η ακόλουθη:

1. Κύρια σημεία των αρμονικών αξιωμάτων.
2. Περί των δύο ειδών της φωνητικής κινήσεως: η διαστηματική και η συνεχής καθώς και για τις εκτάσεις τους
3. Η μουσική των πλανητών ως πρότυπο για τη μουσική των ανθρώπων
4. Οι ιδιότητες των μουσικών φθόγγων ως αριθμητικοί λόγοι
5. Πρόσθεση της 8ης χορδής από τον Πυθαγόρα και το κούρδισμα της οκτάβας
6. Πως ανακαλύφθηκαν οι αριθμητικές αναλογίες μεταξύ των φθόγγων
7. Περί της διαιρέσεως της οκτάβας στο διατονικό γένος
8. Εξήγηση των αναφορών περί αρμονίας στον «Τίμαιο» του Πλάτωνα

9. Η μαρτυρία του Φιλολάου
10. Για το κούρδισμα των φθόγγων μέσω των αριθμητικών αναλογιών
11. Περί της διπλής οκτάβας στο διατονικό γένος
12. Περί της πορείας και διαίρεσης των φθόγγων σε τρία γένη

Το «Εγχειρίδιον» δεν θα μπορούσε κατά κανένα τρόπο να χαρακτηριστεί πρωτότυπο έργο. Θα λέγαμε μάλλον ότι προσπαθεί να συστηματοποιήσει τις βασικές αρχές της μουσικής θεωρίας για να γίνουν κατανοητές από τον μέσο άνθρωπο. Πιθανώς ο Νικόμαχος να έγραψε ένα πιο αναλυτικό έργο για την θεωρία της μουσικής το οποίο να αποτέλεσε τη βάση των τριών πρώτων βιβλίων του *De Institutione Musica* του Βοήθιου.

Στην συγκεκριμένη ανακοίνωση γίνεται προσπάθεια να καταδειχθεί ότι η πυθαγόρεια θεωρία της μουσικής δεν είναι ένα σύνθετο θεωρητικό κατασκευάσμα αλλά έχει άμεση εφαρμογή στην μουσική πράξη. Η μελέτη της ανακατασκευασμένης λύρας με βάση τη θεωρία του Νικόμαχου μπορεί να αποδώσει καρπούς πολύ περισσότερους από ότι μπορεί κανείς να φανταστεί βλέποντας ένα επτάχορδο όργανο.

Η μόνη λύση για την προσέγγιση της θεωρίας της μουσικής δεν μπορεί να είναι παρά η πράξη. Μόνο τότε οι αριθμοί μπορούν να τραγουδήσουν.



6 | Σημειογραφία, μέσα και ενσωμάτωση στα ανατολικά τροπικά συστήματα

Ιωάννης Ζάννος

Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα ήχου και εικόνας, Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Ελλάδα

Η παρούσα ανακοίνωση ακολουθεί μια εναλλακτική πορεία της πυθαγόρειας παράδοσης στις μουσικές παραδόσεις που αναδύθηκαν από την ένωση του ελληνιστικού πολιτισμού στην περιοχή της ανατολικής Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας και των γειτονικών πολιτισμών προς τον νότο και προς την ανατολή της. Αρχίζει με την παρατήρηση ότι όλες οι μουσικές παραδόσεις της εγγύς και μέσης ανατολής (με εξαίρεση παραδόσεις χριστιανικών λειτουργικών μελών) αντιστάθηκαν σε απόπειρες εισαγωγής της μουσικής σημειογραφίας στην πράξη, παρότι μείζονες θεωρητικοί αυτών των παραδόσεων επανειλημμένα εφηύραν συστήματα μουσικής σημειογραφίας (Al-Farabi, Ibn Sina, Abdulkadir Meraghi, Prince Demetrius Kantemir κ.α.). Παρ' ότι παραμένει άγνωστο εάν υπήρχαν ιδεολογικοί λόγοι για την απόρριψη της σημειογρα-

φίας σαν μέσο καταγραφής και μετάδοσης μουσικής γνώσης, είναι αντίθετα σίγουρο ότι η μουσική πράξη σε αυτές τις παραδόσεις υποστηρίζεται από ένα ανεπτυγμένο θεωρητικό σύστημα που επιτρέπει την δημιουργία πολύπλοκων αριστουργημάτων και την εκτέλεση του ύφους μουσικής εκτέλεσης. Στην ανατολική Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία από την άλλη μεριά εξελίχθηκε ένα σύστημα σημειογραφίας ειδικά για την καταγραφή του εκκλησιαστικού μέλους, που χρησιμοποιεί νεύματα και όχι νότες πάνω σε σύστημα με γραμμές (πεντάγραμμο ή άλλο). Το σύστημα αυτό συνδυάζει σημάδια που προέρχονται από το ελληνικό αλφάβητο με σημάδια που προέρχονται από τόνους που αναπαριστούν την κίνηση της φωνής κατά την εκφώνηση λειτουργικών κειμένων. Αξιοσημείωτο χαρακτηριστικό της θεωρίας αυτής της παράδοσης είναι η παντελής έλλειψη αναφοράς σε συστήματα χορδισμού που μπορούν να επιβεβαιωθούν πειραματικά και μαθηματικά με την χρήση μουσικών οργάνων ή άλλων εργαλείων. Οι παραπάνω εξελίξεις οδήγησαν σε δύο παράλληλες οικογένειες μουσικών παραδόσεων: Μια φωνητική παράδοση εκκλησιαστικής μουσικής με σημειογραφία αλλά χωρίς οργανική και μαθηματική βάση για τον ορισμό των διαστημάτων, και μια κοσμική οργανική μουσική παράδοση χωρίς σημειογραφία αλλά με μαθηματική θεωρία που είναι απόγονος της πυθαγόρειας θεωρίας της μουσικής. Εξετάζοντας τις ιδιότητες των παραδόσεων αυτών σε σχέση προς την μουσική πράξη παρατηρεί κανείς τα εξής: Η σημειογραφία της εκκλησιαστικής βασίζεται στην κίνηση της φωνής, δηλαδή στην διαδοχική αλλαγή του τονικού ύψους μεταξύ του ενός “βήματος” ή “τόνου” της μελωδίας και του επομένου. Ως εκ τούτου καταγράφει την μουσική σαν διαδοχική διαδικασία που αποτελείται από “βήματα” η στοιχειώδεις κινήσεις από τον ένα φθόγγο της μελωδίας στον επόμενο. Από το άλλο μέρος, η θεωρία του *μακάμ* περιγράφει τα *μακάμ* σαν μία σειρά από κεντρικά τονικά ύψη μαζί με κανόνες που περιγράφουν τον τρόπο μετάβασης από το ένα τονικό ύψος στο άλλο. Έτσι, στον πυρήνα τους και τα δύο συστήματα περιγράφουν ή καταγράφουν διαδικασίες (δηλαδή αλγορίθμους με την γενικότερη έννοια της λέξης), περισσότερο παρά μοντέλα ή αντικείμενα. Τα κείμενά τους περιγράφουν αλγορίθμους που η εκτέλεσή τους παράγει μουσική, περισσότερο παρά δομές που αποτελούνται από νότες σαν μεμονωμένα ηχητικά αντικείμενα. Και τα δύο συστήματα περιγράφουν την κίνηση (δράση) της φωνής ή του μελωδικού μουσικού οργάνου σαν βάση για την παραγωγή της μουσικής.

Το δεύτερο μέρος της ανακοίνωσης σχεδιαγραφεί έναν παραλληλισμό ανάμεσα στις αναφερθείσες ανατολικές πρωτο-αλγοριθμικές προσεγγίσεις της μουσικής και της σύγχρονης πράξης της σύνθεσης μουσικών δομών με κώδικα προγραμματισμού υπολογιστών, ή με άλλα εργαλεία που επιτρέπουν τον ορισμό και την εκτέλεση παραγωγικών αλγορίθμων σε πραγματικό χρόνο.

Στην πρακτική του μουσικού προγραμματισμού, ο αλγόριθμος ξαναπαίρνει την θέση της σημειογραφίας. Δεν είναι πια πρακτικό να καταγράφει κανείς κάθε ξεχωριστή νότα ή ξεχωριστό ηχητικό συμβάν στον χρόνο. Αντί γι’ αυτό, ο υπολογιστής υπολογίζει και παράγει τους “σωστούς” ήχους στην εκάστοτε “σωστή” χρονική στιγμή,

εκτελώντας τις εντολές ενός αλγορίθμου. Επομένως, οι έννοιες της σημειογραφίας και θεωρίας της μουσικής κωδικοποιημένης στον υπολογιστή διαφέρουν ριζικά από αυτές της δυτικής παραδοσιακής μουσικής. Η πράξη της μουσικής με υπολογιστές δεν έχει ακόμη διατυπωθεί θεωρητικά με γενικό τρόπο, αλλά θα βασισθεί κατά πάσα πιθανότητα στην θεωρία των υπολογιστών και των γλωσσών προγραμματισμού. Κατ' αυτήν την έννοια βρισκόμαστε σήμερα σε μία νέα πυθαγορική εποχή, όπου οι υπολογιστικές δομές και διαδικασίες ψηφιακών μηχανών πρόκειται να αποτελέσουν την βάση της μουσικής θεωρίας.

Καταλήγοντας, η παρούσα ανακοίνωση εξετάζει την έννοια του “κειμένου” στις προαναφερθείσες παραδόσεις από την σκοπιά της Θεωρίας των Μέσων. Ξεχωρίζει διαφορετικές λειτουργίες και χαρακτηριστικά του κειμένου: Το κείμενο σαν καταγραφή ενός περιεχομένου (ιστορίας, αφήγησης) προς αφήγηση, σαν μοντέλο προς ανακατασκευή και σαν διαδικασία προς εκτέλεση. Δημιουργείται το ερώτημα του κατα ποιόν τρόπο ενσαρκώνεται το περιεχόμενο του κειμένου. Θα μπορούσε να πει κανείς ότι το μουσικό κείμενο της περιγραφής ενός μακάμ ή ενός εκκλησιαστικού μέλους ενσαρκώνεται σε μία σειρά από δράσεις μουσικής εκτέλεσης μέσω ενός αλγορίθμου που εσωτερικεύεται στις δεξιότητες του μουσικού εκτελεστή. Η διαφορά μεταξύ δυτικής μουσικής σημειογραφίας και των αναφερθέντων παραδόσεων είναι ότι η δυτική σημειογραφία καταγράφει την αναπαράσταση των ηχητικών αντικειμένων ή συμβάντων που πρέπει να αναπαραχθούν, ενώ οι ανατολικές παραδόσεις καταγράφουν εντολές για δράσεις που εκτελούνται διαδοχικά. Με αυτήν την έννοια, η θεωρίες και σημειογραφίες των ανατολικών παραδόσεων που αναλύονται εδώ συγγενεύουν περισσότερο με κώδικα προγραμματισμού παρά με την δυτική σημειογραφία.

Η ικανότητα των υπολογιστών να καταγράφουν δράσεις και καταστάσεις και να τις επαναλαμβάνουν κατα βούληση οδηγεί στην ριζική αναθεώρηση της έννοιας του κειμένου σαν μέσο για την μετάδοση, αποθήκευση και αναπαράσταση ενός περιεχομένου. Κείμενα γίνονται ρευστά σε blogs, σχόλια για blogs, microblogs σαν το Twitter, και φόρουμ ή mailing lists που σχηματίζουν ένα συλλογικό μετά-κείμενο. Ιστότοποι που βασίζονται στην τεχνική του wiki, στις οποίες μπορούν να συνεισφέρουν σε ένα κείμενο μέσω του Παγκόσμιου Ιστού, διαβρώνουν τις έννοιες του συγγραφέα και της αυθεντικότητας. Μια πιθανή επόμενη φάση σε αυτήν την εξελικτική πορεία αναγγέλλεται με την εμφάνιση εργαλείων για συλλογική συγγραφή κειμένου σε πραγματικό χρόνο, όπως παραδείγματος χάριν του Google Wave που συνυφαίνει τις έννοιες του email, blog, sms, chat και wiki. Ένα αντικείμενο Google Wave μπορεί να αναπαράγει όλα τα στάδια της δημιουργίας του, από το πρώτο αρχικό κείμενο μέχρι την τελευταία του μορφή, περιέχοντας έτσι την ίδια του την ιστορία. Με αυτόν τον τρόπο, το κείμενο γίνεται συγχρόνως αντικείμενο σημειογραφίας και εκτέλεσης, καθότι καταγράφει και αναπαράγει τις δράσεις των συμβαλλόντων συγγραφέων του. Επιπλέον, ένα τέτοιο κείμενο έχει εξ ορισμού συλλογική υπόσταση, σαν την δημιουργία μιας μουσικής παράστασης από πολλούς εκτελεστές. Συλλογικές ομάδες σαν το Torlap έχουν πειρα-

ματισθεί για σειρά ετών με την δικτυωμένη διαδραστική δημιουργία μουσικής μέσω κώδικα σε πραγματικό χρόνο. Θα είναι ενδιαφέρον να παρατηρήσει κανείς τι συμβαίνει όταν οι εκτελεστές αρχίζουν να μοιράζονται τον ίδιο κώδικα-κείμενο μέσω Google Wave σε πραγματικό χρόνο στο διαδίκτυο κατά την διάρκεια της μουσικής εκτέλεσης. Αλλά γι' αυτό θα πρέπει ακόμη να περιμένουμε μέχρι το Google Wave δημοσιευθεί στο κοινό στο τέλος τούτης της χρονιάς και αρχίσουν τα πρώτα πειράματα.



7 | Πυθαγόρειες αντιλήψεις στα θεωρητικά της βυζαντινής μουσικής

Θωμάς Αποστολόπουλος

Επικουρος Καθηγητής, Τμήμα Μουσικών Σπουδών, Πανεπιστήμιο Αθηνών

Τα πρώτα θεωρητικά της Βυζαντινής Μουσικής γράφηκαν κατά τους τρεις-τέσσερις τελευταίους αιώνες του Βυζαντίου, για να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες διδασκαλίας της εκκλησιαστικής βυζαντινής μουσικής ή Ψαλτικής, η οποία είχε πλέον καθιερωθεί ως Τέχνη υψηλής αισθητικής με δικές της φόρμες και κυρίως με δικό της σημειογραφικό σύστημα. Μέχρι τότε οι ανάγκες για διδασκαλία μουσικής θεωρίας καλύπτονταν από την αρχαία ελληνική μουσική θεωρία, η οποία έχει ακμαία παρουσία στις ανώτερες επίσημες μαθηματικές βυζαντινές σπουδές ως μέρος του Quatrivium και εκφράζεται κυρίως με τα συγγράμματα των λεγομένων «αρμονικών» συγγραφέων. Στο απλό κείμενο των πρώτων αυτών θεωρητικών ενσωματώνονται βαθμηδόν πολλές από τις παλαιότερες αρχές της ελληνικής θεωρίας, αφού κατά βάση η Ψαλτική είναι μια ελληνική μουσική.

Μετά την τουρκική κατάκτηση και μια δύσκολη μεταβυζαντινή περίοδο, στις αρχές του 19ου αι. για να υποστηριχθεί θεωρητικά η Νέα Μέθοδος επανεισάγονται πολλές αρχαιοελληνικές θεωρητικές αρχές, αντιλήψεις και ορολογίες. Τα μετέπειτα θεωρητικά κείμενα μέχρι σήμερα συνεχίζουν τον εμπλουτισμό από την μακραίωνη αρχαιοελληνική μουσική θεωρία ακολουθώντας μάλιστα την αρχαία διάκριση στις δύο θεωρητικές Σχολές: την Αριστοξένεια και την Πυθαγορική σε μια σειρά από θέματα.

Πυθαγορικής αντίληψης είναι το βασικό θεωρητικό σύστημα της Ψαλτικής, η τροπική αντίληψη της Οκταηχίας, με 4 Κύριους και 4 Πλάγιους ήχους, σύστημα που ανάγεται σε μοντέλο του Πτολεμαίου με τέσσερις τρόπους και τέσσερις «υπο»τρόπους. Στον Πτολεμαίο αποδίδεται κατά παράδοσιν η εφεύρεση της Παπαδικής σε κείμενο του 15ο αι. Η κυριαρχία και οι συμβολισμοί του αριθμού «4» είναι εμφανείς σε πολλά

σημεία της θεωρητικής ύλης, όπως και κάποιες άλλες αριθμολογίες - συμβολισμοί των αριθμών οι οποίοι λαμβάνονται ως μέτρο σε κάποια μεγέθη και επιβιώνουν από μακρινότερο παρελθόν (Αριθμός φθόγγων, “πνευμάτων” κλπ). Το βασικό θεωρητικό σχήμα διδασκαλίας της Οκταηχίας, ο «Τροχός», ανάγεται σε μαθηματικό πρότυπο του Θέωνος Σμυρναίου. Στους Πυθαγόρειους επίσης ανάγεται και η θεωρία του Ήθους που διατηρείται στην Οκταηχία.

Οι σχετικές αναφορές ανιχνεύονται στα κείμενα: Αγιοπολίτης, Ερωταποκρίσεις του Δαμασκηνού και Ακρίβεια κατ’ ερώτησιν και απόκρισιν. Από τους μεταβυζαντινούς θεωρητικούς ο Απόστολος Κώνστας ο Χίος έχει αρκετές αριθμολογικές αναφορές, αναζητώντας στέρεο έδαφος και απόλυτες αρχές για την δομή του Θεωρητικού του και την κατανόηση του μεγέθους των διαφόρων διαστημάτων, όταν τα βλέπει στους δεσμούς σε έγχορδο όργανο. Επίσης είναι διαπιστωμένο ότι ο Βασίλειος Στεφανίδης και ο Χρύσανθος έχουν μελετήσει ήδη τους αρχαίους Έλληνες μουσικούς συγγραφείς και προσπαθούν να αναβιώσουν πολλά στοιχεία.

Η πιο φανερή περίπτωση Πυθαγόρειων αντιλήψεων είναι η έκφραση των διαστημάτων με λόγους χορδής. Αυτή η αντίληψη που είναι κυρίαρχη στον Παχυμέρη και στον Μ. Βρυέννιο έχει σχεδόν μηδενική παρουσία στα πρώτα βυζαντινά Θεωρητικά τα οποία υιοθέτησαν απλοϊκότερες τεχνικές περιγραφής των διαστημάτων για να καλύψουν τις στοιχειώδεις ανάγκες της διδασκαλίας. Μετά όμως από τη μεταρρύθμιση της Νέας Μεθόδου και παλεύοντας με την αριστοξενική απόδοση των «μορίων» της κλίμακας, η γεωμετρική μέθοδος απόδοσης των διαστημάτων με λόγους κερδίζει συνεχώς έδαφος. Απόηχος της χρήσης του μονόχορδου Κανόνα, παρά το πέρασμα από την περσική και οθωμανική θεωρία, αποτελεί η υιοθέτηση του ταμπουρ με τις μεγάλες χορδές ως εποπτικού οργάνου για την σπουδή των διαστημάτων. Ένα από τα βασικά σημεία του Μεγάλου Θεωρητικού του Χρυσάνθου είναι η μέτρηση των διαστημάτων με τα δωδεκατημόρια και παράλληλα η στοιχειώδης περιγραφή της κατασκευής κλίμακας με λόγους χορδής. Η Εκκλησιαστική Επιτροπή του 1883 περιγράφει τα διαστήματα και με τις δύο Μεθόδους, προσπαθώντας να θεμελιώσει μαθηματικά τις επιλογές ιδίως του Ελάσσονος Τόνου.

Μια μικρή επίσης ομάδα άλλων συγγραφέων προβάλλουν παράλληλα με την κυρίαρχη μέτρηση σε μόρια, τη μέθοδο των λόγων (π.χ. Α. Ευθυμιάδης) χωρίς να αποφεύγουν λάθη στις αντιστοιχίσεις μορίων – λόγων. Από τους μεταγενέστερους ο Σίμων Καράς υποστηρίζει με άλλες συγγραφές («Αρμονικά») την Πυθαγόρεια Μέθοδο δίνοντας λόγους χορδής σποραδικά στο δίτομο Θεωρητικό του.

Ήδη στα πρόσφατα θεωρητικά κείμενα με την πρόοδο των ερευνών, την ενσωμάτωση των επιστημονικών συμπερασμάτων και τη διαχρονική μελέτη των κειμένων, υπάρχει η τάση για ισότιμη, αν όχι κυρίαρχη αντίληψη της έννοιας του διαστήματος κατά ην πυθαγόρεια αντίληψη. Αυτή η αντίληψη αποδεικνύεται προτιμότερη στην κατανόηση της φύσης και της λειτουργίας του ψυχοακουστικού μουσικού φαινομένου.

8 Το πυθαγόρειο χόρδισμα και η ανάπτυξη της πολυφωνίας στο Μεσαίωνα

Θεόδωρος Κίτσος

Ερευνητής/Διδάσκων, ΑΤΕΙ Ιονίων Νήσων, Ελλάδα

Ο μουσικοθεωρητικός στοχασμός του μεσαίωνα στηρίζεται, σχεδόν αποκλειστικά, στο θεωρητικό έργο του λατίνου Βοήθιου (c.480-c.534) *De institutione musica*, ένα έργο το οποίο περιλαμβάνει μια σύνοψη της αρχαίας ελληνικής θεωρίας της μουσικής. Σύμφωνα με το Βοήθιο, η μουσική ως επιστήμη ήταν μέρος του *quadrivium* των μαθηματικών τεχνών μαζί με την αριθμητική, τη γεωμετρία και την αστρονομία, διότι προκειμένου κάποιος να κατανοήσει τη μουσική έπρεπε να κατανοήσει τα μαθηματικά της. Οι ήχοι προσδιορίζονται μαθηματικά και τα μουσικά διαστήματα καθορίζονται από αναλογίες που υπάρχουν μέσα στην ίδια τη φύση των ήχων. Με βάση αυτές τις αναλογίες μπορούμε να καθορίσουμε το ηχητικό άκουσμα των ήχων και να τους εντάξουμε μέσα σε ένα μουσικό σύστημα. Ο ποσοτικός καθορισμός των μουσικών διαστημάτων, και επομένως η δημιουργία ενός χορδίσματος, ήταν ένα θέμα που είχε απασχολήσει αρκετούς συγγραφείς της αρχαιότητας. Ο Βοήθιος στα κείμενά του αναφέρεται σε συστήματα όπως αυτό του Πτολεμαίου, όμως το μόνο σύστημα για το οποίο δίνει λεπτομερή μαθηματική περιγραφή ήταν αυτό του Πυθαγόρα.

Μέσω του Βοήθιου, η πυθαγόρεια μουσική θεώρηση διαδίδεται στην Ευρώπη του μεσαίωνα και το πυθαγόρειο κούρδισμα γίνεται το πρωτογενές υλικό πάνω στο οποίο βασίζεται η μουσική δημιουργία. Το χαρακτηριστικό του πυθαγορείου χορδίσματος είναι η διατήρηση του φυσικού μεγέθους των διαστημάτων της ογδόης, της πέμπτης και της τέταρτης κάτι που έχει ως αποτέλεσμα τα υπόλοιπα διαστήματα να αποκλίνουν αρκετά από το φυσικό τους μέγεθος (λ.χ. διευρυμένη μεγάλη τρίτη γνωστή ως πυθαγόρεια τρίτη). Η συστηματική, όπως προκύπτει από τις πηγές της εποχής, χρήση του πυθαγορείου χορδίσματος είχε άμεσο αντίκτυπο στον τρόπο που προσεγγίστηκε η συνήχηση φθόγγων από τους μουσικούς και θεωρητικούς του μεσαίωνα.

Το *Musica enchiriadis*, παραδείγματος χάριν, θεωρητικό εγχειρίδιο του 9ου αιώνα που θεωρείται ανώνυμο, αποτελεί την πρώτη ασφαλή και αναμφισβήτητη μαρτυρία συστηματικής πολυφωνικής πρακτικής. Περιγράφει την πρακτική ταυτόχρονου ακούσματος φθόγγων και αναφέρεται σε σύμφωνα και διάφωνα διαστήματα. Ως σύμφωνα διαστήματα θεωρούνται η όγδοη, η πέμπτη και η τέταρτη και τα μουσικά παραδείγματα που δίνονται συνίστανται, κατά κύριο λόγο, στη παράλληλη κίνηση των διαστημάτων αυτών (όργανα). Τα πρώτα αυτά δείγματα πολυφωνικής πρακτικής αντιπροσωπεύουν τη φυσιογνωμία του πυθαγορείου χορδίσματος το οποίο, με τα θετικά

του στοιχεία (φυσικές όγδοες, πέμπτες και τέταρτες) αλλά και τους περιορισμούς του (προβληματικές τρίτες και έκτες), λειτουργεί ως παράγοντας καθορισμού του τρόπου εμφάνισης και εξέλιξης της πολυφωνίας του μεσαιώνα.

Τόσο σε θεωρητικές πηγές που ακολουθούν (όπως *Micrologus* του Guido d'Arezzo (†1050), *De musica* του John Cotton (c.1100), ανώνυμου *Ad organum faciendum* (c.1100)) αλλά και σε πρακτικές πηγές (όπως *Winchester Tropers* (c.980-c.1050), *St Martial* (c.1100-c.1200), *Codex Calixtinus* (c.1140 και αργότερα)), τα διαστήματα ογδός, πέμπτης και τετάρτης αποτελούν τα δομικά στοιχεία της πολυφωνικής δημιουργίας. Επιπλέον, η χρήση των προβληματικών, σύμφωνα με το πυθαγόρειο κούρδισμα, διαστημάτων τρίτης και έκτης γίνεται μερικώς αποδεκτή (πάντα βέβαια κάτω από προϋποθέσεις και ποτέ σε καίρια σημεία) ώστε να καλυφθεί η ανάγκη του εμπλουτισμού της πολυφωνικής γραφής.

Η σταδιακή αποδοχή του διαστήματος τρίτης (και κατ' επέκταση και του διαστήματος έκτης) ως σύμφωνο διάστημα συνήχησης οφείλεται σε δύο επιπλέον παράγοντες: τις τοπικές και λαϊκές παραδόσεις και την εξέλιξη των μουσικών οργάνων. Για την περιοχή της Αγγλίας μαρτυρείται μια ιδιαίτερη προτίμηση για τη χρήση του διαστήματος τρίτης με τους John Cotton (c.1100) και Theinred of Dover (12ος αιώνας) να υποδεικνύουν ότι το διάστημα τρίτης μπορεί να είναι ευχάριστο στο αυτί. Περὶ το 1200, ο ανώνυμος συγγραφέας του *De mensurabili musica* εντάσσει το διάστημα 3ης στα σύμφωνα διαστήματα. Στο ίδιο μήκος κύματος λίγο αργότερα (c.1240), ο Johannes de Garlandia παρουσιάζει μια διαβάθμιση συμφωνίας και διαφωνίας για τα μουσικά διαστήματα, μια διαβάθμιση που γίνεται κοινά αποδεκτή για το υπόλοιπο του μεσαιώνα. Ο ανώνυμος IV του Coussemaker (1274) υπερθεματίζει λέγοντας ότι στη δυτική Αγγλία οι τρίτες είναι οι πιο σύμφωνες συμφωνίες για να έρθει ο Walter Oddington (c.1300) τονίσει πως όταν οι τρίτες ερμηνεύονται φυσικές τότε είναι σύμφωνες.

Παρά την τάση και την ανάγκη για τη χρήση ενός φυσικού διαστήματος τρίτης (και συνεπώς ενός διαφορετικού χορδίσματος ή συγκερασμού), η λατρεία για το πυθαγόρειο κούρδισμα και η ευρεία χρήση του εκτείνεται μέχρι τις αρχές της αναγέννησης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα το έργο *'In hydraulis'* του Antoine Busnois το οποίο αποτελεί τη μουσική του μαρτυρία για τη μαθητεία του με το Johannes Ockeghem και δείχνει, τόσο για αυτόν όσο και για τον δάσκαλό του, τη πυθαγόρεια αντίληψή τους για τη μουσική.



