

Αξιοποίηση εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης στην πρωτοβάθμια μουσική σχολική εκπαίδευση: προκαταρκτικά ευρήματα από μία διδακτική παρέμβαση

Δρ. Γιάννης Μυγδάνης

Εκπαιδευτικός μουσικής, Pierce – The American College of Greece

YMygdanis@acg.edu

Περίληψη

Οι ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις των τελευταίων ετών έχουν μετασχηματίσει τους τρόπους με τους οποίους τα άτομα έρχονται σε επαφή με τη μουσική, διαμορφώνοντας νέες μορφές έκφρασης, δημιουργίας και μάθησης. Σε αυτό το πλαίσιο, η τεχνητή νοημοσύνη αποτελεί πλέον αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας των ανθρώπων, επηρεάζοντας καταλυτικά τόσο τις διαδικασίες μουσικής διδασκαλίας όσο και μάθησης, όσο και τις πρακτικές μουσικής δημιουργίας. Το παρόν άρθρο συζητά τα αποτελέσματα από την αξιοποίηση εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης σε δημιουργικές και συνθετικές στρατηγικές στην πρωτοβάθμια μουσική σχολική εκπαίδευση. Συγκεκριμένα, σε μια ομάδα είκοσι τριών παιδιών (Γ' – Ε' τάξης) στο δημοτικό σχολείο του Pierce – The American College of Greece και για περίοδο δέκα εβδομάδων, εφαρμόστηκαν διδακτικά σενάρια με έμφαση στην ένταξη των αναδυόμενων τεχνολογιών στη μουσική παραγωγή και δημιουργία. Στη βάση του δια-επιστημονικού μοντέλου STEAM, οι δράσεις διευρύνθηκαν με στοιχεία τεχνητής νοημοσύνης, αντλώντας από διαφορετικά γνωστικά πεδία. Για τη συλλογή των δεδομένων, αξιοποιήθηκαν τα ποιοτικά εργαλεία της συμμετοχικής παρατήρησης, άτυπες συζητήσεις με τα παιδιά, ομαδικές εστιασμένες συνεντεύξεις και γραπτές διαμορφωτικές αξιολογήσεις. Οι μαθητές φάνηκε να αγκαλιάζουν τις δραστηριότητες με ενθουσιασμό, ειδικά εκείνες που περιλάμβαναν τεχνητή νοημοσύνη, ενθαρρύνοντάς τους να εξερευνήσουν νέους τρόπους έκφρασης και δημιουργίας. Από τα προκαταρκτικά ευρήματα παρατηρείται ότι η χρήση τέτοιων εργαλείων ενθαρρύνει τη συμμετοχή, βελτιώνει την κατανόηση μουσικών εννοιών, ενώ αναπτύσσει τη δημιουργικότητα και την υπολογιστική σκέψη. Ταυτόχρονα, οι μαθητές επέδειξαν σημαντική αντίληψη των ενδεχόμενων προκλήσεων της τεχνητής νοημοσύνης, τοποθετούμενοι κριτικά κυρίως σε ζητήματα διαφάνειας, αξιοπιστίας και ηθικής. Καταλήγοντας, τα αποτελέσματα της έρευνας παρέχουν σημαντικές ενδείξεις για τον δυνητικό ρόλο της τεχνητής νοημοσύνης σε μαθήματα μουσικής, διαμορφώνοντας παράλληλα νέες δυνατότητες αλλά και νέες προκλήσεις για το πεδίο της μουσικής παιδαγωγικής.

Λέξεις-κλειδιά: τεχνητή νοημοσύνη στη μουσική παιδαγωγική, δημιουργικές πρακτικές με τεχνητή νοημοσύνη, τεχνητή νοημοσύνη και μουσική δημιουργία.

Εισαγωγή

Η ψηφιακή τεχνολογία είναι διάχυτη γύρω μας και αποτελεί πλέον αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής και της καθημερινότητας, επηρεάζοντας καταλυτικά τις διαδικασίες και τους τρόπους με τους οποίους τα άτομα αλληλεπιδρούν με τη μουσική (Μυγδάνης, 2023). Μία από τις πλέον δημοφιλείς και αναδυόμενες τεχνολογίες που έχει αρχίσει να αποκτά τον

δικό της χώρο στο πεδίο της μουσικής εκπαίδευσης είναι η τεχνητή νοημοσύνη (Yim & Su, 2024), η οποία φαίνεται να δημιουργεί νέες προοπτικές αλλά και παιδαγωγικές προκλήσεις προς μία Μουσική Εκπαίδευση 4.0 (Μυγδάνης, 2023). Αν και δεν υπάρχει ένας κοινά αποδεκτός ορισμός, η τεχνητή νοημοσύνη αναφέρεται στη δυνατότητα των υπολογιστικών συστημάτων να εκτελούν εργασίες που απαιτούν ανθρώπινη νοημοσύνη, όπως η μάθηση, η επίλυση προβλημάτων και η λήψη αποφάσεων, μέσω της ανάλυσης δεδομένων και της μηχανικής μάθησης (Γεωργούλη, 2015).

Το παρόν άρθρο παρουσιάζει τα προκαταρκτικά ευρήματα από μια πιλοτική παρέμβαση με την εφαρμογή εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης στην πρωτοβάθμια μουσική εκπαίδευση. Η έρευνα επικεντρώνεται στις μορφές με τις οποίες η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να συμβάλλει στην ενίσχυση της συμμετοχής, της αυτονομίας και της ενεργού εμπλοκής των μαθητών, καθώς και στην καλλιέργεια δεξιοτήτων συνεργασίας, δημιουργικότητας και κριτικής σκέψης. Παράλληλα, αναδύονται προκλήσεις που ανακύπτουν από την ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών στο σχολικό πλαίσιο, ενώ περιγράφονται οι τρόποι που αντιμετωπίστηκαν με κριτική προοπτική από τα συγκεκριμένα παιδιά.

1. Τεχνητή νοημοσύνη στη μουσική εκπαίδευση

Η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στη μουσική εκπαίδευση προσφέρει ευκαιρίες για διευρυμένες και εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες, παρέχοντας ένα πλαίσιο αντίληψης ριζικά διαφορετικό από το συμβατικό (Qiusi, 2022). Εφαρμογές και λογισμικά που βασίζονται στη μηχανική μάθηση προσφέρουν στους μαθητές τη δυνατότητα να εξερευνήσουν τη μουσική δημιουργία μέσα από καινοτόμους τρόπους (Ma et al., 2023). Ερευνητική δραστηριότητα στο πεδίο καταδεικνύει την καλλιέργεια της δημιουργικότητας με νέες μορφές ενεργής εμπλοκής στη μουσική πράξη, καθώς και την σε βάθος κατανόηση μουσικών εννοιών και φαινομένων (Μυγδάνης, 2023), ήδη από μικρή ηλικία (Yim & Su, 2024).

