



5ο Πανελλήνιο  
Εκπαιδευτικό Συνέδριο  
Κεντρικής Μακεδονίας

**«Αξιοποίηση των  
Τεχνολογιών της Πληροφορίας  
και των Επικοινωνιών στη  
Διδακτική Πράξη»**

**"Τεχνολογίες, Τέχνες  
& Πολιτισμός στην Εκπαίδευση"**

**Π Ρ Α Κ Τ Ι Κ Α  
Σ Υ Ν Ε Δ Ρ Ι Ο Υ**

**ΤΟΜΟΣ Α΄**

**Επιμέλεια:** Κολτσάκης Π. Ευάγγελος, Σαλονικίδης Μ. Ιωάννης

Θεσσαλονίκη  
27, 28 & 29 Απριλίου 2018

Υπό την αιγίδα του Υπουργείου Παιδείας  
Έρευνας & Θρησκευμάτων

ISBN: 978-960-99301-3-0

## «Η γοητεία της ακολουθίας Fibonacci στη Μουσική: Διαθεματικό Διδακτικό Σενάριο με αξιοποίηση των Τ.Π.Ε.»

Πατιώ Μαρία<sup>1</sup>, Μποζέλου Μαρία M.Sc<sup>2</sup>, Δρ. Αλεξούδα Γεωργία<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Μουσικός, Πειραματικό Σχολείο Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης  
mariapatio22.5@gmail.com

<sup>2</sup> Μαθηματικός, Πειραματικό Σχολείο Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης  
bozelou@sch.gr

<sup>3</sup> Πληροφορικός, Διευθύντρια 1<sup>ου</sup> Γυμνασίου Τούμπας  
alexouda@gmail.com

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Πρόκειται για ένα διαθεματικό σενάριο διδασκαλίας, το οποίο εμπλέκει τα μαθήματα της Μουσικής και των Μαθηματικών της Α' τάξης του Γενικού Λυκείου και αξιοποιεί εκπαιδευτικά τις Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών. Αφορά στην επαφή των μαθητών/τριών με το ρεύμα/ κίνημα του μουσικού εξπρεσιονισμού και της πειραματικής Μουσικής, τη μελέτη της ακολουθίας Fibonacci και την εφαρμογή της στη Μουσική, τη συνεργατική σύνθεση μουσικής φράσης βασισμένης πάνω στις ιδιότητες των αριθμών Fibonacci και την επεξεργασία της με χρήση του λογισμικού επεξεργασίας μουσικού κειμένου MuseScore. Στο πλαίσιο του αναστοχασμού των εκπαιδευτικών αξιοποιήθηκε ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο, το οποίο οι μαθητές/τριες απάντησαν ανώνυμα. Παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, η διδακτική διαδικασία, η αποκτηθείσα εμπειρία κατά την υλοποίηση του διδακτικού σεναρίου σε δύο σχολικά έτη και τα συμπεράσματα.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Μουσικός Εξπρεσιονισμός/πειραματική Μουσική, ακολουθία Fibonacci, σύνθεση Μουσικής, ψηφιακή επεξεργασία μουσικού κειμένου, MuseScore

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ιδέα της σύνδεσης των Μαθηματικών και της Μουσικής γεννήθηκε πριν από 26 ολόκληρους αιώνες στην αρχαία Ελλάδα από τον Πυθαγόρα. Η Μουσική ήταν ένα από τα τέσσερα μαθήματα του Πυθαγόρειου σχολείου, μαζί με την Αριθμητική, τη Γεωμετρία και την Αστρονομία (Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού, 2004).

Η Μουσική ως τέχνη, αλλά και ως μάθημα με μια συγκεκριμένη δομή, περιλαμβάνει ορισμένες έννοιες και βασικά στοιχεία, όπως σχήματα, επαναλήψεις και αντιθέσεις, τα οποία κατά την πορεία των διαφόρων δημιουργικών μουσικών δραστηριοτήτων διαμορφώνουν ορισμένες σχέσεις μεταξύ τους. Ο συνδυασμός της Μουσικής με τα άλλα μαθήματα του αναλυτικού προγράμματος, και στη δική μας περίπτωση τα Μαθηματικά, βασίζεται ακριβώς στην εξερεύνηση και αντίληψη των βασικών αυτών εννοιών και στοιχείων, καθώς και των σχέσεων που διαμορφώνονται από τη διαπλοκή τους (Σέργη, 1995).

Επιπλέον, το μάθημα των Μαθηματικών συνήθως παρουσιάζεται αποκομμένο από την πραγματικότητα και απομακρυσμένο από κάθε εφαρμογή του. Ο συνδυασμός του με άλλα μαθήματα, εδώ με τη Μουσική, φέρνει τους/τις μαθητές/τριες σε επαφή με διάφορες εφαρμογές των Μαθηματικών.

