

# Αξιοποιώντας πρακτικές Τεχνητής Νοημοσύνης στην πρωτοβάθμια μουσική εκπαίδευση: Παιδαγωγικές προοπτικές, STEAM εφαρμογές, δυνατότητες και περιορισμοί

Γιάννης Μυγδάνης

Δρ., Εντεταλμένος διδάσκων, Τμήμα Μουσικών Σπουδών,  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών  
YMygdanis@music.uoa.gr

## Περίληψη

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) αποτελεί μία από τις αναδυόμενες τεχνολογίες που διαμορφώνουν καθημερινά το εκπαιδευτικό τοπίο, αναδεικνύοντας νέες προοπτικές αλλά και προκλήσεις για τη μουσική διδασκαλία και μάθηση. Το παρόν άρθρο διερευνά τις δυνατότητες, τους περιορισμούς και τις παιδαγωγικές προεκτάσεις της ενσωμάτωσης πρακτικών TN στην πρωτοβάθμια μουσική εκπαίδευση, στο πλαίσιο μιας πολυτροπικής, δημιουργικής, συνεργατικής και βιωματικής προσέγγισης, βασισμένης στη φιλοσοφία του STEAM. Αξιοποιώντας εφαρμοσμένες πρακτικές από αυθεντικά σενάρια και εμπειρικές παρεμβάσεις, και εντός μιας ανθρωποκεντρικής θεώρησης της TN, προτείνονται δραστηριότητες για τη δημιουργία τεχνουργημάτων (όπως ηχοϊστορίες και podcast) με γλωσσικά μοντέλα, η αξιοποίησή της στη μουσική θεωρία και ιστορία, η σχεδίαση διαδραστικών εφαρμογών με μηχανική μάθηση, η κατασκευή ψηφιακών μουσικών οργάνων, καθώς και η ανάπτυξη εμπυθιστικών ηχοτοπιών σε περιβάλλοντα εικονικής πραγματικότητας. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στους περιορισμούς και στις ηθικές διαστάσεις της χρήσης TN, με έμφαση στην αυθεντικότητα, στα ζητήματα πνευματικής ιδιοκτησίας και στη διαφάνεια των αλγορίθμων, καθώς και στην ανάγκη για κριτική στάση των μαθητών/τριών. Η TN προσεγγίζεται όχι ως αυτοσκοπός, αλλά ως αφορμή για την ενίσχυση και την επαναανοηματοδότηση των πρακτικών διδασκαλίας και μάθησης στην πρωτοβάθμια μουσική εκπαίδευση.

**Λέξεις-κλειδιά:** Τεχνητή Νοημοσύνη, Μουσική Εκπαίδευση, STEAM Εκπαίδευση, Ανθρωποκεντρική Μάθηση, Μουσικοπαιδαγωγικές Δράσεις.

## 1. Εισαγωγή

Η ψηφιακή τεχνολογία είναι πλέον διάχυτη και συνιστά θεμελιώδες χαρακτηριστικό της σύγχρονης κοινωνίας, επηρεάζοντας τους τρόπους με τους οποίους τα άτομα αλληλεπιδρούν με τη μουσική (Μυγδάνης, 2023). Στο πλαίσιο αυτό, η Τεχνητή Νοημοσύνη (TN), μία από τις πλέον ταχέως αναπτυσσόμενες τεχνολογίες των τελευταίων ετών (Merchán Sánchez-Jara et al., 2024), συμβάλλει καθοριστικά στην αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού τοπίου, επηρεάζοντας όχι μόνο τα διαθέσιμα τεχνολογικά εργαλεία αλλά και τις παιδαγωγικές στρατηγικές και αντιλήψεις που διαμορφώνουν τη μαθησιακή διαδικασία (Fahimirad & Kotamjani, 2018; Holmes et al., 2019; Azzam & Charles, 2024). Παρά την απουσία ενιαίου ορισμού, η TN περιγράφεται συχνά ως η ικανότητα των υπολογιστικών συστημάτων να εκτελούν εργασίες που κατά κανόνα απαιτούν ανθρώπινη νοημοσύνη, όπως η μάθηση, η επίλυση προβλημάτων και η λήψη αποφάσεων (Georgouli, 2015; Russell & Norvig, 2020).

Στον άξονα της μουσικής παιδαγωγικής, η TN διαμορφώνει νέες προοπτικές για εξατομικευμένη διδασκαλία, αισθητική δημιουργία και πολυτροπική μάθηση, ενισχύοντας την ερευνητική διάσταση της εξερεύνησης και τη βιωματική συμμετοχή των μαθητών/τριών (Merchán Sánchez-Jara et al., 2024; Wissner, 2024; Cheng, 2025). Ερευνητικά δεδομένα καταδεικνύουν ότι η ενσωμάτωση της TN συμβάλλει ουσιαστικά στην ενεργό εμπλοκή, ιδίως όταν οι διδακτικές πρακτικές επικεντρώνονται στη μουσική πράξη και δημιουργία (Yu et al., 2023; NAFME, 2024). Παρά ταύτα, η ταχεία διεξόδου της TN στη σχολική τάξη συνοδεύεται



από σύνθετες παιδαγωγικές και ηθικές προκλήσεις (Holmes et al., 2022; Sanganeria & Gala, 2024), στοιχείο που υπογραμμίζει ότι η αξιοποίησή της στην εκπαίδευση προϋποθέτει ανασχεδιασμό των μαθησιακών πλαισίων με όρους ολιστικής και κριτικής προσέγγισης (Cheng, 2023; Anastasiades et al., 2024).

Το παρόν άρθρο εστιάζει στην ανάδειξη σύγχρονων παιδαγωγικών προσεγγίσεων που αξιοποιούν την ΤΝ στην πρωτοβάθμια μουσική εκπαίδευση. Μέσα από επιλεγμένα παραδείγματα εφαρμογών, τα οποία απορρέουν από σχεδιασμένες παρεμβάσεις και υλοποιημένες δράσεις σε αυθεντικά σχολικά περιβάλλοντα υπό το πρίσμα της STEAM εκπαίδευσης, διερευνώνται οι δυνατότητες αξιοποίησης, τα παιδαγωγικά οφέλη καθώς και οι αναδυόμενοι προβληματισμοί που συνδέονται με την εκπαιδευτική χρήση της ΤΝ. Σκοπός είναι η διαμόρφωση ενός πλαισίου δημιουργικού στοχασμού και παιδαγωγικού σχεδιασμού, ικανού να υποστηρίξει τη συστηματική ενσωμάτωση της ΤΝ στη μουσική εκπαίδευση.