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της αξιοποίησης της τεχνητής νοημοσύνης στη μουσική εκπαίδευση είναι η παροχή εξατομικευμένης διδασκαλίας (Ng et al., 2021), σε ένα πλήρως διαδραστικό περιβάλλον μάθησης προσαρμοσμένο στις δεξιότητες και στους στόχους κάθε μαθητή (Qiusi, 2022). Σε αντίθεση με παραδοσιακά περιβάλλοντα μάθησης, όπου η προσαρμογή στον μεγάλο όγκο των τάξεων είναι πρόκληση, η τεχνητή νοημοσύνη διευκολύνει την συμπεριληπτικότητα, μέσω δυναμικών εργαλείων (Chen, 2020) που αντανακλούν τις μοναδικές ανάγκες κάθε μαθητή σε όλα τα επίπεδα (Χίαογυ, 2021). Σε αυτό συνεισφέρει και η δυνατότητα παροχής άμεσης ανατροφοδότησης σε πραγματικό χρόνο (Yu et al., 2023), μέσα από εικονικούς βοηθούς (Karmakar, 2023).

Επιπλέον, η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στη μουσική εκπαίδευση συνδέεται με την ανάπτυξη δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης (Yang, 2020), ιδιαίτερα στα πρώτα στάδια της μουσικής εκπαίδευσης (Yu & Ding, 2020· Karmakar, 2023), διαμορφώνοντας μια εξατομικευμένη και προσωποποιημένη μαθησιακή εμπειρία που συνδυάζει τη θεωρητική γνώση με την πρακτική εφαρμογή (Calderón-Garrido & Gustems-Carnicer, 2021). Εκτός από εικονικούς βοηθούς στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση που έχουν καταδείξει την παιδαγωγική τους αξία (Karmakar, 2023), λογισμικά μουσικής παραγωγής και διαδραστικές εφαρμογές που αξιοποιούν πρακτικές τεχνητής νοημοσύνης επιτρέπουν στους μικρούς μαθητές να πειραματιστούν με διαφορετικά μουσικά στυλ και τεχνικές σύνθεσης, δίνοντας ευκαιρίες για

εξερεύνηση διεγερμένων μορφών μουσικής έκφρασης (NAfME, 2024), ενισχύοντας την ενεργό συμμετοχή σε ένα ελκυστικό μαθησιακό περιβάλλον (Χίαογυ, 2021). Η αλληλεπίδραση αυτή όχι μόνο οδηγεί σε απόκτηση μουσικών δεξιοτήτων, αλλά προάγει την κριτική σκέψη και τη λήψη αποφάσεων στη μουσική πράξη (Shang, 2019).

2. Τεχνητή νοημοσύνη και σχεδίαση σεναρίων STEAM

Το μοντέλο STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) αποτελεί μια δια-επιστημονική προσέγγιση στη μάθηση, η οποία συνδυάζει την επιστήμη, την τεχνολογία, τη μηχανική, τις τέχνες και τα μαθηματικά για την καλλιέργεια των απαραίτητων δεξιοτήτων του 21ου αιώνα (Μυγδάνης & Παπαζαχαρίου-Χριστοφόρου, 2022), όπως είναι η κριτική σκέψη, η συνεργασία, η δημιουργικότητα και η επικοινωνία, γνωστές ως «4C's» (Liao, 2016). Μέσα από τον συνδυασμό επιστημών και τεχνών, οι μαθητές εμπλέκονται σε δημιουργικές διαδικασίες, όπως η κατασκευή μουσικών τεχνουργημάτων (Bequette & Bequette, 2012). Αυτή η προσέγγιση βασίζεται στις ιδέες του κονστραξιονισμού, όπου η μάθηση ενθαρρύνει την ενεργή συμμετοχή και τον πειραματισμό (Μυγδάνης & Παπαζαχαρίου-Χριστοφόρου, 2022· Papert & Harel, 1991). Όταν η τεχνητή νοημοσύνη εντάσσεται στα σενάρια STEAM, δημιουργεί διεγερμένες ευκαιρίες μάθησης, όπου η τεχνολογία γίνεται αντιληπτή ως εργαλείο ενίσχυσης της καινοτομίας και της δημιουργικότητας. Όπως προαναφέρθηκε, μια από τις κύριες εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στη μουσική εκπαίδευση είναι η παροχή εξατομικευμένης μαθησιακής εμπειρίας (Luckin & Holmes, 2016). Στη φιλοσοφία του STEAM, οι μαθητές μπορούν να αξιοποιήσουν στοιχεία τεχνητής νοημοσύνης για να οδηγηθούν στην εύρεση λύσεων των διδακτικών σεναρίων, προσαρμοσμένων στις ιδιαίτερες και εξατομικευμένες μαθησιακές συνθήκες.

Επιπλέον, η ανάλυση μουσικών δεδομένων μέσω της τεχνητής νοημοσύνης ενισχύει την ικανότητα των μαθητών να αντιλαμβάνονται τα μοτίβα και τα πρότυπα σε μία μουσική πληροφορία. Αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης επιτρέπουν τη δημιουργία μουσικών έργων με βάση πρότυπα και δεδομένα, ενθαρρύνοντας τους μαθητές να εμβαθύνουν τόσο στις τεχνικές όσο και στις καλλιτεχνικές πλευρές της μουσικής δημιουργίας (Rohrmeier, 2022). Στα πλαίσια των STEAM σεναρίων, οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιούν εργαλεία ανάλυσης δεδομένων για να κατανοούν τη δομή των μουσικών κομματιών και να αναπτύσσουν νέες προσεγγίσεις στη σύνθεση και την ανάλυση (Bauer, 2020). Αυτή η διαδικασία αναδεικνύει τη δια-επιστημονική φύση του STEAM, καθώς οι μαθητές συνδυάζουν επιστημονικές μεθόδους και καλλιτεχνικές εκφράσεις για να κατανοήσουν μουσικά φαινόμενα, ενώ μαθαίνουν πώς η τεχνολογία μπορεί να συνδυαστεί με τη δημιουργικότητα (Perpler et al., 2016). Με αυτόν τον τρόπο, η δημιουργία μουσικών έργων και τεχνουργημάτων με τεχνητή νοημοσύνη δεν αποτελεί μόνο καλλιτεχνική έκφραση, αλλά και μία μοναδική μαθησιακή εμπειρία που συνδέει την τέχνη με την επιστήμη.

Τέλος, στα πλαίσια της STEAM εκπαίδευσης, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να αξιοποιηθεί για τη δημιουργία εικονικών μουσικών προσομοιώσεων και μοντελοποιήσεων. Μέσω αυτών, οι μαθητές μπορούν να πειραματιστούν με διαφορετικά μουσικά στυλ και όργανα μέσα από δυναμικές και διαδραστικές εμπειρίες μάθησης, οδηγώντας στην κατανόηση μουσικών όρων σε βάθος (Henriksen, 2014). Συνολικά, η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στα σενάρια STEAM δεν αποτελεί απλώς μια τεχνοκεντρική προσθήκη αλλά μια εκπαιδευτική καινοτομία που, με τις κατάλληλες προοπτικές, μπορεί να μεταμορφώσει τον τρόπο με τον οποίο προσεγγίζουμε την καλλιτεχνική έκφραση και τη δημιουργικότητα.