9 | Πυθαγόρας και Leibniz

Μια διαλεκτική ουσίας και γλώσσας στην μουσική

Gerard Assayag

Καθηγητής, ερευνητής στο IRCAM, Παρίσι, Γαλλία

“Ακόμα, νομίζω ότι θα μπορούσαμε να προσθέσουμε σε αυτό μια εφεύρεση, που θα συνθέτετε πρωτόγονες λέξεις και γράμματα της γλώσσας αυτής με τέτοιο τρόπο που να μπορεί να διδαχτεί με συντομία και που να μπορεί να βάλει σε τάξη όλες τις σκέψεις του ανθρώπινου πνεύματος, όπως είναι σε τάξη οι αριθμοί, ούτως ώστε να μπορούμε να μάθουμε μέσα σε μια μέρα όλες τις λέξεις που χρειάζονται για να εκφραστούν όλες οι σκέψεις που διασχίζουν το πνεύμα των ανθρώπων όπως μπορούμε να μάθουμε να μετράμε τους αριθμούς μέχρι το άπειρο, και να τους γράφουμε σε μια γλώσσα άγνωστη, που αποτελείται από άπειρες διαφορετικές λέξεις.”

Descartes, Lettre au père Mersenne du 20 novembre 1629, Œuvres philosophiques, Paris Garnier 1963, tome 1, p.231)

Ο Καρτέσιος είχε οραματιστεί έναν κόσμο όπου οι σκέψεις μας θα μπορούσαν να απαριθμηθούν σαν τους αριθμούς. Αποτέλεσε έτσι προάγγελο του Leibniz και της *characteristica universalis*, και πρόδρομο της μοντέρνας αντίληψης για τον διττό χαρακτήρα της λογικής που χωρίζεται στο μαθηματικό λογισμό και στον επιστημονικό λόγο. Όλα αυτά τα εργαλεία είναι απαραίτητα για την επιστημονική προσέγγιση της μουσικής, όπου η ανάλυση του διττού χαρακτήρα της (δομή και εξέλιξη) είναι θεμελιώδους σημασίας. Η προέλευση της αντίληψης όμως του ότι στοιχειώδη μουσικά αντικείμενα αντιστοιχούν σε στοιχειώδεις υπολογισμούς, ανήκει φυσικά στον Πυθαγόρα και του μαθητές του. Το πώς κανείς μεταπηδά από τα αντικείμενα στους συσχετισμούς, τους μαθηματικούς συνδυασμούς, τη διαλεκτική και τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές είναι μια μακρά ιστορία που κρατά 25 αιώνες.



10 | Αναστροφή Πυθαγορισμού; Η περίπτωση του Ιάννη Ξενάκη

Αντώνιος Αντωνόπουλος

Ερευνητής/Διδάσκων, Τμήμα Μουσικών Σπουδών,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Ελλάδα

Η Αρμονία κατά τους Πυθαγόρειους συνιστά την καθολική οργανωτική αρχή του σύμπαντος κόσμου, η οποία διέπεται από προαιώνιες, αγέννητες και αμετάβλητες σχέσεις αριθμών. Δεδομένου ότι οι σχέσεις αυτές, και επομένως η ίδια η Αρμονία, εκδηλώνονται και είναι δυνατόν να γίνουν γνωστές στον ανθρώπινο νου μέσω των μουσικών διαστημάτων, φαίνεται ότι, σε επίπεδο έρευνας και διαδικασίας πρόσληψης της υπερκόσμιας αυτής γνώσης, ο Πυθαγόρας άρχεται από τον αριθμητικό συμβολισμό των σχέσεων μεταξύ μουσικών τονικών υψών προκειμένου να παραγάγει την βασισμένη στους ρητούς αριθμούς θεωρία περί Αρμονίας. Έτσι η Μουσική, με την αρχαϊκή της σημασία, της έρευνας για την γνώση της αλήθειας, χρησίμευσε πράγματι ως μέσον για την ανακάλυψη, την ερμηνεία και τον αριθμητικό συμβολισμό των συμπαντικών νόμων. Οι προτάσεις και συνεπαγωγές του πυθαγόρειου συστήματος προσέκρουσαν στην αντιφατική ως προς το σύστημα διαπίστωση της ύπαρξης των άρρητων αριθμών, στην οποία αυτό οδηγήθηκε μέσω της επεξεργασίας των σχέσεων των ρητών. Αν οι νόμοι της μουσικής και κατ' επέκταση του σύμπαντος διέπονται και από άρρητους αριθμούς, τότε το πυθαγόρειο μουσικο-αριθμητικό σύστημα κοσμοθεώρησης θα έπρεπε να εγκαταλειφθεί. Αυτό όμως δεν συνέβη παρά πολύ αργότερα και μόνο για ζητήματα συγκερασμού (Werckmeister, 1691). Η επαφή με το αναπόδεδεικτο και το ανεμφιγέυτο των λόγων των συμφωνιών δεν σήμανε την εγκατάλειψη του συστήματος, αλλά την δημιουργία, μέσω της καλά θεμελιωμένης τάξης των ρητών και με τη βοήθεια της γεωμετρικής τους αναπαράστασης, του κατάλληλου υποβάθρου για το πλησίασμα μιας ανώτερης πρωταρχικής πραγματικότητας. Συμπερασματικά, οι πυθαγόρειοι και νεο-πυθαγόρειοι, με αφετηρία τη μουσική και με κυρίαρχη τη νοητική αντίληψη, δομούν σύστημα και αποπειρώνται την αποκάλυψη των νομοτελειών του σύμπαντος και την ερμηνεία της φύσης γενικότερα

Είκοσι πέντε περίπου αιώνες αργότερα, ο Ιάννης Ξενάκης, που ελάχιστα αναφέρεται στον Πυθαγόρα, ξεκινάει από τη μαθηματική έκφραση αυτών των ιδίων νομοτελειών της φύσης, που δια της επιστήμης έχουν εντωμεταξύ γίνει γνωστές, και τις μεταφέρει μέσω της μουσικής δημιουργίας στον σύγχρονο άνθρωπο. Υπ' αυτή την έννοια, η συλλογιστική του και η πρακτική του συνιστούν αναστροφή του πυθαγορισμού. Ο μαθηματικός λογισμός στον Ι.Ξ. δεν περιορίζεται στην εφαρμογή θεωριών και την υλοποίηση υπολογιστικών τακτικών (εργαλειακή διάσταση), αλλά επεκτείνεται καθοριστικά στη θεώρηση του κόσμου, με τρόπο ώστε να επιτρέπει την απόπειρα αξιωματικής θεμελίωσης της μουσικής, δηλαδή την αναζήτηση των πρωταρχικών

δομών (σταθερών) που διέπουν τη μουσική όλων των πολιτισμών και την αναζήτηση των ελάχιστων απαραίτητων αρχών που απαιτούνται για τη δημιουργία μιας μουσικής διαδικασίας.

Στο δεύτερο αναγνωρισμένο έργο και πρώτο αριστούργημα του Ι.Ξ., το Πιθοπρακτά (1956), η σύνθεση ως διαδικασία και ως δομή, εμπνέεται αρχικά από τις εκπομπές ραδιενεργών σωματιδίων και τις επακόλουθες συγκρούσεις των με μόρια ατμού στο Θάλαμο Wilson (φυσικό μοντέλο), οι οποίες προσομοιάζονται με ήχους διαφόρων τύπων. Με την εισαγωγή του πιθανοτικού λογισμού (ελάχιστες απαραίτητες αρχές), για πρώτη φορά στη μουσική, εκφράζεται μαθηματικά και μετατρέπεται σε ακροάσιμο ηχητικό υλικό η αταξία, η ασυνέχεια και η μη περιοδικότητα του φαινομένου, χωρίς όμως πρόθεση ούτε περιγραφής ούτε αναπαράστασής του. Αυτό που στην ουσία προσλαμβάνει ο ακροατής είναι το ίδιο το φαινόμενο που έχει εισβάλει στη μουσική, διότι οι νόμοι που διέπουν την κατασκευή της είναι οι ίδιοι με του φαινομένου, γεγονός που της προσδίδει και την αμεσότητά της (ίδιον των περισσότερων έργων του).

Η κατά Ι.Ξ. μείξη τεχνών/επιστημών, ως κοσμοθεώρηση με βασικούς άξονες την αρχαϊκή Ελλάδα, τα σύγχρονα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες, που συγκεκριμενοποιείται μέσω του πραγματισμού και του πειραματισμού, εμπεριέχει δύο αντιφάσεις: (α) οι θεωρίες, οι μέθοδοι και οι τεχνικές προέρχονται από ένα τομέα συμβατό μεν, αλλά ξένο προς τη μουσική· κατά συνέπεια δεν είναι δυνατή παρά η μεταφορά του μοντέλου, όχι η μείξη, γεγονός που δεν ολοκληρώνει τη θεώρηση του κόσμου, (β) υπάρχει απόκλιση μεταξύ θεωρίας και πρακτικής εφαρμογής της, που οφείλεται είτε στην ανάγκη προσαρμογής του υλικού στην μουσική συνθετική πραγματικότητα, είτε στην «αντίδραση» του συνθέτη στο «σύστημα», είτε σε τυχαία λάθη. Παρ' όλες τις αδυναμίες της όμως, η προώθηση της μείξης τεχνών/επιστημών απελευθέρωσε και απενοχοποίησε τη χρήση της επιστήμης για σκοπούς μουσικής δημιουργίας.

Στο βαθμό που το πυθαγόρειο σύστημα είναι συγκρίσιμο με την ξενάκεια κοσμοθεώρηση και δεδομένου ότι, και στις δύο περιπτώσεις, επιδιώκεται ο «συντονισμός» του ανθρώπινου πνεύματος με τον «παγκόσμιο ρυθμό», διαπιστώνουμε ότι ακολουθούν μεθοδολογικά ανάστροφη πορεία και οδηγούν σε αδιέξοδα ή περιέχουν αντιφάσεις, στοιχεία όμως μη ικανά να αναιρέσουν στην πράξη τις αρχικές τους επιδιώξεις.



Γαρουφαλλιά Ντζιούνη

Ερευνήτρια, Τμήμα Μουσικών Σπουδών, Πανεπιστήμιο Αθηνών)

Χαράλαμπος Σπυρίδης

Καθηγητής Μουσικής Ακουστικής, Πληροφορικής

Διευθυντής Εργαστηρίου Μουσικής Ακουστικής Τεχνολογίας Τμήματος Μουσικών Σπουδών Πανεπιστημίου Αθηνών

Μουσική ιατρεία. Μια έκφραση που συναντά κανείς στο έργο του Ιάμβλιχου Περιού του Πυθαγορείου βίου, και αποτυπώνει με τον πιο ξεκάθαρο τρόπο τη συμβολή της μουσικής στη θεραπεία, τη νοσηλεία μέσω της μουσικής. Κεντρική μορφή στη ανάπτυξη των θεραπευτικών χρήσεων της μουσικής αποτέλεσε ο Πυθαγόρας ο Σάμιος, ο οποίος μελέτησε την επίδραση της μουσικής στην αρμονία του σώματος, με τρόπο που να μπορεί να εφαρμόσει θεραπείες μέσω μουσικής για ψυχικά-πνευματικά-σωματικά προβλήματα. Υπήρξε ο εμπνευστής της θεωρίας περί της αρμονίας των ουράνιων σφαιρών, το σύνολο των ήχων που παράγονται από την αέναη τριβή της κίνησης των πλανητών επί των τροχιών τους με τον γαλαξιακό αιθέρα, και το συνέδεσε με την αρμονία της ψυχής.

Ο Πυθαγόρας πίστευε ότι η ύπαρξη ενός παγκόσμιου νόμου της αρμονίας, που βασίζεται στις σχέσεις των αριθμών, διέπει όχι μόνο τις κινήσεις των ουράνιων σωμάτων και τους νόμους της μουσικής, αλλά και τον εσωτερικό κόσμο –τόσο τον σωματικό, όσο και τον πνευματικό– των ανθρώπινων όντων. Επομένως, οι νόμοι της μουσικής επιδρούν στον εσωτερικό κόσμο του ανθρώπου μέσω της αρμονίας, η αρμονία του σύμπαντος ταυτίζεται με την αρμονία της ψυχής, δηλαδή του εσωτερικού σύμπαντος της ανθρωπότητας.

Η υγεία, σύμφωνα με τον Πυθαγόρα, σχετίζεται με το σωστό εναρμονισμό σώματος και ψυχής με το σύμπαν, μέσω της διατροφής, της μουσικής και μιας ζωής σύμφωνης με τον θείο νόμο. Πίστευε ότι, αν διαταραχθεί η ισορροπία των αντιθέσεων στην ψυχή, τότε εμφανίζονται ψυχικές ασθένειες. Η μουσική έχει τη δύναμη να επαναφέρει την αναστατωμένη ψυχή στις παγκόσμιες αρμονίες και τη συμφωνία μεταξύ σύμπαντος, ψυχής και μουσικής. Αυτό σημαίνει ότι οι μουσικές αναλογίες μοιάζουν με τις ψυχικές και ότι μεταβάλλονται με τη βοήθεια της μουσικής, η οποία αναγνωρίζεται ως «σφαιρική θεραπευτική αρχή». Πρέσβευε ότι το τραγούδι μελωδιών, ηρεμεί τα συναισθήματα και τον νου. Όταν αυτό επιτευχθεί, η εσωτερική ζωτικότητα του σώματος αποκαθίσταται και αρχίζει η θεραπεία. Υποστήριζε δε ότι υπάρχουν κατάλληλοι παιάνες και σωστοί ρυθμοί, που μπορούν να οδηγήσουν στην ίαση, αλλά και στη διατήρηση της υγείας, κάνοντας λόγο για μουσική ιατρεία.

Ο Πυθαγόρας προβαίνει στην αναγνώριση της μοναδικότητας της μουσικής ως παιδευτικού και θεραπευτικού μέσου, υπογραμμίζοντας με τον τρόπο αυτό, τις απεριόριστες ηθικοπλαστικές και ψυχοθεραπευτικές της ιδιότητες. Έτσι, εισάγονται σταδιακά οι έννοιες της κάθαρσης και της έκστασης, που επιτυγχάνονται μέσω του μουσικού συντονισμού σώματος και ψυχής. Θεωρούσε δε τη μουσική ως άριστο μέσο προς εξέγερση ή καταστολή των παθών. Προσευχόμενοι οι Πυθαγόρειοι έψαλλαν ύμνους προς τους θεούς με συνοδεία λύρας, το σύμβολο της αρμονίας του κόσμου, ζητώντας να τους καταξιώσουν να ζουν με την αρμονία με την οποία εκφαίνεται στον κόσμο ο θείος νους. Ουσιαστικά ο Πυθαγόρας ίδρυσε ένα είδος θρησκευτικής αδελφότητας, όπου κάθε μέλος της απάλυνε με ρυθμούς και επωδές τα πάθη της ψυχής και του σώματος.

Οι Πυθαγόρειοι διέδιδαν την μουσική αποκλειστικά σαν ψυχο-υγιεινό και θεραπευτικό μέσο για την επίτευξη μιας ανενόχλητης αρμονίας ανάμεσα στο σώμα και την ψυχή του ανθρώπου και ειδικότερα γιατί αυτή παριστάνει, τόσο συμβολικά, όσο και πρακτικά, την διακήρυξη της παγκόσμιας δικαιοσύνης μέσω των αναλογικών δομικών νόμων που βρίσκονται στη βάση της (σειρά των υψηλών τόνων, ακέραιες αναλογίες κλπ.).

Κρίνοντας από τις μαρτυρίες των βιογράφων του (Ιάμβλιχου, Πορφύριου, Πλάτωνα, Πτολεμαίου, Αθήναιου, Αριστείδη Κοϊντιλιανού κ.ά.) αναφορικά με το θέμα της ευεργετικής και εξαγνιστικής επίδρασης του ήχου στην ψυχή του ανθρώπου, θα μπορούσε κανείς να προβεί στον ισχυρισμό ότι ο Πυθαγόρας υπήρξε ο προάγγελος της σύγχρονης μουσικοθεραπείας. Χάρη στην επιρροή του Πυθαγόρα και των μαθητών τους, η μουσική αναδείχτηκε σε ψυχοθεραπευτικό παράγοντα.



12 | Η Πυθαγόρειος διδασκαλία περί ψυχής ως αρμονία

Κωνσταντίνος Νιάρχος

Καθηγητής, Τμήμα Φιλοσοφίας, Παιδαγωγικής και Ψυχολογίας,
Πανεπιστήμιο Αθήνας

Η περί Ψυχής διδασκαλία του Πυθαγόρου ως «αρμονία» και «πάθος» των αριθμών

1. Εις το έργον του «Περί ψυχής» Α.4 407 b 26-34 ο Αριστοτέλης πειράται να ορίση την ψυχήν ως «αρμονία» απηχών τας απόψεις των Πυθαγορείων: Και άλλη δε τις δόξα παραδέδονται περί ψυχής, πιθανή μεν πολλοίς ουδεμίας ήττον των λεγομένων, λόγον δ' ώσπερ ευθύνοις δεδωκυῖα καν τοις εν κοινώ γεγενημένοις λόγοις αρμονίαν γάρ τινά αυτήν λέγουσι. Και γάρ την αρμονίαν κρασίν και σύνθεσιν εναντίην είναι και το σώμα σύγκεισθαι έξ εναντίην. Καίτοι γε ή μεν αρμονία λόγος τίς εστί των μιχθέντων ή σύν-

θεσις, την δε ψυχήν οὐδέτερον οἶον τ' εἶναι τούτων. Ἐπὶ δε το κινεῖν οὐκ ἔστιν ἀρμονίας, ψυχή δε πάντες ἀπονέμουσι τούτο μάλισθ' ὥς εἰπεῖν (πβ. Πολιτικῶν Θ1 1340b). Εἶναι γεγονός ὅτι περὶ τῆς ψυχῆς ὡς ἀρμονίας, δηλονότι τῆς πυθαγορείου διδασκαλίας, γνῶσιν εἶχε προ τοῦ Ἀριστοτέλους, ὁ Πλάτων εἰς τὸν διάλογον τοῦ «Φαίδων» 85e-86d. Τὴν ἀπόψιν αὐτὴν δὲν τὴν ἐδέχετο ὁ Σωκράτης (αὐτόθι, 91c-95e). Σχετικές μαρτυρίας μας παρέχει ὁ Διογένης ὁ Λαέρτιος VIII, 46. Προφανῶς ἡ ἐπίδρασις ἐπὶ τοῦ Πλάτωνος τῆς Πυθαγορείου διδασκαλίας οφείλεται εἰς τὸν μαθητὴν τοῦ Σιμμίαν, ὁ ὁποῖος ἦτο συμμαθητὴς τοῦ Φιλολάου (πβ. «Φαίδων» 61a καὶ Diels, 44b 22-23).

2. Οἱ Πυθαγόρειοι υπήγαγον ὅλα τα πράγματα εἰς τὴν ἀρχὴν τοῦ ἀριθμοῦ. Μάλιστα δε εθεώρουν τὴν ψυχήν καὶ διὰ καὶ τὸν νοῦν ὡς «πάθη» τῶν ἀριθμῶν (πβ. Ἀριστοτέλους, «Μετά τα φυσικά» Α5, 985 β 29). Ὑπὸ τὴν ἐποψιν αὐτὴν ἡ ψυχή, ὡς πάθος τῶν ἀριθμῶν, δύναται νὰ ἀποτελέσει στοιχεῖον τῆς μαθηματικῆς θεωρίας διὰ τὴν ἀρμονίαν, μολονότι ὁ Ἀριστοτέλης εἰς τὸ ἔργον τοῦ «Περὶ Ψυχῆς» Α3, 407b, κάμνει λόγον περὶ πυθαγορείου μύθου. Εἰδικώτερον, ἡ διδασκαλία ὅτι ἡ ψυχή εἶναι πλήρης καθ' ἑαυτὴν καὶ χωριστὴ ἀπὸ τοῦ σώματος υποδηλοῖ ὅτι κάθε «τυχαία ψυχή» δύναται νὰ εἰσέλθῃ εἰς κάθε «τυχαῖον σῶμα». Ἡ ἀποψὶς αὐτὴ υπενθυμίζει σχετικὴν διδασκαλίαν τοῦ Ἐμπεδοκλέους, ὅτι, δηλαδὴ, ἡ ψυχή ὡς «αἷμα» προσφέρεται διὰ περαιτέρω «καθαρμοῦς» τῆς.

Εἰς τὴν ἐρευνάν μας θὰ μελετήσωμε τὰ προκύπτοντα προβλήματα δεδομένου ὅτι ἡ ἐν γένει ἐπίδρασις τῶν Πυθαγορείων ἐπὶ τῶν μεταγενεστέρων υπήρξεν ἀκρῶς ενδιαφέρουσα, ἀναφορικῶς, με τὴν θεώρησιν τῆς ψυχῆς ὡς ἀρμονίας τῶν τε ἀριθμῶν ἀλλὰ καὶ τοῦ κόσμου γενικώτερον.



13 Πυθαγόρας καὶ J.J. Rousseau

Παῦλος Καϊμάκης

Αναπληρωτὴς Καθηγητὴς, Τμήμα Φιλοσοφικῆς καὶ Παιδαγωγικῆς,
 Ἀριστοτέλειο Πανεπιστήμιον Θεσσαλονίκης

Οἱ ἀπόψεις τοῦ J. J. Rousseau γιὰ τὴν μουσικὴ διαμορφώνονται σὲ σχέση με τὶς ἀντίστοιχες ἀπόψεις τοῦ J. Ph. Rameau. Τὸ θεωρητικὸ ἔργο τοῦ Rameau γιὰ τὴν μουσικὴ μπορεῖ νὰ ἐνταχθεῖ στὴν πυθαγόρεια παράδοση, ἀφοῦ ὁ ἴδιος θεωρεῖ τὴν μουσικὴ ὡς ἐπιστὴμὴ βασισμένη στὶς μαθηματικὲς σχέσεις τῶν ἤχων μεταξύ τους. Στὴν πυθαγόρεια παράδοση ἔχουν ἐνταχθεῖ ἐπίσης καὶ τὰ δύο πρῶτα θεωρητικὰ κείμενα τοῦ Rousseau τὸ *Projet concernant de nouveaux signes pour la musique* καὶ τὸ

Dissertation sur la musique moderne, όπου προτείνει την καθιέρωση μιας νέας μουσικής σημειογραφίας, στην οποία θα χρησιμοποιούνται αριθμοί αντί των ήδη καθιερωμένων συμβόλων του πενταγράμμου. Στη συνέχεια, υποστηρίζοντας την προτεραιότητα της μελωδίας έναντι της αρμονίας, ο Rousseau απομακρύνεται τόσο από τον Rameau, όσο και από την πυθαγόρεια παράδοση.

Στα πολυάριθμα όμως θεωρητικά του κείμενα για την μουσική, ο Rousseau δείχνει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την αρχαία ελληνική μουσική. Από τις σχετικές αναφορές θα εξετάσουμε όσες έχουν σχέση με τους πυθαγορείους, οι περισσότερες από τις οποίες βρίσκονται στο Dictionnaire de musique. Θα δούμε τον τρόπο με τον οποίο παρουσιάζει τις σχέσεις των πυθαγορείων με τους αριστοξενικούς, τις απόψεις του για το μονόχορδο, την αρμονία των σφαιρών και άλλα συναφή θέματα. Θα προσπαθήσουμε να διαπιστώσουμε διαφορές που υπάρχουν στον τρόπο παρουσί-ασης των σχετικών θεμάτων από τον Rousseau, τόσο ως προς τον «αντίπαλό» του Rameau, όσο και ως προς τους φίλους του εγκυκλοπαιδιστές, όπως για παράδειγμα τον Diderot.



14 Το ηλιοκεντρικό σύστημα στους Ορφικούς Ύμνους και στους Πυθαγόρειους έως τον αυτοκράτορα Ιουλιανό

Στράτος Θεοδοσίου

Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Αθηνών

Από τα πανάρχαια χρόνια απασχολούσε τους φιλοσόφους και τους αστρονόμους πιο από τα ουράνια σώματα κατείχε το κέντρο του γνωστού τότε κόσμου. Το ηλιοκεντρικά δομημένο γεωκεντρικό σύστημα που τοποθετούσε τον μικρό πλανήτη μας στο κέντρο του κόσμου ταίριαζε περισσότερο στον ηγεωκεντρισμό των σοφών και δέσποζε για αιώνες, υποστηριζόμενο από τους περισσότερους φιλοσόφους και αστρονόμους.

Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν υπήρχαν αντίθετες απόψεις, οι οποίες υποστήριζαν το ηλιοκεντρικό σύστημα. Σπέρματα της ηλιοκεντρικής θεωρίας βρίσκονται στους Ορφικούς Ύμνους και στη διδασκαλία του Αναξίμανδρου και κυρίως των Πυθαγορείων.

Οι Πυθαγόρειοι (6ος π.Χ. αιώνας) μαθητές και οπαδοί του φιλοσόφου Πυθαγόρα, ιδιαίτερα ο Φιλόλαος ο Κροτωνιάτης, ο Ηρακλείδης ο Ποντικός, ο Έκφαντος, ο Ικέτας ο Συρακόσιος κ.ά. υποστήριζαν μία πυροκεντρική θεωρία.

Ο Φιλόλαος ο Κροτωνιάτης (450-400 π.Χ.), μαθητής και συνεχιστής του έργου του Πυθαγόρα, θεωρούσε ότι η Γη δεν ήταν ακίνητη, αλλά περιστρεφόταν κυκλικά γύρω από το κεντρικό πυρ, μια άποψη άλλοι απέδιδαν στον Ικέτα. Συνεπώς, ίσως ο Φιλόλαος ο Κροτωνιάτης ήταν ο πρώτος που δεχόταν τη Γη σαν ένα ουράνιο σώμα. Ο Έκφαντος και ο Ικέτας δίδασκαν ότι η Γη εκτελούσε μια περιστροφή ανά ημερο-νύκτιο γύρω από τον άξονά της. Αυτή και αν ήταν καινοφανής θεωρία! Ωστόσο μ' αυτόν τον τρόπο εξηγήθηκαν τα φαινόμενα της εναλλαγής μέρας και νύχτας, καθώς και η φαινόμενη κίνηση της ουράνιας σφαίρας εξ Ανατολών προς Δυσμάς. Ο Ηρακλείδης ο Ποντικός δεχόταν κι αυτός την περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της.

Η υπόθεσή του δε ότι η Αφροδίτη και πιθανότατα ο Ερμής περιφέρονταν γύρω από τον Ήλιο τον αναγορεύει στον πρώτο φιλόσοφο που έκανε σαφή υπαινιγμό σχε-τικά με το ηλιοκεντρικό σύστημα!

Οι Πυθαγόρειοι εισήγαγαν την αντίληψη της σφαιρικής Γης, που περιστρεφόταν γύρω από το κεντρικό πυρ. Ο Φιλόλαος καλούσε αυτό το κεντρικό πυρ εστία του παντός, γύρω από την οποία περιφέρονταν 10 σώματα: Η Αντίχθων, η Γη, η Σελήνη, ο Ήλιος, οι πέντε πλανήτες και η σφαίρα των απλανών. Βασικά χαρακτηριστικά αυτού του συστήματος είναι η σφαιρικότητα του «παντός», οι κυκλικές τροχιές των ουρανίων σωμάτων περί το κεντρικό πυρ, το οποίο όμως δεν ταυτίζεται με τον Ήλιο. Ωστόσο διακρίνονται οι πλανήτες από τους άλλους αστέρες, η Γη έχει σφαιρικό σήμα, ενώ εκτοπίζεται από το κέντρο του κόσμου, γύρω από το οποίο κινείται.

Βεβαίως εμφανίζεται η υπόθεση της Αντίχθονος και ουρανίων σωμάτων μη ορατών. Η θειότητα των ουρανίων σωμάτων και η αρμονία των τροχιών τους. Φαίνεται, όμως, ότι η υπόθεση της Αντίχθονος απέβλεπε στο να ανεβάσει τον αριθμό των ουρανίων σφαιρών σε 10, τον ιερό αριθμό των Πυθαγορείων.

Οι Πυθαγόρειοι υπέθεσαν την ύπαρξη ενός σύμπαντος μέσα στο οποίο οι κινήσεις των ουρανίων σωμάτων διέπονταν αφ' ενός μεν από τον μυστικισμό των αριθμών αφ' ετέρου δε από τις αρμονικές αναλογίες των φυσικών νόμων.