Η παρούσα διδακτική πρόταση εμπνέεται από την πεποίθηση ότι η διαθεματική και διεπιστημονική διδακτική προσέγγιση επιτρέπει την υπέρβαση των διαχωριστικών ορίων μεταξύ των διαφορετικών επιστημονικών κλάδων, ώστε να επιτευχθούν μορφές συνεργασίας και σύμπραξης μεταξύ των διδασκόμενων μαθημάτων με σκοπό την ενιαία προσέγγιση μιας θεματικής ενότητας από όλες τις δυνατές πλευρές (ΔΕΠΠΣ, 2003). Η διασύνδεση του μαθήματος της Μουσικής με το μάθημα των Μαθηματικών πραγματώνεται στο πλαίσιο ενός κοινού σχεδίου μαθήματος, όπου το κάθε γνωστικό αντικείμενο θέτει και καλλιεργεί σημαντικούς γνωστικούς στόχους και δεξιότητες (Ματσαγγούρας, 2003). Στο πλαίσιο της επίτευξης των στόχων της συγκεκριμένης διδακτικής πρότασης, η αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών γίνεται μέσα από παιδαγωγικές προσεγγίσεις που προάγουν την κριτική, αναλυτική και δημιουργική σκέψη, τη συνεργατική μάθηση, την αυτενέργεια, τη λήψη πρωτοβουλιών, την εξερεύνηση και τον πειραματισμό (Γεωργάκη, 2003). Στον σημερινό κόσμο των πολυμέσων (multimedia), η στενή έννοια του γραμματισμού δεν προετοιμάζει τους/τις μαθητές/τριες να έχουν πρόσβαση ή να αξιολογούν τους μυριάδες τρόπους που προσφέρει η Μουσική. Σε αυτό το πλαίσιο, η Παιδαγωγική του Πολυγραμματισμού είναι μία μεθοδολογία που πληροί τα κριτήρια για μία σύγχρονη μουσική εκπαίδευση (Κοκκίδου, 2016). Η μουσική τεχνολογία χρησιμοποιείται ως εργαλείο που εξυπηρετεί τους μουσικούς και εκπαιδευτικούς στόχους και υπό αυτήν τη μορφή ενσωματώνεται αποτελεσματικά στο πρόγραμμα σπουδών Μουσικής.

Η στενή σχέση που αναπτύσσεται μεταξύ Μουσικής και Μαθηματικών δεν περιορίζεται μόνο στους λόγους και τις αναλογίες μεταξύ των μουσικών διαστημάτων. Αυτό είναι μόνον η

αρχή. Στην παρούσα διδακτική πρόταση, οι μαθητές/τριες γνωρίζουν την ακολουθία Fibonacci και ανακαλύπτουν τι τους/τις επιφυλάσσει η συνέχεια.

#### **ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ:** 4 διδακτικές ώρες

#### **ΕΝΤΑΞΗ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ**

Το παρόν διδακτικό σενάριο είναι συμβατό με το Πρόγραμμα Σπουδών της Καλλιτεχνικής Παιδείας – Μουσικής για την Α' Λυκείου (ΦΕΚ 155/Τ.Β./22-01-2015), εντάσσεται στο πλαίσιο της διδασκαλίας της ενότητας με τίτλο «Εξπρεσιονισμός» (Ζεάκης-Γλυνιάς κ.ά., 2000) και ανταποκρίνεται στο ζητούμενο οι μαθητές/τριες να γνωρίσουν βιωματικά, στοιχεία του ρεύματος/κινήματος του μουσικού εξπρεσιονισμού, αλλά και της πειραματικής Μουσικής.

Όσον αφορά το μάθημα των Μαθηματικών, το σενάριο αυτό εντάσσεται στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών της Άλγεβρας Α' Λυκείου στο κεφάλαιο 5 με τίτλο «Πρόοδοι» και πιο συγκεκριμένα στην παράγραφο 5.1 με τίτλο «Ακολουθίες».

Στα προγράμματα σπουδών της Πληροφορικής δεν προβλέπεται η εξοικείωση με κάποιο λογισμικό επεξεργασίας μουσικού κειμένου. Όμως, στο πλαίσιο της

διδασκαλίας των πολυμέσων στη Β' Γυμνασίου, οι μαθητές/τριες μπορεί να έχουν εξοικειωθεί με κάποιο λογισμικό επεξεργασίας ήχου όπως είναι το Audacity (Πατιώ & Αλεξούδα, 2017). Για το λόγο αυτό στο πλαίσιο του παρόντος διδακτικού σεναρίου προβλέπεται η εισαγωγή στη χρήση του λογισμικού επεξεργασίας μουσικού κειμένου MuseScore που θα αξιοποιηθεί.

### **ΣΚΟΠΟΣ – ΣΤΟΧΟΙ**

Σκοπός του διδακτικού σεναρίου είναι η συνειδητοποίηση από μέρους των μαθητών/τριών ότι τα Μαθηματικά και η Μουσική συνδέονται στενά, καθώς και η καλλιέργεια της μουσικότητας και των μουσικών τους δεξιοτήτων.

Οι στόχοι του διδακτικού σεναρίου είναι οι μαθητές/τριες:

1. να κατανοήσουν ότι τα μουσικά ρεύματα/κινήματα δεν ξεπηδούν τυχαία, αλλά προκύπτουν μέσα από την αλληλεπίδραση ποικίλων παραγόντων,
2. να κατανοήσουν καλύτερα τα κυριότερα χαρακτηριστικά του μουσικού εξπρεσιονισμού και της πειραματικής Μουσικής,
3. να έρθουν σε επαφή με την επιστημονική μελέτη της Μουσικής,
4. να αποκτήσουν δεξιότητες αξιοποίησης λογισμικών επεξεργασίας μουσικού κειμένου και συγκεκριμένα το MuseScore,
5. να αναπτύξουν τη δημιουργικότητά τους χρησιμοποιώντας μουσικές γνώσεις που έχουν ήδη αποκτήσει,
6. να έρθουν σε επαφή με κάποιες εφαρμογές των Μαθηματικών,
7. να καλλιεργήσουν τη συνεργασία και την κοινωνική αλληλεπίδραση,
8. να εξοικειωθούν με διαδικασίες αυτοαξιολόγησης και ετεροαξιολόγησης.