3. Προβληματική της έρευνας, σκοπός, ερευνητικά ερωτήματα και μεθοδολογία

Η προβληματική της παρούσας μελέτης βασίζεται στο ερευνητικό κενό σχετικά με την αξιοποίηση στοιχείων τεχνητής νοημοσύνης στην πρωτοβάθμια σχολική εκπαίδευση. Ο σκοπός της έρευνας είναι ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη και η εφαρμογή μιας καινοτόμου διδακτικής πρότασης που θα αξιοποιεί πρακτικές τεχνητής νοημοσύνης, βασισμένης στις σύγχρονες τάσεις στη μουσική εκπαίδευση, σε μία προοπτική STEAM εκπαίδευσης. Απώτερος στόχος αποτελεί η διερεύνηση της εμπλοκής των μαθητών, η καλλιέργεια δεξιοτήτων δημιουργικότητας και συνεργασίας, καθώς και η κριτική στάση απέναντι στις προκλήσεις της χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης.

Τα ερευνητικά ερωτήματα έχουν ως εξής:

1. Με ποιους τρόπους συμβάλλει η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στη διεύρυνση των διαδικασιών μουσικής διδασκαλίας-μάθησης;
2. Πώς αξιολογούν οι συμμετέχοντες την εμπλοκή και τη συμμετοχή τους σε δραστηριότητες που υποστηρίζονται από τεχνητή νοημοσύνη;
3. Ποιες προκλήσεις και ευκαιρίες προκύπτουν από την ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στη διαδικασία μουσικής εκπαίδευσης για μαθητές δημοτικού;

3.1. Συμμετέχοντες στην έρευνα

Το δείγμα της μελέτης αποτελείται από 23 μαθητές και μαθήτριες από την Γ' έως και την Ε' τάξης στο δημοτικό σχολείο του Pierce – The American College of Greece. Τα παιδιά έλαβαν μέρος στον όμιλο «Little Music Makers & Producers», διάρκειας τριάντα εβδομάδων κατά το σχολικό έτος 2023-2024. Η συμμετοχή στον όμιλο ήταν εθελοντική. Το δείγμα περιλάμβανε περίπου ίση κατανομή αγοριών και κοριτσιών.

3.2. Μεθοδολογικός Σχεδιασμός

Η αξιοποίηση ποικίλων μεθοδολογικών εργαλείων για τη συλλογή δεδομένων σε μία εκπαιδευτική έρευνα δημιουργεί προϋποθέσεις για εμβάθυνση σε ειδικές πτυχές των αντικειμένων που μελετώνται, με στόχο τη βαθύτερη κατανόηση των ποιοτικών τους χαρακτηριστικών (Denzin & Lincoln, 2018· Miles & Huberman, 1994). Στην παρούσα διδακτική παρέμβαση αξιοποιήθηκαν πέντε μεθοδολογικά εργαλεία συλλογής δεδομένων: (α) ημιδομημένες συνεντεύξεις με τους μαθητές, (β) καταγραφή παρατηρήσεων σε μορφή ημερολογίου από τον διδάσκοντα-ερευνητή, (γ) άτυπες συζητήσεις με τους μαθητές εντός και εκτός της τάξης (δ) γραπτές διαμορφωτικές αξιολογήσεις και (ε) δημιουργίες των παιδιών.

Με την ολοκλήρωση των συναντήσεων, πραγματοποιήθηκαν ημιδομημένες συνεντεύξεις με τη συναίνεση των μαθητών και των κηδεμόνων τους. Οι συνεντεύξεις έδωσαν την ευκαιρία για μια συνολική αποτίμηση της παρέμβασης, όπου εκφράστηκαν απόψεις για θέματα που δεν είχαν αναδειχθεί κατά τη διάρκεια των συναντήσεων. Οι ημιδομημένες συνεντεύξεις αναφέρονται στην ανάλυση ως SI (semi-structured interviews). Στο τέλος κάθε συνάντησης, ο εκπαιδευτικός-ερευνητής κατέγραφε τις παρατηρήσεις του σε μορφή ημερολογίου, ώστε να διατηρήσει τη συνέχεια των δεδομένων και να ελαχιστοποιήσει τους κινδύνους παράβλεψης σημαντικών στοιχείων (Denzin & Lincoln, 2018). Σε περιπτώσεις όπου η καταγραφή ήταν

αναγκαία κατά τη διάρκεια της παρέμβασης, οι πληροφορίες καταγράφονταν κωδικοποιημένες. Τα δεδομένα οργανώθηκαν με τη χρήση κλειδών παρατήρησης, που επέτρεψαν την αναγνώριση διαφορετικών μορφών συμπεριφοράς και απροσδόκητων αντιδράσεων. Οι κλείδες επικεντρώθηκαν στη διατήρηση του ενδιαφέροντος, τη διευκόλυνση της αλληλεπίδρασης, την αξιολόγηση των τεχνολογικών και μουσικών δεξιοτήτων, τη συμμετοχή και τη διαχείριση δημιουργικών δραστηριοτήτων. Οι σημειώσεις ημερολογίου αναφέρονται ως FN (field notes). Οι άτυπες συζητήσεις πραγματοποιήθηκαν με τους μαθητές εντός και εκτός των συναντήσεων. Οι συζητήσεις αυτές καταγράφηκαν με τη συναίνεση των μαθητών και αποτελούν μέρος της ανάλυσης, αναφερόμενες ως ID (informal discussions). Οι διαμορφωτικές αξιολογήσεις σχεδιάστηκαν σε μορφή δελτίων εξόδου (exit tickets). Σκοπός ήταν να παρέχουν συνεχή ανατροφοδότηση και συμπληρώνονταν στο τέλος κάθε δραστηριότητας, επιτρέποντας στους μαθητές να εκφράσουν απορίες και σκέψεις σχετικά με τη διαδικασία, διευκολύνοντας την αναγνώριση σημείων που χρειάζονταν υποστήριξη ή προσαρμογές στις διδακτικές προσεγγίσεις (Angelo & Cross, 1993). Οι μουσικές και τεχνολογικές δημιουργίες των παιδιών οργανώθηκαν σε portfolios, τα οποία λειτούργησαν ως βάση αλληλοαξιολόγησης και αυτοαξιολόγησης.

Με την ολοκλήρωση της παρέμβασης, οι ηχογραφήσεις από τις συνεντεύξεις και τις άτυπες συζητήσεις μεταγράφηκαν σε κείμενο. Τα δεδομένα μελετήθηκαν συνδυαστικά σε μία προοπτική τριγωνοποίησης (βλ. Miles & Huberman, 1994). Η ανάλυση επικεντρώθηκε στη συστηματική αναγνώριση μοτίβων και θεματικών κατηγοριών που προέκυψαν από τη συμμετοχή των μαθητών στις δραστηριότητες. Για την ανάλυση των κωδικοποιημένων σημειώσεων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος keywords-in-context analysis, εστιάζοντας στη διασύνδεση και στον συνδυασμό λέξεων ή φράσεων (Onwuegbuzie & Leech, 2007). Για την συνολική ανάλυση των δεδομένων αξιοποιήθηκε η ανάλυση περιεχομένου (content analysis), η οποία αντλεί από τις αρχές της νοηματικής και σημασιολογικής συμπίκνωσης (Finfgeld-Connett, 2014· Braun & Clarke, 2006), μέσω σειράς βημάτων, περιλαμβάνοντας την αναγνώριση, την κωδικοποίηση, την καταμέτρηση των συχνοτήτων των φράσεων, καθώς και τον επανέλεγχο των ευρημάτων (Brinkmann & Kvale, 2015· Miles & Huberman, 1994).

