

Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

**Η αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στα Μαθηματικά και
ο διαφοροποιημένος ρόλος των εκπαιδευομένων**

Σερεμέτη Μαρίνα

Επιβλέπουσα: Αρετή Παναούρα

Μεταπτυχιακές Σπουδές στα Μαθηματικά, Σχολή Θετικών Επιστημών και
Τεχνολογίας

Έτος: 2026

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου Αρετή Παναούρα, για την συνεργασία και την πολύτιμη καθοδήγησή της, η οποία υπήρξε καθοριστική για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον υπεύθυνο του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών, καθώς και σε όλο το διδακτικό και διοικητικό προσωπικό για τον ουσιαστικό τους ρόλο στην ομαλή ολοκλήρωση των σπουδών μου. Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στους φίλους και την οικογένειά μου για τη διαρκή στήριξη, την συμπαράστασή τους και την ενθάρρυνση που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία αναλύει την αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία των μαθηματικών και εξετάζει πως η εφαρμογή της διαφοροποιεί τον ρόλο των μαθητών/τριών στη μαθησιακή διαδικασία. Σκοπό της εργασίας αποτελούν η διερεύνηση των δυνατοτήτων ενσωμάτωσης εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαιδευτική πράξη, καθώς και οι προκλήσεις που εμφανίζονται. Αντικείμενο έρευνας γίνεται η αποτύπωση των απόψεων των παιδιών σχετικά με τη χρήση των εν λόγω πρακτικών και ανάλυση των ευρημάτων που εξάγονται.

Στο θεωρητικό μέρος παρουσιάζονται βασικές έννοιες της Τεχνητής Νοημοσύνης, εφαρμογές της στην εκπαίδευση και ειδικότερα στη διδασκαλία των Μαθηματικών, καθώς και οι επιδράσεις της στον ρόλο των μαθητών/τριών. Το ερευνητικό μέρος βασίζεται στη χρήση ερωτηματολογίου, το οποίο απευθύνεται σε μαθητές/τριες, με σκοπό τη συλλογή δεδομένων σχετικά με τις στάσεις και τις αντιλήψεις τους για τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη μαθησιακή διαδικασία.

Abstract

This master's thesis examines the utilization of Artificial Intelligence in the teaching of Mathematics and explores how its application differentiates the role of students in the learning process. The aim of the study is to investigate the possibilities of integrating Artificial Intelligence tools into educational practice, as well as the challenges that arise from their implementation.

The research focuses on capturing students' views regarding the use of such practices and on analyzing the findings that emerge from the collected data. The theoretical part of the thesis presents the basic concepts of Artificial Intelligence, its applications in education, and more specifically in the teaching of Mathematics, as well as its impact on the role of students. The empirical part of the study is based on the use of a questionnaire addressed to students, aiming to collect data on their attitudes and perceptions regarding the use of Artificial Intelligence in the learning process.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1 : Εισαγωγή	2
1.1 Εισαγωγή	2
1.2 Σκοπός και στόχοι της διπλωματικής εργασίας.....	3
1.3 Ερευνητικά ερωτήματα	4
1.4 Σημασία και πρωτοτυπία της έρευνας.....	4
1.5 Δομή της διπλωματικής εργασίας	5
Κεφάλαιο 2 : Βιβλιογραφική ανασκόπηση	6
2.1 Θεωρητικό πλαίσιο της Τεχνητής Νοημοσύνης	6
2.1.1 Ορισμός και βασικές έννοιες της Τεχνητής Νοημοσύνης	6
2.1.2 Ιστορική εξέλιξη της Τεχνητής Νοημοσύνης.....	8
2.1.3 Σύγχρονες εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης	9
2.2 Η Τεχνητή Νοημοσύνη στην Εκπαίδευση	12
2.2.1 Η μετάβαση στην ψηφιακή εκπαίδευση	12
2.2.2 Εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης στη σχολική τάξη	13
2.2.3 Ο ρόλος του εκπαιδευτικού στο περιβάλλον της Τεχνητής Νοημοσύνης	15
2.3 Η αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία των Μαθηματικών	17
2.3.1 Η διδασκαλία των Μαθηματικών στη σύγχρονη εκπαίδευση	17
2.3.2 Εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία των Μαθηματικών .	18
2.3.3 Εξατομικευμένη και διαφοροποιημένη μάθηση μέσω Τεχνητής Νοημοσύνης.....	20
2.4 Ο διαφοροποιημένος ρόλος των μαθητών/τριών στο περιβάλλον της Τεχνητής Νοημοσύνης.....	23
2.4.1 Η μεταβολή στον ρόλο του/της μαθητή/τριας	23
2.4.2 Οι νέες δεξιότητες που αναπτύσσονται μέσω της Τεχνητής Νοημοσύνης.....	24
2.4.3 Οι προκλήσεις και οι περιορισμοί για τους/τις μαθητές/τριες.....	26
Κεφάλαιο 3 : Μεθοδολογία της έρευνας	28
3.1 Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα της έρευνας	28