## **2. Τεχνητή Νοημοσύνη και μουσική εκπαίδευση**

Η ΤΝ συνιστά πλέον τεχνολογική πραγματικότητα που επηρεάζει όχι μόνο τις διαδικασίες διδασκαλίας και μάθησης (Fahimirad & Kotamjani, 2018), αλλά και τις ίδιες τις έννοιες της μουσικής δημιουργίας και εμπλοκής (Merchán Sánchez-Jara et al., 2024; Cheng, 2025). Τα μουσικά εργαλεία που αξιοποιούν ΤΝ διαμορφώνουν συνθήκες για εξατομικευμένες, πολυτροπικές και δημιουργικές μαθησιακές εμπειρίες, χωρίς να απαιτείται προηγούμενη θεωρητική κατάρτιση (Ng et al., 2021; Yu et al., 2023). Παράλληλα, φέρνουν τους/τις μαθητές/τριες σε επαφή με νέες μορφές σύνθεσης, αυτοσχεδιασμού, επεξεργασίας και πειραματισμού μέσα από βιωματικές και παιγνιώδεις προσεγγίσεις (Pan, 2022; Wissner, 2024; Cheng, 2025), ενώ συμβάλλουν στη σε βάθος κατανόηση μουσικών εννοιών και φαινομένων (Shang, 2019) καθώς και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης (Yang, 2020; Pan, 2022). Πέραν της χρήσης εικονικών βοηθών, των οποίων η παιδαγωγική αξία έχει ήδη τεκμηριωθεί (Sanganeria & Gala, 2024), λογισμικά μουσικής και διαδραστικές εφαρμογές ΤΝ παρέχουν τη δυνατότητα στους/στις μαθητές/τριες να διερευνήσουν διαφορετικά μουσικά στυλ και εκφραστικές μορφές, ενισχύοντας τη δημιουργικότητά τους σε μαθησιακά πλαίσια που αποκλίνουν από τις παραδοσιακές προσεγγίσεις της μουσικής εκπαίδευσης (Pan, 2022; Merchán Sánchez-Jara et al., 2024).

Στο πλαίσιο της καλλιέργειας δημιουργικών δεξιοτήτων, η ΤΝ προσφέρει ευκαιρίες για ποικίλες μορφές αλληλεπίδρασης, μέσω των οποίων οι μαθητές/τριες σχεδιάζουν, επεξεργάζονται και ανασχηματίζουν μουσικό υλικό με στόχο την παραγωγή πρωτότυπων ιδεών, την ενορχήστρωση ή την προσομοίωση μουσικών στυλ, αναπτύσσοντας παράλληλα αισθητικά κριτήρια και προσωπική μουσική ταυτότητα (Shang, 2019; Rohrmeier, 2022). Σε συνδυασμό με λειτουργίες όπως η ανάλυση της μουσικής δομής μέσω διαχωρισμού καναλιών ήχου, οι μαθητές/τριες αποκτούν πρόσβαση σε εργαλεία που ενισχύουν την κατανόηση της μορφής, της υφής και της ενορχήστρωσης (Pan, 2022; NAFME, 2024), καλλιεργώντας μουσική αυτονομία και δημιουργική φαντασία, ιδίως όταν η μαθησιακή διαδικασία πλαισιώνεται από πρακτικές δημιουργικής ελευθερίας.

Επιπλέον, η αξιοποίηση της ΤΝ στη μουσική εκπαίδευση ενισχύει την πρόσβαση και τη συμπερίληψη, υποστηρίζοντας μαθητές/τριες με διαφορετικά επίπεδα δεξιοτήτων και μουσικής εμπειρίας. Σύγχρονα εργαλεία ΤΝ διαθέτουν τη δυνατότητα παραγωγής εκπαιδευτικού υλικού σε ποικίλες μορφές (όπως κείμενα, παρουσιάσεις, ηχητικά αρχεία, βίντεο), προσαρμοσμένου στις ιδιαίτερες ανάγκες και τα μαθησιακά χαρακτηριστικά των μαθητών/τριών (Holmes et al., 2019; Cheng, 2023). Παράλληλα, διευκολύνουν την ισότιμη



συμμετοχή σε διαδικασίες μουσικής δημιουργίας μέσω καθοδηγούμενης εξερεύνησης (Zawacki-Richter et al., 2019), ακόμη και σε περιπτώσεις όπου οι μαθητές/τριες δεν διαθέτουν προηγούμενες δεξιότητες εκτέλεσης (Pan, 2022). Ως αποτέλεσμα, ενισχύονται η συμμετοχή, η αυτοπεποίθηση και η εμπλοκή, καθώς η μουσική διαδικασία καθίσταται προσβάσιμη χωρίς να εξαρτάται αποκλειστικά από την τεχνική αρτιότητα (Μυγδάνης, 2024). Τα εν λόγω εργαλεία παρέχουν επίσης άμεση ανατροφοδότηση και υποστηρίζουν συνθήκες εξατομικευμένης μάθησης, προσαρμόζοντας το περιεχόμενο στις ανάγκες κάθε μαθητή/τριας (Yu & Ding, 2020; Chen, 2023), ενώ δύνανται να διαμορφώνουν μορφές αξιολόγησης που εδράζονται σε αυθεντικά μαθησιακά πλαίσια (Kasneji et al., 2023).

Ειδικότερα στην πρωτοβάθμια μουσική εκπαίδευση, όπου η διδασκαλία και η μάθηση χαρακτηρίζονται από έντονη βιωματική και δημιουργική διάσταση, αναδύεται ένα πρόσφορο πεδίο για την εισαγωγή και τον πειραματισμό με τεχνολογίες ΤΝ (Ng et al., 2021; Pan, 2022). Υπό αυτό το πρίσμα, η ενσωμάτωση της ΤΝ δε θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως τεχνοκεντρική ή αποσπασματική καινοτομία, αλλά ως παιδαγωγικό εργαλείο που ενδυναμώνει μαθησιακά περιβάλλοντα στα οποία οι μαθητές/τριες κατασκευάζουν, ερευνούν και δημιουργούν. Στο πλαίσιο του *maker movement*, όπου η μάθηση συντελείται μέσω της φυσικής και ψηφιακής κατασκευής (Mygdanis & Papazachariou-Christoforou, 2023), η ΤΝ διευρύνει τις δυνατότητες έκφρασης και νοηματοδότησης των παιδιών, προσφέροντας χώρο στη φαντασία, την κριτική σκέψη και τον πειραματισμό.