### **ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ – ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ**

Ο σχεδιασμός του διδακτικού σεναρίου στηρίχτηκε στη θεωρία μάθησης του κοινωνικού εποικοδομισμού και ακολουθήθηκαν οι εξής διδακτικές προσεγγίσεις:

- *Διαθεματική και διεπιστημονική προσέγγιση*: Επιχειρείται η διασύνδεση της σχολικής γνώσης μέσα από την ανάπτυξη ενός κεντρικού θέματος, όπου το κάθε γνωστικό αντικείμενο αναπτύσσει και καλλιεργεί σημαντικούς γνωστικούς στόχους και δεξιότητες που αφορούν τον πυρήνα του αντικειμένου και παράλληλα οι μαθητές/τριες αποκτούν σφαιρική άποψη για το θέμα, όπως αυτό παρουσιάζεται στην ολότητά του (Ματσαγγούρας, 2003).
- *Βιωματική προσέγγιση*: Οικοδόμηση της νέας γνώσης μέσα από βιωματικές εμπειρίες.
- *Συνεργατική μάθηση*: Οι μαθητές/τριες εργαζόμενοι/νες σε ομάδες αποκτούν γνώσεις μέσα από μια γόνιμη διαδραστική διαδικασία (Whipple, 1987).
- *Διαφοροποιημένη διδασκαλία*: Ο/Η εκπαιδευτικός προσεγγίζει κάθε παιδί με διαφορετικό τρόπο προκειμένου να βελτιστοποιήσει τις ευκαιρίες μάθησης για κάθε έναν/μία από τους/τις μαθητές/τριες της τάξης του (Tomlinson et al, 2003).
- *Αξιοποίηση νέων τεχνολογιών*: Η τεχνολογία μπορεί να δημιουργήσει μια ισορροπία ανάμεσα στη «νέα προφορικότητα» και στην κλασική «εγγραμματοσύνη» (Π.Ι., Υ.Π.Δ.Β.Μ.Θ., 2011).

### **ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΥΛΙΚΟΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ**

---

Για την εφαρμογή αυτού του διδακτικού σεναρίου απαιτούνται: Η/Υ και βιντεοπροβολέας ή αίθουσα διδασκαλίας με διαδραστικό πίνακα, ρυθμικά και μελωδικά μουσικά όργανα, Εργαστήριο Πληροφορικής με εγκατεστημένο στους Η/Υ του το λογισμικό επεξεργασίας μουσικού κειμένου MuseScore, που θα χρησιμοποιηθεί από τις ομάδες εργασίας για την εκπόνηση των εργασιών τους, Φύλλο Εργασίας Μουσικής, Φύλλο Εργασίας Μαθηματικών, Φύλλο Εργασίας Πληροφορικής.

### **ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΟΡΕΙΑΣ**

Το διδακτικό σενάριο περιλαμβάνει τρεις φάσεις.

Α' φάση (1 διδακτική ώρα – Συνδιδασκαλία Μουσικής και Μαθηματικών στην τάξη). Αφιερώνεται στην προετοιμασία των μαθητών/τριών. Αρχικά, ο/η εκπαιδευτικός των Μαθηματικών κάνει μια εισαγωγή για την ακολουθία Fibonacci αναφέροντας ότι πρωτοπαρουσιάστηκε το 1202 από τον Leonardo Pisano, γνωστό και ως Leonardo Fibonacci, στο βιβλίο του Liber abaci (Scott & Marketos, 2014), και δίνοντας κάποια ιστορικά στοιχεία για τον Fibonacci. Στη συνέχεια δίνεται στους/στις μαθητές/τριες το Φύλλο Εργασίας 1 και, αφού συζητηθεί το πρόβλημα που έθεσε ο Fibonacci στο βιβλίο του αλλά και το ποια τελικά είναι η ομώνυμη ακολουθία, ζητείται από τους/τις μαθητές/τριες να βρουν τους πρώτους όρους της και να εξερευνήσουν μια ενδιαφέρουσα ιδιότητα αυτής. Στη συνέχεια, προβάλλεται η διάλεξη του Arthur Benjamin ([https://www.ted.com/talks/arthur\\_benjamin\\_the\\_magic\\_of\\_fibonacci\\_numbers?language=el](https://www.ted.com/talks/arthur_benjamin_the_magic_of_fibonacci_numbers?language=el)) όπου παρουσιάζεται η ακολουθία αυτή και κάποιες ιδιότητές της, καθώς και το βίντεο «Nature by numbers» του Cristóbal Vila (<https://vimeo.com/9953368>), όπου φαίνεται ο τρόπος με τον οποίο εμφανίζονται οι αριθμοί Fibonacci στη φύση.