3.2 Ερευνητική μεθοδολογία και δείγμα της έρευνας.....	28
3.3 Ερευνητικό εργαλείο – Ερωτηματολόγιο	30
3.4 Διαδικασία συλλογής δεδομένων	31
3.5 Μέθοδος ανάλυσης δεδομένων.....	31
3.6 Περιορισμοί της έρευνας.....	32
Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα της έρευνας	33
4.1 Δημογραφικά στοιχεία συμμετεχόντων	33
4.2 Χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης από τους/τις μαθητές/τριες	34
4.3 Απόψεις μαθητών/τριών για τη συμβολή της Τεχνητής Νοημοσύνης στη μάθηση των Μαθηματικών.....	36
4.4 Οφέλη και προβληματισμοί από τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης	39
4.5 Ο ρόλος του/της μαθητή/τριας στο σύγχρονο ψηφιακό περιβάλλον.....	43
Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα και Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα.....	48
5.1 Συμπεράσματα	48
5.2 Περιορισμοί της έρευνας.....	49
5.3 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα.....	49
5.4 Πρακτικές προτάσεις.....	50

Κεφάλαιο 1 : Εισαγωγή

1.1 Εισαγωγή

Η ραγδαία ανάπτυξη της Τεχνητής Νοημοσύνης τα τελευταία χρόνια έχει επιφέρει σημαντικές αλλαγές στο χώρο της εκπαίδευσης, επηρεάζοντας τόσο τις διδακτικές πρακτικές όσο και το ρόλο των μαθητών/τριών στη μαθησιακή διαδικασία (UNESCO, 2021). Στη σύγχρονη εποχή ο «μέσος» μαθητής/τρια, σύμφωνα με τις εμπειρικές τοποθετήσεις των εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, καταφεύγει σε εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης για την κατ' οίκον ατομική μελέτη του και αναζητά καθοδήγηση για τις ακαδημαϊκές του/της εργασίες. Η διαπίστωση αυτή επιβεβαιώνεται και από πρόσφατες διεθνείς έρευνες, σύμφωνα με τις οποίες ολοένα και περισσότεροι/ες μαθητές/τριες χρησιμοποιούν εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης για τη σχολική τους μελέτη και την κατανόηση των διδακτικών αντικειμένων, γεγονός που αναδεικνύει την αυξανόμενη παρουσία της στην εκπαιδευτική διαδικασία (Schwartz & Diliberti, 2026).

Ιδιαίτερα στη διδασκαλία των Μαθηματικών, παγκόσμιο φαινόμενο συνιστά η αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη δημιουργία νέων δυνατοτήτων για εξατομικευμένη και διαφοροποιημένη μάθηση, ενισχύοντας την ενεργή συμμετοχή των μαθητών/τριών (Holmes et al., 2019). Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας τις τελευταίες δεκαετίες έχει επηρεάσει σημαντικά πολλούς τομείς της καθημερινής ζωής, με την εκπαίδευση να αποτελεί έναν από τους βασικότερους χώρους εφαρμογής και αξιοποίησης των νέων ψηφιακών εργαλείων. Νέα δεδομένα έχουν δημιουργηθεί στη μαθησιακή διαδικασία, επηρεάζοντας τόσο τις διδακτικές πρακτικές όσο και τον τρόπο με τον οποίο τα παιδιά προσεγγίζουν τη γνώση. Οι σύγχρονες εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης προσφέρουν τη δυνατότητα άμεσης πρόσβασης σε πληροφορίες, εξατομικευμένης μάθησης, υποστήριξης στην επίλυση ασκήσεων και παροχής ανατροφοδότησης σε πραγματικό χρόνο.

Στο σύγχρονο σχολικό περιβάλλον, τα παιδιά έρχονται καθημερινά σε επαφή με ψηφιακά μέσα και διαδικτυακές πλατφόρμες, γεγονός που καθιστά την ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία ένα ιδιαίτερα επίκαιρο και σημαντικό ζήτημα. Όσο αφορά τα Μαθηματικά, η αξιοποίηση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση εννοιών, στην επίλυση εννοιολογικών παρανοήσεων, στην προσαρμογή της μάθησης στις ανάγκες κάθε παιδιού και στην ενεργή μαθησιακή τους εμπλοκή (Zawacki-Richter et al., 2019). Τα εργαλεία αυτά δημιουργούν νέες

προοπτικές για την ανάπτυξη δεξιοτήτων, όπως η κριτική σκέψη, η συνεργασία, η αυτονομία στη μάθηση και ο ψηφιακός γραμματισμός.

Ωστόσο, η αυξανόμενη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση συνοδεύεται και από προβληματισμούς. Η υπερβολική εξάρτηση και η κατάχρηση ψηφιακών εργαλείων, η πιθανή μείωση της προσωπικής προσπάθειας, καθώς και ζητήματα αξιοπιστίας των παρεχόμενων πληροφοριών αποτελούν θέματα που απασχολούν τόσο την εκπαιδευτική κοινότητα όσο και την κοινωνία γενικότερα. Επιπλέον, η συνεχής τεχνολογική εξέλιξη μεταβάλλει σταδιακά τον ρόλο τόσο του/της εκπαιδευτικού όσο και του/της μαθητή/τριας, δημιουργώντας νέες απαιτήσεις και προκλήσεις στο σχολικό περιβάλλον.