Όσον αφορά την περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της, που δίδασκε ο Αναξίμανδρος, φαίνεται ότι την αποδέχθηκαν τόσο ο Πυθαγόρας όσο και οι άλλοι Πυθαγόρειοι. Ιδιαίτερος πίστευαν σ' αυτήν ο Ικέτας ο Συρακόσιος και ο Έκφαντος ο Συρακόσιος ή Κροτωνιάτης. Πράγματι, ο Ικέτας και ο Έκφαντος από τις Συρακούσες, θεωρούνται οι εισηγητές της περιστροφής της Γης περί άξονα διερχόμενο από το κέντρο της, που ερμηνεύει τη φαινόμενη ημερήσια περιστροφή της ουράνιας σφαίρας.

Γενικώς, λοιπόν, ο Αναξίμανδρος και οι μύστες της Πυθαγόρειας Σχολής ήταν εκείνοι που αμφισβήτησαν για πρώτη φορά τη γεωκεντρική θεωρία του Σύμπαντος, και έτσι άνοιξαν τον δρόμο, για την πυθαγόρεια –κατ' ουσίαν– ηλιοκεντρική θεωρία, που εισήγαγε ο Αρίσταρχος ο Σάμιος (310-230 π.Χ.), η οποία όμως δεν υπερίσχυσε της γεωκεντρικής.

Από μαθηματικής απόψεως, το w είναι μία μηχανική ακολουθία με απόκλιση $g = \text{Log}2(3/2)$. Κάθε παράγοντας u του w , είναι ισοσκελισμένος. Αυτό σημαίνει ότι για 2 οποιουδήποτε υπο-παράγοντες του u , u_1 και u_2 του ίδιου μήκους, οι αριθμοί $|u_1|_y$ και $|u_2|_y$ του y στα u_1 και u_2 διαφέρουν το πολύ κατά μία μονάδα. Για κάθε $n > 0$ δηλαδή, υπάρχουν ακριβώς $n+1$ διαφορετικοί παράγοντες μήκους n στο w .

Τα προθήματα του w , των οποίων το μήκος είναι παρονομαστής n του m/n του g , είναι γνωστά με την ονομασία σύμβολα Christoffel. Στην περίπτωση κατά την οποία $n=7$ το πρόθημα $xyxyxyx$ περιλαμβάνει την κεντρική καρκινική σχέση $xyxyx$.

Τα κεντρικά σύμβολα u καθώς και τα αντίστοιχα σύμβολα Christoffel xyx δημιουργούν μια ενδιαφέρουσα διττότητα στην οποία η μουσικοθεωρητική σχέση ανάμεσα στη συγγένεια των τόνων και του τονικού ύψους γειτνιαζόντων τόνων καταδεικνύεται ως εξής: Τα αναδιπλούμενα ζεύγη τέταρτης-πάνω/πέμπτης-κάτω δημιουργούν διαδοχικά διαστήματα τόνων. Στην περίπτωση για παράδειγμα του $n=7$ τα ζεύγη των $xyxyxyx$ είναι $aaabaab$, το οποίο αντιστοιχεί στο μοντέλο του διατονικού τρόπου. Είναι επίσης και σύμβολα Christoffel και το σχετικό κεντρικό καρκινικό μοτίβο που περιλαμβάνουν αντιστοιχεί στο εξάχορδο του Guido $aabaa$.

Για κάθε πρόθημα Christoffel $v = xyx$ μήκους n όλοι οι συζηγείς του v εμφανίζονται ανάμεσα στους $n+1$ παράγοντες του μήκους n . Όλοι οι συζηγείς Christoffel του v είναι γνωστοί και ως ήχοι της καλώς-σχηματισμένης σκάλας. Η διττότητα παρέχει μια εκλέπτυνση της ιδέας των καλώς-σχηματισμένων σκαλών των Carey και Clampitt. Στην ομιλία μου, θα αναφερθώ σε ορισμένες ενδιαφέρουσες διαπιστώσεις που προέκυψαν μέσα από την οπτική αυτής της εκλέπτυνσης.

Βιβλιογραφία

- Jean Berstel, Aldo de Luca. "Sturmian words, Lyndon words and trees". Theoretical Computer Science 178: 171-203, 1997.
- Jean Berstel, Aaron Lauve, Christophe Reutenauer, Franco V. Saliola. Combinatorics on words: Christoffel words and repetitions in words. CRM Monograph Series vol. 27, American Mathematical Society, Providence, RI, 2009.
- Valérie Berthé, Aldo de Luca, Christophe Reutenauer. "On an involution of Christoffel words and Sturmian morphisms." European Journal of Combinatorics 29(2): 535-553, 2008.
- Norman Carey and David Clampitt. "Regions: A theory of tonal spaces in early medieval treatises." Journal of Music Theory, vol. 40(1): 113-147, 1996.
- Norman Carey and David Clampitt. "Aspects of well-formed Scales". Music Theory Spectrum 11(2): 187-206, 1989.
- David Clampitt and Thomas Noll: "Modes, the height-width duality, and divider incidence". Paper presented at Society for Music Theory national conference, Nashville, TN, 2008.
- David Clampitt. "Double neighbor polarity". Unpublished paper, 2008
- David Clampitt. "Sensitive intervals: major third analogues in standard well-formed words". Paper presented at Workshop on Mathematical Music Theory, South Bristol, ME, 2008.

- David Clampitt and Thomas Noll. “Regions within enveloping standard modes”. Unpublished paper. 2009.
- Manuel Domínguez, David Clampitt, and Thomas Noll. “Well-formed scales, maximally even sets and Christoffel words.” Proceedings of the MCM2007, Berlin, Staatliches Institut für Musikforschung, 2007.
- M. Lothaire. Algebraic Combinatorics on Words. Cambridge University Press, 2002.
- Noll, Thomas: “Musical Intervals and Special Linear Transformations.” In: Journal of Mathematics and Music 1/2 (2007).
- Thomas Noll. “Ionian theorem”. To appear: Journal of Mathematics and Music 3(3), 2009.



16 Η πυθαγόρεια κληρονομιά στην σύγχρονη μαθηματική μουσική θεωρία

Moreno Andreatta

Ερευνητής, CNRS/IRCAM, France/Italy

Από την εμφάνιση της αλγεβρικής προσέγγισης της μουσικής στη δεκαετία του '40, που έπαιξε σημαντικό ρόλο στην εγκαθίδρυση της Μαθηματικής Μουσικής Θεωρίας, υπάρχει η άποψη ότι η Πυθαγόρεια οπτική όσον αφορά στην αριθμητική βάση της μουσικής (για παράδειγμα [1] και [3]), διαφέρει κατά πολύ από την αριθμητική βάση που προτείνει η αλγεβρική οπτική. Πιο συγκεκριμένα, η μακρά λίστα των δημοσιεύσεων που αναλύουν τη σχετική με τα Μαθηματικά και τη Μουσική Πυθαγόρεια κληρονομιά, περιέχει ελάχιστα παραδείγματα αναφορών της σχέσης μεταξύ της Πυθαγόρειας και της αλγεβρικής προσέγγισης της μουσικής θεωρίας. Αρχικά θα κάνουμε μία αναφορά σε κάποιες από αυτές τις μελέτες, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στην εισαγωγή των μαθηματικών αναλογιών στη μουσική από τον Ernst Krenek [6] και στην εισαγωγή συνόλων στη μουσική θεωρία και σύνθεση από τον Ιάννη Ξενάκη, η οποία οδήγησε και στη γνωστή ρήση του τελευταίου: “Είμαστε όλοι Πυθαγόρειοι”.

Αφού ασχοληθούμε λίγο με αυτά τα τρία παραδείγματα πυθαγόρειας επιρροής στην εμφάνιση αλγεβρικών μεθόδων σε μουσική και μουσικολογία, θα αναλύσουμε κάποιες συγκεκριμένες σχέσεις της πυθαγόρειας προσέγγισης και της χρήσης αλγεβρικών δομών στη σύγχρονη μαθηματική, μουσική θεωρία. Πιο συγκεκριμένα θα ασχοληθούμε με την πυθαγόρεια κληρονομιά που ενέχεται στο διαστηματικό μοντέλο που εισηγήθηκε ο Γάλλος μαθηματικός Yves Hellegouarch [4]. Σε μια πιο πρόσφα-

τη έκδοση αυτού του μοντέλου ο Hellegouarch κάνει χρήση των αλγεβρικών μοντέλων του κύκλου των ρητών αριθμών και των διοφαντικών εξισώσεων, προκειμένου να παρουσιάσει ένα γενικό ορισμό της απόστασης σε ένα Ηχοτοπίο. Παρόλο που ο κύριος στόχος του Hellegouarch είναι να εγκαθιδρύσει αλγεβρικά το *Tentamen novae theoriae musicae* (1739) του Euler, παρέχει επίσης μια νέα Πυθαγόρεια προσέγγιση στην “πολιτιστική αντίληψη” των μουσικών διαστημάτων, η οποία είχε παρουσιαστεί αρχικά από τον συνθέτη Fabien Lévy [7]. Θα παρουσιάσουμε κάποια στοιχεία τα οποία θα στηρίζουν αυτήν την υπόθεση με στόχο να ξεκινήσουμε μια πιο γενική συζήτηση σχετικά με τη σχέση αλγεβρικών μοντέλων και αντίληψης/νόησης των μουσικών δομών.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- [1] Richard L. Crocker, “Pythagorean mathematics and music”, part 1: *Journal of Aesthetics and Art Criticism* vol. 22 no. 2, 1963, pp. 189-198, part 2: *Journal of Aesthetics and Art Criticism* vol. 22 no. 3, 1964, pp. 326-335.
- [2] Camille Durutte, *Esthétique musicale: technie ou lois générales du système harmonique*, Mallet-Bachelier & E. Girod & Typ. de Rousseau-Pallez, Paris & Metz 1855
- [3] John Fauvel, Raymond Flood, Robin J. Wilson (eds), *Music and Mathematics: From Pythagoras to Fractals*, Oxford University Press, 2003.
- [4] Yves Hellegouarch, “Gammes naturelles”, Publication APMEP (Association des Professeurs de Mathématiques de l’enseignement Public), n° 53, 1983, 164 p.
- [5] Yves Hellegouarch, Yves, “Outils diophantiens pour la définition d’une distance harmonique”, Talk given at the MaMuX Seminar, 13 April 2002. Available online at: <http://recherche.ircam.fr/equipes/repmus/mamux/documents/helle.PDF>
- [6] Ernst Krenek, *Über Neue Musik. Sechs Vorlesungen zur Einführung in die theoretischen Grundlagen*, Universal Edition, Wien, 1937.
- [7] Fabien Lévy, “Plaidoyer pour une oreille subjective et partisane. Une approche ,pythagoricienne’ de la perception culturelle des intervalles”, *Cahiers des philosophies du langage* n° 3 – Philosophie et musique, A. Soulez, Y. Sebestik, F. Schmitz (eds.), L’Harmattan, Paris, 1998.
- [8] Iannis Xenakis, “Vers une philosophie de la musique”, *Musiques nouvelles, Revue d’esthétique*, 1968. Reprinted in *Musique. Architecture*, Tournai, Casterman, 1971, p. 71-119.



17 | Θεωρία, αριθμός, αρμονία, Πυθαγορισμός: παρελθόν και παρόν στα γράμματα, το πνεύμα και τη μουσική νότα

Δημήτρης Λέκκας

Καθηγητής, Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Ελλάδα

Η παρούσα εργασία, βασισμένη κυρίως στην ατομική έρευνα του συγγραφέα, αποσκοπεί στη συγκριτική επανεξέταση της πυθαγόρειας παράδοσης από τρεις συνήθεις εναλλακτικές οπτικές γωνίες, με το βλέμμα στραμμένο προς την επιλογή της μιας που θα είναι η πιο εναργής και ευεπίφορη για την πρόοδο της θεωρητικής έρευνας και για την εφαρμογή. Προς τούτο επιχειρεί μια ανατομική της πυθαγόρειας μουσικής θεωρίας και των συμπαραομαρτούντων της, προκειμένου να εντοπίσει τα εκεί εμπεριεχόμενα νήματα που άγουν προς ένα καρποφόρο εκσυγχρονισμό.

Αυτές οι τρεις προσεγγίσεις είναι:

- η προσκόλληση στην κυριολεξία του πλήρους πυθαγόρειου δόγματος, επακριβώς όπως αυτό κατατίθεται στη φιλολογία και στην παράδοση,
- ένας ευρέως αλληγορικός υποθετικός λόγος σχετικά με το τι οι Πυθαγόρειοι (ενδεχομένως) εννοούσαν στην κάθε περίπτωση, με τανυσμούς του δόγματος μέσω διαφόρων ερμηνειών του, όπως τις αντιλαμβάνονται αλληλοδιαδόχοι μελετητές,
- μια επιστημολογικά αιτιολογημένη κριτική επισκόπηση του Πυθαγορισμού, που διαχειρίζεται τις ιδέες ως αφηρημένες αρχετυπικές συλλήψεις και προσαθεί, με πνεύμα χαλαρό και ευφάνταστο, να αποκαλύψει τι οι Πυθαγόρειοι (ενδεχομένως) εννοούσαν, επιστρατεύοντας μια λογική διεργασία που αφορμάται από ό,τι γνωρίζουμε πως εκείνοι γνώριζαν τότε, συνυπολογίζοντας όσα εμείς γνωρίζουμε τώρα· σ' αυτή την κατεύθυνση, κάποιες από τις ιδέες τους μπορεί να διατηρηθούν όπως έχουν κατά γράμμα ως άμεσα εφαρμόσιμες ακόμα και σήμερα, άλλες ακόμα μπορεί να αναθεωρηθούν με τήρηση του πνεύματος και εκσυγχρονισμό του γράμματός τους, ενώ άλλες, τέλος, να απορριφθούν ως άνευ αξίας.

Μια και ο Πυθαγόρας δεν κατέλιπε γραπτά κείμενα, αναγκαζόμαστε να βασιστούμε στους Πυθαγόρειους, άμεσα και έμμεσα. Αν θελήσουμε να εστιάσουμε στις απαράγραπτες επιστημονικές πλευρές του, αποφεύγοντας ό,τι κείται έξω από τα τεταγμένα της επιστήμης, όπως π.χ. τη θεοσοφία και την αριθμολογία, ιδού, βασικά, τι μπορούμε να αποκομίσουμε από τις διδαχές του.

► Στη θεμελιακή επιστημολογική σκέψη, ο Πυθαγορισμός ουσιαστικά εγκαινιάζει τη σαφή διαλεκτική ανάμεσα στο αρχέτυπο και τη μίμηση, η οποία διέπει την ανθρώπινη αντίληψη και ποίηση (δηλ. κατασκευαστική), τον σχεδιασμό και την πραγμάτωση, το τέλειο και το ατελές και την απάτη των αισθήσεων. Οι δύο όψεις αυτής της δι-

χοτομίας είναι, κατά τεκμήριο, εκείνες που εκδηλώνονται με άκρα σαφήνεια αργότερα στο ρήγμα μεταξύ Πλάτωνα και Αριστοτέλη.

► Στη μαθηματική λογική, τα θεωρήματα τίθενται ως αφηρημένες και αρχετυπικές προτάσεις –κενά σημαίνοντα–, με δυνατότητα εφαρμογής οπουδήποτε κρίνεται πρέπον, αλλά με απαράβατη υποχρέωση να παρέχονται και να κοινοποιούνται οι αποδείξεις τους –πρόκειται για την «ελληνική» στάση που εγκαινιάζεται από τον Θαλή και οδηγεί στη αξιωματική του Ευκλείδη.

► Στην αριθμητική, τα πάντα προκύπτουν από την αρίθμηση, που εδράζεται στη χρήση αριθμών φυσικών (δηλ. θετικών ακέραιων), και άρα προδιαγράφει ρητές διαιρέσεις με πηλικά που εκφράζουν αναλογίες ανάμεσα σε τέτοιους φυσικούς αριθμούς, προϋποθέτοντας επομένως τον καθορισμό μιας κοινής κατάλληλης θεωρητικής αριθμητικής μονάδας συμμετρότητας (πυθαγόρεια έννοια της μονάδος).

► Στη γεωμετρία, η εργασία διεξάγεται στη μία, τις δύο και τις τρεις διαστάσεις, ως σπουδή των ιδιοτήτων που χαρακτηρίζουν τα γραμμικά, επιφανειακά και χωρικά / στερεά σχήματα, οπότε κατά συνέπεια εγείρεται το πρόβλημα των ασύμμετρων / άρρητων σχέσεων καθώς κανείς κινείται ανάμεσα σε κατηγορήματα με διαφορετικό αριθμό διαστάσεων (κυρίως από την ευθεία στο επίπεδο), συνεπιφέροντας τη συνειδητοποίηση ότι η αριθμητική, στην κατά παράδοσιν διατύπωσή της, ισοδυναμεί με μονοδιάστατο μετρικό χώρο.

► Τέλος, θα επιχειρηθεί εκτενέστερη αναφορά σε δύο αλληλένδετους κλάδους, τη μουσική και την αστρονομία / κοσμολογία. Η βαθύτερη σπουδή της μουσικής είναι ικανή να κομίσει απαντήσεις σε ερωτήματα όπως τα ακόλουθα, συμβάλλοντας με προεκτάσεις που φθάνουν έως πολύ γενικότερες εκτιμήσεις:

- βάσει ποιου κινήτρου διατυπώνει ο Πυθαγόρας μαθηματική θεωρία της μουσικής;
- γιατί η θεωρία αυτή μελετάται επάνω σε χορδές; τι κερδίζεται και τι χάνεται;
- απέβλεπε άραγε το πυθαγόρειο σύστημα σε χρήση ως έμπρακτο σύστημα μουσικού τονισμού; αν όχι, τότε ως τι;
- πώς συμβιβάζεται επί της αρχής η ασυμφωνία που εγείρεται καθώς ο νόμος των μικρών αριθμών άγει σε κλάσματα με τεράστιους συντελεστές;
- ποια η σχέση ανάμεσα σε ένα τετράχορδο και ένα γένος, και ποια η σημασία της πρακτικής ύπαρξης χρωών σε ένα γένος; γιατί οι χρώες δεν εκπροσωπούνται δεόντως στη θεμελιακή πυθαγόρεια θεωρία;
- Πώς εκφράζονται η σύλληψη, η πρόσληψη και αντίληψη, η εφαρμογή και η πράξη στους τρεις τρόπους υποδιαίρεσης ενός μουσικού διαστήματος –αριθμητική, γεωμετρική, «αρμονική»;

Οι απαντήσεις σ' αυτά τα ερωτήματα παρέχουν ερείσματα για ποικιλία ζητημάτων, αρχίζοντας από την αφηρημένη φύση του πυθαγόρειου συστήματος και φθάνοντας μέχρι το εμφανές ίχνος μιας προϋπάρχουσας πεντατονικής μουσικής θεωρίας και πρακτικής, με προέλευση αυλητική.

Τα παραπάνω συνδέονται στην πορεία με την πυθαγόρεια σύλληψη του σύμπαντος και των νόμων του, καθώς αυτή εκφράζεται στην ούτω καλούμενη «περί ψυχής θεωρία του Πλάτωνος» και στα κοσμολογικά στοιχεία τα εμπεριεχόμενα στην αρμονία των σφαιρών. Για να ερμηνεύσουμε, να ανακαινίσουμε και να θέσουμε σε εφαρμογή αυτή την έξοχη σύλληψη, χρειάζεται μάλλον να ερευνήσουμε α' τον τότε γνωστό «κόσμο», δηλαδή μέρος του ηλιακού συστήματος, σε αντιπαράθεση προς τις σημερινές κοσμολογικές γνώσεις μας, β' ιδέες σχετικά με την κίνησή του, π.χ. το κέντρο περιφοράς –τη γη; τον ήλιο; το κεντρικόν πυρ;– και με τις ακτινικές αποστάσεις, όπως αυτές συναρτώνται προς τις (γνωστές, τότε) περιόδους περιφοράς, εν όψει του 3ου νόμου του Κέπλερ, γ' γνωστά επιστημονικά στοιχεία του ηλιακού συστήματος και μεγαλύτερων ουράνιων δομημάτων, που οι τρέχουσες επιστήμες απέτυχαν ή αρνήθηκαν να επισημάνουν, καθιστώντας έτσι αδύνατο το να τα αξιοποιήσουν ως εργαλείο προωθημένης κοσμικής κατανόησης. Θα προσκομίσουμε δεδομένα και ιδέες που εκθέτουν πώς μια χαλαρή χειραφετημένη ερμηνεία της αρμονίας των σφαιρών αποτελεί δυνητική κοσμολογική ιδέα-φάνη, η οποία ανοίγει νέες θύρες προς τις περιοδικές συναρτήσεις κι από εκεί προς χωρικές, χρονικές και δυναμικές γεωμετρίες, ξεκλειδώνοντας τον αχανή χώρο από τη μικροδομική (στοιχειώδες σωματίδιο-κύμα, τροχιακό, κβαντική, θεωρία (υπερ)χορδών κτλ.) έως τη μεγαδομική (γαλαξίες και εντεύθεν).

Η θεωρητική έκφραση όλων αυτών αναζητείται μέσα από διατυπώσεις αντλούμενες από τη μαθηματική θεωρία της μουσικής.



18 Αντίθετα στο φως: Ακουστική Αριθμητική

Anthony Moore

Καθηγητής, Media Department, University of Cologne, Γερμανία

Η παρούσα ομιλία εξετάζει την αντίληψη: το μέτρημα με το αυτί ίσως προέκυψε πριν από το μέτρημα με το μάτι. Σε αυτό τον φανταστικό κόσμο των “τυφλών” μαθηματικών, οι οργανωμένοι ήχοι αποτελούσαν κριτήριο για τους μαθηματικούς υπολογισμούς και την απομνημόνευση. Η οκτάβα λοιπόν, γίνεται τεχνική πολλαπλασιασμού με το δυο, αντί να αναλύεται σαν διπλασιασμός. Με τον ίδιο τρόπο, όλα τα υπόλοιπα μουσικά διαστήματα, γίνονται εργαλεία μέτρησης μέσα από προσεκτικές και επαναλαμβανόμενες ακροάσεις. Στόχος αυτής της ομιλίας είναι να εξερευνήσει αυτή την ιδέα.

Πέρα από τους μικρούς λόγους ακεραίων αριθμών που αντιστοιχούν σε συχνότητες, ή αλλιώς σε μήκη χορδών που παράγουν την οκτάβα, την πέμπτη και την τέταρτη υπάρχουν άρρητοι αριθμοί. Έτσι δημιουργήθηκε η τάση να συλλάβουμε το γεγονός αυτό με το μάτι, μέσω της απεικόνισής του, με τη βοήθεια της γεωμετρίας. Η πήγη αυτής της εσωτερικής τάσης ίσως ταυτίζεται με την ανάγκη που οδήγησε στη δημιουργία του αλφαβήτου. Έτσι, ίσως να μπορούμε να ένταξουμε αυτή τη στροφή από τη μουσικότητα στη γεωμετρία, στην ευρύτερη και ενδελεχώς μελετημένη στροφή από τον προφορικό στο γραπτό λόγο.

Η αναπαράσταση των ατέρμονων διαδικασιών στο οπτικό πεδίο δημιουργεί την ψευδαίσθηση του πεπερασμένου, ή οποία έρχεται, στην ουσία, σε αντίθεση με αυτό το όποιο προσπαθεί να αναπαρασταθεί. Η τετραγωνική ρίζα του 2 μπορεί να μην είναι εξολοκλήρου υπολογίσιμη, αλλά η διαδικασία προσέγγισης ενός συγκλίνοντος ορίου μπορεί να γίνει κατανοητή. Από τη φύση τους οι άρρητοι αριθμοί δε σταματούν και για το λόγο αυτό το πεδίο του χρόνου μπορεί να γίνει πίο άμεσα αντιληπτό ακουστικά. Ελάχιστες αλλαγές μπορούν να γίνουν αντιληπτές ως το διάφωνο διακρότημα μεταξύ δύο ταυτοχρόνως ηχούντων τόνων. Βάσει της ευαισθησίας του σε θέματα ενέργειας, το αυτί μπορεί να παρατηρήσει αλλαγές που κατ' αναλογία αντιστοιχούν στην παρατήρηση μιας λάμπας δέκα watt που αναβοσβήνει σε απόσταση 1.000 χιλιομέτρων (Manfred Euler 2001).

Για το λόγο αυτό η αρμονία είναι μια δυναμική, μαθηματική διεργασία ενώ η ακοή μια εγκεφαλκή, αριθμητική. Έχει υποστηριχθεί ότι αυτές οι διεργασίες εκτελούνται εν μέρει ή εξ ολοκλήρου υποσυνειδητά: “Πιστεύω ότι η βάση της συμφωνίας πρέπει να αναζητηθεί στην αναλογία των διακροτημάτων. Η μουσική είναι μια απόκρυφη, αριθμητική άσκηση που εκτελείται από την ψυχή, η οποία αγνοεί ότι μετράει” (Leibniz 1712). Ο ήχος από φυσικού του οργανώνεται βάσει των αρμονικών σειρών (Mersenne 1636, Sauveur 1702), οι οποίες εκδηλώνονται στο αυτί μέσω των ενεργειών των φωνητικών χορδών. Η αίσθηση της ακοής είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη φωνή, ως μέσο παραγωγής, για να μην αναφερθούμε στους βόμβους, τα βουήσματα, και άλλους αναπόφευκτους θορύβους που παράγονται από το ίδιο το σύστημα ακοής. Το ηχοτοπίο που δημιουργείται αναμεσα στα αυτιά του ακροατή και τον έξω κόσμο συνδιάζεται με τους εξωτερικούς ήχους, με αποτέλεσμα, ένα σχιζοφρενής (Schafer 1977) να μην είναι ίσως σε θέση να ξεχωρίσει τις εσωτερικές από τις εξωτερικές φωνές (Jaynes 1976).

Η προσήλωση σε υπνωτικά επαναλαμβανόμενες διεργασίες που γεννούν ατελείωτους αριθμούς πιθανώς να είχε θεωρηθεί από τους Πυθαγόρειους ως εμβάπτισμα στην καθαυτή πηγή όλων των ήχων και των αριθμών, όπου τους δημιούργησε κάποια αρχέγονη διαδικασία. Τουλάχιστον η ερμηνεία αυτή φαντάζει πιο πιθανή από τον υποτιθέμενο τρόπο ή ακόμα και την άγνοια των Πυθαγορείων σε τέτοια νεοσύστατα φαινόμενα. Και ίσως οι διανθισμοί να χρησιμοποιήθηκαν στη μουσική σαν ένα πέτασμα, προκυμένου να σφραγιστούν οι προφανείς και εναλλασσόμενες αλήθειες που παρατίθενται παρακάτω: Η τετρακτύδα χρησιμοποιείται σαν κάλυμμα, καμουφλάζ, ασπίδα, σαν ένα στέρεο αλλά ηχηρό κέλυφος.

19 | Από τον Πυθαγόρα στον Φουριέ και την Ηλεκτρονική Μουσική του 21ου αιώνα

Cort Lippe

Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Μουσικών Σπουδών, University of Buffalo, ΗΠΑ

Ο Πυθαγόρας θεωρείται ο αρχαιότερος από τις δυτικές φυσιογνωμίες μιας σειράς φιλοσόφων και επιστημόνων όπως ο Πλάτωνας, ο Αριστοτέλης, ο Βιτρούβιος, ο Γαλιλαίος, ο Φουριέ και ο Χέλμχολτς, αλλά και θεωρητικών της μουσικής και συνθετών, όπως ο Πτολεμαίος, ο Βοήθιος, ο Ζαρλίνο και ο Ραμώ. Με παραδείγματα από την έρευνά μου και συνθέσεις, θα αποδείξω, ότι ο «πυθαγόρειος» τρόπος σκέψης σύμφωνα με τον οποίον η ακουστική, η ψυχοακουστική, και η ανάλυση σήματος, επηρεάζουν τη μουσική σκέψη, είναι αναπόσπαστο τμήμα της επιστημονικής και αισθητικής εξέλιξης που προέρχεται από τον ίδιο τον Πυθαγόρα.