Στη συνέχεια ο/η εκπαιδευτικός της Μουσικής παρουσιάζει στα παιδιά τη σχέση των αριθμών Fibonacci με τη μουσική κλίμακα: Η πεντατονική κλίμακα έχει 5 νότες, η διατονική 8 και η χρωματική 13 νότες. Στις μουσικές κλίμακες της ευρωπαϊκής Μουσικής η 5η νότα χαρακτηρίζεται ως «δεσπόζουσα», η 5η νότα κάθε κλίμακας είναι συγχρόνως η 8η νότα της χρωματικής κλίμακας, στις τρίφωνες συγχορδίες ο θεμέλιος φθόγγος (1η βαθμίδα) σχηματίζει διάστημα 3ης και διάστημα 5ης με τους υπόλοιπους φθόγγους της συγχορδίας. Επιπλέον, στο πληκτρολόγιο του πιάνου μέσα σε μια οκτάβα υπάρχουν 13 πλήκτρα, 8 λευκά και 5 μαύρα, τα μαύρα πλήκτρα είναι μοιρασμένα σε ομάδες των 2 και 3 και μέσα σε μια οκτάβα υπάρχουν 13 νότες. Ακολουθώς παρουσιάζει 2 παραδείγματα μουσικών συνθέσεων του 20<sup>ου</sup> αιώνα, στις οποίες η ακολουθία Fibonacci αποτελεί πηγή έμπνευσης για τους συνθέτες τους και γίνεται εσκεμμένη εφαρμογή της.

1. Στο 1<sup>ο</sup> μέρος του έργου «Music for Strings, Percussion and Celesta» (<https://www.youtube.com/watch?v=m129k5YcQnU>), που συνέθεσε το 1936 ο Ούγγρος συνθέτης Béla Bartók (Bartók, 1964), η κορύφωση τοποθετείται στο μέτρο 55 από τα 89. Στην αρχή του 3<sup>ου</sup> μέρους του ίδιου έργου, ακούγονται από το ξυλόφωνο ρυθμικές αξίες στη νότα φα που ακολουθούν παλινδρομικά τη σειρά Fibonacci (όπως εμφανίζεται στο Σχήμα 1).



**Σχήμα 1:** Ρυθμικές αξίες που ακολουθούν παλινδρομικά την ακολουθία Fibonacci.

2. Το τραγούδι με τίτλο «Lateralus» του αμερικανικού ροκ συγκροτήματος Tool, ενσωματώνει την ακολουθία Fibonacci χρησιμοποιώντας στο μέτρο διαδοχικά 9/8, 8/8 και 7/8 (ο αριθμός 987 είναι ο 16<sup>ος</sup> στην ακολουθία Fibonacci) αλλά και στον αριθμό των συλλαβών των στίχων (1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 8, 5, 3, 2, 1, 1 συλλαβές) (<https://www.youtube.com/watch?v=wS7CZIJVxFY>)

Β' φάση (1 διδακτική ώρα – Μουσική στην τάξη). Περιλαμβάνει τον χωρισμό των μαθητών/τριών σε ομάδες και την εκπόνηση της δημιουργικής δραστηριότητας. Οι μαθητές/τριες χωρίζονται σε ομάδες των 2 – 3 μελών, με κριτήριο τη σχετική ευχέρεια τουλάχιστον ενός/μιας μαθητή/τριας κάθε ομάδας στη μουσική εκτέλεση. Οι ομάδες αυτές διατηρούνται σε όλες τις επόμενες φάσεις της διδασκαλίας. Η οργάνωση αυτή ευνοεί την αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών/τριών, οι οποίοι/ες αντιμετωπίζουν την περαίωση των δραστηριοτήτων ως μια κοινή προσπάθεια και όχι ως ατομική δράση. Αν αντιμετωπίζουν πρόβλημα κατανόησης κάποιας ενέργειας, ζητούν βοήθεια από τους/τις διδάσκοντες/ουσες. Δίδεται στους/στις μαθητές/τριες το Φύλλο Εργασίας 2, όπου τους ζητείται να δημιουργήσουν μια μουσική φράση για ένα μουσικό όργανο βασισμένη πάνω στις ιδιότητες της ακολουθίας Fibonacci, να την καταγράψουν στο πεντάγραμμο και να πειραματιστούν με τους ήχους της σύνθεσής τους στα μουσικά όργανα της τάξης, διορθώνοντας τις μουσικές φράσεις τους, έτσι ώστε να έχουν πιο ευχάριστο άκουσμα.

Γ' φάση (2 διδακτικές ώρες – Συνδιδασκαλία Μουσικής και Πληροφορικής στο εργαστήριο Πληροφορικής). Κατά την 1<sup>η</sup> διδακτική ώρα ο/η εκπαιδευτικός Πληροφορικής εισάγει τους/τις μαθητές/τριες στο λογισμικό επεξεργασίας μουσικού κειμένου MuseScore (Φύλλο Εργασίας 3) και στη συνέχεια, τα μέλη κάθε ομάδας καλούνται να συνεργαστούν και να επεξεργαστούν τη σύνθεσή τους χρησιμοποιώντας το MuseScore. Κατά τη 2<sup>η</sup> διδακτική ώρα κάθε ομάδα καλείται να παρουσιάσει τη midi εκτέλεση σύνθεσής της στην ολομέλεια της τάξης. Γίνεται διάλογος μεταξύ των μαθητών/τριών, κατά τον οποίο καλούνται να κρίνουν το τελικό αποτέλεσμα και να εκφραστούν όσον αφορά την εμπειρία της εκπόνησης του σεναρίου. Οι εκπαιδευτικοί ενθαρρύνουν και συντονίζουν τη διάδραση μεταξύ των μελών των ομάδων.