Η μελέτη του συγκεκριμένου θέματος κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική, καθώς η Τεχνητή Νοημοσύνη αποκτά ολοένα και μεγαλύτερη παρουσία στην εκπαιδευτική πραγματικότητα. Η κατανόηση των απόψεων και των εμπειριών των μαθητών/τριών μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στην αποτελεσματικότερη αξιοποίηση των εργαλείων αυτών στο σχολικό περιβάλλον, αλλά και στη διαμόρφωση σύγχρονων παιδαγωγικών πρακτικών που θα ανταποκρίνονται στις ανάγκες της ψηφιακής εποχής.

1.2 Σκοπός και στόχοι της διπλωματικής εργασίας

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στα Μαθηματικά από τα παιδιά στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Η εργασία επικεντρώνεται στη διερεύνηση της χρήσης εργαλείων στη διδασκαλία και μάθηση των Μαθηματικών από τη σκοπιά των μαθητών/τριών. Παράλληλα, η εργασία επιδιώκει να αναδείξει τις προκλήσεις και τους περιορισμούς που συνοδεύουν την εφαρμογή και την αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στο σχολικό περιβάλλον. Θεμελιώδη στόχος αποτελεί η ανάλυση του τρόπου με τον οποίο η χρήση της επηρεάζει και διαφοροποιεί τον ρόλο των μαθητών/τριών στη μαθησιακή διαδικασία, καθώς και τις βλέψεις της νέας γενιάς για την ενσωμάτωσή της στην εκπαιδευτική πρακτική. Μέσα από τη θεωρητική προσέγγιση του θέματος αλλά και την πραγματοποίηση έρευνας με τη χρήση ερωτηματολογίου, επιχειρείται η καταγραφή των απόψεων των μαθητών/τριών σχετικά με τα οφέλη, τις δυσκολίες και τις αλλαγές που επιφέρει η αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη μαθησιακή διαδικασία. Εξετάζεται ο τρόπος με τον οποίο τα σύγχρονα ψηφιακά εργαλεία επηρεάζουν τον ρόλο των παιδιών, τη συμμετοχή τους στη σχολική τάξη και τη σχέση τους με τη μαθηματική γνώση.

1.3 Ερευνητικά ερωτήματα

Η ακαδημαϊκή έρευνα που διεξάχθηκε σε παιδιά Γυμνασίου και Λυκείου φέρει στην επιφάνεια τις απόψεις και τις στάσεις των μαθητών/τριών για την Τεχνητή Νοημοσύνη. Ειδικότερα μελετά και επιχειρεί να απαντήσει στα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

1. Ποιες είναι οι απόψεις των μαθητών/τριών σχετικά με τη χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία των Μαθηματικών;
2. Σε ποιο βαθμό θεωρούν οι μαθητές/τριες ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη βελτιώνει την κατανόηση των Μαθηματικών και την επίδοσή τους;
3. Ποιες προκλήσεις ή δυσκολίες εντοπίζουν οι μαθητές/τριες από τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης κατά τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς;
4. Ποια διαφορά αντιλαμβάνονται οι μαθητές/τριες πως θα επέλθει στο ρόλο τους στη μαθησιακή διαδικασία με μελλοντική αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης;

1.4 Σημασία και πρωτοτυπία της έρευνας

Η συνεχής ανάπτυξη της Τεχνητής Νοημοσύνης και η αυξανόμενη αξιοποίησή της στην εκπαιδευτική διαδικασία καθιστούν αναγκαία τη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο οι μαθητές/τριες αντιλαμβάνονται και χρησιμοποιούν τα σύγχρονα ψηφιακά εργαλεία στη μαθητική τους σταδιοδρομία και ειδικότερα για την διδασκαλία των Μαθηματικών (UNESCO, 2021). Η ολοένα και μεγαλύτερη χρήση ψηφιακών εφαρμογών από μαθητές/τριες και εκπαιδευτικούς φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά τόσο τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές/τριες μελετούν όσο και τη συνολική τους στάση απέναντι στο μάθημα. Δημιουργούνται νέες δυνατότητες αλλά και νέες προκλήσεις, ιδιαίτερα σε γνωστικά αντικείμενα όπως τα Μαθηματικά, όπου η κατανόηση εννοιών και η ανάπτυξη κριτικής σκέψης διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο. Η σημασία της παρούσας έρευνας έγκειται στο γεγονός ότι επιχειρεί να καταγράψει τις εμπειρίες, τις απόψεις και τους προβληματισμούς μαθητών/τριών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με τη χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης στα Μαθηματικά. Διερευνώνται ζητήματα που σχετίζονται με την ενεργή συμμετοχή των παιδιών, την ανάπτυξη νέων δεξιοτήτων, αλλά και τις πιθανές δυσκολίες ή ανησυχίες που προκύπτουν από την αυξανόμενη χρήση τέτοιων εργαλείων στο σχολικό περιβάλλον.