Τα βασικά μου ενδιαφέροντα ως συνθέτη, εστιάζονται στον τομέα της μουσικής που ασχολείται με μουσικά όργανα και ζωντανά διαδραστικά ηλεκτρονικά συστήματα σε συναυλίες. Αν και η μουσική αυτή, που συνδυάζει ήχο από μουσικά όργανα με ηλεκτρονικούς ήχους που παράγονται από υπολογιστές, μέσω μεγαφώνων, θέτει πολλά ενδιαφέροντα ερωτήματα, αισθητικής και επιστημονικής μορφής, σαν μέσο έκφρασης, είναι σαφές ότι προϋποθέτει από τους ερευνητές και τους συνθέτες που ασχολούνται με αυτόν τον τομέα, μια εις βάθος κατανόηση της ακουστικής, της ψυχοακουστικής και της επεξεργασίας σήματος. Η παρουσίαση αυτή θα εστιάσει σε παραδείγματα τεχνικών, που, χάρη στην πρόσφατη τεχνολογική πρόοδο, προσφέρουν πολλές δυνατότητες σε συνθέτες, και πηγάζουν από τη σκέψη και την μεθοδολογία του Πυθαγόρα.

Ο Πυθαγόρας μελέτησε την περιοδική κυματομορφή χρησιμοποιώντας το απλό αλλά ευφύεστατο εργαλείο, την παλλόμενη χορδή, ειδικά για την εξερεύνηση οριζόντιων διαστημάτων, κάθετης συνήχησης και τονισμού. Συχνά υπονοείται ότι η κάθετη εξερεύνηση της χροιάς (π.χ. αρμονικές σειρές) ήταν και αυτή μέρος της πυθαγόρειας σκέψης. Εφόσον οι ίδιες αναλογίες ακέραιων αριθμών υπάρχουν κάθετα και οριζόντια, και οι αρμονικές ήταν γνωστές και κατανοητές σε αυτό το πλαίσιο, και εφόσον επικρατούσαν ερωτήματα ως προς τη χροιά, είναι σαφές ότι ο Πυθαγόρας κατανοούσε, διαισθητικά τουλάχιστον, τη χροιά. Είναι επίσης σαφές ότι οι επιστημονικοί ερευνητές στη συνέχεια, συμπεριλαμβανομένου και του Φουριέ στον 19ο αιώνα, κατανοούσαν πλήρως τις πυθαγόρειες έννοιες περί αναλογίας ακέραιων αριθμών, αρμονικής σειράς, και της σχέσης τους με πολύπλοκες περιοδικές κυματομορφές.

Ο Φουριέ διατύπωσε την έννοια ενός πολύπλοκου παλλόμενου κύματος, υποστηρίζοντας ότι οποιαδήποτε περιοδική κίνηση θα μπορούσε να διασπαστεί σε μια σειρά ημιτονοειδών και συνημιτονοειδών κυματομορφών η σχέση των οποίων διέπεται από ακέραιους αριθμούς, με διαφορετική ένταση και φάση (σημεία έναρξης στην κυ-

ματομορφή). Εφόσον ο ήχος πολλών μουσικών οργάνων είναι ως επί το πλείστον περιοδική κίνηση, η ανάλυση Φουριέ είναι χρήσιμη για την μελέτη διαφόρων μορφών ήχου, και προσφέρει σε ερευνητές και συνθέτες πληροφορίες για το πώς οι διάφορες συχνότητες και το εύρος ενός ήχου αλλάζουν μέσα στον χρόνο. Η Discrete Fast Fourier Transform (DFFT) είναι μια τεχνική που αναπτύχθηκε πριν από μερικές δεκαετίες, αλλά μόνο από την προηγούμενη δεκαετία βρίσκεται στη διάθεση των περισσότερων συνθετών χάρη στη σημαντική αύξηση της υπολογιστικής ισχύος των προσωπικών υπολογιστών. Η τεχνική DFFT επιτρέπει την ανάλυση και την επεξεργασία του ήχου σε πραγματικό χρόνο με βάση το θεώρημα του Φουριέ. Η ανάλυση Φουριέ, εξαιρετικά ενδιαφέρονσα για τους συνθέτες, προσφέρει πληροφορίες για τη χροιά και τις αλλαγές της χροιάς που συμβαίνουν όταν παίζεται το όργανο. Πληροφορίες όπως η διαύγεια του τόνου, η περιεκτικότητα θορύβου, η αρμονικότητα, η μη αρμονικότητα, και η σχετική ένταση των αρμονικών, μπορούν να προσδιοριστούν με την ανάλυση Φουριέ. Τα δεδομένα που προκύπτουν από την ανάλυση Φουριέ αντιστοιχούν σε πληροφορίες για το πώς ο ερμηνευτής παίζει ένα όργανο. Παραδείγματος χάρη: αναλύοντας την ερμηνεία ενός βιολονίστα μπορούμε να βρούμε πώς και πόσο πιέζεται το δοξάρι (*forte*, *piano*, *τριβή*, ή απλός ήχος), το ακριβές σημείο και/ή τη χρήση του δοξαριού (*sul tasto sul ponticello*, *pizzicato*), το τονικό ύψος, και την αλλαγή του στις νότες που παίζονται (*glissando* και *portamento*). Είναι εξαιρετικά χρήσιμο για τον συνθέτη διαδραστικής ηλεκτρονικής μουσικής να έχει μια καθαρή εικόνα του τι ακριβώς κάνει ο ερμηνευτής, καθόσον μια τέτοια πληροφορία μουσικής έκφρασης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επηρεάσει το ηλεκτρονικό μέρος και να καθορίσει τη σχέση μεταξύ υπολογιστή και μουσικού.

Επιπλέον, τα δεδομένα της ανάλυσης Φουριέ μπορούν να αλλάξουν εκουσίως με τρόπο ώστε να δημιουργηθούν ηλεκτρονικές επεξεργασίες των ήχων των μουσικών οργάνων.

Εφόσον η ανάλυση Φουριέ παράγει λεπτομερείς πληροφορίες σε μικροσκοπική κλίμακα, οι δυνατότητες για επεξεργασίες του ήχου είναι πάρα πολλές. Η υπόλοιπη παρουσίαση εστιάζεται σε διάφορες από αυτές τις τεχνικές, όπως, *cross-synthesis*, *analysis/re-synthesis*, στις οποίες χρησιμοποιώ έννοιες που προέρχονται από πυθαγόρειες ιδέες ως προς τη συνήχηση: οι αρμονικές σειρές ενός ήχου μπορούν να επεκταθούν ή να συμπιεστούν, δημιουργώντας νέες χροιές οι οποίες είναι αρμονικές, αν η συμπίεση/αποσυμπίεση βασίζεται σε αναλογίες ακεραίων αριθμών, και μη αρμονικές, αν η αναλογία δεν βασίζεται σε ακέραιους αριθμούς.



Μιχάλης Ταρουδάκης

Καθηγητής, Τμήμα Μαθηματικών, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Μουσική και Μαθηματικά είναι συνδεδεμένα από την εποχή που ο άνθρωπος άρχισε να συνειδητοποιεί την αξία των αριθμών αλλά και την μαγεία του ρυθμού και κατ' επέκταση της μουσικής. Οι Πυθαγόρειοι ήταν αναμφισβήτητα οι πρώτοι που συσχέτισαν την θεωρία των αριθμών με την θεωρία της αρμονίας.

Η Πυθαγόρεια θεώρηση της μουσικής αποτελεί έκτοτε την βάση αναφοράς σε οποιαδήποτε προσπάθεια κατανόησης της αίσθησης που προξενεί το μουσικό άκουσμα.

Στόχος της παρουσιάσής μου είναι να καταγραφεί η διαχρονική σχέση μαθηματικών και μουσικής που ξεκινά από τους Πυθαγορείους και συνεχίζεται με τα σύγχρονα εργαλεία μαθηματικής ανάλυσης που χρησιμοποιούνται σε όλες τις εκφράσεις της μουσικής, από την πρωτογενή σύνθεση μέχρι την κατανόηση και τον χαρακτηρισμό του μουσικού ακούσματος, αλλά και έμμεσα ως εργαλεία βελτίωσης του μουσικού ακροάματος. Έτσι κοντά στην θεωρία αριθμών θα εισαχθεί και η έννοια της διαφορικής εξίσωσης ως εργαλείου μοντελοποίησης του μουσικού ακούσματος.

Από την άλλη μεριά, θα γίνει αναφορά στην μουσική απεικόνιση των μαθηματικών μέσω παραδειγμάτων από συνθέσεις που βασίζονται σε μαθηματικούς νόμους και οι οποίες έχουν παραχθεί με αλγορίθμους που συσχετίζουν μαθηματικές έννοιες με την παραγωγή μουσικών φθόγων. Στα πλαίσια αυτά θα γίνει αντιδιαστολή της Πυθαγόρειας άποψης για την μουσική με την μουσική άποψη ορισμένων από τους σύγχρονους μουσικούς οι οποίοι χρησιμοποιούν μαθηματικές έννοιες πέρα από την θεωρία αριθμών για να δομήσουν πάνω σε αυτές τις συνθέσεις τους.



21 | Πυθαγόρεια ριζώματα στη μοντέρνα μουσική Ακουστική και Ψυχοακουστική: από το μονόχορδο στα εικονικά όργανα

Αναστασία Γεωργάκη

Επίκουρος Καθηγήτρια, Τμήμα Μουσικών Σπουδών, Πανεπιστήμιο Αθηνών

Στη σύγχρονη επιστήμη της Μουσικής Ακουστικής και Ψυχοακουστικής, όπως και άλλων των παρεμφερών κλάδων της Μουσικής Πληροφορικής, η αναφορά στο έργο του Πυθαγόρα έχει πρωταρχική σημασία, καθώς παρουσιάζεται ως ο θεμελιωτής της υπολογιστικής θεωρίας της μουσικής.

Η θεμελιώδης παρατήρηση των Πυθαγορείων όσον αφορά στην συσχέτιση φυσικών ταλαντούμενων σωμάτων (χορδών, αέριων στηλών, ράβδων) με την αριθμητική τους υπόσταση θέτει τις απαρχές της σύγχρονης Μουσικής Ακουστικής για την μελέτη της ακουστικής συμπεριφοράς των οργάνων. Η σπουδαία, επίσης, παρατήρηση της μαθηματικού υποβάθρου που καθορίζει την αισθητική διάσταση των συμφωνιών και διαφωνιών θέτει τις βάσεις της σύγχρονης Ψυχοακουστικής.

Επίσης, η θεωρητική προσέγγιση του Πυθαγόρα γύρω από την *αρμονία των σφαιρών* ανοίγει νέα μονοπάτια στην κυματική αναζήτηση νέων ηχητικών συμπάντων στο χώρο της σύγχρονης αστρονομίας, μέσα από μια ερμηνευτική προσέγγιση του μικρόκοσμου με το μακρόκοσμο.

Η διαχρονική αξία της Πυθαγόρειας Σχολής διαφαίνεται μέσα από την πληθώρα αναφορών στο χώρο της σύγχρονης Συστηματικής Μουσικολογίας όπου η χρήση των νέων τεχνολογιών (ανάλυση-σύνθεση ήχων, ψηφιακή εγγραφή και επεξεργασία της μουσικής πληροφορίας, δημιουργία εικονικών οργάνων, κ.α) έχει ανοίξει νέες διόδους επικοινωνίας μεταξύ βασικών τομέων μελέτης της μουσικής (Φυσική, Αισθητική, Θεωρητική) που δείγματα διαθεματικής τους προσέγγισης συναντάμε στην Πυθαγόρεια Σχολή.

Στη παρούσα ανακοίνωση θα αναφερθούμε στο πρώτο μέρος σε μια σύντομη αναδρομή της ανάπτυξης της ακουστικής θεωρίας του Πυθαγόρα (ταλάντωση, χορδές, αναλογίες) από την αρχαιότητα (Αρχύτας ο Ταραντίνος) έως και τον 20ο αιώνα (Hermann von Helmholtz), καθώς και την αξία της Πυθαγόρειας σκέψης στην σύγχρονη Μουσική Ακουστική.

Επίσης, θα γίνει αναφορά στις τρεις βασικές θεωρίες αντίληψης συμφωνίας και διαφωνίας από τον Πυθαγόρα μέχρι την θεωρία των κρίσιμων ζωνών του Plomp-Levelt (1965), εστιάζοντας στην αξία της Πυθαγόρειας ακουστικής προσέγγισης σαν ένα μοντέλο για την βιολογική αντίληψη των συνηχήσεων, αντικείμενο μελέτης των σύγχρονων νευροφυσιολόγων.

Στο τρίτο μέρος θα παρουσιάσουμε δείγματα της Πυθαγόρειας ακουστικής Θεωρίας μέσα από το πρωτότυπο ψηφιακό όργανο εικονική τετρακτύς (virtual tetraktys)

που αναπτύξαμε στο εργαστήριο Μουσικής ακουστικής τεχνολογίας σε περιβάλλον Max/Msp, σαν ένα ανοικτό εργαλείο εκπαίδευσης, σύνθεσης και πειραματισμού όχι μόνο στο χώρο της μουσικής αλλά και στο χώρο της οπτικής μουσικής.



Βιογραφικά

Χαράλαμπος Χ. Σπυρίδης

Γεννήθηκε στην Ξάνθη το 1948. Μουσικές σπουδές (φλάουτο, κλαρινέτο, σαξόφωνο τενόρο) πραγματοποίησε στην Φιλαρμονική του Δημοτικού Ωδείου Ξάνθης (1958-72) με διδασκάλους τους Κωνσταντίνο Μιχακόπουλο, Θεόδωρο Παπαλεξανδρίδη, Νικόλαο Κουρσουμτζόγλου. Θεωρητικά εσπούδασε με τον Θεόδωρο Μιμίκο. Εδιδάχθη Βυζαντινή μουσική από τους Παπανικολάου Θρασύβουλο, Ταλιαδώρο Χαρίλαο, Σουρλατζή Δημήτριο, Θεοδοσόπουλο Χρύσανθο.

Έλαβε Πτυχίο Φυσικής (1972), Μεταπτυχιακό Δίπλωμα (Master) ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ (ΡΑΔΙΟΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ) (1977-79) και Διδακτορικό Δίπλωμα (1983) από το Τμήμα Φυσικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Υπηρέτησε στο Εργαστήριο της Γ' Έδρας Φυσικής του Α.Π.Θ. (1977-1993). Από το 1993 υπηρετεί ως Καθηγητής Μουσικής Ακουστικής, Πληροφορικής στο Τ.Μ.Σ. του Ε.Κ.Π.Α. Ίδρυσε και διευθύνει το Εργαστήριο Μουσικής Ακουστικής Τεχνολογίας του Τ.Μ.Σ. του Ε.Κ.Π.Α

Διδακτικοί και ερευνητικοί του τομείς: Φυσική και Μουσική Ακουστική, Μαθηματικά της μουσικής, Θόρυβος-Ηχοπροστασία, Ακουστική κλειστών χώρων, Βιοακουστική, Ψυχοακουστική, Ηλεκτροακουστική, Αρχαία Ελληνική μουσική, Βυζαντινή και Δημοτική μουσική, Μουσική με Ηλεκτρονικούς Υπολογιστές, Επικοινωνία ανθρώπων με την χρήση «φυσικών» και «σφυρικών» γλωσσών.

Συνέγραψε 48 Πανεπιστημιακά συγγράμματα και δημοσίευσε επιστημονικές εργασίες σε έγκριτα επιστημονικά περιοδικά και στα Πρακτικά Συνεδρίων και Συμποσίων (Τοπικών –Διεθνών).

E-mail: hspyridis@music.uoa.gr

Ιστοσελίδα: <http://users.uoa.gr/~hspyridis/>

Friedrich Kittler

Ο Friedrich Kittler γεννήθηκε στο Rochlitz της Σαξονίας. Το 1958 εγκαταστάθηκε στη δυτική Γερμανία όπου και τελείωσε το λύκειο. Από το 1963 έως το 1972 σπούδασε Γερμανική Φιλολογία, Λατινική γλώσσα και Φιλοσοφία στο Πανεπιστήμιο Albert-Ludwigs. Το 1976 ολοκλήρωσε τη διδακτορική του διατριβή με θέμα τον ποι-

ητή Conrad Ferdinand Meyer και διορίστηκε Λέκτορας Γερμανικών στο Πανεπιστήμιο του Freiburg για την επόμενη δεκαετία. Το 1982 διατέλεσε επισκέπτης καθηγητής στο Πανεπιστήμιο Berkeley της Καλιφόρνιας, και το 1982-83 επισκέπτης καθηγητής στο Πανεπιστήμιο Stanford. Από το 1983 ως το 1986 ήταν αναπληρωτής καθηγητής στο Collège International de Philosophie του Παρισιού και το 1986 επισκέπτης καθηγητής στα Πανεπιστήμια του Basel της Ελβετίας και στο της Καλιφόρνιας. Από το 1986 έως το 1990 απέκτησε έδρα στο Πανεπιστήμιο του Kassel. Το 1987 ήταν ακόμη μία φορά, επισκέπτης καθηγητής στο Santa Barbara. Την ίδια χρονιά απέκτησε έδρα καθηγητή Γερμανικής Φιλολογίας στο Πανεπιστήμιο του Bochum. Το 1993 ταξίδεψε στο Βερολίνο για να αποδεχτεί την προεδρία του τμήματος της Αισθητικής και της Ιστορίας των Μέσων στο Πανεπιστήμιο Humboldt. Το 1993 τιμήθηκε με βραβείο Media Arts Prize for Theory, από το ZKM στο Karlsruhe. Από το 1995 έως το 1997 διατέλεσε επικεφαλής μιας κρατικής ομάδας έρευνας σχετικά με την Ιστορία των Μέσων, ενώ αναγορεύτηκε επίτιμος διδάκτωρ του Πανεπιστημίου του Yale (1997) και του Columbia University της Νέας Υόρκης.

Χρήστος Τερζής

Ακαδημαϊκές Σπουδές: Αττικόν Ωδείον: (1993) Δίπλωμα κλασικής κιθάρας, Πτυχίο Αρμονίας. (1995) Πτυχίο Αντίστιξης. Πανεπιστήμιο Αθηνών: (1996) Πτυχίο Τμήματος Μουσικών Σπουδών. (2008) Διδακτορικό Δίπλωμα στην Αρχαιομουσικολογία· Θέμα Διατριβής: Διονυσίου, *Τέχνη Μουσική*, Κριτική Έκδοση.

Απασχόληση: (1993-97) Καθηγητής κλασικής κιθάρας, Αττικόν Ωδείον.

(1997-08) Υπότροφος και κατόπιν εξωτερικός ερευνητής του Ινστιτούτου Μεσογειακών Σπουδών του Ιδρύματος Τεχνολογίας Έρευνας.

(2008-09) Επιστημονικός Συνεργάτης στο Τμήμα Μουσικών Σπουδών του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Martin Carlé

Ο Martin Carlé σπούδασε Μουσικολογία και Φιλοσοφία στα Πανεπιστήμια Hamburg και Humboldt του Βερολίνου, από όπου απέκτησε μεταπτυχιακό τίτλο στη Musik- und Kulturwissenschaft με επιβλέποντες καθηγητές τους Peter Wickie και Freidrich Kittler. Πήρε υποτροφία προκειμένου να φοιτήσει στο εντατικό πρόγραμμα “Γνωστικής Μουσικολογίας” και εργάστηκε ως βοηθός στη επιστημονική ομάδα του Helmholtz-Centre for Cultural Technique, στο ερευνητικό πρόγραμμα DFG “Image-Scripture-Cipher”, που αφορούσε στην “Τριγωνομετρία Εικόνας και Ήχου”. Το 2003 έγινε δάσκαλος Θεωρίας των Μέσων, βοηθώντας με αυτόν τον τρόπο στη εγκαθίδρυση αντιστοίχου τμήματος στο πανεπιστήμιο Humboldt υπό τον Wolfgang Ernst. Στο παρελθόν έχει ασχοληθεί με την ηχογράφηση, τη μουσική τεχνολογία και τον προγραμματισμό, ενώ συνεργάστηκε και με αρκετούς καλλιτέχνες για διάφορα έργα. Επί του πα-

ρόντος εκπονεί τη διδακτορική του διατριβή με θέμα “Augmented Phenomenology”. Τα βασικά ενδιαφέροντα του αφορούν στην επιστημολογία της προσομοίωσης χρονο-κεντρικών διεργασιών, και την ακουστική αρχαιολογία. Έχει εκδώσει 2 βιβλία με τίτλους: Signalmusik MK II – a time-critical archaeology of the techno-system QRT, Kadmos 2006 and Cat-Notation, Merve 2009. Το τελευταίο του άρθρο που σχετίζεται με τη θεματολογία της Δημερίδας έχει τίτλο “Parasemantics and Enharmony - coding and decoding the Ancient Greek sonosphere”, και εκδόθηκε στο Mathematics and Computation in Music, Springer 2009.

Νίκος Ξανθούλης

Ο Νίκος Ξανθούλης είναι συνθέτης, κορυφαίος Α' τρομπετίστας της Ορχήστρας της Εθνικής Λυρικής Σκηνής από το 1984, Διδάκτωρ της Μουσικής Ακαδημίας της Σόφιας, καθηγητής τρομπέτας και Ανωτέρων Θεωρητικών στο Ωδείο Αθηνών και από το 2004 διδάσκει στο Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Ιωάννης Ζάννος

Ο Ιωάννης Ζάννος, έχει σπουδάσει μουσική σύνθεση, εθνομουσικολογία και διαδραστικές τεχνικές. Έχει διατελέσει διευθυντής του Τμήματος Μουσικής Τεχνολογίας και Τεκμηρίωσης στο Κρατικό Ινστιτούτο Μουσικής Έρευνας του Βερολίνου (SIM) και διευθυντής στο Κέντρο Έρευνας Ηλεκτρονικής Τέχνης και Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνια, στην Santa Barbara. Έχει συμμετάσχει σε πολυάριθμες διεθνείς συνεργασίες στον τομέα των Τεχνών Νέων Μέσων (Media Arts) και έχει πραγματοποιήσει multimedia έργα και παραστάσεις τόσο μόνος του όσο και σε συνεργασία με άλλους καλλιτέχνες. Διδάσκει ήχο και διαδραστικές τέχνες στο Τμήμα Τεχνών Ήχου και Εικόνας και στο μεταπτυχιακό Τέχνες και Τεχνολογίες του Ήχου στο Μουσικό Τμήμα του Ιονίου Πανεπιστημίου, στην Κέρκυρα.

Θωμάς Κ. Αποστολόπουλος

Ο Θωμάς Αποστολόπουλος γεννήθηκε το 1963.

Έχει πτυχίο Νομικής Σχολής, Μεταπτυχιακό Ιστορίας, Φιλοσοφίας και Κοινωνιολογίας του Δικαίου, Πτυχίο και Δίπλωμα Βυζαντινής Μουσικής.

Είναι διδάκτωρ του τμ. Μουσικών Σπουδών του Πανεπιστημίου Αθηνών (1997). Δραστηριοποιείται στη μουσική εκτέλεση (βυζαντινή μουσική, ούτι, τραγούδι), διδασκαλία, επιστημονική έρευνα, δισκογραφικές επιμέλειες και δημοσιεύσεις για τα αντικείμενα της ελληνικής παραδοσιακής μουσικής.

Έχει διδάξει: σε Μουσικά Σχολεία, στην σχολή παραδοσιακής μουσικής «Εν Χορδαίς, στο Πανεπιστήμιο Μακεδονίας και πολλά σεμινάρια.

Έχει εκλεγεί (Απρίλιος 2009) ως επίκουρος καθηγητής στο Τμήμα Μουσικών Σπουδών του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Θεόδωρος Κίτσος

Ο Θεόδωρος Κίτσος φοίτησε στο Τμήμα Μουσικών Σπουδών του Ιονίου Πανεπιστημίου σπουδάζοντας παράλληλα κιθάρα (πτυχίο και δίπλωμα με τους Π. Ιωάννου και Κ. Γρηγορέα αντιστοιχα). Στη συνέχεια μετέβη στην Αγγλία για να ειδικευτεί στην ερμηνεία παλαιάς μουσικής μελετώντας ιστορικά νυκτά έγχορδα (λαούτο, θεόρβη, μπαρόκ κιθάρα) με την E. Kenny. Ως υπότροφος του Ιδρύματος Μιχελή, απέκτησε μεταπτυχιακή ειδίκευση από το Πανεπιστήμιο του York. Συνέχισε τις σπουδές του με υποτροφίες από το Ίδρυμα Ωνάση και το Πανεπιστήμιο του York και αναγορεύθηκε διδάκτορας το 2005.

Δίνει τακτικά διαλέξεις και ομιλίες, ενώ εργασίες του έχουν δημοσιευτεί στα επιστημονικά περιοδικά *The Lute*, *Μουσικός Λόγος* και *Χρονικά Αισθητικής*. Έχει συμμετάσχει σε ηχογραφήσεις δίσκων και συναυλίες στην Ελλάδα, το Ηνωμένο Βασίλειο, την Ισπανία και τη Βουλγαρία με διάφορα σύνολα (*Yorkshire Baroque Soloists*, *Réjouissance*, *KOA*, *KOΘ*, *Latinitas nostra*, *Ex silentio* κ.ά) και σολίστ όπως οι Lynne Dawson, Romina Basso (σοπράνο), James Bowman, Robin Blaze (κόντρα τενόροι) Stephen Varcoe (βαρύτονος) και Simon Jones (βιολί).

Παράλληλα με την καλλιτεχνική και ερευνητική του δραστηριότητα, από το 2005 διδάσκει ως επιστημονικός συνεργάτης στο Τμήμα Τεχνολογίας Ήχου και Μουσικών Οργάνων του ΑΤΕΙ Ιονίων Νήσων. Το Μάιο του 2009 εκλέχθηκε λέκτορας στο Τμήμα Μουσικών Σπουδών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου.

Gerard Assayang

Ο Gerard Assayang είναι επικεφαλής της ομάδας Μουσικής Αναπαράστασης του Ircam-CNRS. Μαζί με τον Carlos Agon είναι οι σχεδιαστές του μουσικού λογισμικού *OpenMusic*, το οποίο χρησιμοποιείται στις μέρες μας από πολλούς συνθέτες και θεωρητικούς της μουσικής. Ήταν οργανωτής του Φόρουμ “Μαθηματικά και Μουσική” στο Παρίσι, το οποίο αποτέλεσε ιστορική καμπή στη σύγχρονη ιστορία των σχέσεων μεταξύ μαθηματικών και μουσικής. Τα κυριότερα επιστημονικά του ενδιαφέροντα αφορούν στην υπολογιστική ανάλυση ήχου και μουσικής, στις γλώσσες προγραμματισμού, στην προσομοίωση ύφους και τον αυτοσχεδιασμό, καθώς και στη μουσική σύνθεση με τη βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Αντώνιος Αντωνόπουλος

aantonoi@mus.auth.gr aantiant@ontelecoms.gr aantiant@neuf.fr

Γεννήθηκε στην Αθήνα (1958), όπου ολοκλήρωσε τις μουσικές και πανεπιστημιακές του σπουδές (Δίπλωμα Σύνθεσης, Δίπλωμα Πιάνου, Πτυχίο Παιδαγωγικού τμήματος του Πανεπιστημίου Αθηνών). Είναι διδάκτωρ του Πανεπιστημίου Sorbonne-Paris 4, με αντικείμενο την αναλυτική μουσικολογία του δεύτερου μισού του 20ου αιώνα (Μητρική υποδειγματοποίηση στο έργο του Ιάννη Ξενάκη). Διδάσκει Συστηματική μου-

σικολογία – Εισαγωγή στο συνθετικό έργο του Ιάννη Ξενάκη, στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Έχει συγγράψει το θεωρητικό έργο Από την Τονική στη Σύγχρονη Μουσική Θεωρία. Διετέλεσε επί διετία παραγωγός της εκπομπής Μούσα Πολύτροπος στο Γ' Πρόγραμμα της Ελληνικής Ραδιοφωνίας. Ως επιστημονικός συνεργάτης, έχει συνεργαστεί με το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο για την παραγωγή του εκπαιδευτικού DVD Μουσική, για την Α-θμια εκπαίδευση. Έχει λάβει μέρος με εισηγήσεις του σε συνέδρια και σεμινάρια μουσικολογίας και σύγχρονης φιλοσοφίας της μουσικής στην Ελλάδα και τη Γαλλία. Μελέτες και άρθρα του για τον Αρχαίο Ελληνικό Μουσικό Πολιτισμό και για τον Ιάννη Ξενάκη έχουν δημοσιευτεί σε σχετικά περιοδικά. Είναι μέλος της Ένωσης Ελλήνων Μουσουργών. Συνθέσεις του έχουν παρουσιαστεί σε ποικίλες διοργανώσεις.