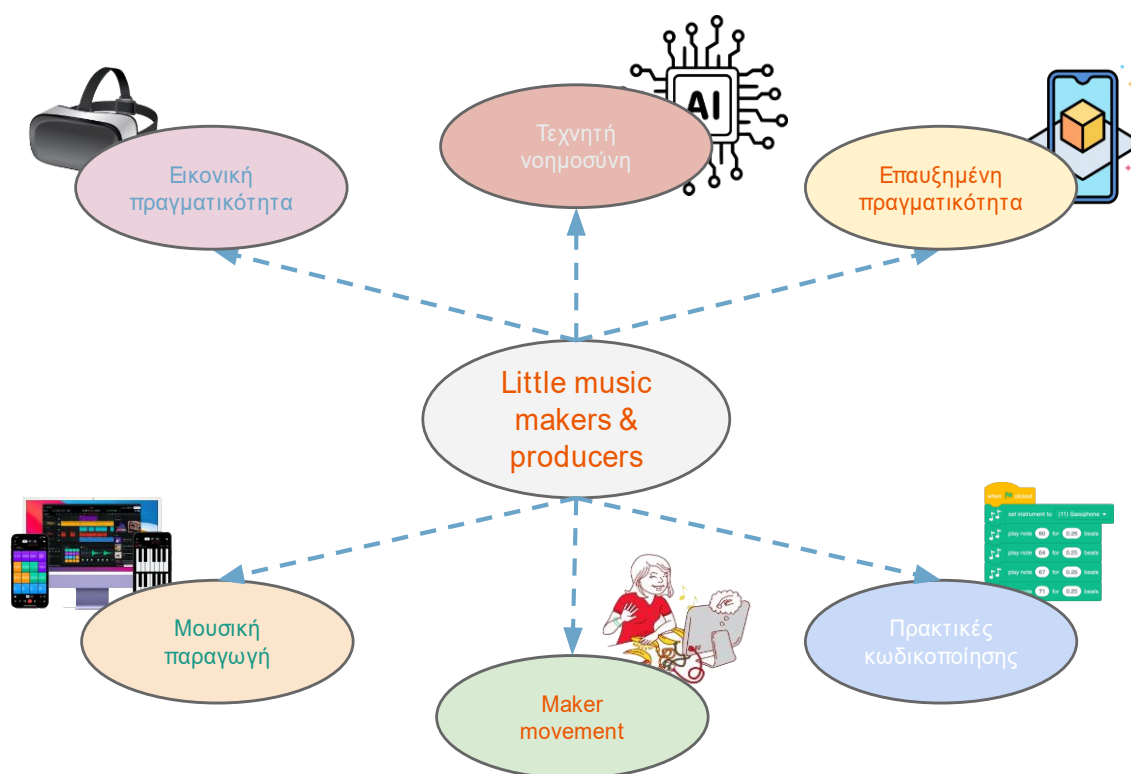
4. Σχεδίαση και ανάπτυξη της διδακτικής παρέμβασης

Το πρόγραμμα «Little Music Makers & Producers» υλοποιήθηκε κατά τη διάρκεια τριάντα εβδομάδων ως μουσικός όμιλος στο δημοτικό σχολείο του Pierce – The American College of Greece, με τη συμμετοχή μαθητών από την Γ' έως και την Ε' δημοτικού. Οι όμιλοι διεξάγονται σε εβδομαδιαία βάση, με διάρκεια μία διδακτική ώρα (45 λεπτά), ενώ η συμμετοχή είναι εθελοντική και δεν αποτελεί μέρος του υποχρεωτικού αναλυτικού προγράμματος. Κάθε μαθητής έχει τη δυνατότητα να επιλέξει τον όμιλο που τον ενδιαφέρει, ο οποίος επιβλέπεται από εξειδικευμένο εκπαιδευτικό. Ανάλογα με τον αριθμό των συμμετεχόντων, υπάρχει η πιθανότητα εμπλοκής βοηθών διδασκαλίας για τη διαχείριση των δραστηριοτήτων.

Ο όμιλος σχεδιάστηκε από τον εκπαιδευτικό-ερευνητή, και εκπονήθηκε με τη συνδρομή ενός ακόμη εκπαιδευτικού μουσικής ο οποίος είχε τον ρόλο του βοηθού διδασκαλίας. Ο βοηθός είχε κυρίως οργανωτικό ρόλο, χωρίς να εμπλέκεται στην ανάπτυξη του προγράμματος. Στόχος της παρέμβασης ήταν η καλλιέργεια της δημιουργικότητας των μαθητών, μέσω της ενασχόλησής τους με διάφορα μουσικά φαινόμενα και τεχνικές. Η οργάνωση των δραστηριοτήτων ακολούθησε τη φιλοσοφία της STEAM εκπαίδευσης, συνδυάζοντας στρατηγικές μουσικής παραγωγής, πρακτικές κωδικοποίησης, maker movement δραστηριότητες,

στοιχεία επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας, καθώς και πρακτικές τεχνητής νοημοσύνης. Οι δραστηριότητες σχεδιάστηκαν ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν ακόμη και σε μαθητές χωρίς προηγούμενη μουσική γνώση.

Στο πλαίσιο της *μουσικής παραγωγής*, οι μαθητές ασχολήθηκαν με τη δημιουργία μουσικών συνθέσεων και τη διασκευή κομματιών, ενώ επιχείρησαν και τη σύνθεση μουσικής για βίντεο μέσα σε αυθεντικές μαθησιακές περιστάσεις. Η ένταξη του *maker movement* στο πρόγραμμα επέτρεψε στους μαθητές να κατασκευάσουν μουσικά όργανα, χρησιμοποιώντας δημιουργικούς τρόπους για να φτιάξουν ψηφιακά όργανα και καλλιτεχνικά έργα με απτικές διεπαφές και αγωγίμα υλικά. Επιπλέον, τα παιδιά ήρθαν σε επαφή με πρακτικές *μουσικής κωδικοποίησης* μέσω του Scratch, δημιουργώντας ψηφιακές μουσικές εφαρμογές, παιχνίδια και εικονικά μουσικά όργανα. Η ενσωμάτωση της *εικονικής πραγματικότητας* έδωσε την ευκαιρία για αλληλεπίδραση με τη μουσική, προσφέροντας μια μοναδική πολυαισθητηριακή εμπειρία. Παράλληλα, η χρήση στοιχείων *επαυξημένης πραγματικότητας* δημιούργησε έναυσμα για εμπλουτισμό της καλλιτεχνικής έκφρασης. Τέλος, η ενσωμάτωση της *τεχνητής νοημοσύνης* προσέθεσε μια εξατομικευμένη διάσταση στη μαθησιακή διαδικασία, αλληλοεπιδρώντας με στοιχεία μηχανικής μάθησης με πρωτοφανείς τρόπους.