Η πρωτοτυπία της έρευνας συνδέεται με την προσπάθεια προσέγγισης του θέματος μέσα από τη σκοπιά των ίδιων των μαθητών/τριών, καθώς και με τη σύνδεση της Τεχνητής Νοημοσύνης με τη διδασκαλία των Μαθηματικών στη σύγχρονη ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα. Σε μια περίοδο όπου τα εργαλεία αυτά αποκτούν ολοένα και μεγαλύτερη παρουσία στην καθημερινή εκπαιδευτική πρακτική, η έρευνα αποκτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω της

περιορισμένης ελληνικής βιβλιογραφίας που επικεντρώνεται στις εμπειρίες και τις απόψεις παιδιών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στα Μαθηματικά. Τα αποτελέσματά της μπορούν να συμβάλουν στην καλύτερη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι μαθητές/τριες αξιοποιούν τα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης, αλλά και στη διαμόρφωση πιο αποτελεσματικών και παιδαγωγικά αξιοποιήσιμων πρακτικών στο πλαίσιο της μαθηματικής εκπαίδευσης.

1.5 Δομή της διπλωματικής εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελείται από πέντε κύρια κεφάλαια. Στην Εισαγωγή παρουσιάζεται ο κύριος στόχος της εργασίας, τα ερευνητικά ερωτήματα, καθώς και η συνολική δομή της. Στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση του θέματος για να καταγραφεί το θεωρητικό πλαίσιο της Τεχνητής Νοημοσύνης, με αναφορά στους βασικούς ορισμούς, την ιστορική της εξέλιξη και τις σύγχρονες εφαρμογές της. Το δεύτερο υποκεφάλαιο της βιβλιογραφικής ανασκόπησης επικεντρώνεται στην εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης σε εκπαιδευτικά πλαίσια και την αντιμετώπιση των εκπαιδευτικών τόσο όσον αφορά στις απόψεις τους αλλά και τις πεποιθήσεις επάρκειάς τους ως προς την αξιοποίησή της. Στο τρίτο υποκεφάλαιο αναλύεται η αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης συγκεκριμένα στα Μαθηματικά, με έμφαση στην εξατομικευμένη μάθηση που προσφέρεται. Στο τέταρτο υποκεφάλαιο εξετάζεται ο διαφοροποιημένος ρόλος των μαθητών/τριών στο πλαίσιο της χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης, όπως και οι δυνητικές προκλήσεις. Το τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζει τη μεθοδολογία της επιστημονικής έρευνας που διεξάχθηκε, ενώ στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύονται τα αποτελέσματα αυτής και η συνάφειά τους με το θεωρητικό πλαίσιο. Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο συνοψίζονται τα συμπεράσματα της εργασίας και διατυπώνονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

Κεφάλαιο 2 : Βιβλιογραφική ανασκόπηση

2.1 Θεωρητικό πλαίσιο της Τεχνητής Νοημοσύνης

Το παρόν κεφάλαιο παρουσιάζει το θεωρητικό πλαίσιο της Τεχνητής Νοημοσύνης και τη σύνδεσή της με την εκπαίδευση και ειδικότερα με τη διδασκαλία των Μαθηματικών. Αρχικά, γίνεται αναφορά στους βασικούς ορισμούς και στις κύριες έννοιες της Τεχνητής Νοημοσύνης, καθώς και στην ιστορική εξέλιξή της. Στη συνέχεια, εξετάζονται οι σημαντικότερες εφαρμογές της στην εκπαιδευτική διαδικασία, οι δυνατότητες που προσφέρει στη μαθησιακή διαδικασία, αλλά και οι αλλαγές που επιφέρει στον ρόλο των μαθητών/τριών και των εκπαιδευτικών.

Επίσης, παρουσιάζονται οι δυνατότητες αξιοποίησης της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία των Μαθηματικών, καθώς και οι προκλήσεις που συνδέονται με τη χρήση των σύγχρονων ψηφιακών εργαλείων στο σχολικό περιβάλλον. Μέσα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση επιχειρείται η διαμόρφωση του θεωρητικού υπόβαθρου που θα υποστηρίξει την ερευνητική διαδικασία της παρούσας εργασίας.