Στο πλαίσιο του αναστοχασμού των εκπαιδευτικών αξιοποιείται ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο, το οποίο οι μαθητές/τριες απαντούν ανώνυμα. Τέλος, οι συνθέσεις των μαθητών/τριών αναρτώνται στην ιστοσελίδα του σχολείου ή εναλλακτικά στην ιστοσελίδα των υπεύθυνων εκπαιδευτικών.

### **ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ Τ.Π.Ε. – ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΗ ΑΞΙΑ**

Η τεχνολογία μπορεί να δημιουργήσει νέες δυνατότητες για το μάθημα της Μουσικής, καθώς και να προσφέρει ευκαιρίες που προηγουμένως δεν ήταν εφικτές, ειδικά σε τομείς που αφορούν τη δημιουργικότητα, τη διαθεματικότητα, την ανάπτυξη κινήτρων και την τόνωση της αυτοεκτίμησης των μαθητών/τριών (ΥΠΓΒΜΘ, 2011β).

Η μουσική τεχνολογία προωθεί τη συμμετοχικότητα, επειδή πολλοί στόχοι και δραστηριότητες μπορούν να επιτευχθούν με ευκολία, ακόμη και από τους/τις λιγότερο μουσικά καταρτισμένους μαθητές/τριες (Hodges, 2001). Οι μαθητές/τριες μπορούν να αρχίσουν ένα παιχνίδι αυτοσχεδιασμού, δοκιμής και λάθους δοκιμάζοντας διάφορους συνδυασμούς και εμπλέκοντας ταυτόχρονα την αισθητική τους κρίση (Savage, 2005). Ο Swearingen (2003) παρατηρεί ότι η τεχνολογία MIDI ενθαρρύνει τους/τις αρχαρίους να εισέλθουν στον κόσμο της Μουσικής και αργότερα να επιζητήσουν την εκμάθηση ενός συμβατικού μουσικού οργάνου. Η τεχνολογία θεωρείται ως ένα επιπλέον εργαλείο για την εξυπηρέτηση ευρύτερων μουσικών στόχων και ο τρόπος με τον οποίο χρησιμοποιείται στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι καθοριστικός παράγοντας σε σχέση με την αποτελεσματικότητά της.

Η ανάπτυξη των υπολογιστικών συστημάτων, ιδιαίτερα κατά την τελευταία δεκαετία, επέφερε επαναστατικές αλλαγές στην σχέση μεταξύ τεχνολογίας και Μουσικής και κατέστησε πλέον αναγκαία τη χρήση του ψηφιακού μέσου για την παραγωγή και μετάδοση της μουσικής πληροφορίας. Το MuseScore είναι ένα ελεύθερο λογισμικό επεξεργασίας μουσικού κειμένου για τα Windows, MacOS και Linux. Οι νότες εισάγονται σε μία «εικονική παρτιτούρα», υπάρχει απεριόριστος αριθμός συστημάτων, μέχρι και τέσσερις φωνές ανά πεντάγραμμα, εύκολη και γρήγορη εισαγωγή μουσικών φθόγγων με το ποντίκι, το πληκτρολόγιο ή μέσω MIDI, ενσωματωμένο sequencer και FluidSynth software synthesizer, εισαγωγή και εξαγωγή MusicXML και Standard MIDI αρχείων. Επιπλέον, είναι πλήρως εξελληνισμένο χάρη στην μετάφρασή του από το Τμήμα Μουσικών Σπουδών του Ιονίου Πανεπιστημίου (<https://musescore.org/>).

### **ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΑΘΗΤΩΝ/ΤΡΙΩΝ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ**

Η αξιολόγηση αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της διδακτικής διαδικασίας. Αξιολογείται η διαδικασία κατάκτησης της γνώσης, καθώς και οι επιμέρους δεξιότητες που αναπτύσσουν οι μαθητές/τριες, όπως παρατηρητικότητα, φαντασία, αυτοσυγκέντρωση, συνεργασία, πειθαρχία, συνθετική σκέψη και πρωτοβουλίες. Η αξιολόγηση των μαθητών/τριών στηρίζεται τόσο στην παρατήρηση της μαθησιακής τους πορείας από τους διδάσκοντες όσο και στα τελικά παραδοτέα. (Π.Ι., Υ.Π.Δ.Β.Μ.Θ., 2011).

Το διδακτικό σενάριο αξιολογείται με βάση την παρατήρηση από τους/τις διδάσκοντες/ουσες κατά την υλοποίησή του, τα παραδοτέα των μαθητών/τριών και τις απαντήσεις τους σε ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο που δημιουργήθηκε με τη χρήση των google forms (<https://www.google.com/forms/about/>). Τα αποτελέσματα του ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου ανατροφοδότησης παρουσιάζονται στους πίνακες 1 και 2.