Καθόλη τη διάρκεια της παρέμβασης, οι άξονες λειτούργησαν σε συνεχή αλληλεπίδραση, δίνοντας στους μαθητές τη δυνατότητα να συνδυάζουν αυτές τις στρατηγικές σε μία ολιστική προσέγγιση για την επίτευξη των δικών τους στόχων. Τέλος, στο πλαίσιο της αυθεντικής αξιολόγησης, διοργανώθηκε μια συναυλία παρουσίασης, όπου τα παιδιά παρουσίασαν τις μουσικές και τεχνολογικές δημιουργίες τους σε γονείς και συμμαθητές.

4.1. AI Little Music Makers & Producers

Όπως προαναφέρθηκε, ο άξονας της τεχνητής νοημοσύνης λειτούργησε συνδυαστικά με τις υπόλοιπες πρακτικές του προγράμματος. Αν και δεν μπορεί να απομονωθεί, το συγκεκριμένο άρθρο επικεντρώνεται στις πρακτικές που αξιοποιήθηκαν αποκλειστικά μέσα από τις δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης.

Κατά τη διάρκεια της παρέμβασης, αξιοποιήθηκαν ποικίλα εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης. Ένα από τα κύρια ήταν η πλατφόρμα μουσικής παραγωγής BandLab. Το εργαλείο AI SongStarter επιτρέπει τη δημιουργία αλγορίθμων με τη βοήθεια αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης με προκαθορισμένες παραμέτρους, για την ενίσχυση καλλιέργειας μουσικής δημιουργίας. Ακόμα, με τη λειτουργία BandLab Splitter, ένα κομμάτι μπορεί να διαχωριστεί στα επιμέρους μουσικά στοιχεία διευκολύνοντας την κατανόηση μουσικών στοιχείων της φόρμας, της δομής και της ενορχήστρωσης. Η τεχνητή νοημοσύνη αξιοποιήθηκε και για την ανάπτυξη πρωτότυπων σεναρίων και ηχοϊστοριών. Οι μαθητές, χρησιμοποιώντας λέξεις και φράσεις, δημιούργησαν ιστορίες τις οποίες επεξεργάστηκε το ChatGPT. Αυτή η διαδικασία είχε σκοπό να καλλιεργήσει τη φαντασία και τις δεξιότητες γραφής σε μια διεπιστημονική προσέγγιση, συνδέοντας τη μουσική με δεξιότητες ανάγνωσης και γραφής. Παράλληλα, με το CoPilot, οι μαθητές δημιούργησαν καλλιτεχνικά εξώφυλλα για τα μουσικά τους έργα, συνδυάζοντας την τεχνητή νοημοσύνη για τη δημιουργία ψηφιακής τέχνης. Ταυτόχρονα, με το εργαλείο Claude 3 τα παιδιά, στον ρόλο του δημοσιογράφου, συμμετείχαν σε εικονικές συνεντεύξεις με διάσημους καλλιτέχνες που δεν είναι εν ζωή, όπως η Μαρία Κάλλας και ο Freddie Mercury. Επίσης, το ChatGPT αξιοποιήθηκε και ως εξειδικευμένος βοηθός στην κατανόηση και ανάλυση μουσικών πληροφοριών όπου οι μαθητές μπορούσαν να αναζητήσουν μουσικές έννοιες και να λάβουν προσωποποιημένη καθοδήγηση.

5. Αποτελέσματα και Συζήτηση

Σύμφωνα με τα πρώτα προκαταρκτικά ευρήματα σχετικά με την αξιοποίηση στοιχείων τεχνητής νοημοσύνης στη μουσική διδασκαλία και μάθηση, η παρούσα διδακτική παρέμβαση φαίνεται να παρείχε στους μαθητές νέες και διευρυμένες δυνατότητες για δημιουργική έκφραση, πειραματισμό και ανάπτυξη τεχνολογικών δεξιοτήτων. Αυτά τα πορίσματα συνάδουν με προηγούμενες μελέτες που αναδεικνύουν την επίδραση της τεχνητής νοημοσύνης στην ενίσχυση της δημιουργικότητας και της ενεργού συμμετοχής (Yim & Su, 2024· Ng et al., 2021). Μέσα από την ανάλυση των δεδομένων, αναδύθηκαν οι παρακάτω θεματικές κατηγορίες: *Συμμετοχή, αυτονομία και ενεργή εμπλοκή των μαθητών, καλλιέργεια δεξιοτήτων συνεργασίας, δημιουργικότητας και κριτικής σκέψης, καθώς και κριτική στάση απέναντι στην τεχνητή νοημοσύνη.*

Η ενσωμάτωση εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης στις μουσικές δραστηριότητες συνέβαλε στην αύξηση της συμμετοχής και της ενεργού εμπλοκής των μαθητών, σε ένα ριζικά διαφορετικό πλαίσιο μάθησης που ενθαρρύνει τη συμμετοχή (Pan, 2022). Τα ψηφιακά εργαλεία, ενθάρρυναν τους μαθητές να πειραματιστούν ελεύθερα με τις ιδέες και να εξερευνήσουν νέους τρόπους δημιουργίας, προσφέροντας έναν αυξημένο βαθμό ανεξαρτησίας στη μάθηση σε ένα ελκυστικό μαθησιακό περιβάλλον (Χιαογυ, 2021). Σε αυτό το πλαίσιο η αυτονομία και η συνεργασία ενισχύθηκαν σημαντικά, καθώς οι μαθητές είχαν την ευκαιρία να εργάζονται αυτόνομα, αλλά και να συνεργάζονται σε ομάδες, χρησιμοποιώντας τα εργαλεία για να δημιουργήσουν μουσικά κομμάτια, ιστορίες και οπτικό υλικό (Yim & Su, 2024).

Η δημιουργικότητα και η κριτική σκέψη αναδείχθηκαν ως δύο από τις πιο σημαντικές δεξιότητες που προωθήθηκαν μέσω της χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης, γεγονός που επικυρώνεται και βιβλιογραφικά, καθώς η τεχνητή νοημοσύνη φαίνεται να προάγει τη δημιουργικότητα (Karmakar, 2023), την κριτική σκέψη και τη λήψη αποφάσεων στη μουσική πράξη (Shang, 2019). Κατά τις παρατηρήσεις πεδίου, οι μαθητές φάνηκε να προσαρμόζουν τα εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης στις δικές τους ανάγκες, αναδεικνύοντας την ικανότητά τους να χειρίζονται τα ψηφιακά μέσα με αυτονομία: «Μου αρέσει να χρησιμοποιώ την τεχνητή νοημοσύνη για να φτιάξω νέους ήχους που δεν είχα σκεφτεί πριν» (FN 14) και «Η τεχνητή νοημοσύνη είναι τέλειο [...] μου έφτιαξε ένα τραγούδι όπως το ήθελα [...] όχι δεν το φανταζόμουν έτσι αλλά το πήρα και το έκανα δικό μου [...] έβαλα άλλα δύο όργανα και έγινε το τραγούδι μου!» (SI 6).