Παρά τα πλεονεκτήματα, η βιβλιογραφική επισκόπηση στο πεδίο αναδεικνύει την έλλειψη παιδαγωγικής θεμελίωσης που χαρακτηρίζει μεγάλο μέρος των υπάρχουσών εφαρμογών ΤΝ στη μουσική εκπαίδευση, παραγνωρίζοντας τις σύνθετες διδακτικές, κοινωνικές και συναισθηματικές διαστάσεις της μουσικής μάθησης (Chen, 2020). Η διαπίστωση αυτή καθιστά επιτακτική την ανάγκη στοχαστικής ενσωμάτωσης της ΤΝ, βασισμένης στις αξίες της συμπερίληψης, της δημιουργικότητας και της αυθεντικότητας, με ταυτόχρονη αποφυγή μηχανιστικών και τεχνοκεντρικών προσεγγίσεων. Στην κατεύθυνση αυτή, έχουν αναπτυχθεί πρωτοβουλίες όπως το πλαίσιο *Responsible AI in Education*, το οποίο προτείνει ως βασικούς άξονες τον σεβασμό των αρχών της διαφάνειας, της ισότητας στη χρήση, της ενσυναίσθησης, της υπευθυνότητας και της προστασίας των ανθρωπίνων δικαιωμάτων για τον σχεδιασμό, την επιλογή και την παιδαγωγική αξιοποίηση εργαλείων ΤΝ στο σχολικό περιβάλλον (Holmes et al., 2022). Στο μάθημα της μουσικής, η ανάγκη για ευαίσθητες και ανθρωποκεντρικές τεχνολογικές ενσωματώσεις αναδεικνύεται ακόμη εντονότερη. Καθίσταται σαφές ότι η αξιοποίηση της ΤΝ προϋποθέτει όχι μόνο τεχνική επάρκεια αλλά και βαθιά παιδαγωγική επίγνωση, ικανή να υποστηρίξει τον σχεδιασμό ουσιαστικών μαθησιακών εμπειριών (Zawacki-Richter et al., 2019; Cheng, 2023; Dogan et al., 2023).

### **3. Αξιοποιώντας πρακτικές ΤΝ σε μουσικά σενάρια STEAM**

Το STEAM -*Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics*- συνιστά διεπιστημονική προσέγγιση στη μάθηση, η οποία συνδυάζει με ολιστικό τρόπο τις φυσικές επιστήμες, την τεχνολογία, τη μηχανική, τις τέχνες και τα μαθηματικά, προάγοντας τη συμμετοχή των μαθητών/τριών σε δημιουργικές διαδικασίες όπως η κατασκευή τεχνουργημάτων (Mygdanis & Papazachariou-Christoforou, 2023). Στο πλαίσιο ειδικά διαμορφωμένων βιωματικών και συνεργατικών περιβαλλόντων, η ΤΝ παρέχει δυνατότητες εξατομικευσης, διαδραστικής εμπλοκής και ανάλυσης δεδομένων, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση νέων μουσικών μαθησιακών εμπειριών όπου η τεχνολογία και η μουσική συνυπάρχουν και αλληλοτροφοδοτούνται (Peppler et al., 2016).



Η ενσωμάτωση της ΤΝ στα διδακτικά σενάρια STEAM διευρύνει τις μαθησιακές δυνατότητες, ενισχύοντας τη δημιουργικότητα και την καινοτομία μέσω της παροχής εξατομικευμένων εμπειριών μάθησης (Yu et al., 2023). Σε αντιδιαστολή με τις περισσότερο συμβατικές και περιοριστικές προσεγγίσεις που επικεντρώνονται στην ακριβή διατύπωση εντολών προς την ΤΝ (prompts), η αξιοποίησή της στο πλαίσιο των STEAM σεναρίων μετατοπίζει το ενδιαφέρον στο πώς οι μαθητές/τριες ενσωματώνουν τεχνολογικές πρακτικές σε δημιουργικές διεργασίες με βάση το έργο (projects), όπως η μουσική παραγωγή, η ανάπτυξη διαδραστικών εφαρμογών ή η εικονική εξερεύνηση κόσμων, διατηρώντας τον έλεγχο των επιλογών και της καλλιτεχνικής τους έκφρασης (Μυγδάνης, 2024). Με τον τρόπο αυτό, αξιοποιούν τις δυνατότητες της ΤΝ για την επίλυση προβλημάτων, σε συνάρτηση με τις ιδιαίτερες μαθησιακές τους ανάγκες. Επιπλέον, στο πλαίσιο της STEAM εκπαίδευσης, η ΤΝ δύναται να αξιοποιηθεί για τη δημιουργία εικονικών μουσικών προσομοιώσεων και μοντελοποιήσεων. Μέσω ανάλογων διαδραστικών εφαρμογών, οι μαθητές/τριες έχουν τη δυνατότητα να διερευνήσουν διαφορετικά μουσικά στυλ και όργανα, βιώνοντας δυναμικές εμπειρίες μάθησης που καλλιεργούν σε βάθος κατανόηση μουσικών εννοιών (Henriksen, 2014).

Παράλληλα, η αλληλεπίδραση με τα μοντέλα ΤΝ εισάγει στοιχεία υπολογιστικής σκέψης στη μουσική πράξη, έναν από τους βασικούς στόχους των σύγχρονων προσεγγίσεων STEAM, καλλιεργώντας ικανότητες αναγνώρισης μοτίβων, πρόβλεψης και οργάνωσης δεδομένων στη μουσική πληροφορία (Yang, 2020; Rohrmeier, 2022). Στο πλαίσιο των STEAM δραστηριοτήτων, η ανάλυση δεδομένων προσφέρει τη δυνατότητα κατανόησης της μορφολογίας μουσικών έργων και ενισχύει την ανάπτυξη νέων στρατηγικών σύνθεσης και ακουστικής ερμηνείας (Μυγδάνης, 2023). Ο/Η μαθητής/τρια πειραματίζεται με διαφορετικούς συνδυασμούς μουσικών στοιχείων, λαμβάνει ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο και τροποποιεί άμεσα τις επιλογές του/της για την επίλυση προβλημάτων που ανακύπτουν στο πλαίσιο του διδακτικού σεναρίου. Η προσέγγιση αυτή ενισχύει τον διεπιστημονικό χαρακτήρα του STEAM, καθώς οι μαθητές/τριες συνδυάζουν επιστημονικές μεθοδολογίες με καλλιτεχνική έκφραση, ανακαλύπτοντας πολλαπλούς τρόπους με τους οποίους η τεχνολογία δύναται να λειτουργήσει ως μοχλός δημιουργικότητας (Perpler et al., 2016). Με τον τρόπο αυτό, η σύζευξη καλλιτεχνικής και υπολογιστικής σκέψης συμβάλλει στη διαμόρφωση νέων και διευρυμένων μορφών μουσικών πολυγραμματισμών (Μυγδάνης, 2023).