### **Η ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΤΗΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ**

Η διδακτική πρόταση υλοποιήθηκε κατά τα σχολικά έτη 2016-17 και 2017-18 στην Α' τάξη του Γενικού Λυκείου του Πειραματικού Σχολείου του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Συμμετείχαν συνολικά 28 μαθητές/τριες (11 αγόρια και 17 κορίτσια). Όλοι/ες οι μαθητές/τριες έδειξαν μεγάλο ενδιαφέρον και ενθουσιασμό, είχαν ενεργό συμμετοχή, πήραν πρωτοβουλίες, αλληλεπίδρασαν και δεν παρατηρήθηκαν προβλήματα στη λειτουργία των ομάδων. Η εργασία σε ομάδες οδήγησε τους/τις μαθητές/τριες να αποκτήσουν γνώσεις μέσα από μια γόνιμη διαδραστική διαδικασία (Whipple, 1987). Προκειμένου να διερευνηθεί καλύτερα η υλοποίηση του σχεδίου έρευνας χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο για τους/τις μαθητές/τριες. Με βάση τις απαντήσεις των μαθητών/τριών, δε διαπιστώθηκαν ιδιαίτερες δυσκολίες στα διάφορα στάδια υλοποίησης του σχεδίου εργασίας.



Ερώτηση	Καθόλου	Λίγο	Μέτρια	Πολύ	Πάρα πολύ
1. Πόσο σε βοήθησαν οι δραστηριότητες να καταλάβεις ποια είναι η ακολουθία Fibonacci και πώς μπορούμε να τη χρησιμοποιήσουμε;	0	1	2	6	6
2. Πόσο σε βοήθησαν να αντιληφθείς πού συναντάμε την ακολουθία Fibonacci;	1	2	3	6	3
3. Πόσο θεωρείς ότι σε βοήθησαν να αντιληφθείς τις εφαρμογές της ακολουθίας Fibonacci στη Μουσική;	0	2	2	6	5
4. Πόσο ενδιαφέρον σου φάνηκε που εμπνεύστηκες από την ακολουθία Fibonacci για να συνθέσεις μία μουσική φράση;	1	0	3	7	4
5. Πόσο δύσκολη σου φάνηκε η δραστηριότητα σύνθεσης μιας μουσικής φράσης με εφαρμογή της ακολουθίας Fibonacci;	3	6	5	1	0
6. Πόσο ενδιαφέρον σου φάνηκε που έγραψες τη σύνθεσή σου στο πρόγραμμα musescore;	0	1	2	7	5
7. Πόσο δύσκολη σου φάνηκε η δραστηριότητα καταχώρισης της σύνθεσής σου στο πρόγραμμα musescore;	4	6	4	1	0
8. Σε βοήθησαν αυτές οι δραστηριότητες να αντιληφθείς τη σύνδεση των Μαθηματικών με τη Μουσική;	1	3	2	6	3
9. Σε βοήθησαν να αντιληφθείς την εφαρμογή των Μαθηματικών στη Μουσική;	0	3	3	5	4

**Πίνακας 1:** Αποτελέσματα ερωτηματολογίου κατά το σχολικό έτος 2016-17.

Ερώτηση	Καθόλου	Λίγο	Μέτρια	Πολύ	Πάρα πολύ
1. Πόσο σε βοήθησαν οι δραστηριότητες να καταλάβεις ποια είναι η ακολουθία Fibonacci και πώς μπορούμε να τη χρησιμοποιήσουμε;	0	0	3	7	3
2. Πόσο σε βοήθησαν να αντιληφθείς πού συναντάμε την ακολουθία Fibonacci;	0	0	5	5	3
3. Πόσο θεωρείς ότι σε βοήθησαν να αντιληφθείς τις εφαρμογές της ακολουθίας Fibonacci στη Μουσική;	0	0	7	3	3
4. Πόσο ενδιαφέρον σου φάνηκε που εμπνεύστηκες από την ακολουθία Fibonacci για να συνθέσεις μία μουσική φράση;	0	0	4	4	5
5. Πόσο δύσκολη σου φάνηκε η δραστηριότητα σύνθεσης μιας μουσικής φράσης με εφαρμογή της ακολουθίας Fibonacci;	1	7	4	1	0
6. Πόσο ενδιαφέρον σου φάνηκε που έγραψες τη σύνθεσή σου στο πρόγραμμα musescore;	0	0	2	8	3
7. Πόσο δύσκολη σου φάνηκε η δραστηριότητα καταχώρισης της σύνθεσής σου στο πρόγραμμα musescore;	2	7	2	1	1
8. Σε βοήθησαν αυτές οι δραστηριότητες να αντιληφθείς τη σύνδεση των Μαθηματικών με τη Μουσική;	0	3	2	6	2
9. Σε βοήθησαν να αντιληφθείς την εφαρμογή των Μαθηματικών στη Μουσική;	0	2	3	5	3

**Πίνακας 2:** Αποτελέσματα ερωτηματολογίου κατά το σχολικό έτος 2017-18.

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Αποτιμώντας την εμπειρία της εξερεύνησης του ρεύματος/κινήματος του μουσικού εξπρεσιονισμού, που αντιπροσωπεύει μία όχι τόσο εύκολα ευπρόσληπτη Μουσική, μέσα από τα Μαθηματικά και την Πληροφορική γίνεται φανερό πως οι μαθητές/τριες βρίσκουν μια διέξοδο για πειραματισμό και αναλυτική προσέγγιση. Οι μαθητές/τριες μαθαίνουν να «διαβάζουν» τον κόσμο και να δίνουν νόημα στις πληροφορίες με άλλα μέσα, πέρα από τα παραδοσιακά. Η σύγχρονη τέχνη δεν ακούγεται σε συναυλίες συχνά στην Ελλάδα και οι μαθητές/τριες δεν έχουν ευκαιρίες να την παρακολουθήσουν. Μέσα από το παρόν διδακτικό σενάριο η σύγχρονη τέχνη αποτελεί έναυσμα για δικές τους πειραματικές δημιουργίες.