2.1.1 Ορισμός και βασικές έννοιες της Τεχνητής Νοημοσύνης

Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence – AI) ονομάζεται ο κλάδος της Πληροφορικής που ασχολείται με τη δημιουργία συστημάτων και αλγορίθμων οι οποίοι μπορούν να μιμούνται ή να προσομοιώνουν ανθρώπινες νοητικές ικανότητες, όπως: μάθηση από δεδομένα, λογική και λήψη αποφάσεων, αναγνώριση προτύπων, κατανόηση γλώσσας και επίλυση προβλημάτων (Russell & Norvig, 2021). Η Τεχνητή Νοημοσύνη αποτελεί έναν από τους πλέον ραγδαία αναπτυσσόμενους κλάδους της επιστήμης και της τεχνολογίας, με επιρροή σε πολλαπλούς τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας, μεταξύ των οποίων και η εκπαίδευση. Ο όρος «Τεχνητή Νοημοσύνη» χρησιμοποιείται για να περιγράψει την ικανότητα των υπολογιστικών συστημάτων να εκτελούν λειτουργίες που συνδέονται με την ανθρώπινη νοημοσύνη, διαφοροποιώντας την από τη νόρμα των προγραμμάτων προγραμματισμού με παγιωμένες εντολές και ανταποκρίσεις ως προς τον χρήστη. Στη βιβλιογραφία έχουν διατυπωθεί διάφοροι ορισμοί για την Τεχνητή Νοημοσύνη, οι οποίοι ποικίλουν ανάλογα με την επιστημονική προσέγγιση και το πεδίο εφαρμογής. Γενικά, η Τεχνητή Νοημοσύνη αναφέρεται στη σχεδίαση και ανάπτυξη συστημάτων που μπορούν να προσομοιώνουν πτυχές της ανθρώπινης σκέψης και συμπεριφοράς και παρά την πρόσφατη εφεύρεσή της, ο σχεδιασμός της για βελτίωση της απόδοσης με την εμπειρία, την έχει προωθήσει στην κατάκτηση του τεχνολογικού προσκηνίου. Ο McCarthy (1956), ο οποίος θεωρείται ένας από τους θεμελιωτές της Τεχνητής Νοημοσύνης, όρισε την

Τεχνητή Νοημοσύνη ως την επιστήμη και μηχανική δημιουργίας ευφυών μηχανών (Haenlein & Kaplan, 2019). Σύμφωνα με τους Russell και Norvig, η Τεχνητή Νοημοσύνη αφορά την ανάπτυξη συστημάτων που μπορούν να ενεργούν ορθολογικά και να προσομοιώνουν ανθρώπινες γνωστικές λειτουργίες (Russell & Norvig, 2021). Παράλληλα, οι Kaplan και Haenlein αναφέρουν ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη σχετίζεται με την ικανότητα ενός συστήματος να ερμηνεύει δεδομένα, να μαθαίνει από αυτά και να προσαρμόζει τη λειτουργία του με στόχο την επίτευξη συγκεκριμένων αποτελεσμάτων (Kaplan & Haenlein, 2019). Παρά τις διαφοροποιήσεις που παρουσιάζονται στους επιμέρους ορισμούς, οι περισσότεροι ερευνητές συγκλίνουν στο ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη αφορά τη δημιουργία συστημάτων που μπορούν να μιμούνται ή να υποστηρίζουν ανθρώπινες γνωστικές λειτουργίες, όπως η μάθηση, η λήψη αποφάσεων και η επίλυση προβλημάτων.

Κεντρική ιδέα της Τεχνητής Νοημοσύνης αποτελεί η μηχανική μάθηση (Machine Learning), η οποία επιτρέπει στα συστήματα να εξελίσσουν τη βάση δεδομένων τους χωρίς να είναι ρητά προγραμματισμένα για κάθε περίπτωση (Mitchell, 1997). Μέσω της μηχανικής μάθησης, τα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης μπορούν να αναγνωρίζουν πρότυπα, να προσαρμόζονται σε νέα δεδομένα και να βελτιώνουν συνεχώς τη λειτουργία τους. Στο πλαίσιο της εκπαίδευσης, οι δυνατότητες αυτές καθιστούν την Τεχνητή Νοημοσύνη ένα ισχυρό εργαλείο υποστήριξης της μαθησιακής διαδικασίας. Οι ικανότητες που παρέχει και οι προοπτικές που δημιουργεί στην εξατομικευμένη διδασκαλία των Μαθηματικών είναι αναμφισβήτητα αξιοσημείωτες, αφού διαφέρει ποιοτικά από τα παραδοσιακά λογισμικά και προσαρμόζεται στις ανάγκες του/της κάθε μαθητή/τριας. Η αξιοποίηση της μηχανικής μάθησης στην εκπαίδευση επιτρέπει τη δημιουργία προσαρμοστικών μαθησιακών περιβαλλόντων, τα οποία ανταποκρίνονται στις ιδιαίτερες απαιτήσεις και δυνατότητες του/της μαθητευόμενου. Μέσω της ανάλυσης δεδομένων σχετικά με την πρόοδο, τις δυσκολίες και τον τρόπο αλληλεπίδρασης των μαθητών/τριών με το εκπαιδευτικό υλικό, τα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης μπορούν να παρέχουν πιο εξατομικευμένη υποστήριξη και ανατροφοδότηση. Ιδιαίτερα στη διδασκαλία των Μαθηματικών, η μηχανική μάθηση μπορεί να συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση εννοιών, στην προσαρμογή του επιπέδου δυσκολίας των ασκήσεων και στην άμεση υποστήριξη των μαθητών/τριών κατά τη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων. Έτσι, δίνεται και η δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να παρακολουθούν πιο αποτελεσματικά την πρόοδο των παιδιών και να εντοπίζουν ευκολότερα πιθανές μαθησιακές δυσκολίες.