Την εκπαιδευτική μουσική δραστηριότητα άρχισε το 1982. Είναι πιστοποιημένος από το Ε.ΚΕ.ΠΙΣ. καθηγητής μουσικής και εκπαιδευτικός σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Ε.Ε. Κατέχει τη θέση Διευθυντή Σπουδών σε Ωδεία και Μουσικές Σχολές. Έχει διατελέσει καθηγητής στο Πειραματικό Μουσικό Γυμνάσιο Παλλήνης και το Πειραματικό Μουσικό Λύκειο Παλλήνης. Διδάσκει Σύνθεση, Ανώτερα Θεωρητικά της Μουσικής, Θεωρία Μουσικών Συστημάτων, Θεωρία του Αρχαίου Ελληνικού Μουσικού Συστήματος και Μουσική Ανάλυση.

Γαρυφαλλιά Ε. Ντζιούνη

Η Γαρυφαλλιά Ε. Ντζιούνη είναι μουσικολόγος του Τμήματος Μουσικών Σπουδών του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, απ' όπου πήρε διδακτορικό δίπλωμα μουσικολογίας με τίτλο: «Η μουσικοθεραπευτική πράξη μέσα από τα αρχαιοελληνικά κείμενα». Προχώρησε επίσης τις μουσικές της σπουδές: ανώτερα θεωρητικά (πτυχία Αρμονίας και Αντίστιξης από το Ελληνικό Ωδείο) και πτυχίο πιάνου (από το Ορφικό Ωδείο). Είναι καθηγήτρια μουσικής Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης και κέντρο του ερευνητικού της ενδιαφέροντος αποτελεί η μουσικοθεραπεία, η μουσική ιατρική και η μουσική ψυχολογία.

Κωνσταντίνος Γ. Α. Νιάρχος

Προπτυχιακά Σπουδαί: Πανεπιστήμιον Αθηνών

Μεταπτυχιακά Σπουδαί: Πανεπιστήμια Oxford και London (King's College)

Διδακτορικά Σπουδαί: Oxford, Δ. Phil (Αρχαία Φιλοσοφία)

Καθηγητής της φιλοσοφίας Πανεπιστημίου Αθηνών (Φιλοσοφική Σχολή)

Συγγραφέας περί των 150 Βιβλίων, Μονογραφιών, Άρθρων, Μελετών.

Πρόεδρος της Διεθνούς Επιστημονικής Εταιρίας Αρχαίας Ελληνικής Φιλοσοφίας

Μέλος Διεθνών και Ελληνικών Φιλοσοφικών Εταιριών

Επισκέπτης καθηγητής πανεπιστημίων.

Συμμετοχή σε Συνέδρια, ελληνικά και διεθνή.

Παύλος Καϊμάκης

Ο Παύλος Καϊμάκης γεννήθηκε στη Θεσσαλονίκη το 1947. Πήρε πτυχίο φιλοσοφίας από το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης και διδακτορικό από το Πανεπιστήμιο του Παρισιού (Paris IV). Είναι αναπληρωτής καθηγητής Φιλοσοφίας στο Τμήμα Φιλοσοφίας και Παιδαγωγικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Τα διδακτικά και ερευνητικά ενδιαφέροντά του στρέφονται κυρίως γύρω από θέματα αισθητικής και ειδικότερα αισθητικής της μουσικής. Έχει συμμετάσχει σε πολλά συνέδρια φιλοσοφίας και αισθητικής, και άρθρα του είναι δημοσιευμένα σε ειδικά φιλοσοφικά περιοδικά. Το 2005 κυκλοφόρησε το βιβλίο του *Φιλοσοφία και Μουσική*. Η μουσική στους Πυθαγόρειους, τον Πλάτωνα, τον Αριστοτέλη και τον Πλωτίνο.

Ευστράτιος Θεοδοσίου

Ο Δρ. Ευστράτιος Θεοδοσίου είναι αναπληρωτής καθηγητής της Ιστορίας και Φιλοσοφίας της Αστρονομίας και των Φυσικών Επιστημών στο Τμήμα Φυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών. Τα επιστημονικά του ενδιαφέροντα στρέφονται στην Παρατηρησιακή Αστροφυσική, στη δορυφορική φασματοσκοπία αστέρων προγενεστέρων φασματικών τύπων, στους διπλούς και πολλαπλούς αστέρες, καθώς και στην Ιστορία και Φιλοσοφία της Αστρονομίας και των Φυσικών Επιστημών. Έχει πλέον των 110 επιστημονικών δημοσιεύσεων σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά, πλέον των 300 επιστημονικών άρθρων σε ημερήσιο και περιοδικό τύπο, ενώ από τις εκδόσεις Δίαυλος κυκλοφορούν δεκαπέντε βιβλία του πάνω στα επιστημονικά ενδιαφέροντά του.

Thomas Noll

Ο Thomas Noll σπούδασε μαθηματικά και σημειωτική. Διδάσκει θεωρία της μουσικής στο πανεπιστήμιο ESMUC της Barcelona, και εργάζεται στον τομέα της μαθηματικής θεωρίας της μουσικής, με έμφαση στη μετασχηματική έρευνα των τονικών σχέσεων. Είναι βοηθός αρχισυντάκτη στο περιοδικό *Journal of Mathematics and Music*.
<http://flp.cs.tu-berlin.de/~noll>

Moreno Andreatta

Ο Moreno Andreatta αποφοίτησε το 1996 από το Τμήμα Μαθηματικών του University of Pavia και δύο χρόνια αργότερα ολοκλήρωσε τις σπουδές του στο πιάνο στο Novara Conservatory. Το 2003 απέκτησε διδακτορικό τίτλο στον τομέα της Υπολογιστικής Μουσικολογίας στο EHESS του Παρισιού, εκπονώντας διδακτορική διατριβή στις αλγεβρικές μεθόδους της μουσικής και μουσικολογίας του 20ού αιώνα. Πλέον είναι ερευνητής CNRS στο IRCAM. Από το 2001 συνδιοργανώνει δίμηνα σεμινάρια μουσικής και μαθηματικών στο Παρίσι: Το σεμινάριο MaMux στο IRCAM (με τον Carlos Agon) και το MaMuPhi στο ENS (με τους François Nicolas και Charles Alunni). Είναι ιδρυτικό μέλος του περιοδικού *Journal of Mathematics and Music* (Taylor & Francis), και αντιπρόεδρος του “Society of Mathematics and Computation in Music”. Συνδιευθύνει

δύο σειρές βιβλίων που αφορούν στη σχέση μαθηματικών και μουσικής: τα “Musique/ Sciences Series” και “Computational Music Sciences Series”. Ο Moreno Andreatta διδάσκει μαθηματικές μεθόδους μουσικής με ηλεκτρονικούς υπολογιστές σε διάφορα διδακτορικά προγράμματα στη Γαλλία και την Ιταλία (ATIAM-Ircam, AST-Grenoble, ENST de Bretagne, University of Pisa and Milan).

Δημήτρης Ε. Λέκκας

Παιδεία: BS, Μαθηματικά, Carnegie–Mellon University· MBA, The University of Rochester· διδάκτωρ, Τμήμα Μουσικών Σπουδών Π.Α. Συγγραφέας και διδάσκων, Σπουδές στον Ελληνικό Πολιτισμό, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Πολυετής επαγγελματική εμπειρία στα μέσα ενημέρωσης· μουσικολογικά και άλλα κείμενα σε έντυπες εκδόσεις, διδασκαλία σεμιναρίων και μαθημάτων για μουσική και μαθηματικά, μεταφράσεις. Μαθητής του Καταλανού συνθέτη Leonardo Balada, έχει συνθέσει μουσική για διάφορα σύνολα· τραγούδια, δίσκοι, cd και dvd, μουσικές για θέατρο και οπτικοακουστικά μέσα, εκθέσεις, μπαλέτα.

Έρευνα στους τομείς της τονοτροπικής και ρυθμικής θεωρίας της μουσικής, της δομικής και ιστορικής μουσικολογίας και εθνομουσικολογίας, των καθαρών μαθηματικών, της κοσμολογίας και αστρονομίας, της γλωσσολογίας και της αρχαίας φιλοσοφίας σε ό,τι σχετίζεται με τη μουσική. Συνέδρια, εκδόσεις.

Anthony Moore

Ο Anthony Moore (1948), συνθέτης και media artist, είναι από το 1996 μόνιμος καθηγητής C4 της Ακαδημίας Arts and Media της Κολωνίας, στο τμήμα των Arts and Media Sciences, όπου μελετά τη θεωρία και ιστορία του ήχου. Είναι δημιουργός πολλών μουσικών έργων, τραγουδιών, ηχο-εγκαταστάσεων και μουσικής ταινιών, τα οποία έχουν λάβει διεθνή βραβεία. Το 1972 υπήρξε ιδρυτικό μέλος του μουσικού συγκροτήματος “Slapp Happy”. Συνεργάστηκε επίσης με το συγκρότημα “Pink Floyd”, κατά την ηχογράφηση 2 άλμπουμ, στα οποία ασχολήθηκε με το γενικό σχεδιασμό, τους ήχους και τους στίχους. Ήταν ακόμα συνθέτης της τηλεοπτικής όπερας “Camera”, δουλειά κατ’ ανάθεση του Channel 4. Η Polygram έχει κυκλοφορήσει 3 δίσκους με έργα του: “Pieces from the Cloudland Ballroom”, “Secrets of the Blue Bag” και “Reed, Whistle & Sticks” για φωνές, έγχορδα, ξύλινα πνευστά και κρουστά. Το 1996 έγινε καθηγητής Ακουστικής Σχεδίασης και Πρόεδρος του Μουσικού Τμήματος της Ακαδημίας της Κολωνίας (KHM). Από το 2000 έως το 2004 διατέλεσε Πρύτανης της Ακαδημίας της Κολωνίας. Εκτός από τη διδασκαλία, εξακολουθεί να ασχολείται με τη συγγραφή και τη σύνθεση.

Cort Lippe

Σπουδές: Larry Austin στις ΗΠΑ, G.M. Koenig and Paul Berg, Instituut voor Sonologie, Ολλανδία, Ιάnnης Ξενάκης Paris I. Σεμινάρια: Boulez, Donatoni, K.Huber, Messiaen, Penderecki, and Stockhausen. Εργασία: 1983-86 CEMAMu δίδαξε μαθή-

ματα, βοήθησε στην ανάπτυξη του UPIC. 1986-94 IRCAM, ανέπτυξε μουσικές εφαρμογές σε real-time και δίδαξε μαθήματα νέας τεχνολογίας στη σύνθεση. Από το 1994 διδάσκει στο τμήμα Μουσικής του Πανεπιστημίου του University at Buffalo στη Νέα Υόρκη σαν αναπληρωτής καθηγητής Σύνθεσης και Διευθυντής των Hiller Computer Music Studios.

Θέσεις Επισκέπτη καθηγητή: 1999-2006 Sonology Department στο Πανεπιστήμιο Μουσικής του Kunitachi στο Τόκιο της Ιαπωνίας, 1999-2001 στο Carl Nielsen Conservatory of Music, Odense στη Δανία, 2007 Πανεπιστήμιο New York University στη Νέα Υόρκη 2009 υπότροφος του ιδρύματος Fulbright, στο Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο.

Βραβεία σύνθεσης: 1^ο Irino Prize (Ιαπωνία), Bourges Electroacoustic Prize (Γαλλία), El Callejon Del Ruido Competition (Μεξικό), USA League-ISCM Competition (ΗΠΑ), Leonie Rothschild Competition (ΗΠΑ); 2^ο Music Today Competition (Ιαπωνία), 3^ο Newcomp Competition (ΗΠΑ). Ειδική μνεία: Prix Ars Electronica 1993 και 1995 (Αυστρία), Kennedy Center Friedheim Awards (ΗΠΑ), Sonavera International Competition (ΗΠΑ), και Luigi Russolo Competition (Ιταλία). Παραγγελίες: International Computer Music Association, Sonic Arts Research Center, Belfast (Ηνωμένο Βασίλειο), Festival El Callejon del Ruido, (Μεξικό), Υπουργείο Παιδείας της Ολλανδίας, και Zentrum für Kunst und Medientechnologie, (Γερμανία). Εκτελέσεις έργων του: International Computer Music Conference, ISCM World Music Days, Gaudeamus, Tokyo Music Today, Bourges, Huddersfield, και SARC's Sonorities. Ηχογραφήσεις: ADDA, ALM, Apollon, Big Orbit, CBS-Sony, Centaur, Classico, CMJ, EMF, Hungaroton Classic, Harmonia Mundi, ICMC2000, ICMC2003, IKG Editions, Innova, MIT Press, Neuma, Salabert, SEAMUS, Sirr, και Wergo.

Μιχάλης Ταρουδάκης

Ο Μιχάλης Ταρουδάκης είναι Αναπληρωτής Καθηγητής και Πρόεδρος του Τμήματος Μαθηματικών του Πανεπιστημίου Κρήτης. Πήρε το Δίπλωμα του Ναυπηγού Μηχανολόγου Μηχανικού από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο το 1979 και το Διδακτορικό του στην Υποβρύχια Ακουστική από το ίδιο Ίδρυμα το 1988. Η Ακαδημαϊκή του καριέρα ξεκίνησε το 1990 στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, όπου εξελέγη Λέκτορας και από το 1993 διδάσκει στο Πανεπιστήμιο Κρήτης όπου πρόσφατα εξελέγη Καθηγητής. Από το 1988 είναι συνεργαζόμενος Ερευνητής στο Ινστιτούτο Υπολογιστικών Μαθηματικών του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας στο Ηράκλειο.

Η ερευνητική του περιοχή εστιάζεται στην μαθηματική προσομοίωση φυσικών φαινομένων με έμφαση σε προβλήματα κυματικής διάδοσης και ιδιαίτερα ακουστικής. Έχει περισσότερες από 60 δημοσιευμένες εργασίες σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά και Διεθνή Συνέδρια με κριτές και έχει αναλάβει ως επιστημονικός υπεύθυνος πολυάριθμα ερευνητικά προγράμματα. Είναι Εταίρος (Fellow) της Ακουστικής Εταιρίας της Αμερικής, Πρόεδρος του Ελληνικού Ινστιτούτου Ακουστικής από το 2008 και μέλος

της Επιστημονικής Επιτροπής για την Υποβρύχια Ακουστική στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης Ακουστικής.

Η ενασχόλησή του με την μουσική δεν έχει χαρακτήρα ερευνητικό αλλά εντάσσεται στα γενικότερα ενδιαφέροντά του.

Αναστασία Γωργάκη

Η Αναστασία Γεωργάκη γεννήθηκε στην Λευκάδα. Σπούδασε Φυσική (Πανεπιστήμιο Αθηνών, πτυχίο 1986) και Μουσική στο Ελληνικό Ωδείο Αθηνών (πτυχίο Αρμονίας και πτυχίο Αντίστιξης - δίπλωμα Ακκορντεόν και Ηλ. Αρμονίου) κατά την περίοδο 1981-1990. Έκανε μεταπτυχιακές σπουδές στον τομέα της Μουσικής Πληροφορικής στο Παρίσι, στο Ινστιτούτο Ερευνας συντονισμού Ακουστικής και Μουσικής IRCAM (σε συνεργασία με την EHESS), όπου απέκτησε τον τίτλο DEA(1991) και περάτωσε με επιτυχία την διδακτορική της διατριβή (1997) στον τομέα Μουσική και Μουσικολογία του 20ου αιώνα με έμφαση την Μουσική Πληροφορική. Έχει εργαστεί ως παιδαγωγός σε διάφορα Ωδεία στην Ελλάδα και το Εξωτερικό. Από το 1995 -2001 δίδαξε Μουσική Ακουστική και Πληροφορική στο Τμήμα Μουσικών Σπουδών του Ιονίου Πανεπιστημίου (συμβασιούχος ΠΔ/407 και Λέκτορας). Από το 2002 είναι μέλος ΔΕΠ του τμήματος Μουσικών Σπουδών του Πανεπιστημίου Αθηνών. Έχει συμμετάσχει σε πολλά διεθνή και Πανελλήνια συνέδρια και ερευνητικά προγράμματα Μουσικής Πληροφορικής. Έχει δημοσιεύσει σε πολυάριθμα πρακτικά συνεδρίων και μουσικολογία περιοδικά.

Συνεργάστηκε με το Ινστιτούτο Επεξεργασίας του Λόγου σε θέματα Μουσικής Πληροφορικής. Από το 2004 συνεργάζεται στενά με το Τμήμα Πληροφορικής σε θέματα ανάλυσης, σύνθεσης και επεξεργασίας φωνής καθώς και μοντελοποίησης παραδοσιακών οργάνων. Μέλος Οργανωτικής επιτροπής 4 διεθνών συνεδρίων (Πρώτο συμπόσιο Μουσικής Πληροφορικής 1998, Δεύτερο Συμπόσιο Μουσικής Πληροφορικής 200 στο Ιόνιο Πανεπιστήμιο. Διεθνές συνέδριο Ιάnnης Ξενάκης 2005, ΕΚΠΑ. SMC07 Λευκάδα). Μέλος και κριτής σε πολλά επιστημονικά διεθνή συνέδρια μουσικής πληροφορικής (ICMC, SMC, ICMAI, etc.). Μέλος της Ευρωπαϊκής επιτροπής οργάνωσης του συνεδρίου Sound and music computing.

Διδάσκει στο Μεταπτυχιακό πρόγραμμα “Τεχνολογίες επικοινωνιών και πληροφορικής” στην εκπαίδευση του ΤΕΑΠΗ/ΜΜΕ και επίσης στο Μεταπτυχιακό Εικαστικών τεχνών της ΑΣΚΤ (Ο εικαστικός ήχος και νέες τεχνολογίες). Παράλληλα, έχει μια αξιοσημείωτη δραστηριότητα ως μουσικός (ακκορεντονίστα) με πληθώρα συναυλιών στο ενεργητικό της (ιδιαίτερα με το σχήμα novitango).



International Workshop 2009
PYTHAGOREAN VIEWS ON MUSIC:
mathematical and philosophical dimensions

10-11 July 2009
PYTHAGORION, SAMOS ISLAND

WORKSHOP ABSTRACTS

Laboratory of Music Acoustics Technology,
Music Department, School of Philosophy,
University of Athens

in collaboration with
Mathematics Department, Samos

under the auspices of the
Cultural center of Pythagoreion, Samos
and the

Prefecture of Samos

<http://meeting09.pythagoriosacademy.gr>

Authoring- editing

Anastasia Georgaki
Areti Andreopoulou
Martin Carlé

Translations

Areti Andreopoulou

Production

Ziti Publications - www.ziti.gr

Organizing Committee

Haralabos Spyridis (Music Department, UOA)
Anastasia Georgaki (Music Department, UOA)
Sotiris Margioris (Cultural Center of Pythagoreon)
Martin Carlé (Humboldt-University of Berlin)
Papasalouros Andreas (Aegean University)
Panteloglou Ageliki (Cultural Center of Pythagoreon)

Scientific Committee

Haralabos Spyridis (Music Department, UOA)
Anastasia Georgaki (Music Department, UOA)
Gerard Assayag (IRCAM)

Assistants

Thomas Kardakaris (Bsc, University of Athens /Msc, University of Leeds)
Areti Andreopoulou (Bsc, University of Athens/ Msc, New York University)
Katerina Taliani (Bsc, University of Athens/Msc, Aegean University)

Table of contents

1. Introduction.....	5
2. Programme.....	6
3. Abstracts	9
4. Curricula Vitae.....	40

ΦΕΣΤΙΒΑΛ ΗΡΑΙΑ - ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΑ 2009 - ΔΙΕΘΝΗΣ ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΔΙΗΜΕΡΙΔΑ

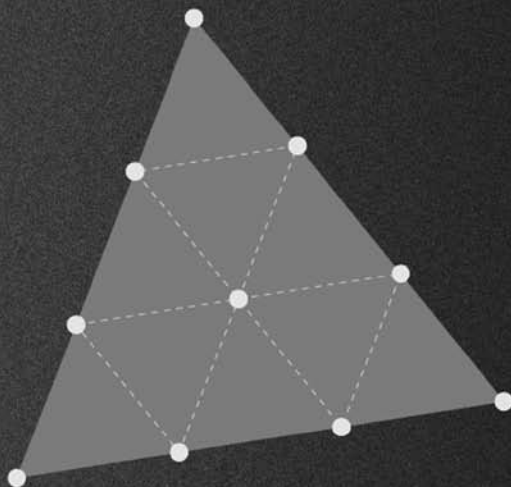
INTERNATIONAL WORKSHOP 2009

Η ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΑ ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ

PYTHAGOREAN VIEWS ON MUSIC:

μαθηματικές & φιλοσοφικές διαστάσεις
mathematical & philosophical dimensions

ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΟ ΣΑΜΟΥ
10-11 ΙΟΥΛΙΟΥ/JULY 2009
PYTHAGORION, SAMOS ISLAND



Οργάνωση Organisation

Εργαστήριο Μουσικής Ακουστικής Τεχνολογίας
Τμήμα Μουσικών Σπουδών, Φιλοσοφική Σχολή,
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
σε συνεργασία με το

Τμήμα Μαθηματικών - Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Laboratory of Music Acoustic Technology,
Music Department, School of Philosophy,
National and Kapodistrian University of Athens

in collaboration with the

Department of Mathematics - University of the Aegean

Συνδιοργάνωση Co-organisation

Νομαρχία Σάμου
Οργανισμός Πολιτισμού Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Σάμου
Πνευματικό κέντρο Δήμου Πυθαγορείου
Οργανισμός Τουρισμού Δήμου Πυθαγορείου
Πυθαγόρειος Ακαδημία

Prefecture of Samos
Cultural organisation, Prefectural administration of Samos
Pythagorean Municipal Cultural Centre
Pythagorean Municipal Tourism organisation
Pythagorean Academy

Ξενοδοχείο "ΠΡΩΤΕΑΣ" • Hotel "PROTEAS"

Πληροφορίες/Δηλώσεις συμμετοχής στο <http://meeting09.pythagoriosacademy.gr>

ΕΚΔΟΣΕΙΣ
ΖΗΤΗ
www.ziti.gr

Introduction

In the dawn of the 21st century the spirit of Pythagoras of Samos, philosopher, mathematician and theorist of music, can be generally regarded as a unique, interdisciplinary approach to music and science. Several scientific fields such as Music Acoustics and Psychoacoustics, Computational Musicology, contemporary Music Theory, Algorithmic Composition and the Psychology of Music, have their basis in Pythagorean views on music. Philosophically, Pythagorean aesthetics of sound, seen through symbolic models and interpretations, reveal the extensiveness of his and his students' work as an important example of universal cultural science, and a never-ending source of research and study.

In order to honour the diachronic importance of Pythagoras' and his students' work, the Music Acoustics and Technology Lab of the Music Department, School of Philosophy, of the University of Athens, in collaboration with the Department of Mathematics of the Aegean University, under the auspices of the Cultural Center of Pythagoreion, Samos, and the Prefecture of Samos are organising an International Workshop entitled:

Pythagorean views on music: mathematical and philosophical dimensions

The workshop, which consists of lectures by prominent guests both from Greece and other countries, will be held on Friday the 10th and Saturday the 11th of July, 2009 at the Cultural Center of Pythagoreion during the events of the Ireea Festival.

Main Topics:

Pythagoras and the harmony of the spheres

Pythagoras and Plato

Pythagorean music theory (Philolaos and Archytas)

Pythagoras and the quadrivium

Pythagoras, contemporary music acoustics and psychoacoustics

Pythagoras and music therapy

Pythagoras and algorithmic composition

Pythagoras and incommensurability

Pythagoras as the first philosopher and last god of Greece

Pythagorean mathematics, women of knowledge and the discourse of love

Programme

FRIDAY JULY 10th 2009

9.00-9.45: **Registration**

9.45-10.30: **Opening Statements**

KEYNOTE SPEAKERS

Moderator: Anastasia Georgaki

10.30-11.15: **Haralambos Spyridis** (Professor, Music Department, University of Athens, Greece): *Structuring Pythagorean music scale with Dorian tetrachords upon the descending sequence (tone-tone-lemma) according to the ancient mathematical procedure.*

11.15-12.00: **Friedrich Kittler** (Professor, Humboldt University, Germany): *What is the oracle of Delphi? The Tetraktys.*

12.00-12.30: **Break**

Session I: RE-EXAMINING THE SOURCES

Moderator: Dimitrios Lekkas

12.30-12.50: **Chrestos Terzes** (Researcher/tutor, Music department, University of Athens, Greece): *The tetrachordic divisions of Philolaos and Archytas: relation between theory and praxis.*

12.50-13.10: **Martin Carlé** (Researcher, Institute for Music and Media Sciences, Humboldt University, Germany): *Archytas versus Aristoxenos – an outworn antithesis. Structure and development of the Ancient Greek musical notation system: from enharmony to modulation.*

13.10-13.30: **Nikos Xanthoulis** (Researcher, National Opera, Greece): *Nicomachus from Gerase: from Pythagorean Theory to the harmonic praxis.*

13.30-13.50: **Iannis Zannos** (Associate Professor, Media Department, Ionian University, Greece): *Notation, media and embodiment in eastern modal systems.*

13.50-14.30: **Questions and discussion**

14.30-17.30: **Lunch Break** (Fyto Hotel)

SESSION II: CARRIERS OF THE PYTHAGOREAN TRADITION

Moderator: Iannis Zannos

- 17.30-17.50: **Thomas Apostolopoulos** (Assistant professor, Music Department, University of Athens, Greece): *Pythagorean concepts in the theoretic texts of Byzantine music.*
- 17.50-18.10: **Theodoros Kitsos** (Researcher/tutor, Technological Educational Institute of the Ionian islands, Greece): *“Pythagorean tuning and the development of medieval polyphony.*
- 18.10-18.30: **Gerard Assayag** (Professor/researcher, IRCAM, France): *Pythagoras and Leibniz: a dialectics of substance and language in music.*
- 18.30-18.50: **Antonios Antonopoulos** (Researcher/tutor, music Department, Aristotelian University of Thessaloniki, Greece). *Reverse of Pythagorism? the case of Iannis Xenakis.*
- 18.50-19.30: **Questions and discussion**
- 19.30-20.30: **Break**
- 20.30-21.30: **Concert: As if numbers could sing** (Proteas Hotel)
- 21.30-23.30: **Dinner** (Proteas Hotel)

SATURDAY JULY 11th 2009

SESSION III: REARING OF PYTHAGOREAN HARMONY

Moderator: Haralambos Spyridis

- 9.30-9.50: **Garoufallia Ntziouni** (Researcher, Music Department, University of Athens) and Haralambos Spyridis: *Μουσική ιατρείαν. Pythagorean aspects on the benefits of music on health.*
- 9.50-10.10: **Constantine Niarchos** (Professor, Department of Philosophy, University of Athens, Greece): *The Pythagorean doctrine on the soul as harmony.*
- 10.10-10.30: **Pavlos Kaimakis** (Associate Professor, Department of Philosophy and Pedagogy, Aristotelian University of Thessaloniki, Greece): *Pythagoras and J.J. Rousseau.*

- 10.30-10.50: **Stratos Theodosiou** (Associate Professor, Department of Physics, University of Athens, Greece): *The heliocentric system in Orphic hymns and Pythagoreans up to emperor Ioulianos.*
- 10.50-11.30: **Questions and discussion**
- 11.30-12.00: **Break**

**SESSION IV: PYTHAGOREAN MODELLING:
ARITHMETIC, ALGEBRAIC AND ALGORITHMIC LEGACY**

Moderator: Martin Carlé

- 12.00-12.20: **Thomas Noll** (Researcher/lecturer, Escola Superior de Música de Catalunya, Barcelona, Spain): *Algebraic Combinatorics on the Pythagorean Mechanical Word.*
- 12.20-12.40: **Moreno Andreatta** (Researcher/lecturer, France/Italy): *Pythagorean heritage in contemporary mathematical music theory.*
- 12.40-13.00: **Dimitrios Lekkas** (Professor, Open University, Greece): *Theory number, harmony, Pythagorism: past and present in letter, in spirit and in musical note.*
- 13.00-13.20: **Anthony Moore** (Professor, Department of Art and Media Sciences, Academy of Arts, Cologne). *Against the Light; Aural Arithmetic: Pythagoras and Incommensurability.*
- 13.20-14.00: **Questions and discussion**
- 14.00-18.00: **Lunch Break** (Fyto Hotel)

**SESSION V: CONTEMPORARY COMPRISING
OF THE PYTHAGOREAN ΚΟΣΜΟΣ**

Moderator: Gerard Assayag

- 18.00-18.20: Cort Lippe (Associate Professor, Department of Music, University of Buffalo, USA): *From Pythagoras through Fourier to Real-time Interactive Computer Music.*
- 18.20-18.40: Michalis Taroudakis (Professor, Department of Mathematics, University of Crete, Greece): *From Pythagorean Harmony to neuronal networks.*
- 18.40-19.00: Anastasia Georgaki (Assistant Professor, Music Department, University of Athens, Greece): *Pythagorean rhizomes in contemporary Music Acoustics and Psychoacoustics: from the monochord to virtual instruments.*
- 19.00-19.30: **Questions and discussion**
- 21.30: **Traditional Feast at the Village Myloi**

SUNDAY 12th JULY

- 9.30-12.00: Sightseeing** (Eupalineion, Pythagorion, Temple of Hera, etc.)