Επιπλέον, όσον αφορά στο μάθημα των Μαθηματικών, οι μαθητές/τριες αντιλαμβάνονται ότι τα Μαθηματικά δεν είναι ένα αντικείμενο αποκομμένο από την πραγματικότητα, αλλά κάτι που συναντάμε παντού γύρω μας. Αυτή η διαπίστωση βοηθά στη βελτίωση της γενικότερης στάσης τους απέναντι στο μάθημα, καθώς βλέπουν ότι είναι ένα αντικείμενο με πολλές εφαρμογές που θα τους χρησιμεύσει σε πολλούς τομείς της ζωής τους.

Στο πλαίσιο του αναστοχασμού των εκπαιδευτικών αξιοποιήθηκε ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο, το οποίο οι μαθητές/τριες απάντησαν ανώνυμα. Ο αναστοχασμός από την υλοποίηση του παρόντος διδακτικού σεναρίου στην τάξη έδειξε ότι: α) οι διδακτικοί στόχοι επιτεύχθηκαν, β) οι δραστηριότητες των φύλλων εργασίας προκαλούν το έντονο ενδιαφέρον των μαθητών/τριών καθώς συμμετέχουν ενεργά προκειμένου να παράγουν τις πρωτοποριακές συνθέσεις τους και τα ηχητικά αρχεία αυτών και γ) μετά την ολοκλήρωση των φύλλων εργασίας οι μαθητές/τριες ανυπομονούν να παρουσιάσουν το έργο τους στην ολομέλεια της τάξης.

Όσο για τους/τις διδάσκοντες/ουσες, η εμπειρία είναι πολύτιμη όχι μόνο γιατί είναι μέτοχοι σ' αυτή τη γοητευτική, «ανακαλυπτική» διαδικασία για τους/τις μαθητές/τριες, αλλά και γιατί μέσα από τη συγκεκριμένη δραστηριότητα αποκτούν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν τη Μουσική, τα Μαθηματικά και τις νέες τεχνολογίες για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Οι Gouzouasis και Bakan (2011) μας καλούν να προσδιορίσουμε ένα νέο ήθος για το επάγγελμά μας, να προσαρμοστούμε στα νέα περιβάλλοντα, και να ενθαρρύνουμε δράσεις στην τάξη που δεν απέχουν από την καθημερινότητα των μαθητών μας. Πάνω από όλα, μας προσκαλούν σε μία κριτική στάση απέναντι στις υπάρχουσες πρακτικές.

## **ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

Γεωργάκη, Α. (2003). Μουσική με διαδραστικά μέσα (interactive music): Εργαλεία, τεχνολογικές και αισθητικές προεκτάσεις Μουσικολογία (16), Αθήνα: Εκδόσεις Εξάντας.

ΔΕΠΠΣ (2003). Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών. Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο - ΥΠΕΠΘ.

Ζεάκης-Γλυνιάς, Α., Παπαχρόνης, Ι., Σίμος, Ι., & Φραγκούλη, Α. (2000). Μουσική Α'Εννιαίου Λυκείου-Βιβλίο μαθητή, Αθήνα: Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων.

Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού. (2004). *Υπάρχει σε όλα λύση; Ταξίδι στον κόσμο των αρχαίων ελληνικών μαθηματικών*. Αθήνα: Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού.

Κοκκίδου, Μ. (2016). Μουσικοί Γραμματισμοί στον Απόηχο του Μεταμοντερνισμού: από την άγνοια στη συνείδηση. Στο Κοκκίδου Μ. και Διονυσίου Ζ. (επιμ.), *Πρακτικά 7ου Συνέδριο της Ελληνικής Ένωσης για τη Μουσική Εκπαίδευση, "Μουσικός Γραμματισμός: Τυπικές και Άτυπες Μορφές Μουσικής Διδασκαλίας-Μάθησης"*, σ.σ. 3-36. Θεσσαλονίκη.

Ματσαγγούρας, Η. (2003). *Η Διαθεματικότητα στη σχολική γνώση (Εννοιοκεντρική Αναπλαισίωση και σχέδια εργασίας)*, Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.