#### **4. Πρακτικές ιδέες και παιδαγωγικές εφαρμογές**

Η αξιοποίηση εργαλείων ΤΝ στην πρωτοβάθμια μουσική εκπαίδευση, όπως έχει ήδη επισημανθεί, προϋποθέτει παιδαγωγική θεμελίωση, ευελιξία στον σχεδιασμό και εστίαση στην καλλιέργεια της συνεργατικής δημιουργικότητας, των μουσικών πολυγραμματισμών και των δράσεων αναστοχασμού (Yu et al., 2023; Merchán Sánchez-Jara et al., 2024; Cheng, 2025). Οι προτάσεις που ακολουθούν αντλούν από σχεδιασμένες παρεμβάσεις και εδράζονται σε εφαρμοσμένες διδακτικές εμπειρίες εντός της τάξης. Παρουσιάζονται ως παιδαγωγικά παραδείγματα που μπορούν να λειτουργήσουν ως αφορμή για τον σχεδιασμό δημιουργικών STEAM σεναρίων ενσωμάτωσης της ΤΝ. Η μαθησιακή εμπλοκή αναπτύσσεται μέσα από διερευνητικές και βιωματικές διαδρομές, όπου οι μαθητές/τριες συνθέτουν, σχεδιάζουν, κατασκευάζουν, πειραματίζονται και αναστοχάζονται μέσα από πολυτροπικές μουσικές δραστηριότητες.





Ένα από τα πλέον δημιουργικά πεδία εφαρμογής της TN είναι η μουσική παραγωγή. Μέσω εργαλείων όπως το BandLab™ και το AIVA™, οι μαθητές/τριες έχουν τη δυνατότητα να πειραματιστούν με μουσικές ιδέες που παράγονται από δημιουργικά συστήματα TN, να τις επεξεργαστούν, να προσθέσουν στοιχεία όπως μελωδία και αρμονία και να συνθέσουν τα δικά τους μουσικά έργα. Η λειτουργία BandLab™ Splitter, η οποία επιτρέπει τον διαχωρισμό ενός τραγουδιού στα επιμέρους συστατικά του, προσφέρει εναλλακτικές διαδρομές επανασύνθεσης και δημιουργικής ανασηματοδότησης του μουσικού υλικού, εναρμονισμένες με την κουλτούρα του remix και τις σύγχρονες μορφές μουσικής παραγωγής. Στο πλαίσιο αυτό, η ανάληψη διαφορετικών ρόλων από τους μαθητές/τριες, όπως του/της συνθέτη, του/της παραγωγού ή του/της υπεύθυνου/ης για τον εικαστικό σχεδιασμό του εξωφύλλου, ενισχύει τη συνεργασία, την αισθητική καλλιέργεια και την κριτική σκέψη.

Η μουσική παραγωγή δεν περιορίζεται στη διαχείριση του ηχητικού αποτελέσματος. Μέσω εφαρμογών δημιουργίας εικόνας, όπως το DALL-E 3™ ή το Craiyon™, οι μαθητές/τριες μπορούν να σχεδιάσουν εξώφυλλα, αφίσες ή οπτικά περιβάλλοντα που συνοδεύουν τα μουσικά τους έργα. Η διαδικασία αυτή ενισχύει τη σύνδεση μεταξύ εικόνας και ήχου, αναδεικνύει τις αισθητικές επιλογές και καλλιεργεί τόσο τις εικαστικές δεξιότητες όσο και την ικανότητα πολυτροπικής παρουσίασης του μουσικού περιεχομένου. Επιπλέον, η συγκριτική ακρόαση μουσικών έργων που έχουν παραχθεί είτε από ανθρώπους είτε από TN, μέσα από δραστηριότητες διάκρισης έργων με ή χωρίς TN, όπως το παράδειγμα «Ανθρώπινη ή τεχνητή δημιουργία;» εμπνευσμένο από το Turing Test, ενθαρρύνει τους/τις μαθητές/τριες να αναγνωρίσουν αισθητικά, ρυθμικά και εκφραστικά χαρακτηριστικά και να αναστοχαστούν γύρω από τη φύση της δημιουργίας και την έννοια της καλλιτεχνικής αυθεντίας.

Στον άξονα της δημιουργίας λεκτικού περιεχομένου, εργαλεία όπως το ChatGPT™, το CoPilot™ ή το Claude™ μπορούν να αξιοποιηθούν για τη σύνθεση ηχοιστοριών, στίχων ή αφηγηματικών σεναρίων, βασισμένων σε τυχαίες λέξεις ή διαθεματικά ερεθίσματα. Οι μαθητές/τριες δημιουργούν έναν αρχικό αφηγηματικό κορμό, τον οποίο επεξεργάζονται με τη συνδρομή της TN και στη συνέχεια εμπλουτίζουν με μουσικά ή ηχητικά στοιχεία μέσω εργαλείων δημιουργικής TN. Το τελικό αποτέλεσμα δύναται να παρουσιαστεί ως ηχοιστορία, βίντεο ή podcast, αποτελώντας ευρύτερη πρακτική ψηφιακής αφήγησης (digital storytelling). Δραστηριότητες αυτού του τύπου ενισχύουν τη συνεργατική δημιουργικότητα και συνδέουν τη μουσική με τη γλώσσα και τον ήχο, στο πλαίσιο μιας δημιουργικής, διαθεματικής και πολυτροπικής μαθησιακής εμπειρίας.

Ένα ακόμη πεδίο εφαρμογής αφορά την ιστορία της μουσικής και τη διερεύνηση της καλλιτεχνικής ταυτότητας. Οι μαθητές/τριες μπορούν να οργανώσουν εικονικές συνεντεύξεις με σημαντικές προσωπικότητες του παρελθόντος, όπως η Μαρία Κάλλας ή ο Freddie Mercury, αξιοποιώντας γλωσσικά μοντέλα όπως το Claude™ ή το ChatGPT™. Αναλαμβάνοντας τον ρόλο ερευνητή-δημοσιογράφου, διαμορφώνουν ερωτήσεις γύρω από το έργο, την αισθητική, τις τεχνικές και το πολιτισμικό πλαίσιο κάθε καλλιτέχνη, λαμβάνοντας αντίστοιχες απαντήσεις από το μοντέλο. Μέσα από αυτή τη διερευνητική διαδικασία καλλιεργείται η πολιτισμική επίγνωση, ο σεβασμός προς την καλλιτεχνική καινοτομία, καθώς και η ικανότητα κριτικής ανάλυσης του μουσικού παρελθόντος. Επιπλέον, μπορούν να δημιουργήσουν χάρτες ακρόασης (listening maps) με την υποστήριξη της TN, βασισμένους στο περιεχόμενο της συνέντευξης, ενισχύοντας τη σύνδεση ανάμεσα στο οπτικό, λεκτικό και ηχητικό σύστημα.