Abstracts

1 Structuring Pythagorean music scale with Dorian tetrachords upon the descending sequence (tone-tone-lemma) according to the ancient mathematical procedure

Haralambos Spyridis

Professor, Music Department, University of Athens, Greece

By the notion of music scale we mean a set of distinct musical pitches –within the human music frequency boundaries (50-8.500 Hz)– inside a music interval of different size, which we use to create and to describe music.

Pythagoras, of Samos, constructed the first eight-note music scale of one diapason. Unfortunately, until today we do not have any information from sources about how exactly and with what mathematical procedure he transformed two synimmenon tetrachords (heptachord system) into two diezeugmenon tetrachords (octachord system). And how he was led to the construction of this music scale, which bears his name.

It is said that no Pythagorean texts have survived, because some claim that he did not write any texts himself, like Socrates did not. Others argue that he did write texts but that they have been lost.

Various researchers, making assumptions, suggest a number of propositions, based on the hemiolios ratio ($3/2$), for the manner Pythagoras built his music scale.

The hypothesis, which will be developed in this paper, relies on the algorithm of the music passage from Plato's Timaius (35a1-36b6), by which an expert technician constructed the Soul of the World.

One could suppose that for a number of reasons Pythagoras acted likewise and constructed the music scale of one diapason, which, unfortunately, was altered (structure and ethos) by theorists of western European music.



2 | What is the oracle of Delphi? The Tetraktys

Friedrich Kittler

Professor, Humboldt University, Germany

My paper is about the Pythagorean theory of music as the origin of all European science. Unlike scholars like Johannes Lohmann, Walter Burkert, and Carl Huffman, I will not remain in mathematical immanence. Instead, I want to put Pythagoras and his School in the context of the Greek vocal alphabet, which, being the first total analysis of speech, has been especially developed to write down Homeric hexameter (Barry Powell). It can be shown that the Iliad was dictated to a scribe, while the Odyssey was written by the poet himself. That is why only the Odyssey talks of court singers, musical goddesses, the famous silence and the sirens' magic spell.

Out of their phonetic alphabet the Greeks developed –in two recursions– first, their numerals, finally two musical notations (one for singing, one for instruments).

It is the consonance of the two Sirens (Od. XXII, 185) that leads Pythagoras to the concept of harmony (octave). From the epimoric ratio of this octave, Philolaos of Croton was able to deduce other harmonic intervals. Thus the well-tuned cithara is an equally esthetic as mathematic object (or, in Hans Jörg Rheinbergers words, an epistemic thing).

Out of the Pythagorean cithara Archytas of Tarent, Philolaos' greatest follower, succeeded to derive the concepts of machines in general, and to invent the catapult as the dominant weaponry of Hellenistic and Roman warfare. Thus, in ancient Greece, episteme and techne were two sides of one and the same logos. This unity has been decomposed into two exclusive parts by Socrates' musical ignorance: On one hand an idealistic philosophy without materiality (Platon), and on the other an empiristic musicology without numbers (Aristoxenos).

Deur' ag' ion, polyain' Odyseu, mega kudos Akhaion...



3 | The tetrachordic divisions of Philolaos and Archytas: relation between theory and praxis

Chrestos Terzes

Researcher/tutor, Music department, University of Athens, Greece

The ancient tradition, which ascribed to Pythagoras the discovery of the mathematical ratios governing the first concords and probably that of the tone, is full of paradoxical statements. The stories of how Pythagoras noticed the first concords when passing outside a blacksmith's workshop and subsequently tried to reproduce them on strings, from one end of which he hang different weights, are well known. It has been shown that these stories cannot be verified experimentally. Even Gaudentios' correct version of the story cannot be correlated with the historical data, since it doesn't describe the real order of experiments but only their results. However, we have to accept that the paradoxical element in these stories, which tradition has handed down to us, is their main asset. They cannot have been invented by a Greek mathematician, but, rather, they constitute popular lore. This is indicative of the existence of another, real, tradition, according to which Pythagoras must have indeed been the one to whom we owe this important discovery.

It must have been his rational observation, on the one hand, and his belief that small integer numbers possessed higher qualities, on the other, that led Pythagoras to the discovery of the concords. As is well known, Pythagoras spent some time in Egypt. There he must have come across fretted lutes with long strings, instruments upon which intervallic magnitudes could be readily constructed, and the string lengths that produced them easily measured. Such an observation cannot have been ignored by Pythagorean philosophy: no doubt –as can be deduced from a study of Philolaos' fragments, especially the Platonic *Timaios*– it provided the material for the theory of the genesis of the universe.

Philolaos of Kroton, who belongs to the second generation of Pythagoras' pupils, is the first of whose fragments have survived (from his *On nature*). In one of them, the authentic '6a', reference is made to the systemic structure of *harmonia*. The terminology used, the origin of the data under consideration, the developed line of thought, the fullness of the argumentation, the conclusions drawn, and the degree of their integration into the philosophical plan of Philolaos as a Pythagorean, are issues which will be dealt with in the present paper.

Archytas of Taras, a mathematician of the third generation of Pythagoreans, described, in the form of arithmetical ratios, the systemic structure of the enharmonic, the chromatic and the diatonic tetrachords, based on the properties of the three means

(arithmetical, geometric, harmonic). Archytas kept the intervallic magnitudes between Hypate and Parhypate unaltered in all three genera, equal to $28/27$. Thus, genus could be defined only by the interval Lichanos-Mese, which is equal to $5/4$ ('major third') in the enharmonic, $32/27$ (tone $9/8$ +Philolaos' diesis) in the chromatic, and $9/8$ (tone) in the diatonic. Scholars today argue whether Archytas' divisions are based on the musical practice of his day or not, although they agree that they were products of pure and developed mathematical speculation. As regards the way in which Archytas came to these arithmetical propositions, different theories have been put forth. They are, however, either too general and vague, or, when being more specific, they fail, either because they do not follow to the end the theoretical principle which is being applied, or do not propose one that will cover all three divisions. So, the following questions are raised: 1. Can the common Parhypate of the three genera, the major third in the enharmonic division, and the inconspicuous presence of Philolaos' diesis in the chromatic, support the connection of Archytas' tetrachordal divisions with the musical practice of his time? 2. If this were true, is it possible to lay out a practical method of finding the 'logarithmic' relationships of Lichanos and Parhypate in all three genera, on the basis of the theoretical principle of the three means?

Selected Bibliography

- Barker, Andrew (2007) *The science of harmonics in Classical Greece*. Cambridge.
- Burkert, Walter (1972) *Lore and science in ancient Pythagoreanism*. Cambridge, Massachusetts.
- Hagel, Stefan (2006) "The context of tunings: thirds and septimal intervals in ancient Greek music", in Ellen Hickmann & Arnd Adje Both & Ricardo Eichmann (ed.), *Studien zur Musikarchäologie V. Music Archaeology in Context. Archaeological Semantics, Historical Implications, Socio-Cultural Connotations*. (Orient-Archäologie, 20). Pp. 281–304. Rahden, Westf.
- Huffman, Carl (1993) *Philolaus of Croton. Pythagorean and Presocratic*. Cambridge.
- Huffman, Carl (2005) *Archytas of Tarentum. Pythagorean, philosopher and mathematician king*. Cambridge.
- Johnson, Charles W. L. (1896) *Musical pitch and the measurement of intervals among the ancient Greeks*. Thesis presented for the degree of doctor of philosophy in the Johns Hopkins University. Baltimore.
- Καϊμάκης, Παύλος (2004) *Φιλοσοφία και μουσική: Η μουσική στους πυθαγορείους, τον Πλάτωνα, τον Αριστοτέλη και τον Πλωτίνο*. Αθήνα.
- Psaroudakēs, Stelios (2004) "The Orestes Papyrus: some thoughts on the dubious musical signs", στο Ellen Hickmann & Ricardo Eichmann (ed.), *Studien zur Musikarchäologie IV. Music archaeological sources: finds, oral transmission, written evidence*. (Orient-Archäologie, 15). Pp. 471–92. Rahden Westf.



4 Archytas versus Aristoxenos – an outworn antithesis Structure and development of the Ancient Greek musical notation system: from enharmony to modulation

Martin Carlé

Researcher, Institute for Music and Media Sciences, Humboldt University, Germany

The onset of the Pythagorean view on music is defined by the coinage of the word 'ARMONIA'. Just as with the singularisation of 'MELOS' [1], this discrimination of terms marks the initiation of an acoustic-theoretical discourse tightly linked with philosophical thinking unique to Ancient Greece and its incentive cultural and intellectual vitality.

At about the same time, the *Suda* tells us of Lasos of Hermione who was the 'culture-political servant' of Hipparchos and teacher of Pindaros. He is probably the first to write about music as a craft [2] most probably introducing the term μουσική τέχνη [3].

Embracing both, the first part of the talk will elaborate on Martin Vogel's almost forgotten "Origin of Enharmony" [4] and combine it with the media-theoretical approach of Friedrich Kittler in order to reconstruct a 'history of listening' within the Ancient Greek sonosphere leading to new insights and alternative conclusions. The main supposition holds that the advent of a mandatory adoption of the vocal alphabet for the purpose of a musical notation system has to be sought in the context set out above, that is to say, as early as towards the end of the 6th century. A comparison of acoustical facts and mathematical properties with the historical development and structure of rival notation systems shall facilitate a corrective to hermeneutic interpretations of fairly late treatises on music. Methodologically this provides a deeper comprehension of the επιστήμη μουσικῆς, instead of an adherence to fixed philosophical concepts and inured applications of this still spurring knowledge of music.

Following those lines, 'understanding music' prior to Aristotle has been conceptualised by number, geometrical diagrams and a highly elaborate musical notation system. Melody like speech should be analysed into a complete set of acoustic elements. Thus, letters of the alphabet were reused and set above the text to represent melodic intervals which, at the peak of development, have been systematically arranged and recursively tuned according to proportional mathematics. Having these 'tools' at hand, it appears striking and absolutely exceptional to western musicology that this medium of music to *record*, *compose* and *theorise* about melody was so harshly rebuffed by Aristoxenos of Tarent, a disciple of Aristotle, that he called its users ignoramuses concerning the subject of harmonics even accusing them of bad character for willfully pleasing

the laymen by the misleading confection of some “end-product (εργον οφθαλμοειδές) visible to the eye” [Harm. Elem. 40.31-33].

For a thorough understanding of this neuralgic point in Aristoxenos, the musical motivation of his own στοιχείωσις (‘elementarisation’) of pitch and space and the affected ontological status of a tone needs to be reviewed [5-7]. Contrary to common opinion that Aristoxenos had been the founding father of musicology [lastly 8], and in sharp opposition to an outworn antithesis of Pythagoreans versus Aristoxenians propounded since the Hellenic period, the second part of the talk should show that (i) Aristoxenos’ conception of melody as “emmelic process” is derived from Archytas’ notion of “enharmonic motion” worked into the musical notation system and (ii) that by rigorous examination of modulation not common to classical compositions, Aristoxenos was forced not just to reject *any* notation as a suitable medium for music theory but also to overthrow the metaphysical basis of an Aristotelian conception of science all together.

Surprisingly perchance, the argument will be put forward from a Pythagorean point of view. Melody in Aristoxenian Theory is not tempered but regulates *itself*: its constituting pitch values are instantiated according to an enharmonic progression that in turn moves from sudden to anticipated modulations as this very melody unfolds. Hence the thesis would be that the discovery of melody as a quasi-algorithmic, and what I would like to call, *time critical process* which requires the voice to in-tonate slightly different but contextually defined pitches fallaciously depicted by the same notational sign incited Aristoxenos to finally expel all visual fixations from a proper theory of melody and moreover, led him to construct a logical framework of thought that we cannot call ‘empirical’ but may solely compare to Edmund Husserl’s trans-empirical philosophy of phenomenology. [9]

Certainly, an ‘algorithmical interpretation’ of Aristoxenos can only be put forward nowadays. Given the technological background of today, it is this ‘gift of the muses’, determined by the “physis of the voice” in Aristoxenos –rather than the coding of letters, numbers and musical signs in the same alphabet– that bridges the unifying vitality of Ancient Greece into our times.

References:

- [1] Johannes Lohmann, Musiké und Logos. Aufsätze zur griechischen Philosophie und Musiktheorie, 1970.
- [2] Martin L. West, Ancient Greek Music, 1994.
- [3] ΜΟΥΣΩΝ ΔΩΡΑ. Μουσικοί και χορευτικοί απόηχοι από την αρχαία Ελλάδα, Υπουργείο Πολιτισμού – Geschenke der Musen. Musik und Tanz im antiken Griechenland, Katalog, Ministerium für Kultur der Republik Griechenland, 2003.
- [4] Martin Vogel, Die Enharmonik der Griechen, 1. Teil: Tonsystem und Notation, 1963.
- [5] Stefan Hagel, Modulation in altgriechischer Musik: Antike Melodien im Licht antiker Musiktheorie, 2000.

- [6] Andrew Barker, Οἱ καλούμενοι ἁρμονικοί: The Predecessors of Aristoxenus, *Proceedings of the Cambridge Philological Society* vol. 24, 1978, pp. 1–21.
- [7] Andrew Barker, *The science of harmonics in Classical Greece*, 2007.
- [8] Sophie Gibson: *Aristoxenus of Tarentum and the Birth of Musicology*, 2005.
- [9] Edmund Husserl, *Texte zur Phänomenologie des inneren Zeitbewusstseins* (1893–1917), 1985.



5 | Nicomachus from Gerase: From Pythagorean Theory to the harmonic praxis

Nikos Xanthoulis

Researcher, National Opera, Greece

Ancient Greek literature offers us the existence of two basic schools of the ancient Greek music theory, Pythagorean and Aristoxenean. It was the school of Pythagoras that first presented the mathematical background of music, but also the relationship of music and soul, which must be set in service of nurturing and psychic edification of juveniles, caused by the ascertainment that the condition of man, physical and psychic as well, is affected by music and more specifically, from the “mode” (harmonies). Also, it was put forth that beyond the positive effect on the moral configuration of the character, music has curative characteristics.

Aristoxenos, who is always referred as “the musician”, lays the groundwork of musical theory, with the Aristotelean method of analysis as vehicle. The general belief was that Aristoxenean theory was closer to musical practice, while the Pythagorean was dealing with a more mathematical approach of the phenomenon of music.

The centuries between Pythagora’s death and Nicomahus’ birth had built a myth of the wise kind of man who discovered the truth and could control space and time.

Nicomahus is the “neopythagorean” mathematician, philosopher and musician who lived at the turn from the 1st to the 2nd century A.C. the glorious age of Pax Romana.

He was born at the Hellenistic city Gerasa (or Antioch of the Golden River) which has the same name up to today (Jerash in Jordan). Modern philosophers of Nicomahos are Ploutarhos, Theon from Smyrna, Epictetus and Ptolemy from Alexandria.

For Nicomahus and for Plato before him, Pythagoreanism and its mathematical basis, is the source of his inspiration. More than any one else in ancient times, he was the one who presented in the simplest possible way, the achievements of Pythagoras in mathematics and sciences.

From his production, and of great importance, we have two books: the “Introduction to Arithmetic” and “Manual of Harmonics”(Harmonic Enchiridion).

The “Introduction to Arithmetic” is the first book that was written in Greek using Arabic numbers and affected decisively mathematical knowledge for the next thousand years.

The “Harmonic Enchiridion” is the only book of musical theory that comes to us intact from Euclides time (about 300 B.C.) until the 2nd century A.C. It is the only production from Nicomachus’ writings that gives us information about the writer himself. Here we can grasp the time in which he lives: a time where an intellectual of Greek literature is a greatly prized teacher, highly appreciated and famous, who travels a great deal, finding his students and colleagues at the cultural centers of the empire.

The structure of the book is the following:

1. Main points on harmonic dogmas.
2. The two kinds of the vocal movement: the intervallic and the continuous.
3. The music of the planets as a model for the music of people.
4. The characteristics of the musical notes as arithmetic ratio.
5. Addition of the 8th chord from Pythagoras and the attunement of the octave.
6. How the numerical ratios were discovered between notes.
7. The division of the octave in the diatonic genus.
8. Explanation of the reports for the harmony at “Timaeus” of Plato.
9. Evidence of Filolaos.
10. The attunement of the notes through the numerical ratio.
11. The double octave of the diatonic genus.
12. The line and division of the notes in three genus

The “Enchiridion” can not be characterized in any way, as model production. We might say that it is an effort to systemize the basic logics of musical theory, in order to be tangible for a non-specialist. Very probably, Nicomachus wrote a dissertation on musical theory, which constitutes the basis of the three first books of the “De Institutione Musica” of Boethius.

With this paper we attempt to show that the Pythagorean theory of music is not a complicated theoretical device, but has imminent application in musical practice. The study of the reconstructed lyre based in Nicomachus’ theory, can produce fruits much more than any one can imagine, seeing a seven-stringed instrument.

The only way to attain this theory of music is via the practice of music. Only then can numbers sing.



6 | Notation, media and embodiment in eastern modal systems

Iannis Zannos

Associate Professor, Media Department, Ionian University, Greece

This paper traces an alternative route of the Pythagorean traditions in the musical traditions that emerged from the fusion of near eastern Hellenistic cultures in the region of the eastern Roman Empire and its neighbors to the south and east. It starts with the observation that all music traditions of the near and middle east (*with the exception of christian chant*) have resisted attempts to introduce a musical notation in practice, even though major scholarly figures in these traditions repeatedly invented notational systems (Al-Farabi, Ibn Sina, Abdólkadir Meraghi, Prince Demetrius Kantemir and others). While it is unclear whether there are any ideological reasons for rejecting notation as a means to record and transmit knowledge of music, it is on the other hand certain that musical practice was supported by a well developed theoretical system that enabled the creation of complex masterpieces and the refinement of musical performance style. In the Eastern Roman Empire there emerged a system of musical notation employing neumes, but without lines, that was specifically conceived for the notation of the vocal repertoire of liturgical music. This notation combines signs derived from the Greek alphabet, with signs derived from accents denoting the movement of the voice during recitation (ekpho-nesis). A striking characteristic of the theory of this tradition is the absence of any reference to tuning systems that can be experimentally and mathematically verified by the use of instruments or other devices. These developments led to the creation of two parallel musical traditions, a vocal liturgical tradition with notation but no instrumental and mathematical basis, and an instrumental secular tradition without notation but with a mathematical theory that was a direct descendant of the Pythagorean theory of music. In analysing the functional properties of these traditions with regard to musical practice, creation and transmission, one observes the following: The notation of liturgical music using neumes relies on the relative movement of the voice on the scale, and thus notates music as a sequential process composed of “steps” or elementary movements from one note to the other. The theory of *makam* of secular music on the other hand describes makam as a sequence of central pitches with rules and constraints describing how to perform the transition between the pitches. Thus at their core both of these systems describe or notate processes (i.e. algorithms in the more general sense), rather than models of objects. Their texts describe algorithms whose execution produces music, rather than structures consisting of tones. Both systems describe the movement (action) of the voice or pitched instrument as a basis for music making.

The second part of the paper draws a parallel between these eastern proto-algorithmic approaches to music and the contemporary musical practice of programming music with computer language code, or with other tools that can define and execute generative algorithms in real time. In musical coding, algorithm takes again the place of notation. It is no longer practical to notate each single tone or sound event in time.

Instead, the computer computes and produces the (right) tones in the (right moment in) time, by playing-out or «executing» the instructions of the algorithm. The concepts of notation and theory in computer-coded music are thus fundamentally different from those in traditional western music. Theoretical formulations of computer musical practice are yet to be devised, and will probably be based on the theory of computation and computer programming language. In this sense we are now in a new Pythagorean age, where the computational structures and processes of digital machines are yet to form the basis for music theory.

In conclusion, this paper approaches the notion of “text” in the traditions mentioned from a media-theoretical point of view. Different functions or aspects text are distinguished: Text as notation of a content (story) to be conveyed, of a model to be reconstructed, and as a set of instructions of a process to be enacted. The question arises, in what way the content of a text is embodied. One may say that the musical text of a makam description or of a liturgical chant is embodied into a series of performance actions by means of an algorithm internalized in the skills of the musical performer.

The difference between western musical notation and the eastern traditions described is that western notation notates representation of the objects to be reproduced, whereas the eastern traditions notate actions to be played out in sequence. This becomes significant in comparison to program code, which also notates sequences of instructions. Finally, it is indicated that the capacity of computers to record both actions and states and to replay them back at will is already beginning to influence our approach to text altogether, redefining the very nature of text as medium for transmission, preservation, and representation of content. Social Media have already effected a state of dense distribution of content and text. Text is beginning to become fluid through blogs, comments to blogs, and microblogs like Twitter. Wiki-based sites where many users may contribute online to a text are eroding the sense of authorship and authenticity. A next possible stage in this development is heralded by tools for real-time collaborative text authoring such as Google Wave, which merges the concepts of email, blog, sms, and wiki. A Google Wave item can replay its stages of creation from the first initial text to its more recent state, and thus inherently contains its own history. Here the text itself becomes the object of notation and performance, and is moreover a fully collective entity, like the creation of a musical performance by several musicians. Collectives such as Toplap have been experimenting for several years with the networked interactive creation of music through code in real time. It would be interesting to see what happens when code starts being shared on-line during performance on a Goog-

le Wave. But for that, we will have to wait until Google Wave is released later this year and the first experiments start.



7 | Pythagorean concepts in the theoretic texts of Byzantine music

Thomas Apostolopoulos

Assistant professor, Music Department, University of Athens, Greece

The first theoretical texts of Byzantine Music were written in the three or four last centuries of Byzantium, in order to serve the needs of teaching ecclesiastical Byzantine music or Psaltiki, which had been established as art of high aesthetic value with its own forms and own notation. Since then, the necessities of teaching musical theory were based on ancient Greek music theory, which has flourished in the superior official mathematical Byzantine study as part of the Quadrivium and is represented mainly by the books of so-called “harmoniki” writers. In the simple text of these first theorists many older principals of Greek theory are gradually incorporated, as Psaltiki is considered Greek music.

After the Turkish conquest and a difficult post-Byzantine period, on the threshold of the 19th century many ancient Greek theoretical principals were re-imported, including perceptions and terminologies, in order to theoretically support the New Method. The theoretical texts from today continue the enrichment of the long-lasting ancient music theory, still following the ancient discrimination of the two theoretical schools: Aristoxenean and Pythagorean, in a series of subjects.

The basic theoretical system of Psaltiki, the tropical perception of Oktaechia, is of Pythagorean perception, with 4 Main (Kyrios) and 4 Plagal (Plagios) modes. It is a system that is reduced in the model of Ptolemaios with four *tropos* and four “under” (*Hypo*) *tropos*. According to the tradition, the invention of Papadiki, in a text of the 15th c. is attributed to Ptolemaios. The domination and the symbolisms of the number “4” are obvious in many theoretical matters, as certain other arithmologies - symbolisms of numbers which are received as a measure of certain sizes and survive from the past (Number [of signes], “spirits” etc). The basic theoretical scheme in the teaching of Oktaechia, the “Wheel” (Trochos), is reduced in the mathematic model of Theon of Smyrna. The Pythagoreans also reduce the theory of *Ethos*, which remain in oktaechia.

The relative reports are detected in the texts: *Agiopolitis*, *Erotapokriseis of Damascenus* and *Akriveia kat erotisin kai apokrisin*. From the post-Byzantine theorists, Apostle Konstas from Chios has enough arithmological reports, seeking stabile ground and absolute principals for the construction of his *Theoritikon*, and the comprehension of size of various intervals on the neck of stringed instrument. Also it is verified that Vasileios Stefanidis and Chrysanthos have already studied the ancient Greek music writers and try to revive many elements from their texts.

The most obvious case of Pythagorean perceptions is the expression of intervals via string proportions. This perception dominates in Pachymeris and in M. Vryennios and has almost no presence in the first Byzantine Theoretics that have adopted more unsophisticated techniques of description of intervals in order to cover the elementary needs of teaching. However, after the reform of the New Method, the geometric version of intervals with string proportions has continuously gained ground against the Aristoxenean version of “*moria*” of the scale. The adoption of the *tampour* with large strings as the supervisory instrument for the study of intervals constitutes a reverberation of the use of *monochordos Canon*, despite the passage from the Persian and Ottoman theory. One of the main points of *Mega Theoritikon* by Chrysanthos is the measurement of intervals with *dodekatimoria* (1/12 of *moria*) and in parallel the elementary description of the manufacture of scale via string proportion. The ecclesiastical Committee in 1883 describes the intervals with both Methods, while it tries to employ a mathematical basis for the choices mainly of the *Elasson Tone*.

Another small team of writers interpose the method of proportions (eg. A. Efthymiadis) alongside the sovereign measurement in *moria* without avoiding errors in the correspondence of *moria* - proportions. Among the posteriors, Simon Karas supports the Pythagorean Method by writing “*Harmonica*”, occasionally giving proportions of string in his two volume’s *Theoritikon*.

In recent theoretical texts, due to the progress of research, the incorporation of scientific conclusions and the diachronic study of texts, a tendency for equivalent, if not for sovereign perception of a sense of interval according to the Pythagorean perception, does exist. This perception is deemed as more preferable for the comprehension of nature and the operation of psychoacoustic musical phenomenon.



8 | Pythagorean tuning and the development of medieval polyphony

Theodoros Kitsos

Researcher/tutor, Technological Educational Institute of the Ionian islands, Greece

Medieval musical thought is based, almost exclusively, upon the theoretical work *De institutione musica* of the Latin writer Boethius (c.480-c.534), a work that comprises a synopsis of ancient Greek music theory. For Boethius, music as a science was part of the *quadrivium* of the mathematical arts grouped together with arithmetic, geometry and astronomy, and if music were to become known it had to be understood in mathematical terms. Sounds are translated into numbers and music intervals are defined through numerical relationships that pre-exist in the same nature of sounds. According to those proportions we can define actual sounds and create a musical system. The quantification of music intervals, and consequently the creation of a tuning, was a topic that had interested many writers of antiquity. Boethius, in his writings, refers to various systems such as Ptolemy's but the only system for which he provides a detailed mathematical description was the Pythagorean tuning.

Through Boethius, Pythagorean musical thought spreads in medieval Europe and Pythagorean tuning becomes the basic mean through which musical creation is developed. Pythagorean tuning is based on natural octaves, fifths and fourths which results in having unnatural other intervals (i.e. wide major third, known as Pythagorean third). The systematic use of Pythagorean tuning (as it appears through documentation) had direct impact on the way medieval musicians and theorists approached consonance.