Η δημιουργικότητα ενισχύθηκε όχι μόνο μέσω της μουσικής παραγωγής, αλλά και μέσω άλλων διαδραστικών δραστηριοτήτων που αξιοποίησαν εργαλεία όπως το ChatGPT, το Claude 3 και το CoPilot. Η δημιουργία ηχοιστοριών έδωσε στους μαθητές την ευκαιρία να συνδυάσουν τις μουσικές τους ικανότητες με τη φαντασία τους, παράγοντας πρωτότυπα έργα που συνδέουν τη μουσική με τη δεξιότητες ανάγνωσης και γραφής. Οι δράσεις αυτές συνδέθηκαν με την καθημερινότητα των παιδιών σε ένα αυθεντικό μαθησιακό περιβάλλον, όπως δήλωσε μία μαθήτρια Δ' δημοτικού: «Πήγα σπίτι και έφτιαξα με τη μαμά μια ιστορία όπως κάναμε εδώ [...] βάλαμε άλλες λέξεις και βγήκε πολύ τρελή, αλλά το πιο ωραίο ήταν η μουσική της ιστορίας... είχε πλάκα!» (ID 9). Επιπλέον, οι εικονικές συνεντεύξεις με διάσημους καλλιτέχνες μέσω του Claude 3 επέτρεψαν στους μαθητές να αναπτύξουν την κριτική τους σκέψη και να εμβαθύνουν στην κατανόηση των μουσικών φαινομένων και της μουσικής ιστορίας. Ένας μαθητής μοιράστηκε: «Συνομίλησα με τον Beethoven μέσω του και κατάλαβα πώς σκεφτόταν όταν έγραφε τη μουσική του» (SI 19). Σε ένα ευρύτερο πλαίσιο αντίληψης, αξίζει να σημειωθεί η αναφορά μίας μαθήτρια: «Μπορώ να φτιάξω και εγώ ένα τέτοιο [ενν. chatGPT]; Θα ήθελα να του βάλω τρελά πράγματα να δω τι θα κάνει [...] να κάνω ένα τρελό τραγούδι!» (SI 4), γεγονός που δείχνει ότι αντιλαμβάνεται τη δημιουργικότητα ως την εύρεση καινοτόμων καλλιτεχνικών λύσεων, καθώς και ενός μαθητή που συνέδεσε την ιστορία της τεχνητής νοημοσύνης με τη καλλιτεχνική της διάσταση, μέσα από έναν ευρηματικό τρόπο: «Αν ζούσε ο Alan Turing θα έγραφε μουσική με το AIVA; [τι πιστεύεις;] Όχι δεν θα είχε χρόνο [...] θα έπρεπε να φτιάξει κάτι νέο πιο καλό που να το ξεπεράσει.» (ID 10).

Επιπρόσθετα, η αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης δημιούργησε προϋποθέσεις ώστε να ξεπεραστούν παραδοσιακά εμπόδια που αναδύονται σε τάξεις μουσικής λόγω των διαφορετικών επιπέδων και δεξιοτήτων των μαθητών. Τα παιδιά με ελάχιστες πρότερες μουσικές εμπειρίες κατάφεραν να συμμετάσχουν ενεργά: «Σκέφτηκα μια μελωδία και το έβαλα στο BandLab, και μετά πρόσθεσα ήχους που δεν είχα σκεφτεί πριν» (ID 11), καθώς τα εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης τους έδωσαν τη δυνατότητα να συνθέσουν και να δημιουργήσουν χωρίς να απαιτείται υπόβαθρο μουσικής θεωρίας και σύνθεσης, και να νιώθουν σίγουροι στην έκφραση των ιδεών τους: «Με το BandLab μπορώ να δουλεύω μόνος μου και να δοκιμάζω πράγματα χωρίς να περιμένω οδηγίες. Αισθάνομαι ότι μπορώ να δημιουργήσω μόνος μου, και αυτό με κάνει να νιώθω πιο σίγουρος» (FN 41). Το γεγονός αυτό ήταν εντονότερο, στις ομαδικές δραστηριότητες «Δεν ήξερα πολλά για τη μουσική, αλλά με τα εργαλεία που χρησιμοποιήσαμε μπόρεσα να φτιάξω κάτι και να βοηθήσω την ομάδα μου» (ID 8) και «Είναι ωραίο που όλοι μπορούμε να συμμετέχουμε και να μοιραζόμαστε τις ιδέες μας» (ID 16). Κατά τη διάρκεια των μαθημάτων, παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές βοηθούσαν ο ένας τον άλλον στην επίλυση τεχνολογικών προβλημάτων: «Ο Γιώργος εξηγεί στη Μαρία πώς

να προσθέσει ένα νέο κανάλι στο BandLab» (FN 16). Αυτό εντοπίζεται και βιβλιογραφικά, καθώς τα λογισμικά μουσικής παραγωγής με τεχνητή νοημοσύνη επιτρέπουν σε μαθητές χωρίς προηγούμενη εμπειρία να πειραματιστούν με τη μουσική (NAfME, 2024), μέσα σε πραγματικές και αυθεντικές διαδικασίες μάθησης, όπως ανέφερε, μια μαθήτρια ανέφερε: «Τώρα μπορώ να χρησιμοποιώ το BandLab και στο σπίτι για να φτιάχνω τη δική μου μουσική» (SI 20).

Στις παρατηρήσεις πεδίου, σημειώθηκε ότι οι μαθητές έδειχναν αυξημένο ενθουσιασμό κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων για να μοιραστούν τις δημιουργίες τους με την υπόλοιπη τάξη. Χαρακτηριστική είναι η φράση μιας μαθήτριας από τις πρώτες συναντήσεις: «Κοιτάξτε τι έφτιαξα! Δεν περίμενα ποτέ ότι θα μπορούσα να κάνω κάτι τέτοιο [...] τόσο ωραίο!» (FN 6). Ανάλογα ήταν τα αποτελέσματα και σε ομαδικό επίπεδο: «Μου αρέσει να δουλεύω με τους φίλους μου. Μαθαίνουμε ο ένας από τον άλλον και φτιάχνουμε καλύτερα πράγματα μαζί» (ID 20). Κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων, οι μαθητές εξέφρασαν τον ενθουσιασμό τους για τη χρήση των εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης. Ενδεικτικά, ένας μαθητής σχολίασε: «Με το BandLab μπορώ να φτιάχνω τραγούδια και να πειραματίζομαι με διαφορετικούς ήχους [...] αν και το AI δεν μου το κάνει όπως ακριβώς το φαντάζομαι, μετά μπορώ να το φτιάξω εγώ!» (SI 12), ενώ μια μαθήτρια της Γ' Δημοτικού ανέφερε: «Πριν, δεν ήξερα πώς να φτιάξω μουσική, αλλά τώρα μπορώ να δημιουργήσω το δικό μου τραγούδι [...] και το AI σίγουρα μπορεί να με βοηθήσει σε αυτό!» (SI 7).