2.1.2 Ιστορική εξέλιξη της Τεχνητής Νοημοσύνης

Η Τεχνητή Νοημοσύνη έτσι όπως εμφανίζεται στη σύγχρονη εποχή συνδέεται άρρηκτα με την ανάπτυξη της Πληροφορικής και των υπολογιστικών συστημάτων. Παρόλα αυτά, η απαρχή της ιδέας μιας μηχανής που θα μπορούσε να προσομοιώσει ανθρώπινες νοητικές λειτουργίες προϋπάρχει. Η γέννηση της ιστορικής διαδρομής της εντοπίζεται στα μέσα του 20^{ου} αιώνα με πληθώρα επιστημόνων να διατυπώνουν τις πρώτες θεωρητικές αναφορές. Το διάστημα από το 1950 έως και τα τέλη της δεκαετίας του 1960 χαρακτηρίζεται από έντονη επιστημονική αισιοδοξία και θεωρητικό ενθουσιασμό. Οι ερευνητές της εποχής επικεντρώθηκαν κυρίως στη θεμελίωση των βασικών αρχών του πεδίου και στη διερεύνηση της πιθανότητας υπολογιστικής μοντελοποίησης της ανθρώπινης σκέψης. Οι πρώτες προσεγγίσεις βασίστηκαν σε μαθηματικά μοντέλα, λογικούς συλλογισμούς και συμβολικές αναπαραστάσεις γνώσης. Στην περίοδο αυτή αναπτύχθηκαν προγράμματα που μπορούσαν να εκτελούν απλές νοητικές λειτουργίες, όπως η επίλυση μαθηματικών προβλημάτων, η απόδειξη θεωρημάτων και η αναγνώριση βασικών προτύπων. Ορόσημο της ιστορικής αυτής σταδιοδρομίας αποτελεί το έργο του Alan Turing, ο οποίος το 1950 εισήγαγε το ερώτημα σχετικά με το αν οι μηχανές μπορούν να σκέφτονται και πρότεινε το γνωστό Τεστ Turing ως κριτήριο αξιολόγησης της νοημοσύνης των μηχανών (Haenlein & Kaplan, 2019). Η επιτυχία εφαρμογών ενίσχυσε την πεποίθηση ότι η πλήρης αναπαραγωγή της ανθρώπινης νοημοσύνης από τις μηχανές ήταν εφικτή σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα. Παρά τους περιορισμούς σε επεξεργαστική ισχύ και διαχείριση δεδομένων, η πρώιμη αυτή περίοδος της Τεχνητής Νοημοσύνης υπήρξε καθοριστική, καθώς έθεσε τα θεωρητικά και εννοιολογικά θεμέλια πάνω στα οποία στηρίχθηκαν οι μεταγενέστερες εξελίξεις του πεδίου. Ο όρος «Τεχνητή Νοημοσύνη» καθιερώθηκε το 1956 στο συνέδριο του Dartmouth, όπου ερευνητές έθεσαν τις βάσεις για την ανάπτυξη του νέου αυτού επιστημονικού κλάδου (Nilsson, 2009). Οι ιδέες και τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν τότε συνέβαλαν στη διαμόρφωση της σύγχρονης Τεχνητής Νοημοσύνης και επηρέασαν σημαντικά την πορεία της έρευνας τις επερχόμενες δεκαετίες (Russell & Norvig, 2021).

Κατά τα επόμενα έτη, η έρευνα επικεντρώθηκε κυρίως στη λεγόμενη συμβολική προσέγγιση και στη δημιουργία συστημάτων και αλγορίθμων βασισμένων σε λογικούς κανόνες και ρητά καθορισμένες αναπαραστάσεις γνώσης. Τη δεκαετία του 1970 αναπτύχθηκαν τα λεγόμενα συστήματα εμπειρογνομώνων (expert systems), τα οποία αξιοποιούσαν τη γνώση ειδικών με στόχο να επιλύουν σύνθετα προβλήματα σε συγκεκριμένους τομείς. Τα συστήματα αυτά σχεδιάστηκαν με στόχο να μιμούνται τη λήψη αποφάσεων ανθρώπων από οργανωμένες βάσεις γνώσης και σύνολα κανόνων. Οι εφαρμογές τους σημείωσαν αρχικά σημαντική επιτυχία, ιδίως σε τομείς όπως η ιατρική διάγνωση, η μηχανική και η βιομηχανία. Ωστόσο, ανασταλτικό παράγοντα αποτέλεσαν οι περιορισμένες υπολογιστικές δυνατότητες, η έλλειψη επαρκών δεδομένων και το γεγονός πως η ανάπτυξη και συντήρησή τους απαιτούσε εκτενή ανθρώπινη παρέμβαση, καθώς η γνώση έπρεπε να καταγράφεται και να ενημερώνεται χειροκίνητα από ειδικούς. Τροχοπέδες όπως η δυσκολία προσαρμογής σε νέες ή απρόβλεπτες καταστάσεις και ο περιορισμός τους στη γενικευσιμότητα και την ευελιξία τους οδήγησαν σε

περιόδους μειωμένου ενδιαφέροντος, γνωστές ως «χειμώνες της Τεχνητής Νοημοσύνης» (Crevier, 1993). Παρά τις αρχικές προσδοκίες, οι περίοδοι αυτοί χαρακτηρίζονται από επιβράδυνση της προόδου και περιορισμένη εφαρμογή των σχετικών τεχνολογιών.