The anonymous' *Musica enchiriadis* of the ninth century, for example, is the first, beyond any dispute, documentation of polyphonic practice. It describes the simultaneous sound of notes and refers to consonant and dissonant intervals. Consonant intervals are considered octaves, fifths and fourths and the provided musical examples primarily consist of the parallel motion of the above-mentioned intervals (*organi*). These examples of early polyphonic practice feature the elements of Pythagorean tuning, both positive (natural octaves, fifths and fourths) and limitative (problematic thirds and sixths). Thus, Pythagorean tuning functions as a determinant of the birth and development of medieval polyphony.

In theoretical documents (such as Guido d'Arezzo's (†1050) *Micrologus*, John Cotton's *De musica* (c.1100), and the anonymous *Ad organum faciendum* (c.1100)) as well as practical sources (such as Winchester Tropers (c.980-c.1050), St Martial (c.1100-c.1200), Codex Calixtinus (c.1140 onwards)) octaves, fifths and fourths make up the fundamental material of polyphonic composition. Furthermore, the use of the problematic, according to the Pythagorean tuning, thirds and sixths becomes partially ac-

cepted (under conditions and never in crucial points) for the shake in the enrichment of the polyphonic writing.

The gradual acceptance of the third (and by extension the sixth) as a consonance owes to two more factors: the local and folk traditions as well as the development and use of musical instruments. For England, a special preference for the third is recorded with John Cotton (c.1100) and Theinred of Dover (12th c.) indicating that thirds can be pleasant to the ear. Around 1200, the anonymous writer of *De mensurabili musica* characterizes the third as a consonant consonance. On the same ground a bit later (c.1240), Johannes de Garlandia presents his classification of consonances and dissonances, a classification that will be commonly accepted for the rest of the medieval period. Coussemaker's anonymous IV (1274) endorses this, stating that in West England thirds are the most consonant consonances while Walter Oddington (c.1300) underlines that when thirds are sung as natural thirds then they are consonant.



9 | Pythagoras and Leibniz: a dialectics of substance and language in music

Gerard Assayag

Professor/ researcher, IRCAM, France

“Au reste, je trouve qu'on pourrait ajouter à ceci une invention, tant pour composer les mots primitifs de cette langue que pour leurs caractères; en sorte qu'elle pourrait être enseignée en fort peu de temps, et ce par le moyen de l'ordre, c'est-à-dire, établissant un ordre entre toutes les pensées qui peuvent entrer en l'esprit humain, de même qu'il y en a un naturellement établi entre les nombres; et comme on peut apprendre en un jour à nommer tous les nombres jusques à l'infini, et à les écrire en une langue inconnue, qui sont toutefois une infinité de mots différents, qu'on pût faire le même de tous les autres mots nécessaires pour exprimer toutes les autres choses qui tombent en l'esprit des hommes.”

Descartes, Lettre au père Mersenne du 20 novembre 1629, *uvres philosophiques*, Paris Garnier 1963, tome 1, p.231

Descartes has envisioned a world where our «thoughts» could be enumerated just as numbers. Doing so he was a precursor of Leibniz and his *characteristica universalis*

and, as such, of a modern conception of logics with its duality between calculus and discourse. All these tools are mandatory in computational approaches to music, of course, where the duality between calculus (the structure) and discourse (the process) is a fundamental one. But the roots of a conception where elementary musical objects correspond to elementary computations belong of course to Pythagoras and his followers. How does one jump from the objects to the relations to the combinatorics to the discourse, to the computer, this is a story that crosses 25 centuries.



10 | Reverse of Pythagorism? The case of Iannis Xenakis

Antonios Antonopoulos

Researcher/tutor, music Department, Aristotelian University of Thessaloniki, Greece

Pythagorean *Harmony* constitutes the organisational principle of the Cosmos, according to eternal, unborn and immutable number relations that are being manifested and seized by the human intellect via the musical intervals. It seems that in order to generate Harmony theory laws, Pythagoras set up a process based on the arithmetical and geometrical expression of tone ratios based on rational numbers. As a result, Music –in its archaic meaning of inquiry for the knowledge of truth– served as a means for the discovery, the clarification and the numerical symbolisation of universal laws. Nevertheless, the elaboration of Pythagorean premises and, mainly, of the ratios of rational numbers came up against the discovery of the irrational ones, a crucial “conflict” within the system itself. The system then, should be discarded or abandoned: from that point on, musical and universal laws should be ruled both by rational and irrational numbers. However, the contact with the unproved and non-explicit ratios of the consonances did not ever imply the system’s desertion at all, except that very part dealing with musical temperament, which crashed down on 1691 (Werckmeister). All of the rest did survive for long –and still lives on– thanks to the construction of an adequate background suitable to the approach of a superior fundamental reality, by means of a well founded order of geometrically (but no longer arithmetically) represented rational numbers. In conclusion, the Pythagoreans and neo-Pythagoreans, starting from music with sovereign intellectual perception, are structuring a system and attempting to reveal universal determinisms as well as to interpret nature.

Twenty five centuries later, Iannis Xenakis, who hardly refers to Pythagoras, sets the mathematical expression of the same unchanged determinisms –which, via sciences, have meanwhile become known– as his own starting point of musical creation procedures and claims the universality of his world speculation. In that sense, Xenakis's reasoning and practices constitute a reverse of Pythagoreanism, for the additional reason that mathematics is not just a tool limited to theory applications or calculating tactics; on the contrary, its impact extends drastically to cosmic speculation, permitting the attempt of music axiomatisation, namely the search for invariants governing music over all the eras, as well as the quest for the minimum of constraints (principles) required for the creation of a musical process.

In his first masterpiece, *Pithoprakta* (1956), Xenakis was inspired by the physical model of radioactive particle emissions and the consequent collisions with steam molecules inside *Wilson's cloud chamber*. The phenomenon is then likened to musical sounds of various types. This very view leads to the concept of composition as a process and as a structure. For the first time in music history, the introduction of probability laws expressed by mathematical functions –as far as the minimum of constraints implies– submits disorder, discontinuity and non-periodicity to a process of alteration towards controlled sound material. No naturalistic description or representation is intended here. As laws ruling music construction are identical to those by which the phenomenon is governed, the listener perceives the phenomenon itself, which has invaded music. This fact lends to Xenakis's music its special characteristic directness.

However, the *arts/sciences alloys*, an amalgamation introduced as a world speculation based on archaic Greece, contemporary mathematics and natural sciences and materialized via a pragmatic and experimental behavior, holds two main contradictions: (a) implemented theories, methods and techniques emanate from a compatible sector but foreign to music; namely, the transfer of scientific matrices cannot help to merge unfeasibility, since that prevents the speculation's universality from completion, (b) theoretical postulates diverge from their practical application; this is due to the adaptation of the material to compositional reality, or to the composer's "reaction" to the "system", or, simply, to accidental errors. Despite weaknesses, the promotion of arts/sciences alloys released and "dis-incriminated" the use of science for musical creation purposes.

To the extent that the Pythagorean system is comparable with Xenakian speculation and since both seek the "co-ordination" of the human spirit with the "universal rhythm" they follow methodologically reverse routes. They also lead to impasses or involve contradictory elements, which, throughout elapsed time, proved to be quite inefficient in retracting their initial statements and aims.



Garoufallia Ntziouni

Researcher, Music Department, University of Athens, Greece

Haralambos Spyridis

Professor, Music Department, University of Athens, Greece

Musical Medicine: This phrase which is very often read in Iamblichus' *Collection of Pythagorean Doctrines* clearly depicts the effect of music on health treatment and nursing. Pythagoras of Samos, who studied the effects of music on the physical harmony in a way that enabled him to apply treatment methods through the use of music, in the case of psycho-mental-physical abnormalities, constitutes the central figure in the development of healing applications of music. He was the instigator of the theory of the 'Harmony of the Spheres' –the symphonies which are produced by the perpetual friction of the planets' motion-carried on their orbits– with the galaxian ether and related this incident to the harmony of the soul.

He also believed that the existence of a worldwide law of harmony, founded on number relations, governs both the movements of celestial bodies along with the laws of music and human beings' internal world –mental and physical as well. Therefore, the laws of music influence the inner self through harmony, and the harmony of the universe is identified with the harmony of the soul; therefore that of the inner universe of humanity.

According to Pythagoras, health is related to the proper harmonization of body and soul with the universe, through diet, music and a lifestyle that approve of the sublime law. In addition, he claimed that in case the balance of contrasts of the soul is disrupted, mental illnesses make their appearance. Music can bring the disturbed soul back to the worldwide harmonies and to the agreement that exists among the universe, the soul and music. This means that musical analogies resemble mental ones and that they change with the help of music –which is recognized as the 'Global Treatment Principle'. According to this principle, the singing of melodies calms down the mind and the emotions, and the inner vitality of the body is retrieved and the treatment begins. Talking about musical medicine, he also claimed that there are no appropriate paeans and proper rhythms that can result in the cure and preservation of good health.

Pythagoras goes further by recognizing the uniqueness of music as an educational and curing means, stressing in that way its unlimited edifying and psycho-healing abilities. As a result, the notions of purification and *ecstasis* are introduced gradually.

Those two states are achieved through the musical co-ordination of the body and the soul. He also considered music as the perfect means to achieve insurrection or repression of passions. The Pythagoreans sang hymns to gods with the use of the lyre, the symbol of the harmony by which the sublime mind appears to the world. More precisely, Pythagoras established a kind of religious order, where each member alleviated the passions of the body and soul by singing rhythms and incantations.

The Pythagoreans also taught music as a psycho-sanitary and curing method used to achieve a firm harmony between a person's body and the soul; specifically this is because music presents the declaration of worldwide justice –in symbols and in practice– through analogical and structural laws that exist in its basis (a series of complete pitches, fine analogies, etc.).

Looking at the accounts given by his biographers (Iamblichus, Porphyrius, Plato, Ptolemaeus, Athinaeus, Aristides Kontilianus, etc.), as far as the issue of purification and beneficial effects of sound on man's soul is concerned, we could claim that Pythagoras was the forerunner of modern music therapy. Thanks to his efforts and that of his students, music rose as a psycho-healing factor.



12 | The Pythagorean doctrine on the soul as harmony

Constantine Niarchos

Professor, Department of Philosophy, University of Athens, Greece

The essence of the Pythagorean doctrine about the soul refers to the theory of transmigration and it is bound to the teaching that the human soul is, in any case, immortal and owes its immortality to its essential kinship with the divine world soul; there is a certain hope that it may return to the exclusive divine source of its procession when purified.

Significant evidence appears in Aristotle's *De Anima* (407 b 20) where he points to the Pythagorean doctrine of transmigration: "All that these thinkers try to do is to state the nature of the soul; of the body that is to receive it they add no description, just as if it were possible, as in the Pythagorean stories, for any soul to be clothed with any body".

Another evidence preserved by Aristotle was that the soul is a *harmonia*. What Aristotle says is (C *De Anima* 407 b 27) "There is yet another theory about the soul. Its

supporters say that the soul is a kind of harmony, for harmony is a blend or composition of contraries, and the body is compounded out of contraries”.

That the soul should be a harmonia seems a very natural belief for the Pythagoreans. Significant evidence appears also in Plato’s *Phaedo*. There the doctrine that the soul is a harmonia is used as an argument that it should perish with its body. Obviously, that is the problem that we have to face. The Pythagoreans had revealed that the universe owes its existence to the majestic movements on a cosmic scale of all celestial stars in a complete harmonic mode.

The heavens do not declare the glory of God, they are the glory of God; for the universe is a living god, welded into a single divine unity by the supreme and marvelous power of mathematical and musical harmony.



13 | Pythagoras and J.J. Rousseau

Pavlos Kaimakis

Associate Professor, Department of Philosophy and Pedagogy,
Aristotelian University of Thessaloniki, Greece

J. Rousseau’s views on music are shaped in relation to the opinions of J. Ph. Rameau. Rameau’s theoretical work on music can be considered within the Pythagorean tradition, since he considers music to be a science based on the mathematical relations between the sounds. The first two of Rousseau’s theoretical texts, namely, the *Projet concernant de nouveaux signes pour la musique* and the *Dissertation sur la musique moderne*, are also integrated into the Pythagorean tradition, where Rousseau proposes the installation of new music signs, in which numbers, rather than the music signs of the pentagram, will be used. Additionally, Rousseau diverts as much from Rameau, as from the Pythagorean tradition, since he supports the priority of melody over harmony.

However, in his numerous theoretical texts about music, Rousseau displays a particular interest in ancient Greek music. Among all the existing sources we will examine those that relate to the Pythagoreans, most of which can be found in the *Dictionnaire de musique*. We will explore the way in which Rousseau presents the relationship between the Pythagoreans and the supporters of Aristoxenos, his notions on the *monochordo*, the harmony of the spheres and other relevant issues. Furthermore, we will at-

tempt to determine the differences that exist in Rousseau's manner of presenting such matters, in contrast to that of his "opponent" Rameau, as well as of his own circle of Encyclopedia friends, such as Diderot.



14 | The heliocentric system in Orphic hymns and Pythagoreans up to emperor Ioulianos

Stratos Theodosiou

Associate Professor, Department of Physics, University of Athens, Greece

Since early antiquity, philosophers and astronomers pondered the question of which of the heavenly bodies occupied the center of the known universe. The geocentric system, in accordance with its anthropo-centric formulation, placed our small planet in the center of the heavens. Enjoying the favor of the majority of the philosophers and astronomers, it was the dominant theory for centuries. However, there were also opposing views in favor of the heliocentric theory. Aristarchus of Samos (c.310 BC-c.230 BC) is generally credited with being the first to postulate a non-earthcentric system. But, centuries before him, seeds of the heliocentric theory can be traced back to the Orphic Hymns and to the teachings of Anaximander and the Pythagoreans. Initially, due to the weight of Aristotle's views, and later on due to those of the great astronomer Claudius Ptolemy (2nd century A.D.), the heliocentric theory did not prevail.

Yet the heliocentric system had not been entirely forsaken. During the 4th century A.D., Emperor Julian –also called “the Apostate”–, the last emperor of the first Byzantine dynasty, became a fervent supporter. Julian held the Earth as a planet which, like all other planets, went around the sun in a circular orbit. Thus, Aristarchus' theory had not been forgotten during the first centuries A.D., but even enjoyed strong advocacy.

Bibliography

Theodosiou, E., The dethronement of Earth – The dispute between geocentric and heliocentric systems. Diavlos Publications, Athens 2007.



15

Researcher/lecturer, Escola Superior de Música de Catalunya, Barcelona, Spain

In music theory the attribute *Pythagorean* stands for a principle in the constitution of tone kinship, wherein tone relations are obtained by the concatenation of perfect fifths and octaves. Geometrically, these concatenations are pathways in the –so-called– *Pythagorean tone net*. Mathematically, the tone net is a freely generated commutative group with two generators, say x (= fifth) and z (= octave). The study of pathways in terms of finite reduced words in letters x, x^{-1}, z, z^{-1} relates to the freely generated non-commutative group in two generators.

The *Pythagorean* word

W = xyxyxyxyxyxyxyxyxyxyxyxyxy...

is an expression of the connection between tone kinship on the one hand and pitch height on the other. It is the unique infinite sequence in letters x (fifth up) and $y = z^{-1}x$ (fourth down) satisfying the condition that each prefix amounts to a pitch height difference less than an octave. This word encodes all intervals of the Pythagorean tone lattice with pitch height less than an octave in the order of their kinship.

Mathematically, w is a mechanical sequence with slope $g = \text{Log}_2(3/2)$. Each factor u of w is balanced. This means that for any two subfactors u_1 and u_2 of u of the same length the numbers $|u_1|_y$ and $|u_2|_y$ of y 's in u_1 and u_2 differ at most by 1. For every $n > 0$ there are exactly $n+1$ different factors of length n within w .

Prefixes of w , whose lengths are denominators n of upper semiconvergents m/n of g are known to be *Christoffel words*. They are of the particular form xuy with u being a *central palindrome*. In the case $n=7$ which is associated with the semiconvergent $4/7$ the prefix $xyxyxyx$ has the central palindrome $xyxyx$.

Central words u as well as the associated Christoffel words xuy deploy an interesting duality wherein the music-theoretical connection between tone kinship and pitch height neighborhood becomes manifest: The duals of the fifth-up/fourth-down foldings are step interval patterns. In the case $n=7$ the dual of $xyxyxy$ is $aaabaab$, which is a diatonic mode. It is also a Christoffel word and its associated central palindrome is the Guidonian Hexachord $aabaa$.

For every Christoffel prefix $v = xuy$ of length n all n conjugates of v occur among the $n+1$ factors of length n . The conjugates of the Christoffel-dual of v are known as the modes of a well-formed scale. The duality provides a word-theoretic refinement of

Carey and Clampitt's concept of *well-formed scale*. In my talk I will address some interesting findings which emerge under the perspective of this refinement.

Bibliography

- Jean Berstel, Aldo de Luca. "Sturmian words, Lyndon words and trees". *Theoretical Computer Science* 178: 171-203, 1997.
- Jean Berstel, Aaron Lauve, Christophe Reutenauer, Franco V. Saliola. *Combinatorics on words: Christoffel words and repetitions in words*. CRM Monograph Series vol. 27, American Mathematical Society, Providence, RI, 2009.
- Valérie Berthé, Aldo de Luca, Christophe Reutenauer. "On an involution of Christoffel words and Sturmian morphisms." *European Journal of Combinatorics* 29(2): 535-553, 2008.
- Norman Carey and David Clampitt. "Regions: A theory of tonal spaces in early medieval treatises." *Journal of Music Theory*, vol. 40(1): 113-147, 1996.
- Norman Carey and David Clampitt. "Aspects of well-formed Scales". *Music Theory Spectrum* 11(2): 187-206, 1989.
- David Clampitt and Thomas Noll: "Modes, the height-width duality, and divider incidence". Paper presented at Society for Music Theory national conference, Nashville, TN, 2008.
- David Clampitt. "Double neighbor polarity". Unpublished paper, 2008
- David Clampitt. "Sensitive intervals: major third analogues in standard well-formed words". Paper presented at Workshop on Mathematical Music Theory, South Bristol, ME, 2008.
- David Clampitt and Thomas Noll. "Regions within enveloping standard modes". Unpublished paper. 2009.
- Manuel Domínguez, David Clampitt, and Thomas Noll. "Well-formed scales, maximally even sets and Christoffel words." *Proceedings of the MCM2007*, Berlin, Staatliches Institut für Musikforschung, 2007.
- M. Lothaire. *Algebraic Combinatorics on Words*. Cambridge University Press, 2002.
- Noll, Thomas: "Musical Intervals and Special Linear Transformations." In: *Journal of Mathematics and Music* I/2 (2007).
- Thomas Noll. "Ionian theorem". To appear: *Journal of Mathematics and Music* 3(3), 2009.



16 | Pythagorean heritage in contemporary mathematical music theory

Moreno Andreatta

Researcher/lecturer, France/Italy

Since the emergence of an algebraic approach to music in the Forties, which played a major role in the constitution of Mathematical Music Theory as a discipline, there is a common belief that the Pythagorean perspective on the numerical foundation of music (for example [1] and [3]) is very different from the structural investigation proposed by algebraic formalization. In fact, the long list of publications which analyse the Pythagorean heritage in Mathematics & Music contains only very few examples of discussions concerning the relation between Pythagorean and algebraic approaches in music theory. At the outset, we will provide an account of some of these studies, focusing in particular on the introduction of the notion of *congruence* in music by Camille Durutte [2]; on the application of axiomatic methods in composition by Ernst Krenek [6]; and on the use of sieve-theoretical constructions and group structures in music theory and composition by Iannis Xenakis [8], leading to his famous conclusion that “We are all Pythagoreans”.

After discussing these three historical examples of Pythagorean influence on the emergence of algebraic methods in music and musicology, we will analyze some specific relationships between a Pythagorean approach and the use of algebraic structures in contemporary mathematical music theory. In particular, we will discuss the Pythagorean heritage in the intervallic model proposed by the French mathematician Yves Hellegouarch [4]. In a more recent version of this model, Hellegouarch makes use of the algebraic structure of the ring of rational numbers and diophantine tools in order to provide a general definition of distance in a Tone Space [5]. Although the aim of Hellegouarch’s model is to offer an algebraic formalization of Euler’s *Tentamen novae theoriae musicae* (1739), it also provides a new Pythagorean approach to the cultural perception of musical intervals, as originally suggested by the composer Fabien Lévy [7]. We will provide some elements to support this hypothesis, with the aim to open a more general discussion on the relationship between algebraic models and the perception/cognition of musical structures.

References

- [1] Richard L. Crocker, “Pythagorean mathematics and music”, part 1: *Journal of Aesthetics and Art Criticism* vol. 22 no. 2, 1963, pp. 189-198, part 2: *Journal of Aesthetics and Art Criticism* vol. 22 no. 3, 1964, pp. 326-335.

- [2] Camille Durutte, *Esthétique musicale: technie ou lois générales du système harmonique*, Mallet-Bachelier & E. Girod & Typ. de Rousseau-Pallez, Paris & Metz 1855
- [3] John Fauvel, Raymond Flood, Robin J. Wilson (eds), *Music and Mathematics: From Pythagoras to Fractals*, Oxford University Press, 2003.
- [4] Yves Hellegouarch, "Gammes naturelles", Publication APMEP (Association des Professeurs de Mathématiques de l'enseignement Public), n° 53, 1983, 164 p.
- [5] Yves Hellegouarch, Yves, "Outils diophantiens pour la définition d'une distance harmonique", Talk given at the MaMuX Seminar, 13 April 2002. Available online at: <http://recherche.ircam.fr/equipes/repmus/mamux/documents/helle.PDF>
- [6] Ernst Krenek, *Über Neue Musik. Sechs Vorlesungen zur Einführung in die theoretischen Grundlagen*, Universal Edition, Wien, 1937.
- [7] Fabien Lévy, "Plaidoyer pour une oreille subjective et partisane. Une approche 'pythagoricienne' de la perception culturelle des intervalles", *Cahiers des philosophies du langage* n° 3 - Philosophie et musique, A. Soulez, Y. Sebestik, F. Schmitz (eds.), L'Harmattan, Paris, 1998.
- [8] Iannis Xenakis, "Vers une philosophie de la musique", *Musiques nouvelles, Revue d'esthétique*, 1968. Reprinted in *Musique. Architecture*, Tournai, Casterman, 1971, p. 71-119.



17 | Theory number, harmony, Pythagorism: past and present in letter, in spirit and in musical note

Dimitrios Lekkas

Professor, Open University, Greece

This paper, based largely on the author's individual research, aims at a comparative re-examination of Pythagorean tradition from three usual alternative angles with an eye towards choosing the one that is most rigorous and most amenable to the advancement of theoretical work and to application. To that end it focuses on an anatomy of Pythagorean music theory and its consequents pursuing leads given there towards a fruitful modernization.

These three approaches would be:

- a literal adherence to all Pythagorean doctrine, precisely as stated in the literature and tradition
- a largely allegorical speculation on what Pythagoreans (could have) meant in each instance, stretching the doctrine by interpreting as reckoned by successive authors

- a critical epistemologically accountable overview of Pythagorism that treats ideas as abstract archetypal conceptions, operating on a loose, imaginative spirit and striving to discover what Pythagoreans (could have) meant in the light of what we know they knew then, through a logical process implicating what we know now; in this light, some of their ideas may be preserved in letter as still applicable today, some may be reviewed by preserving the spirit and modernizing the letter, while still others may be discarded as worthless.

As Pythagoras has left no written texts, we must rely on the Pythagoreans directly and indirectly. If we wish to focus on his indelible scientific aspects, avoiding things like theosophy or numerology that are not within the scope of science, what we can gather about his teachings is roughly the following.

- In basic epistemological thinking, Pythagorism essentially initiates the clear dialectic between archetype and mimesis pervading human perception and construction, design and application, perfection and imperfection and the deception of the senses. The two sides of this dichotomy are perhaps sharply demonstrated later in the breach between Plato and Aristotle.
- In mathematical logic, theorems are abstract and archetypal and applicable anywhere as seen fit, but there is an obligation to furnish and publicize proofs –the “Greek” attitude encountered first in Thales and leading to Euclid’s axiomatics;
- In arithmetic, everything stems out of enumeration (counting) that derives from natural (positive integer) numbers, and thus gives rational divisions leading to quotients that express proportions between such natural numbers, demanding specification of a common relevant enumerating unit of commensurability (concept of unity);
- In geometry work is done in one, two and three dimensions, studying properties characterizing linear, planar and solid figures and encountering the problem of incommensurability / irrationality that emerges as one moves between attributes involving different dimensions (esp. from planar to linear), along with the realization that arithmetic, as viewed traditionally, boils down to an one-dimensional metric space.
- Last, there is a more extensive reference in two intertwined fields, music and astronomy / cosmology. An inner study of music can afford answers to questions such as the following, with implications reaching further towards more general appraisals:
 - what was Pythagoras’ incentive for formulating a mathematical theory of music?
 - why is this theory studied on strings? what is gained and what is lost?
 - was Pythagorean intonation meant as an actual tuning system? if not then what?
 - how can we reconcile the discord in principle stemming from the fact that the law of small numbers leads to fractions with huge coefficients?

- what is the relationship between a tetrachord and a *genus* and what is the meaning of the practical existence of *chroae* in a *genus*? why are *chroae* not reflected properly in basic Pythagorean theory?
- How are conception, perception, application and *praxis* reflected in the three different ways of subdividing a musical interval (arithmetic, geometric, harmonic)?

Answering these questions provides grips to several issues ranging from the abstract nature of the Pythagorean system to lucid traces of a pre-extant pentatonic music theory and practice developed on woodwinds.

The implication of all these ties in with the Pythagorean conception of the universe and its laws, as expressed in the so-called “Platonic” theory on *psyche* and in the cosmological principles inherent in *Harmony of Spheres*. To interpret, update and utilize this magnificent concept, we may want to investigate (i.) the then known “universe”, i.e. part of the solar system, as juxtaposed to our present cosmic knowledge, (ii.) ideas about its motion, i.e. the centre of rotation (the earth? the sun? “central fire”?) and radial distances as indicated by rotation periods (known then) in view of Kepler’s 3rd law, (iii.) known scientific facts about the solar system and bigger celestial structures that current sciences have failed or refused to notice, thus rendering themselves unable to put them to a service as a tool of enhanced cosmological understanding. We shall weight data and ideas exposing how a loose modernized interpretation of *Harmony of Spheres* is a potential cradle-like cosmological idea towards opening new fresh windows to periodic functions and to spatial, temporal and dynamic geometries, as a key stretching anywhere from microstructure (particle, orbital, quantic world, theory of strings etc.) to megastructure (galaxy upwards).

The theoretical expression of all this is sought through formulations drawn from the mathematical theory of music.



18 | Against the Light; Aural Arithmetic: Pythagoras and Incommensurability

Anthony Moore

Professor, Department of Art and Media Sciences, Academy of Arts, Cologne

What will be considered in this talk is the notion that measuring by listening may have arisen before measuring by the eye. In this imagined time of 'blind' mathematicians, organised sound is the yardstick both for calculating and memorising. The octave becomes a technique for multiplying by two rather than simply being analysed, a posteriori, as a doubling – and all other intervals likewise become a means of calculation through attentive and repeated listening. The purpose of the talk is to explore this further.

Between and beyond the small, whole number ratios of frequencies or string lengths resulting in octaves, fifths and fourths, are infinities of irrationals. There arose a tendency to try and grasp such goings-on with the eye, with drawing, with geometry. Why this should be so may have been driven by the same need that led to the creation of alphabets. Thus we might consider a 'musicality/geometry shift' mapped onto the more extensively researched 'orality/literacy' shift (Walter Ong 1982).

The representation of non-terminating processes in the visual domain produces an illusion of finality, which is essentially at odds with the nature of that which it seeks to represent. The square root of two may not be ultimately calculable, but the progress of a converging limit process can be experienced. Musical tuning might be thought of as a sonification of such an algorithmic procedure. And sonification is the technique best suited for following the unfolding of dynamic processes. The nature of irrationals is that they do not halt and the time domain can be more directly experienced aurally. Miniscule changes can be tracked as dissonant beatings between simultaneously sounding tones. With regard to the sensitivity of the ear, in terms of energy, it can do the equivalent of the eye seeing a ten watt light bulb going on and off at a distance of one thousand kilometres (Manfred Euler 2001).