Επιπλέον, η χρήση του CoPilot για τη δημιουργία καλλιτεχνικών εξωφύλλων ενίσχυσε την ενασχόληση και τη δημιουργικότητα των μαθητών με το οπτικό κομμάτι της μουσικής τους, εμπλέκοντας τα παιδιά σε αυθεντικές περιστάσεις διδασκαλίας-μάθησης: «Με το CoPilot έφτιαξα ένα εξώφυλλο που ταιριάζει τέλεια με τη μουσική μου» (ID 18) και «Ήταν ωραίο που φτιάξαμε και το δικό μας εξώφυλλο, έτσι δεν θα έκανε και ο Marshmello;» (ID 17). Επιπλέον, η δημιουργία εξωφύλλων και οπτικών στοιχείων ενθάρρυνε τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών: «Δουλέψαμε μαζί για να φτιάξουμε το εξώφυλλο του τραγουδιού μας. Ο καθένας πρόσθεσε τις ιδέες του και το αποτέλεσμα ήταν υπέροχο» (SI 26).

Ένα από τα σημαντικότερα ευρήματα της έρευνας ήταν η ανάπτυξη κριτικής στάσης των μαθητών απέναντι στην υπεύθυνη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση (Yu et al., 2023).. Οι μαθητές δεν αντιμετώπισαν την τεχνητή νοημοσύνη απλώς ως εργαλείο που εκτελεί αυτόματα καθήκοντα. Αντίθετα, άρχισαν να αμφισβητούν τη λειτουργία των αλγορίθμων και την ακρίβεια των αποτελεσμάτων που παράγει η τεχνητή νοημοσύνη. Η ερώτηση: «Μπορούμε να εμπιστευτούμε ότι μας λέει η τεχνητή νοημοσύνη; Μπορεί να κάνει λάθη;» (ID 13) δείχνει ότι οι μαθητές ανέπτυξαν μια κριτική αντίληψη για την τεχνολογία και άρχισαν να εξετάζουν τις ηθικές και κοινωνικές διαστάσεις της χρήσης της. Σε μια παρατήρηση, ένας μαθητής σημείωσε: «Το ChatGPT μου έδωσε μια απάντηση που δεν είναι σωστή. Πρέπει να το ελέγξω» (FN 18). Μια μαθήτρια εξέφρασε τον προβληματισμό της: «Όταν χρησιμοποιούμε το CoPilot για να φτιάξουμε εικόνες, πώς ξέρουμε ότι οι εικόνες αυτές δεν ανήκουν σε κάποιον άλλον;» (ID 19).

Σταδιακά, η κριτική στάση γινόταν όλο και εντονότερη και οι μαθητές άρχισαν να αντιλαμβάνονται τους τρόπους λειτουργίας και εκμάθησης των αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης: «Δηλαδή, αν βάλουμε σε ένα πρόγραμμα μόνο βρισιές [εκπαιδεύσουμε ένα σύστημα] τότε θα μας απαντάει έτσι; [...] Αυτό [chatGPT] έχει καλά δεδομένα μέσα;» (SI 7). Επιπλέον, κατανόησαν ότι η τεχνητή νοημοσύνη δεν είναι πανάκεια για όλα τα προβλήματα: «Το chatGPT μπορεί να με βοηθήσει αλλά όχι σε όλα [...] αν έχω τσακωθεί με τη φίλη μου δεν μπορεί.» (SI 3), ή αδυνατεί να προσαρμοστεί σε όλες τις καταστάσεις:

«Του έβαλα [chatGPT] να μου εξηγήσει μία εξίσωση που δεν καταλάβαινα και δεν μπορούσε [...] του είπα μετά ότι είμαι μαθητής Ε' Δημοτικού και έγινε καλύτερο...λίγο [...] λέω να το χρησιμοποιήσω και στα άλλα μαθήματα να δω αν θα με βοηθήσει.» (ID 6). Σε αυτό το πόρισμα κατέληξε και ένα κορίτσι Ε' δημοτικού Κατά τη διάρκεια της συνέντευξης: «Νομίζω ότι είναι σημαντικό να μην βασιζόμαστε μόνο στην τεχνολογία, αλλά να χρησιμοποιούμε και το μυαλό μας» (SI 22).

Καταλήγοντας, η παρούσα διδακτική παρέμβαση ανέδειξε τη δυναμική της τεχνητής νοημοσύνης στην πρωτοβάθμια μουσική εκπαίδευση. Συνολικά, η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης ενίσχυσε τόσο την αυτονομία όσο και τη συνεργασία των μαθητών, δημιουργώντας ένα περιβάλλον όπου μπορούσαν να δουλεύουν τόσο ατομικά όσο και ομαδικά με άνεση και αυτοπεποίθηση. Η ισότιμη συμμετοχή των μαθητών ανεξαρτήτως φύλου υποδεικνύει ότι η τεχνολογία και ειδικότερα οι πρακτικές τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να λειτουργήσουν καταλυτικά για να προάγουν τη συμπεριληπτικότητα στη μουσική εκπαίδευση (Calderón-Garrido & Gustems-Carnicer, 2021). Τα ευρήματα αυτά επιβεβαιώνουν τις προοπτικές που αναφέρονται στη βιβλιογραφία σχετικά με τον ρόλο της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση (Yim & Su, 2024; Ng et al., 2021; Karmakar, 2023). Τα ευρήματα υπογραμμίζουν ότι η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να λειτουργήσει ως ένα ισχυρό εργαλείο που προάγει τη συνεργατικότητα, την καινοτομία και τη δημιουργικότητα, επιτρέποντας στα παιδιά να αναπτύξουν δεξιότητες συνεργασίας που είναι απαραίτητες για τη σύγχρονη ψηφιακή εποχή.

6. Επίλογος & μελλοντικές προοπτικές

Συνολικά, οι μουσικοπαιδαγωγικές δραστηριότητες με την αξιοποίηση τεχνητής νοημοσύνης σε αυτή τη διδακτική παρέμβαση τοποθέτησαν τα παιδιά στο επίκεντρο της μαθησιακής διαδικασίας, δημιουργώντας ένα περιβάλλον που ενίσχυσε τη συμμετοχή και τις μουσικές τους εμπειρίες. Μέσα από την ενεργή συμμετοχή τους σε συνεργατικά πλαίσια, τα παιδιά φαίνεται ότι ενίσχυσαν τη δημιουργικότητά τους, ενώ τα ψηφιακά εργαλεία που αξιοποιήθηκαν τους παρείχαν νέες ευκαιρίες για πειραματισμό και έκφραση. Η παρούσα διδακτική παρέμβαση ανέδειξε τη δυναμική της τεχνητής νοημοσύνης στην πρωτοβάθμια μουσική εκπαίδευση, παρέχοντας νέες ευκαιρίες για δημιουργική έκφραση. Οι μαθητές υιοθέτησαν με ενθουσιασμό τις ψηφιακές τεχνολογίες, αναπτύσσοντας παράλληλα αυτονομία, κριτική σκέψη και συνεργατικότητα. Η τεχνητή νοημοσύνη ενίσχυσε τη συμμετοχή και το ενδιαφέρον τους, ενώ οι δραστηριότητες ψηφιακής μουσικής παραγωγής προώθησαν δεξιότητες απαραίτητες για τη σύγχρονη ψηφιακή εποχή. Ταυτόχρονα, οι μαθητές ανέπτυξαν μια πιο κριτική στάση απέναντι στην τεχνολογία, αναγνωρίζοντας τις δυνατότητες αλλά και τους περιορισμούς της.