Η αναζωπύρωση για ερευνητική μελέτη της Τεχνητής Νοημοσύνης σημειώθηκε τις τελευταίες δεκαετίες, κυρίως λόγω της ραγδαίας αύξησης της υπολογιστικής ισχύος, της διαθεσιμότητας μεγάλου όγκου δεδομένων και της ανάπτυξης προηγμένων αλγορίθμων μηχανικής μάθησης και βαθιάς μάθησης (Deep Learning). Η σύγχρονη περίοδος της Τεχνητής Νοημοσύνης ξεκινά στις αρχές του 21ου αιώνα και συνδυάζεται με τη ριζική αλλαγή στον τρόπο ανάπτυξης και λειτουργίας των ευφυών συστημάτων και σημαντικά άλματα απόδοσης (Goodfellow, Bengio & Courville, 2016). Οι παραπάνω εξελίξεις έδωσαν την δυνατότητα για ευρεία εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης και στην εκπαίδευση, όπου αξιοποιείται για την υποστήριξη της διδασκαλίας και της μάθησης. Κεντρικό ρόλο διαδραματίζουν η ευρεία διάδοση του διαδικτύου και η βαθιά μάθηση, υποκατηγορία της μηχανικής μάθησης, η οποία βασίζεται σε πολυεπίπεδα νευρωνικά δίκτυα και επιτρέπει την αποτελεσματική επεξεργασία σύνθετων και μη δομημένων δεδομένων. Σε αντίθεση με προηγούμενες προσεγγίσεις, από τις τεχνικές αυτές προέκυψαν εντυπωσιακές βελτιώσεις σε τομείς όπως η αναγνώριση εικόνας και ομιλίας, η επεξεργασία φυσικής γλώσσας και η πρόβλεψη πολύπλοκων φαινομένων. Πλέον στην καθημερινότητα η εκτεταμένη εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης παρατηρείται σε τομείς όπως η ιατρική, η οικονομία και η εκπαίδευση. Η καθημερινή της χρήση έχει εξελιχθεί σε παγκόσμιο φαινόμενο, σε επαγγελματικό και προσωπικό επίπεδο, όπου συμβάλλει στη βελτίωση της αποδοτικότητας και της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών. Ιδιαίτερα στον εκπαιδευτικό τομέα, οι σύγχρονες εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης προσφέρουν νέες δυνατότητες για εξατομικευμένη μάθηση, υποστήριξη των μαθητών/τριών και βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, προετοιμάζοντας το έδαφος για τον μετασχηματισμό της διδασκαλίας και του ρόλου των μαθητών/τριών (Luckin, R., 2018).

2.1.3 Σύγχρονες εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης

Στη σύγχρονη εποχή, η Τεχνητή Νοημοσύνη αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της ανθρώπινης δραστηριότητας. Η αξιοποίηση προηγμένων αλγορίθμων μηχανικής μάθησης και βαθιάς μάθησης έχει οδηγήσει στη δημιουργία συστημάτων που μπορούν να λαμβάνουν αποφάσεις και να προσαρμόζονται σε δυναμικά περιβάλλοντα (Goodfellow et al., 2016). Οι εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης εμφανίζονται σε φάσμα πεδίων, καθώς εμπλουτίζουν την απόδοση και την ακρίβεια των εκάστοτε αναγκών, επηρεάζοντας τόσο τον επαγγελματικό όσο και τον καθημερινό βίο. Ενδεικτικές εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης παρουσιάζονται σε βασικούς τομείς και καταδεικνύουν το εύρος και τη σημασία της χρήσης της στη σύγχρονη κοινωνία.

Ένας από τους σημαντικότερους τομείς εφαρμογής της Τεχνητής Νοημοσύνης στη σύγχρονη εποχή είναι ο κλάδος της υγείας. Η αξιοποίησή της στο ιατρικό πεδίο έχει συμβάλει ουσιαστικά στη βελτίωση της διάγνωσης, της θεραπείας και της

συνολικής ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών. Μέσω προηγμένων αλγορίθμων, τα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης μπορούν να αναλύουν μεγάλο όγκο ιατρικών δεδομένων, όπως απεικονιστικές εξετάσεις, εργαστηριακά αποτελέσματα και ηλεκτρονικούς ιατρικούς φακέλους, υποστηρίζοντας τη διαδικασία της έγκαιρης και ακριβούς διάγνωσης. Ιδιαίτερη εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης παρατηρείται στην ιατρική απεικόνιση, όπου αλγόριθμοι μπορούν να εντοπίζουν παθολογικά ευρήματα σε ακτινογραφίες, αξονικές και μαγνητικές τομογραφίες με υψηλά επίπεδα ακρίβειας (Topol, 2019). Παράλληλα, στον τομέα της χειρουργικής, η Τεχνητή Νοημοσύνη αξιοποιείται σε ρομποτικά συστήματα που υποστηρίζουν τον χειρουργό, προσφέροντας μεγαλύτερη ακρίβεια και μειώνοντας τον κίνδυνο επιπλοκών (Esteva et al., 2017). Επιπλέον, η συμβολή της Τεχνητής Νοημοσύνης στη φαρμακευτική έρευνα δεν μπορεί να αγνοηθεί, καθώς επιταχύνει τη διαδικασία ανακάλυψης και ανάπτυξης νέων φαρμάκων μέσω της ανάλυσης πολύπλοκων βιολογικών δεδομένων. Συνολικά, η ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στον τομέα της υγείας αναδεικνύει τις δυνατότητές της ως εργαλείο υποστήριξης της ανθρώπινης κρίσης, επιδρώντας ευνοϊκά στην αποτελεσματικότητα και την ποιότητα της ιατρικής φροντίδας.