Παράλληλα, η TN μπορεί να λειτουργήσει ως εξατομικευμένος βοηθός απόκτησης μουσικής γνώσης. Ενδεικτικά, οι μαθητές/τριες μπορούν να απευθύνουν ερωτήματα στο



ChatGPT™ σχετικά με βασικές έννοιες της μουσικής θεωρίας, μουσικά όργανα, στυλ, κατηγορίες, ερμηνείες, μορφολογικά και ιστορικά ζητήματα, καθώς και για διαφορετικούς μουσικούς πολιτισμούς. Η ίδια η διαδικασία διατύπωσης του ερωτήματος και επεξεργασίας της απάντησης δημιουργεί ευκαιρίες για μεταγλωσσική σκέψη, κριτική αποτίμηση της πληροφορίας και αυξημένη προσωπική εμπλοκή. Η απάντηση δεν αντιμετωπίζεται ως a priori ορθή πληροφορία· αντίθετα, οι μαθητές/τριες καλούνται να την αξιολογήσουν, να τη συγκρίνουν με άλλες πηγές ή με τη δική τους εμπειρία και, εφόσον απαιτείται, να επαναδιατυπώσουν το ερώτημά τους ώστε να λάβουν πληρέστερη ή σαφέστερη πληροφόρηση. Η μορφή αυτή κριτικής διαλογικότητας με έναν υπολογιστή καλλιεργεί μεταγλωσσική επίγνωση, δεξιότητες αυτορρύθμισης και ενδυναμώνει τον/τη μαθητή/τρια ως ενεργό/ή δημιουργό ερωτημάτων. Κρίσιμο πεδίο αξιοποίησης της ΤΝ στη μουσική εκπαίδευση αποτελεί η καλλιέργεια κριτικού γραμματισμού και μεταγνωστικής σκέψης, μέσω των οποίων οι μαθητές/τριες ενθαρρύνονται να αναστοχάζονται πάνω στον ρόλο της ΤΝ στη μαθησιακή διαδικασία, να αξιολογούν την εγκυρότητα, την αξιοπιστία και την πληρότητα των πληροφοριών, να προτείνουν βελτιώσεις και να συμμετέχουν ενεργά στη διαμόρφωση του μαθησιακού τους περιβάλλοντος.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι εφαρμογές ΤΝ που βασίζονται σε μοντέλα μηχανικής μάθησης. Εργαλεία όπως το Teachable Machine™ της Google επιτρέπουν στους/στις μαθητές/τριες να εκπαιδεύουν συστήματα αναγνώρισης ήχου, εικόνας ή κίνησης. Για παράδειγμα, μπορούν να δημιουργήσουν ένα μοντέλο που διακρίνει δύο τύπους ήχου, όπως χειροκρότημα και σφύριγμα, και να το αξιοποιήσουν για τον έλεγχο ενός μουσικού περιβάλλοντος στο Scratch™ μέσω του Raise AI Playground™. Οι πρακτικές αυτές δύνανται να επεκταθούν σε διαδραστικά μουσικά παιχνίδια, στα οποία οι μαθητές/τριες εκπαιδεύουν το σύστημα να αναγνωρίζει συγκεκριμένες εικόνες ή χειρονομίες και να τις αντιστοιχούν σε μουσικές ενέργειες. Μια απλή κίνηση του χεριού μπορεί να ενεργοποιεί μια συγχορδία, μια ηχητική παύση ή τη δράση ενός χαρακτήρα. Επιπλέον, οι μαθητές/τριες μπορούν να κατασκευάσουν πρωτότυπα ψηφιακά όργανα που ενεργοποιούνται μέσω κινήσεων, να πειραματιστούν με χρονικές καθυστερήσεις, δυναμικές μεταβολές ή αφαιρετικές κινήσεις και να εκπαιδεύσουν το σύστημα ώστε να αναγνωρίζει βασικές μουσικές χειρονομίες, προσομοιώνοντας τον ρόλο του/της μαέστρου. Η μετατροπή των φυσικών κινήσεων σε μουσικά ερεθίσματα μετατοπίζει τη σχέση του παιδιού με το σώμα, τον ήχο και τον χώρο, ενισχύοντας την ενσώματη και διαδραστική διάσταση της μουσικής εμπλοκής.

Σε ένα επόμενο επίπεδο εμπλοκής, η ΤΝ ενσωματώνεται στη δημιουργία εικονικών μουσικών κόσμων με τη χρήση τεχνολογιών εικονικής πραγματικότητας, αξιοποιώντας προγραμματιστικά πλαίσια όπως το A-Frame™, τα οποία επιτρέπουν τη σχεδίαση εμπυθιστικών εμπειριών χωρίς την ανάγκη προηγούμενων γνώσεων προγραμματισμού. Οι μαθητές/τριες αξιοποιούν το ChatGPT™ για να διαμορφώσουν φανταστικά μουσικά περιβάλλοντα, όπως ένα ηχητικό δάσος όπου τα φυτά ενεργοποιούν μουσικά μοτίβα, έναν ρυθμικό γαλαξία με πλανήτες που παράγουν διαφορετικούς ρυθμούς ή μια εικονική αίθουσα συναυλιών με διαδραστικά αντικείμενα που αλληλεπιδρούν με ηχητική πληροφορία. Στη συνέχεια, εμπυθίζονται στους κόσμους που σχεδίασαν, αλληλεπιδρώντας με ήχους και μουσικά ερεθίσματα μέσω κινήσεων, χειρονομιών ή φωνητικών εντολών, βιώνοντας τη δυναμική σύνδεση του ήχου με τον χώρο και το σώμα. Μέσα από τη διαδικασία αυτή καλλιεργούνται η πολυτροπική σκέψη, η φαντασία, η εικονική αφήγηση και η χωρική μουσική αντίληψη. Τα εικονικά περιβάλλοντα μπορούν επίσης να λειτουργήσουν ως σκηνές παρουσίασης των μουσικών δημιουργιών των μαθητών/τριών, ενισχύοντας τη βιωματική



μάθηση και προσφέροντας νέες δυνατότητες διασύνδεσης της μουσικής με την τεχνολογία και τις τέχνες στο πλαίσιο της STEAM εκπαίδευσης.