Παρά τους περιορισμούς της έρευνας (μικρός αριθμός συμμετεχόντων, εφαρμογή στο συγκεκριμένο σχολικό περιβάλλον, περιορισμένος χρόνος εκπόνησης), τα αποτελέσματα καταδεικνύουν τη δυναμική των εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η μελλοντική έρευνα μπορεί να επικεντρωθεί σε πιο εκτεταμένες και μακροπρόθεσμες παρεμβάσεις. Συγκεκριμένα, νέα εργαλεία κωδικοποίησης με στοιχεία τεχνητής νοημοσύνης, όπως το *Machine Learning for Kids* και το *Scratch Playground Raise AI*, θα μπορούσαν να ενισχύσουν τη μαθησιακή διαδικασία. Τέλος, καθώς η εφαρμογή έλαβε χώρα στα πλαίσια ομίλου μουσικής, ένας πιθανός επανασχεδιασμός θα μπορούσε

να επικεντρωθεί στη γενική μουσική εκπαίδευση, προσαρμόζοντας τις τεχνολογίες της τεχνητής νοημοσύνης σε ευρύτερα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Γεωργούλη, Α. (2015). *Τεχνητή νοημοσύνη*. Εκδόσεις Κάλλιπος.
- Μυγδάνης, Γ. (2023). *Σχεδίαση και ανάπτυξη του πρωτότυπου μουσικού εκπαιδευτικού λογισμικού Synth4kids και αξιοποίησή του στη «Θεωρία της μουσικής» της ωδειακής εκπαίδευσης στην Ελλάδα*. Διδακτορική διατριβή, Ευρωπαϊκό Πανεπιστήμιο Κύπρου.
- Μυγδάνης, Γ., & Παπαζαχαρίου-Χριστοφόρου, Μ. (2022). Η φιλοσοφία του maker movement σε μαθήματα "Θεωρία της μουσικής" σε ένα ωδείο στον ελλαδικό χώρο: Προκαταρκτικά ευρήματα από μία εκπαιδευτική παρέμβαση. *Μουσικοπαιδαγωγικά*, 20(20), 31-53.
- Angelo, T. A., & Cross, K. P. (1993). *Classroom assessment techniques: A handbook for college teachers*. Jossey-Bass.
- Bauer, W. I. (2020). *Music learning today: Digital pedagogy for creating, performing, and responding to music*. Oxford University Press.
- Bequette, J. W., & Bequette, M. B. (2012). A place for art and design education in the STEM conversation. *Art education*, 65(2), 40-47.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101.
- Brinkmann, S., & Kvale, S. (2015). *Interviews: Learning the craft of qualitative research interviewing* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Calderón-Garrido, D., & Gustems-Carnicer, J. (2021). Adaptations of music education in primary and secondary school due to COVID-19: The experience in Spain. *Music Education Research*, 23(2), 139–150.
- Chen, J. C. W. (2020). AI in music education: The impact of using artificial intelligence application to practice scales and arpeggios in a virtual learning environment. In W. W. Ma, K. Tong, & W. B. A. Tso (Eds.), *Educational communications and technology yearbook* (pp. 213–229). Springer.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2018). *The SAGE handbook of qualitative research* (5th ed.). SAGE Publications.
- Finfgeld-Connett, D. (2014). Use of content analysis to conduct knowledge-building and theory-generating qualitative systematic reviews. *Qualitative Research*, 14(3), 341–352.
- Henriksen, D. (2014). Full STEAM ahead: Creativity in excellent STEM teaching practices. *The STEAM journal*, 1(2), 15.
- Karmakar, S. (2023). Application of AI in music education. *Journal of Digital Learning in Education*.
- Liao, C. (2016). From interdisciplinary to transdisciplinary: An arts-integrated approach to STEAM education. *ART education*, 69(6), 44-49.

- Luckin, R., & Holmes, W. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Open University.
- Ma, N., Zheng, L., & Wang, L. (2023). Developments and applications of artificial intelligence in music education. *Technologies*, 11(2), 42.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). SAGE Publications.
- NAfME. (2024). Artificial intelligence and music education. *National Association for Music Education*. Retrieved from <https://nafme.org>
- Ng, D. T., Ng, E. H., & Chu, S. K. (2021). Engaging students in creative music making with AI in a flipped classroom. *Education and Information Technologies*, 27(1), 45–64.
- Onwuegbuzie, A. J., & Leech, N. L. (2007). A call for qualitative power analyses. *Quality & Quantity*, 41, 105–121.
- Pan, T. (2022). Application of artificial intelligence system in music education. In J. Macintyre, J. Zhao, & X. Ma (Eds.), *The 2021 International Conference on Machine Learning and Big Data Analytics for IoT Security and Privacy* (pp. 629–635). Springer.
- Papert, S. & Harel, I. (1991). *Constructionism*. Ablex Publishing.
- Peppler, K. A., Halverson, E. R., & Kafai, Y. B. (2016). *Makeology: Makerspaces as Learning Environments (Volume 1)*. Routledge.
- Qiusi, Z. (2022). Application of AI in music education: Challenges and opportunities. *International Journal of Music Education*.
- Rohrmeier, M. (2022). On Creativity, Music's AI Completeness, and Four Challenges for Artificial Musical Creativity. *Trans. Int. Soc. Music. Inf. Retr.*, 5(1), 50-66.
- Shang, M. (2019). The application of artificial intelligence in music education. In D. S. Huang, K. H. Jo, & Z. K. Huang (Eds.), *Intelligent computing theories and application* (pp. 629–635). Springer.
- Xiaoyu, L. (2021). Personalized music learning with AI. *Journal of Educational Technology*.
- Yang, F. (2020). Artificial intelligence in music education. In *2020 International Conference on Robots & Intelligent Systems (ICRIS)* (pp. 483-484). IEEE.
- Yim, J., & Su, H. (2024). The role of artificial intelligence in music education and creation practices. *Cambridge Journal of Music Pedagogy*.
- Yu, L., & Ding, J. (2020). Application of music artificial intelligence in preschool music education. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 750(1), 012101.
- Yu, X., Ma, N., & Wang, L. (2023). Developments and applications of artificial intelligence in music education. *Technologies*, 11(2), 42.