Π.Ι., Υ.Π.Δ.Β.Μ.Θ., (2011). *Το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για το μάθημα της Μουσικής στην Υποχρεωτική Εκπαίδευση – Οδηγός εκπαιδευτικού*. Ανακτήθηκε στις 2 Ιανουαρίου 2018 από τη διεύθυνση <http://ebooks.edu.gr/info/newps/Τέχνες - Πολιτισμός — πρόταση α΄/Οδηγός για Μουσική Α Πρόταση — Δημοτικό-Γυμνάσιο.pdf>

Πατιώ, Μ., & Αλεξούδα, Γ. (2017) (α). Ψηφιακός-Πολυτροπικός Μουσικός Γραμματισμός: Η μουσική και η εικόνα ως μέρος των στίχων του χαϊκού. Στο: Χ. Τσιχουρίδης, Δ. Κολοκοτρώνης, Δ. Λιόβας, Μ. Μαριάνθη, Κ. Σταθόπουλος, Α. Κοντογεωργίου, Η. Λιάκος & Ζ. Καρασίμος (επιμ.), *Πρακτικά του 3ου Διεθνούς Συνεδρίου για την Προώθηση της Εκπαιδευτικής Καινοτομίας*, σ.σ. 926.-936. Λάρισα.

Πρόγραμμα Σπουδών της Καλλιτεχνικής Παιδείας-Μουσικής για την Α' Λυκείου (ΦΕΚ 155/Τ.Β.'/22-01-2015). Ανακτήθηκε στις 24 Φεβρουαρίου 2018 από τη διεύθυνση:

[http://www.et.gr/docs-nph/search/pdfViewerForm.html?args=5C7OrtC22wE4q6ggiv8WTXdtvSoClrL8vQU7OEDJhqR5MXD0LzQTLf7MGgcO23N88knBzLCmTXKaO6fpVZ6Lx9hLslJUqeiQhdPcpK9k6dUv\\_TaChK\\_L2TFSog0\\_UjR6JO\\_deH8QDwk](http://www.et.gr/docs-nph/search/pdfViewerForm.html?args=5C7OrtC22wE4q6ggiv8WTXdtvSoClrL8vQU7OEDJhqR5MXD0LzQTLf7MGgcO23N88knBzLCmTXKaO6fpVZ6Lx9hLslJUqeiQhdPcpK9k6dUv_TaChK_L2TFSog0_UjR6JO_deH8QDwk).

Σέργη, Λ. (1995). *Προσχολική Μουσική Αγωγή*, Αθήνα: Εκδόσεις Gutenberg, 1995.

ΥΠΓΒΜΘ (2011β). *Πρόγραμμα Σπουδών Μουσικής στο Γυμνάσιο*. Ανακτήθηκε στις 2 Ιανουαρίου 2018 από τη διεύθυνση: <http://ebooks.edu.gr/info/newps/Τέχνες - Πολιτισμός — πρόταση α΄/Μουσική — Δημοτικό-Γυμνάσιο.pdf>

Bartók, B. (1964). *Music for String Instruments, Percussion and Celesta*. New York: Boosey & Hawkes.

Gouzouasis, P., & Bakan, D. (2011). The future of music making and music education in a transformative digital world. *The UNESCO Observatory e-journal*, 2(2). Retrieved from

[http://education.unimelb.edu.au/\\_data/assets/pdf\\_file/0003/1106229/012\\_GOUZOUASIS.pdf](http://education.unimelb.edu.au/_data/assets/pdf_file/0003/1106229/012_GOUZOUASIS.pdf)

Hodges, R. (2001). Using ICT in Music Teaching. In Philpott, C. and Plummeridge, C. (eds). *Issues in Music Teaching*, pp.170-181. London: Routledge.

Tomlinson, C. A., Brighton, C., Hertberg, H., Callahan, C. M., Moon, T. R., Brimijoin, K., Conover, L. A., & Reynolds, T. (2003). Differentiating instruction in response to student readiness, interest and learning profile in academically diverse classrooms: A review of literature, *Journal for the Education of the Gifted*, 27 (2/3), 119-145.

Savage, J. (2005). Information Communication Technologies as a Tool for Re-imagining Music Education in the 21st Century. *International Journal of Education & the Arts*, 6 (2).

Scott, T.C., Marketos, P. (2014), [On the Origin of the Fibonacci Sequence](#), MacTutor History of Mathematics archive, University of St Andrews

Swearingen, K., D. (2003). A Philosophy and Strategies for Technology in Music Education in MENC 'Why Technology in the Music Classroom?' in Spotlight on Technology in the Music classroom. *The National Association of Music Educators*.

Whipple, W. R. (1987). Collaborative Learning: Recognizing It When We See It, October 1987, *Bulletin of the American Association of Higher Education*, 40 (2), pp. 3-7.

### **ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ**

Arthur Benjamin, *The magic of Fibonacci numbers* – [https://www.ted.com/talks/arthur\\_benjamin\\_the\\_magic\\_of\\_fibonacci\\_numbers?language=el](https://www.ted.com/talks/arthur_benjamin_the_magic_of_fibonacci_numbers?language=el)

Béla Bartók, *Music for Strings, Percussion and Celesta* = <https://www.youtube.com/watch?v=m129k5YcOnU>

Cristóbal Vila, *Nature by numbers* – <https://vimeo.com/9953368>

Google forms – <https://www.google.com/forms/about/>

Musescore – <https://musescore.org>

Ron Knott, *Fibonacci Numbers and the Golden Section* – <http://www.maths.surrey.ac.uk/hosted-sites/R.Knott/Fibonacci/fib.html>

Tools, *Lateralus* – <https://www.youtube.com/watch?v=wS7CZIJVxFY>