Η παιδαγωγική αξία των παραπάνω εφαρμογών εδράζεται στον τρόπο αξιοποίησής τους στη σχολική τάξη και στην ένταξή τους σε διδακτικά σενάρια STEAM, προσφέροντας ουσιαστικές ευκαιρίες για τη διεύρυνση της μουσικής μάθησης. Η ΤΝ δεν λειτουργεί ως απλό τεχνολογικό εργαλείο, αλλά αναδεικνύεται ως αφετηρία βαθύτερης παιδαγωγικής και καλλιτεχνικής αναζήτησης, μέσα από εκπαιδευτικά περιβάλλοντα όπου οι μαθητές/τριες συμμετέχουν ενεργά στη διαμόρφωση της μαθησιακής διαδικασίας, με ρόλο δημιουργού και σχεδιαστή διαδραστικών εμπειριών.

## **5. Παιδαγωγικοί προβληματισμοί και ηθικές διαστάσεις**

Πέρα από τις νέες δυνατότητες που δημιουργεί η ενσωμάτωση της ΤΝ στη μουσική εκπαίδευση, ανακύπτουν κρίσιμα παιδαγωγικά, ηθικά και φιλοσοφικά ζητήματα. Η δημιουργικότητα σε ψηφιακά περιβάλλοντα, όταν διαμεσολαβείται από αλγοριθμικά συστήματα, εγείρει ερωτήματα σχετικά με την αυθεντικότητα του καλλιτεχνικού αποτελέσματος, την έννοια της δημιουργικής ιδιοκτησίας και τον ρόλο της ευθύνης που φέρουν οι μαθητές/τριες και οι εκπαιδευτικοί στο πλαίσιο της παιδαγωγικής διαμεσολάβησης. Η εκπαιδευτική αξιοποίηση της ΤΝ οφείλει να συνοδεύεται από κριτικό στοχασμό γύρω από ζητήματα πνευματικής ιδιοκτησίας, προκαταλήψεων, διαφάνειας των αλγορίθμων και προστασίας των προσωπικών δεδομένων (Riedl, 2019; Ozmen Garibay et al., 2023; Anastasiades et al., 2024).

Ένα από τα πλέον κρίσιμα σημεία προβληματισμού αφορά την αυθεντικότητα του παραγόμενου μουσικού υλικού όταν αυτό προκύπτει από τη χρήση εργαλείων ΤΝ. Η μουσική που παράγεται αλγοριθμικά ενδέχεται να στερείται βιωματικής διάστασης και να προσεγγίζεται περισσότερο ως προϊόν επιλογής προκατασκευασμένων εκδοχών παρά ως αποτέλεσμα δημιουργικού στοχασμού και συναισθηματικής επεξεργασίας (Hwang et al., 2020; Anastasiades et al., 2024). Υπό αυτές τις συνθήκες, η ΤΝ δύναται να ενισχύσει φαινόμενα «παιδαγωγικού αυτοματισμού», μετατρέποντας τον/τη μαθητή/τρια σε παθητικό αποδέκτη τεχνολογικών επιλογών αντί για ενεργό δημιουργό. Στο ίδιο πλαίσιο, ιδιαιτέρως κρίσιμα αναδεικνύονται τα ζητήματα πνευματικής ιδιοκτησίας. Δεδομένου ότι πολλά εργαλεία ΤΝ δεν παρέχουν σαφή πληροφόρηση για την προέλευση των δεδομένων με τα οποία έχουν εκπαιδευτεί, τα παραγόμενα μουσικά αποσπάσματα ενδέχεται να εμπλέκονται σε παραβιάσεις πνευματικών δικαιωμάτων. Επομένως, η εκπαιδευτική τους αξιοποίηση οφείλει να συνοδεύεται από συστηματική ενασχόληση με ζητήματα μουσικής δεοντολογίας, διαχείρισης του ψηφιακού έργου και καλλιέργειας επίγνωσης της δημιουργικής έκφρασης σε συνθήκες τεχνολογικής διαμεσολάβησης (Holmes et al., 2022; Sanganeria & Gala, 2024).

Ένα εξίσου κρίσιμο πεδίο προβληματισμού αφορά τις αλγοριθμικές μεροληψίες, τη διαφάνεια στη λειτουργία των συστημάτων ΤΝ και την προστασία των προσωπικών δεδομένων (Riedl, 2019; Ozmen Garibay et al., 2023). Η πλειονότητα των μοντέλων ΤΝ εξακολουθεί να λειτουργεί ως «μαύρο κουτί», χωρίς να παρέχει σαφή στοιχεία για τα δεδομένα εκπαίδευσης ή για τα κριτήρια βάσει των οποίων παράγονται τα αποτελέσματα. Το έλλειμμα αυτό εγείρει ουσιώδη ερωτήματα αξιοπιστίας και εγκυρότητας, τα οποία αποκτούν ακόμη μεγαλύτερη βαρύτητα όταν τα συγκεκριμένα εργαλεία αξιοποιούνται για μουσική δημιουργία, ανάλυση ή αξιολόγηση (Hwang et al., 2020; Anastasiades et al., 2024). Υπό τις συνθήκες αυτές, η έλλειψη διαφάνειας δε συνιστά απλώς τεχνικό ζήτημα αλλά δύναται να αναπαράγει πολιτισμικές, αισθητικές ή κοινωνικές προκαταλήψεις, οι οποίες



ενσωματώνονται ανεπίγνωστα στις απαντήσεις και τις μουσικές προτάσεις της TN, επηρεάζοντας τη μαθησιακή διαδικασία σε βάθος.

Παράλληλα, ζητήματα που σχετίζονται με την ασφάλεια και την προστασία των δεδομένων των μαθητών/τριών αποκτούν ιδιαίτερη σημασία, ιδίως σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα όπου αξιοποιούνται φωνητικές εντολές, εικόνες ή προσωπικά δημιουργικά έργα (Merchán Sánchez-Jara et al., 2024; Cheng, 2025). Η μουσική εκπαίδευση καλείται να θέσει στέρεες βάσεις για την καλλιέργεια ψηφιακής υπευθυνότητας και επίγνωσης, εντάσσοντας στη διδακτική πράξη συστηματικές συζητήσεις γύρω από την ηθική χρήση των συστημάτων TN, την κριτική αποτίμηση των αποτελεσμάτων τους και τη σημασία μιας διαφανούς, δίκαιης και ανθρωποκεντρικής τεχνολογίας (Anastasiades et al., 2024).