Thus harmony is dynamic, a mathematical action, and listening is mental arithmetic. It is suggested that these actions were carried out partially or entirely unconsciously: (quote) "...I believe that the basis of consonance is to be sought in the congruence of beats. Music is a recondite arithmetical exercise carried out by the soul, which is unaware that it is counting." (Leibniz 1712). Sound is naturally organised by the harmonic series (Mersenne 1636, Sauveur 1702) which becomes manifest to the ear through the action of the vocal chords. The sense of hearing is inextricably linked to the voice, one means of production for that which it hears, not to mention tinnitus, oto-acoustic

emissions and other such inevitable noise generated by the active mechanism of hearing itself. This sound-field between the ears of the listener immersed in the world is combined with outer sounds, and the schizophrenic (Schafer 1977) might not distinguish between internal and external voices (Jaynes 1976).

The contemplation of hypnotically iterative processes spawning endless numbers might well have been regarded by the Pythagoreans as an immersion in the very source of all sound and number, where some primordial function spewed them out into existence. At least this seems more likely than their supposed terror or ignorance of such emergent phenomena. And it may be that imagery was instrumentalised as no more than a screen to conceal the profound and shifting truths that lay below; the tetractys then as cover, camouflage, a shield, as a solid but resonant shell.



19 | From Pythagoras through Fourier to Real-time Interactive Computer Music

Cort Lippe

Associate Professor, Department of Music, University of Buffalo, USA

Pythagoras stands as the earliest Western historical figure in a long line of philosophers and scientists, including Plato, Aristotle, Vitruvius, Galileo, Fourier, and Helmholtz, as well as musical theorists and composers, such as Ptolemy, Boethius, Zarlino, and Rameau. Via examples of my research and compositions, I will demonstrate that the “Pythagorean” mode of thinking, in which acoustics, psychoacoustics, and signal analysis influence musical thinking, is an integral part of the scientific and aesthetic procession leading directly from Pythagoras.

As a composer, my primary interests lie in the area of music involving instruments and live interactive computer systems in concert. While this music, combining acoustic instrumental with electronic sounds produced by computers through loudspeaker systems, raises many interesting aesthetic and scientific questions as a medium of expression, it is clear that an in-depth understanding of acoustics, psychoacoustics, and signal processing is of great importance for researchers and composers working in this domain. This presentation will focus on examples of techniques, which, because of recent technological advances, offer rich possibilities for composers, and can be traced back to Pythagoras’ methodology and thinking.

Pythagoras studied periodic waveforms, making use of the simple but ingenious tool of a vibrating string, specifically for the exploration of horizontal intervals, vertical consonance, and tuning. It is often implied that vertical timbral exploration, (i.e. the harmonic series) was part of Pythagorean thinking as well. Since the same whole number ratios exist vertically and horizontally, and harmonics were known and understood within this context, and since questions concerning timbre were prevalent, it is clear that Pythagoras had at the very least an intuitive understanding of timbre. It is also quite clear that later scientific researchers, including Fourier in the 19th century, had a thorough understanding of Pythagorean concepts of whole number ratios, the harmonic series, and their relationship to complex periodic waveforms. Fourier formalized the concept of a complex vibrating wave, stating that any periodic motion could be broken down into a series of whole-number related cosine and sine waves (“mathematical” vibrating strings) with individual amplitudes (loudness) and phases (starting point in a waveform). Since the sound of many musical instruments is predominately periodic motion, Fourier analysis can be a useful tool for studying diverse aspects of sound, offering researchers and composers information about how the numerous frequencies and amplitudes of a sound change over time. The Discrete Fast Fourier Transform (DFFT) is a technique that was developed a few decades ago, and has become available to most composers only in the past decade with the significant increase in computing power available via desktop computers. The DFFT allows for the analysis and transformation of sound in real-time, based on Fourier’s theorem. Of great interest to composers, Fourier analysis offers us information about timbre, and the timbral changes that take place when a musical instrument is played. Such information as brightness of tone, noise content, harmonicity/inharmonicity, and the relative strength of harmonics can be determined using Fourier analysis. The data derived from Fourier analysis corresponds to information about how a performer is playing an instrument. For example, analysis of a violinist can give information about the amount and type of bow pressure (forte, piano, scratchy, or pure sound), the location and/or use of the bow (sul ponticello, sul tasto, pizzicato), the pitch, and the pitch-change of notes being played (glissando and portamento). For a composer of interactive computer music, it is very useful to have a clear idea of what a performer is doing, since this musically expressive information can be used to influence the electronic part and help define the relationship between the electronics and musician. In addition, the data from Fourier analysis can be manipulated, so that electronic transformations of instrumental sounds can be created.

Since Fourier analysis produces detailed information on a minuscule level, its possibilities for sound transformation are quite powerful. The remainder of this paper focuses on a number of these techniques, including cross-synthesis, and analysis/re-synthesis, in which I employ concepts that clearly derive from Pythagorean thinking regarding consonance: the harmonic series of a sound can be stretched or compressed,

creating new timbres which are harmonic if the compression/decompression is based on whole number ratios, and inharmonic if the ratios are not based on whole numbers.



20 | From Pythagorean Harmony to neuronal networks

Michalis Taroudakis

Professor, Department of Mathematics, University of Crete, Greece

Music and Mathematics have been connected since the time that man started to understand the merit of numbers, the magic of rhythm and consequently of music. The Pythagoreans were without doubt the first to associate number theory with the theory of harmony and the Pythagorean views of music have been, since that era, the reference in any attempt to study and understand the perception of music.

The scope of this presentation is to present evidence of the continuous relation between music and mathematics, which started with the fundamentals of Pythagorean harmony and has evolved to the use of modern tools of mathematical analysis for the perception and classification of the musical pieces. Thus, next to number theory, it will be shown that, for instance, differential equations and probability theory are among the tools used to model musical sound.

On the other hand, reference will be made to the musical representation of mathematical laws through appropriate algorithms that have been developed to associate mathematical issues with musical notes. In this respect, the dissociation between the Pythagorean view on music and the view of contemporary composers using mathematical laws and issues for developing their compositions will be emphasized.



21 | Pythagorean rhizomes in contemporary Music Acoustics and Psychoacoustics: from the monochord to virtual instruments

Anastasia Georgaki

Assistant Professor, Music Department, University of Athens, Greece

In contemporary acoustics and psychoacoustics, as among other similar fields of computational music, the influence of Pythagoras' works is very important, since he appears to be the founder of computational music theory.

The fundamental Pythagorean observation of the correlation between the oscillations of a medium (string, air column, bars) and its arithmetic distance, establishes contemporary music acoustics and offers essential tools for the study of the acoustic behavior of musical instruments. Furthermore, the important study of the mathematical background that establishes the aesthetic approach of consonance and dissonance is indispensable for contemporary psychoacoustics. Moreover, Pythagoras' theoretical approach of the *harmony of the spheres* triggers the investigation of new sound-universes in modern astronomy, through an interpretative approach of the micro world to the macro world.

The long-established importance of the Pythagorean School can be seen through a vast number of references in contemporary systematic musicology, where the use of new technologies (sound synthesis and analysis, digital recording and handling of music information, creation of virtual instruments, etc.) has led to new ways of communication between fields fundamental for the study of music (physics, aesthetics, music theory), and whose model of an interdisciplinary approach can be seen in the Pythagorean School.

In the first part of this presentation, we will make a brief reference to the development of Pythagoras' acoustic theory (oscillations, strings, proportions) from antiquity (Archytas of Tarants) to the 20th century (through Hermann von Helmholtz), and the significance of the Pythagorean way of thinking in modern music acoustics.

Moving on to the second part, we will present the three basic perception theories of consonance and dissonance, from Pythagoras to Plomp-Levelt's theory of the critical bandwidth (1965), focusing on the importance of the Pythagorean acoustic model in the biological perception of consonance, which is a field of study for modern neurophysiologists.

In the third part, we will present samples of a Pythagorean Acoustic theory, through a prototype *virtual tetraktys*, that was created in the Laboratory of Music Acoustics Technology, using Max/MSP, as a way of educating, composing, and experimenting not only in music, but also in the optical music field.

Curricula vitae

Haralambos C. Spyridis

Born in Xanthi in 1948. He followed instrumental music studies (flute, clarinet, saxophone tenor) in the Philharmonic of Xanthi's Municipality Music School (1958-72) with K. Mihalopoulos, Th. Papalexandridi, and N. Koursoumtzoglou. He completed his music theory studies with Th. Mimiko. He studied Byzantine Music with Thr. Papanikolaou, Ch. Taliadoro, D. Sourlatzi, and Chr. Theodosopoulos.

He was awarded a first degree in Physics (1972), a Master (MSc) in Electronic Physics (Radioelectrology) (1977-79) and a doctorate degree (PhD) (1983) from the Physics Department of the Aristotelian University of Thessaloniki. He worked in the third (3rd) Laboratory of the Aristotelian University of Thessaloniki (1977-1993). From 1993 he has been employed as a Professor in Musical Acoustics, Informatics at the Music Department of the National and Kapodistrian University of Athens. He founded and leads the Musical Acoustics and Technology Laboratory of the Music Department of the National and Kapodistrian University of Athens. Work and research fields of interest: Physics and Musical Acoustics, Mathematics of music, Noise-Soundproofing, Acoustics of closed spaces, Bioacoustics, Psychoacoustics, Electroacoustics, Ancient Greek music, Byzantine and Folk music, computer music, human-to-human communication with the aid of "physical" and "whistled" languages. He is the author of 48 University books and has published scientific work in scientific journals and conference and symposium proceedings (local and international).

Email: hspyridis@music.uoa.gr

Website: <http://users.uoa.gr/~hspyridis/>

Friedrich A. Kittler

Friedrich Kittler was born 1943 in Rochlitz/Saxony. He fled the German Democratic Republic in 1958 to West Germany, where he attended secondary school 1958-63 in Lahr/Black Forest (Naturwissenschaftlich-neusprachliches Gymnasium). From 1963 to 1972, he studied German Studies, Romance Languages and Philosophy in Freiburg/Breisgau (Albert-Ludwigs-Universität). In 1976 he earned his PhD with a dissertation on Conrad Ferdinand Meyer and became an Assistant Professor in German at Freiburg for the next decade. 1982: Visiting Assistant Professor, University of Cali-

fornia, Berkeley; 1982-83: Visiting Associate Professor, Stanford University; 1983-86: Membre associé, Collège international de philosophie, Paris. In 1984, he completed his Habilitation at the University of Freiburg/Breisgau. 1986: Visiting Lecturer at the University of Basel, Switzerland, and Visiting Professor, University of California, Santa Barbara; from 1986 to 1990 he co-chaired a Federal Research Initiative on literature and media at the University of Kassel; in 1987, he was again Visiting Professor at UCSB. That year, he became Full Professor of German at the University of Bochum (Ruhr-Universität Bochum); in 1993 he went to Berlin to accept a chair in Aesthetics and History of Media at the Humboldt-University. In 1993, he received the media arts prize for theory from the ZKM Karlsruhe (Zentrums für Kunst und Medientechnologie); from 1995 to 1997, he headed a Federal Research Group on Theory and History of Media. 1996: Distinguished Scholar, Yale University; 1997: Distinguished Visiting Professor, Columbia University/New York.

Chrestos Terzes

Academic Qualifications: Attikon Conservatoire: (1993) Classical Guitar Recital Diploma, Degree in Harmony, (1995) Degree in Counterpoint. University of Athens: (1996) First Degree in Musicology, (2008) Doctor of Philosophy in Archaeomusicology. Thesis: Dionysios, *The art of Music*: a Critical Edition. **Positions held:** (1993-97) Classical Guitar Tutor at the Attikon Conservatoire, Athens; (1997-08) Affiliated Resercher at the Foundation for Research and Technology/Institute for Mediterranean Studies, Crete; (2008-09) Invited Lecturer in the Theory of Ancient Hellenic Music at the Department of Music Studies, University of Athens. **Memberships:** (2000-today) ISGMA, The International Study Group on Music Archaeology, Hannover; (2006-today) MOISA, The International Society for the Study of Greek and Roman Music and its Cultural Heritage, Ravenna.

Martin Carlé

Martin Carlé studied Musicology, Philosophy and Cultural Studies at the University of Hamburg and at the Humboldt University of Berlin where he obtained his Magister Artium in Musik- und Kulturwissenschaft with Peter Wicke and Friedrich Kittler.

He got a scholarship for the “Intensive Program in Cognitive Musicology” (Jyväskylä) and worked as scientific assistant at the Helmholtz-Centre for Cultural Technique in the framework of the DFG Project “Image-Scripture-Cipher”, dealing with the subject “Trigonometry of Image and Sound”. 2003 he became teacher of Media Theory assisting the establishment of the Media Studies Department at Humboldt University by Wolfgang Ernst. He has a background in music recording, technology and programming collaborating in various artistic projects. Currently he works on his PhD “Augmented Phenomenology”. His main interests are the epistemology of simulation, time-critical processes and acoustic archaeology. Publications include two books: *Signalmusik MK II – a time-critical archaeology of the techno-system QRT*, Kadmos 2006 and *Cat-Notation* (with Joulia Strauss), Merve 2009. His latest article related to the subject of our workshop covers “Parasemantics and Enharmony – coding and decoding the Ancient Greek sonosphere”, in: *Mathematics and Computation in Music*, Springer 2009.

Nikos Xanthoulis

Nikos Xanthoulis has studied trumpet and composition in the Athens Conservatory and Political Science in the Pandeion University of Athens.

He received his PHD from the Sofia Music Academy (Bulgaria). He served as principal trumpet player in the Orchestra of the Greek National Opera for 25 years and from May 2009 is the Head of the Educational Department of the same Opera. He is professor of the Trumpet, Harmony and Counterpoint in the Athens Conservatory. As a soloist and composer has presented his music in Greece and abroad (USA, Canada, China, Russia, Sweden, Italy, Bulgaria, Turkey). He is assistant researcher in the Hellenic Folklore Research Centre of the Academy of Athens and is Tutor in the Greek Open University. His translations of the ancient Greek music theoreticians Aristoxenus, Cleonides and Anonymous of Bellermann have been published by the well-known Edition DAEDALUS-ZACHAROPOULOS.

Iannis Zannos

Iannis Zannos has a background in music composition, ethnomusicology and interactive performance. He has worked as Director of the Music Technology and Documentation section at the State Institute for Music Research (S.I.M) in Berlin, Germany, and Research Director at the Center for Research for Electronic Art Technology (CREATE) at the University of California, Santa Barbara. He has taken part in numerous international collaborative Media Arts projects and has realized multimedia performances both alone and in cooperation with other artists. He is teaching audio and interactive media arts at the Department of Audiovisual Arts and at the postgraduate course in Arts and Technologies of Sound of the Music Department at the Ionian University, Corfu.

Thomas Apostolopoulos

Thomas Apostolopoulos was born in 1963.

He studied law and he has an postgraduate title in the field of History, Philosophy and Sociology of law. He got a degree and a diploma of Byzantine music.

He was nominated a Doctor at Music Studies Department of Athens University (1997).

His activities concern music performance (Byzantine music, oud and song), teaching, research, discographic supervisions and publishing about the issues of Greek traditional music.

He has taught: At music middle schools, At the traditional music school “En chordais”, at University of Macedonia, and at many seminars.

He was elected (April 2009) as assistant professor at Music Studies Department of Athens University.

Theodoros Kitsos

Theodoros Kitsos read music at the Department of Music of the Ionian University, studying at the same time, guitar with P. Ioannou and C. Grigoreas. Thereafter he moved to England in order to specialize on early music performance, studying historical plucked instruments (lute, theorbo, baroque guitar) with E. Kenny. With a scholarship from the Michelis Foundation, he did his Masters at the University of York. He continued his studies with scholarships from the Onassis Foundation and the University of York and in 2005 he received his PhD.

He frequently lectures and his papers have been published in the *The Lute*, *Mousikos Loghos* and *Annals for Aesthetics*. He has taken part in recordings and concerts in Greece, U.K., Spain and Bulgaria with various ensembles (Yorkshire Baroque Soloists, Réjouissance, Athens National Orchestra, Thessaloniki State Symphony Orchestra, Latinitas nostra, Ex silentio et al) and soloists such as Lynne Dawson, Romina Basso (soprano), James Bowman, Robin Blaze (counter tenors) Stephen Varcoe (baritone) and Simon Jones (violin). In parallel with his performing and research activities, he teaches as a scientific collaborator at the Department of Sound Technology and Musical Instruments of the Technological Educational Institute of the Ionian Islands. In May 2009 he was elected lecturer in the Department of Music of the Aristotelian University.

Gerard Assayag

Gerard Assayag is head of the Music Representation team at Ircam-CNRS. He designed, with Carlos Agon, the OpenMusic software, which is used by many composers and music theorists. He organised the «Mathematics and Music» Diderot forum in Paris, which was been a milestone in recent history of relations between mathematics and music. His main interests are in computation of sound and music, programming

languages, machine learning, modeling style and improvisation, and computer assisted composition

Antonios Antonopoulos

Antonios Antonopoulos (Athens, 1958) completed his musical and university studies with a Composition Diploma, Piano Diploma and Degree in Education of the Education Department of the University of Athens. He is a Doctor of Philosophy of the Sorbonne-Paris 4 University on analytical musicology of the 2nd half of the 20th century (“Matrix modelisation in Pithoprakta of Iannis Xenakis”). He teaches systematic musicology, including an introduction to the compositional work of Iannis Xenakis at the Aristoteleion University of Thessaloniki. He is the author of the theoretical work *From Tonal to Contemporary Music Theory*. He has been the producer of the radio program Μούσα Πολύτροπος on the 3rd channel of the Greek National Radio (ERA 3). He has acted as a scientific collaborator of the Pedagogical Institute for the production of educational DVD Music, targeted at primary education. He has given lectures in various conferences and seminars of musicology and modern philosophy of music in Greece and France. He has published studies and articles on Ancient Greek Musical Civilisation and Iannis Xenakis in various periodicals. He is a member of the Greek Composers Union (G.C.U.). A number of his compositions have been presented during many musical events. He began his musical educational activity in 1982. He is an accredited music professor and instructor by the National Centre of Accreditation in accordance with the standards set by the EU. He is a Director of Studies in many Conservatories and Music Schools. He has worked as a teacher in the Experimental Music High School and Lyceum of Pallini. He teaches Composition, Advanced Music Theory, Music Systems Theory, Ancient Greek Music System Theory and Musical Analysis.

Garyfallia E. Ntziouni

Garyfallia E. Ntziouni is a musicologist of the Music Department of the National and Kapodistrian University of Athens, from where she received a PhD in Musicology with the title “Music as therapy through ancient Greek writings”. She also has diplomas in the theory of music (Harmonics and Counterpoint degrees at the Hellenic Odeon) and piano (degree at the Orphic Odeon). She is a music teacher in primary schools and her primary research interests are music therapy, music medicine and music psychology.

Constaninos G.-A. Niarchos

Undergraduate Studies: University of Athens

Postgraduate Studies: Oxford and London (King's College)

PhD studies: Oxford, PhD (Ancient Philosophy)

Professor of Philosophy at University of Athens

Writer of 150 books, monographs, papers and studies

President of the International Scientific Company of Ancient Greek Philosophy
Member of numerous International and Greek Philosophical Societies
Visiting Professor
Participant in Greek and International conferences.

Pavlos Kaimakis

Pavlos Kaimakis was born in Thessaloniki in 1947. He received his degree on philosophy from the Aristotle University of Thessaloniki and his Ph.D. from the University of Paris (Paris IV). He is an Associate Professor of Philosophy at the Department of Philosophy and Education of the University of Thessaloniki. His main teaching and researching interests lie in the field of aesthetics and especially music aesthetics. He has participated in numerous conferences on philosophy and aesthetics, and his articles have been published in specialized philosophical magazines. In 2005 his book *Philosophy and Music. Music in the Pythagoreans, Plato, Aristotle and Plotin* was published

Theodossiou Efstratios

Dr. Efstratios Theodossiou is associate Professor of History of Astronomy and Physics at the University of Athens (School of Physics, Department of Astronomy-Astrophysics and Mechanics). His scientific interests include observational astronomy and astrophysics, satellite spectrophotometry in UV of Be stars, variable stars and the history and philosophy of astronomy. He has published in excess 110 scientific papers in international journals and proceedings of astronomical conferences, more than 300 scientific articles in Greek newspapers and journals, and fifteen books on his scientific subjects

Thomas Noll

Thomas Noll studied mathematics (Diploma) and semiotics (Ph.D.). He teaches music theory at ESMUC Barcelona and works in the field of mathematical music theory with particular interest in the transformational investigation of tone relations. He is co-editor of the Journal of Mathematics and Music.

<http://flp.cs.tu-berlin.de/~noll>

Moreno Andreatta

Moreno Andreatta graduated in 1996 in mathematics from the University of Pavia and in 1998 in piano performance from the Novara Conservatory. In 2003 he obtained his PhD in computational musicology at the EHESS in Paris with a thesis on algebraic methods in twentieth-century music and musicology. He is now CNRS researcher at IRCAM. Since 2001 he is co-organizing two monthly Maths/Music Seminars in Paris: the MaMuX Seminar at IRCAM (with Carlos Agon) and the MaMuPhi Seminar at ENS (with François Nicolas and Charles Alunni). He is a founding member of the

Journal of Mathematics and Music (Taylor & Francis), and currently the vice-President of the “Society of Mathematics and Computation in Music”. He co-directs two book series devoted to the relationship between mathematics and music: the “Musique/Sciences Series” (co-edited by IRCAM and Delatour France) and the “Computational Music Sciences Series” (Springer). Moreno Andreatta teaches mathematical methods for computer-music in several doctoral programs in France and Italy (ATIAM-Ircam, AST-Grenoble, ENST de Bretagne, University of Pisa and Milan).

Demetrios E. Lekkas

Education: BS, Mathematics, Carnegie – Mellon University; MBA, The University of Rochester; Ph.D, Dept of Music Studies, The University of Athens. Author and tutor, Studies in Greek Culture, The Greek Open University. Several years professional experience in the media; musicological and other texts in publications, teaching seminars and classes on music and mathematics, translations. Student of Catalan composer Leonardo Balada, he has composed for various ensembles; songs, albums, CDs and DVDs, music for stage and exhibitions, soundtracks, ballets. Research interests and accomplishments in tonal-modal and rhythmical music theory, mathematical, structural and historical musicology, ethnomusicology, pure mathematics, cosmology and astronomy, linguistics, cultural studies and classical philosophy in areas regarding music. Conferences, publications.

Anthony Moore

Prof. Anthony Moore (born 1948) composer, media artist and, since 1996, tenured C4 Professor at the Academy of Arts and the media Cologne in the department of Art and Media Science where he works on the theory and history of sound. Author of numerous music pieces, songs, sound installations and film compositions which have received international prizes; 1972 founder of the band “Slapp Happy”; Co-writer with the music group “Pink Floyd” during the recording of two albums working on concepts, sounds and lyrics; Composer of the television opera “Camera”, a commissioned work from Channel 4; Polygram recorded three albums of his work, “Pieces from the Cloudland Ballroom”, “Secrets of the Blue Bag” and “Reed, Whistle & Sticks”, for voices, strings, woodwind and percussion. In 1996 he became Professor for Auditive Design in the media and head of the Music Department at the Academy of Arts and the Media Cologne (KHM); from 2000-2004 he was elected Principal of the Academy in Cologne. Initiator and art director of sound events, “per->SON” & “Nocturnes”. Besides lecturing he continues to write and compose.

Cort Lippe

Studies: Larry Austin, USA; G.M. Koenig, P. Berg, Institute of Sonology, Netherlands; I. Xenakis, University of Paris. *Seminars:* Boulez, Donatoni, K. Huber, Messiaen, Pend-

erecki, Stockhausen. *Employment*: 1983-86, CEMAMu, taught courses, assisted development of real-time UPIC system; 1986-94, IRCAM, developed real-time applications, taught courses on new technology in composition; since 1994, associate professor of composition, and director, The Hiller Computer Music Studios, University at Buffalo, New York. *Guest professorships*: 1999-2006, Kunitachi College of Music, Tokyo; 1999-2001, Carl Nielsen Academy of Music, Denmark; 2007, New York University; 2009, Fulbright Award at the National and Kapodistrian University of Athens, Greece. *Composition prizes*: (1st prizes) Irino Prize, Japan; Bourges Prize, France; El Callejon Del Ruido Algorithmic Music Competition, Mexico; USA League-ISCM Competition, Leonie Rothschild Prize, USA; (2nd prize) Music Today Prize, Japan; (3rd prize) Newcomp Electronic Music Competition, USA; (honorable mentions) Prix Ars Electronica 1993, 1995, Austria; Kennedy Center Friedheim Awards, USA; Sonavera International Tape Music Competition, USA; Luigi Russolo Competition, Italy. *Commissions*: International Computer Music Association, Sonic Arts Research Center, Belfast, Festival El Callejon del Ruido, Mexico, Dutch Ministry of Culture, and Zentrum für Kunst und Medientechnologie, Germany, etc. *Performances*: International Computer Music Conference, ISCM World Music Days, Gaudeamus, Tokyo Music Today, Bourges, Huddersfield, Sonorities, etc. *Recordings*: ADDA, ALM, Apollon, Big Orbit, CBS-Sony, Centaur, Classico, CMJ, EMF, Hungaroton Classic, Harmonia Mundi, ICMC2000, ICMC2003, IKG Editions, Innova, MIT Press, Neuma, Salabert, SEAMUS, Sirr, and Wergo Records.

Michael Taroudakis

Michael Taroudakis is Associate Professor and Chair of the Department of Mathematics of the University of Crete. He graduated from the Technical University of Athens in 1979 with a Diploma of Naval Architect and Marine Engineer. He received his PhD in Underwater Acoustics from the same University in 1988. He started his Academic career as Lecturer at the Department of Naval Architecture and Marine Engineering of the National Technical University of Athens in 1990. Since 1993 he is Faculty member of the Department of Mathematics of the University of Crete, and recently he has been elected as full Professor at the same Department. Since 1988 he is also collaborative researcher at the Institute of Applied and Computational Mathematics of the Foundation for Research and Technology-Hellas. His research interests are focused on the mathematical modeling of physical phenomena with emphasis on problems of wave propagation and especially acoustics. He has more than 60 papers published in Scientific Journals and Conference Proceedings with referees and has undertaken many research projects as scientific responsible and coordinator. He is Fellow of the Acoustical Society of America, President of the Hellenic Institute of Acoustics and member of the Technical Committee of Hydroacoustics in the European Acoustics Association. His involvement in music has no academic or research character, as it is related to his general cultural interests.

Anastasia Georgaki

Anastasia Georgaki was born in Lefkada. She studied Physics (University of Athens, 1986) and Music (accordion, piano, harmony, counterpoint, 1981-1990) at the Hellenic Conservatory of Athens. She studied also *Computer music and music acoustics and informatics* at IRCAM (DEA, 1991) and accomplished her PhD in Music and Musicology of the XXth century in 1997. During the period 1995-2002 she has been teaching Musical Acoustics and Computer music at the Music Department of the Ionian University at Corfu where she has been elected lecturer in 2001. In 2002 she has moved to the Music Department of University of Athens as lecturer in Music technology and since October 2007 she is *assistant professor in Music Technology* at the same department. She has participated in many computer music conferences and has published a number of articles concerning the *synthesis of the singing voice*, the *interactive music systems* and the *Greek electroacoustic music*. Her research projects focus on controlling synthetic voices through a MIDI-accordion in an electroacoustic music environment, archiving of Greek electroacoustic music, aesthetics of the applications of new technologies in music creation, applications of music technology in education, music technology and visual music and further development in computational archeomusicology concerning the remodelling of the voice. Last, she is a professional accordion player (www.novitango.gr), having performed in many concerts all over Greece with her quintet, with orchestras and other groups.





▲ Hotel Proteas

Hotel Fito ▼