Ένα ακόμη κρίσιμο ζήτημα αφορά την υπερεξάρτηση από τεχνολογικές διεπαφές. Καθώς η TN προσφέρει εύκολες, άμεσες και εντυπωσιακές λύσεις, ελλοχεύει ο κίνδυνος να υποκαταστήσει θεμελιώδη στοιχεία της μαθησιακής διαδικασίας, όπως ο χρόνος, η υπομονή και το βιωματικό λάθος που αναδύεται μέσα από πρακτικές δοκιμής και σφάλματος. Όταν η TN λειτουργεί ως «μαύρο κουτί», εντός του οποίου η μουσική απλώς παράγεται και ο στόχος περιορίζεται στην αυτόματη παραγωγή αποτελεσμάτων, διακυβεύεται η ίδια η φύση της μουσικής εκπαίδευσης ως πεδίου στοχασμού, πειραματισμού και εσωτερικής επεξεργασίας (Cheng, 2025).

Απέναντι σε αυτά τα ζητήματα, καθίσταται επιτακτική η ανάγκη διαμόρφωσης ενός κριτικού πλαισίου παιδαγωγικής ενσωμάτωσης της TN, με επίκεντρο τον ρόλο του/της εκπαιδευτικού ως διευκολυντή/τριας της μάθησης (Anastasiades et al., 2024). Ο/Η εκπαιδευτικός δεν καλείται να λειτουργήσει ως διαχειριστής/τρια εργαλείων ή τεχνικός/ή ειδικός/ή, αλλά ως σχεδιαστής/τρια μαθησιακών πλαισίων, μέσα στα οποία η TN αξιοποιείται προς ενίσχυση της δημιουργικής αυτονομίας των μαθητών/τριών (Chen et al., 2020). Στο πλαίσιο αυτό, ο ρόλος του/της διευρύνεται, καθώς αναλαμβάνει τη λειτουργία στοχαστικού συνεργάτη, ενισχυτή στη διαμόρφωση εμπειριών και κριτικού αναλυτή των πολιτισμικών, παιδαγωγικών και ηθικών διαστάσεων της μάθησης με TN (Hwang et al., 2020).

Σε ένα ευρύτερο πλαίσιο, η κριτική εμπλοκή δεν αντιτίθεται στη χρήση της TN· αντιθέτως, η εκπαίδευση καλείται να την ενσωματώσει με παιδαγωγικό σχεδιασμό, ανθρωποκεντρική θεώρηση και αισθητικό στοχασμό. Στο πλαίσιο αυτό, η προοπτική της ανθρωποκεντρικής TN ως μοντέλου αντίληψης της μαθησιακής διαδικασίας, με προτεραιότητα στον άνθρωπο, τις ανάγκες, τις αξίες και την ηθική του υπόσταση, συμβάλλει στη θεμελίωση της διδασκαλίας και της μάθησης ως κοινωνικά και παιδαγωγικά διαμεσολαβημένου πεδίου (Anastasiades et al., 2024). Ουσιαστικά, οι προκλήσεις που αναδύονται προωθούν μια θεώρηση της TN που εστιάζει στην ανθρώπινη ευημερία, σχεδιάζεται με υπευθυνότητα, σέβεται την ιδιωτικότητα, ενσωματώνει αρχές ανθρωποκεντρικού σχεδιασμού και αλληλεπιδρά με τρόπους που λαμβάνουν υπόψη τις γνωστικές δυνατότητες των χρηστών/τριών (Riedl, 2019; Ahmad et al., 2023; Ozmen Garibay et al., 2023). Μέσα από αυτή τη σκοπιά, η TN δεν αποτελεί αυτοσκοπό αλλά αφετηρία για την επαναανοηματοδότηση της δημιουργίας, της μάθησης και της μουσικής πράξης στο σχολείο του 21ου αιώνα.

## 6. Επιλογικές σκέψεις για το μέλλον

Καταληκτικά, η αξιοποίηση της TN στη μουσική εκπαίδευση, πέρα από τις νέες προοπτικές και δυνατότητες που εισάγει, εγείρει πληθώρα ηθικών, κοινωνικών και πολιτισμικών ζητημάτων, τα οποία υπερβαίνουν το τεχνικό επίπεδο και άπτονται του ίδιου του χαρακτήρα





της γνώσης και της δημιουργίας. Για τον σκοπό αυτό, η διαμόρφωση ενός ολιστικού πλαισίου ενσωμάτωσης της ΤΝ στη μουσική τάξη οφείλει να υποστηρίξει τις πολλαπλές διαστάσεις της μάθησης-γνωστική, συναισθηματική, σωματική, δημιουργική, συνεργατική και αναστοχαστική. Η ολιστική αυτή προσέγγιση προϋποθέτει, επιπλέον, την ένταξη της πολυτροπικότητας, της διαπολιτισμικής διάστασης της μουσικής και της βιωματικής εμπλοκής, με την ΤΝ να λειτουργεί ενισχυτικά στην ατομική εξερεύνηση, χωρίς να υποκαθιστά την ανθρώπινη ερμηνεία ή να αναιρεί την αυθεντικότητα της μουσικής πράξης.

Υπό αυτό το πρίσμα, η αξιοποίηση της ΤΝ δε συνιστά απλώς μια καινοτόμο τεχνολογική προσθήκη, αλλά αφετηρία για την αναπλαισίωση του ίδιου του σκοπού της μουσικής εκπαίδευσης. Αντικατοπτρίζει μετατοπίσεις στον τρόπο με τον οποίο νοηματοδοτούμε τη γνώση, την καλλιτεχνική δημιουργία και τη μαθησιακή εμπειρία (Merchán Sánchez-Jara et al., 2024; Cheng, 2025). Οι προτάσεις που παρουσιάστηκαν -από ηχοϊστορίες και αφηγήσεις έως περιβάλλοντα εμπύθισης και πρακτικές μηχανικής μάθησης- αναδεικνύουν δυνατότητες δημιουργικού πειραματισμού, βιωματικής εμπλοκής και πολυτροπικής σύνδεσης του/της μαθητή/τριας με τον ήχο. Παράλληλα, καλούν σε κριτικό αναστοχασμό αναφορικά με τα νοήματα που αναδύονται, τις πολιτισμικές φωνές που προβάλλονται ή περιθωριοποιούνται, καθώς και τις αξίες που ενσωματώνονται στις εκπαιδευτικές τεχνολογίες (Sanganeria & Gala, 2024).

Η ΤΝ συγκροτεί ένα σύνθετο ηθικό και παιδαγωγικό πεδίο, εντός του οποίου αναδύονται ζητήματα αυθεντικότητας, πνευματικής ιδιοκτησίας, διαφάνειας, πολιτισμικής εκπροσώπησης και γνωσιακού περιορισμού (Yu et al., 2023; Russell & Norvig, 2020). Η δημιουργία περιεχομένου με ΤΝ δε συνιστά απλώς τεχνική πράξη, αλλά εμπλέκει στάσεις, σχέσεις εξουσίας, αισθητικά πρότυπα και κοινωνικές προκείμενες. Η ενσωμάτωσή της στη μουσική τάξη οφείλει να πλαισιώνεται από παιδαγωγικά περιβάλλοντα που ενισχύουν τη φαντασία, τον διάλογο, την έκφραση και την ενσυναίσθηση· όχι να υποκαθιστά τη μουσική πράξη, αλλά να τη διευρύνει. Υπό αυτό το πρίσμα, η ΤΝ δύναται να λειτουργήσει ως αφετηρία αναστοχασμού για τον σκοπό, τη φύση και τις αξίες της μουσικής εκπαίδευσης, νοούμενη ως πολιτισμική πράξη του σύγχρονου ψηφιακού συμφραζόμενου που απαιτεί κριτικό γραμματισμό, διαπολιτισμική ευαισθησία και βαθιά σύνδεση με τη μουσική μαθησιακή εμπειρία.

### **Βιβλιογραφικές αναφορές**

- Ahmad, K., Abdelrazek, M., Arora, C., Bano, M., & Grundy, J. (2023). Requirements, practices, and gaps when engineering human-centered Artificial Intelligence systems. *Applied Soft Computing, 143*, 110421.
- Anastasiades, P., Kotsidis, K., Stratikopoulos, K., & Pananakakis, N. (2024). Human-Centered Artificial Intelligence in Education. The critical role of the educational community and the necessity of building a holistic pedagogical framework for the use of HCAI in education sector. *Open Education - The Journal for Open and Distance Education and Educational Technology, 20*(1), 29–51.
- Azzam, A., & Charles, T. (2024). A review of artificial intelligence in K-12 education. *Open Journal of Applied Sciences, 14*(8), 2088–2100.
- Chen, J. C. W. (2020). AI in music education: The impact of using artificial intelligence (AI) application to practise scales and arpeggios in a virtual learning environment. In W. W. Ma, K. Tong, & W. B. A. Tso (Eds.), *Learning environment and design: Current and future impacts*. Springer, 307–322.



- Chen, X., Xie, H., Zou, D., & Hwang, G. J. (2020). Application and theory gaps during the rise of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100002.
- Cheng, L. (2023). How AI makes its mark on instructional design. *Asian Journal of Distance Education*, 18(2), 32–41.
- Cheng, L. (2025). The impact of generative AI on school music education: Challenges and recommendations. *Arts Education Policy Review*, 1–8.
- Dogan, M. E., Goru Dogan, T., & Bozkurt, A. (2023). The use of artificial intelligence (AI) in online learning and distance education processes: A systematic review of empirical studies. *Applied Sciences*, 13(5), 3056.
- Fahimirad, M., & Shakib Kotamjani, S. (2018). A review on application of artificial intelligence in teaching and learning in educational contexts. *International Journal of Learning and Development*, 8(4), 106–118.
- Henriksen, D. (2014). Full STEAM ahead: Creativity in excellent STEM teaching practices. *The STEAM Journal*, 1(2), 15.
- Holmes, W., & Tuomi, I. (2022). State of the art and practice in AI in education. *European Journal of Education*, 57(4), 542–570.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Hwang, G. J., Xie, H., Wah, B. W., & Gašević, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100001.
- Kasneci, E., Sebler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., & Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274.
- Merchán Sánchez-Jara, J. F., González Gutiérrez, S., Cruz Rodríguez, J., & Syroyid Syroyid, B. (2024). Artificial intelligence-assisted music education: A critical synthesis of challenges and opportunities. *Education Sciences*, 14(11), 1–10.
- Mygdanis, Y., & Papazachariou-Christoforou, M. (2023). Exploring the integration of maker culture activities in the theory of music course at a Greek conservatoire. *Journal of Music, Technology & Education*, 16(1–2), 99–118.
- 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.
- Ozmen Garibay, O., Winslow, B., Andolina, S., Antona, M., Bodenschatz, A., Coursaris, C., Falco, G., Fiore, S. M., & Xu, W. (2023). Six human-centered artificial intelligence grand challenges. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 39(3), 391–437.
- 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*. Springer, 629–635.
- Peppler, K., Halverson, E., & Kafai, B. (2016). *Makeology: Makerspaces as learning environments* (Vol. 1). London: Routledge.
- Riedl, M. O. (2019). Human-centered artificial intelligence and machine learning. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 1(1), 33–36.



- Rohrmeier, M. (2022). On creativity, music's AI completeness, and four challenges for artificial musical creativity. *Transactions of the International Society for Music Information Retrieval*, 5(1), 50–66.
- Russell, S., & Norvig, P. (2020). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.
- Sanganeria, M., & Gala, R. (2024). Tuning music education: AI-powered personalization in learning music. In *38th Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2024), Creative AI Track* (No. arXiv:2412.13514). arXiv.
- Shang, M. (2019). The application of artificial intelligence in music education. In D. S. Huang, K. H. Jo, & Z. K. Huang (Eds.), *Proceedings of the 15th International Conference "Intelligent Computing Theories and Application"*. Springer, 662–668.
- Wissner, R. (2024). Using generative AI in the music history classroom. In *Teaching and generative AI: Pedagogical possibilities and productive tensions*. Utah State University, 361–370.
- Yang, F. (2020). Artificial intelligence in music education. In *2020 International Conference on Robots & Intelligent Systems (ICRIS)*. IEEE, 483–484.
- 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., Zheng, L., Wang, L., & Wang, K. (2023). Developments and applications of artificial intelligence in music education. *Technologies*, 11(2), 42.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education: Where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16, 39.
- Γεωργούλη, Α. (2015). *Τεχνητή νοημοσύνη*. Κάλλιπος, Ανοιχτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. Ανακτήθηκε από <https://www.kallipos.gr>
- Μυγδάνης, Γ. (2023). *Σχεδίαση και ανάπτυξη του πρωτοτύπου μουσικού εκπαιδευτικού λογισμικού Synth4kids και αξιοποίησή του στη «Θεωρία της μουσικής» της ωδειακής εκπαίδευσης στην Ελλάδα* (Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή). European University Cyprus.
- Μυγδάνης, Γ. (2024). Ανάπτυξη και εφαρμογή ενός πρωτοτύπου μουσικού χωρο-ευαίσθητου εκπαιδευτικού ψηφιακού αντικειμένου, με αφορμή τη Μαρία Κάλλας. Στο *Από την επικαιρότητα στη διαχρονικότητα: Μαρία Κάλλας, 100 χρόνια από τη γέννησή της*. Ελληνική Μουσικολογική Εταιρεία, 496–504.