Σημαντικές αλλαγές έχουν προκύψει στον τομέα της οικονομίας και των επιχειρήσεων (OECD, 2019). Η Τεχνητή Νοημοσύνη έχει προκαλέσει πληθώρα οικονομικών ευκαιριών με την ανάλυση δεδομένων, που προσφέρει, και τη λήψη αποφάσεων από πιθανοθεωρητικά μοντέλα. Μέσω αλγορίθμων μηχανικής μάθησης, οι επιχειρήσεις μπορούν να επεξεργάζονται και να αναλύουν μεγάλα σύνολα οικονομικών και στατιστικών δεδομένων, εντοπίζοντας πρότυπα και τάσεις που δεν είναι εύκολα αντιληπτές με παραδοσιακές μεθόδους οικονομικής επιχειρηματικής ανάλυσης (World Economic Forum, 2020). Η αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης επιτρέπει την υποστήριξη στρατηγικών αποφάσεων και τη βελτίωση του σχεδίου διαχείρισης πόρων. Στον χρηματοοικονομικό τομέα, η Τεχνητή Νοημοσύνη εφαρμόζεται για την πρόβλεψη αγορών, τη διαχείριση κινδύνου και την ανίχνευση απάτης. Επίσης, στον χώρο των επιχειρήσεων, τα ευφυή συστήματα χρησιμοποιούνται για τη βελτιστοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας, τη διαχείριση αποθεμάτων και την ανάλυση καταναλωτικής συμπεριφοράς. Η χρήση της στη στατιστική ανάλυση δεδομένων έχει καταστήσει δυνατή την αυτοματοποίηση σύνθετων υπολογιστικών διαδικασιών, επιταχύνοντας την εξαγωγή συμπερασμάτων και μειώνοντας το περιθώριο ανθρώπινου σφάλματος. Γενικά η μαθηματική νοοτροπία και η υπολογιστική φύση της Τεχνητής Νοημοσύνης την αναδεικνύει ως βασικό εργαλείο για τη σύγχρονη οικονομική ανάπτυξη και επιχειρηματική δραστηριότητα.

Πέρα από τους εξειδικευμένους επιστημονικούς και επαγγελματικούς τομείς, η Τεχνητή Νοημοσύνη έχει ενσωματωθεί δυναμικά και στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων. Ψηφιακές εφαρμογές και υπηρεσίες αξιοποιούνται σε διαδικτυακές πλατφόρμες για την παροχή εξατομικευμένων παροτρύνσεων, όπως προτάσεις προϊόντων, μουσικής, ταινιών ή ακόμη και συνταγών. Βασιζόμενη στις προτιμήσεις και τις προηγούμενες επιλογές των χρηστών η Τεχνητή Νοημοσύνη παρέχουν συμβουλές και κατευθύνσεις σε θέματα καθημερινής οργάνωσης, υγείας και ευεξίας, διαχείρισης χρόνου και λήψης αποφάσεων. Συμπληρωματικά,

επιστρατεύεται ψηφιακούς βοηθούς και συστήματα υποστήριξης χρηστών, διευκολύνοντας την αναζήτηση πληροφοριών και την επίλυση απλών προβλημάτων. Οι εφαρμογές αυτές συμβάλλουν στη βελτίωση της προσβασιμότητας και της ευχρηστίας των ψηφιακών υπηρεσιών, επιτρέποντας σε άτομα με διαφορετικά επίπεδα ψηφιακών δεξιοτήτων να αξιοποιούν την τεχνολογία (UNESCO, 2021). Τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης κατέχουν ιδιαίτερο ρόλο και στις ζωές των ατόμων με ειδικές ανάγκες. Μέσω προσαρμοσμένων ψηφιακών εφαρμογών και ευφών συστημάτων υποστήριξης, η Τεχνητή Νοημοσύνη διευκολύνει την καθημερινή λειτουργικότητα και την αυτονομία τους. Συστήματα αναγνώρισης φωνής και κειμένου, εφαρμογές μετατροπής ομιλίας σε γραπτό λόγο, καθώς και εργαλεία υποβοηθούμενης επικοινωνίας συνεισφέρουν ουσιαστικά στη βελτίωση της προσβασιμότητας και της κοινωνικής συμμετοχής (WHO, 2022). Ενδεικτικά, η παροχή εξατομικευμένων οδηγιών και υποστήριξης σε άτομα με κινητικές, αισθητηριακές ή μαθησιακές δυσκολίες, ενισχύουν την ανεξαρτησία τους στην καθημερινή ζωή. Η εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στον τομέα αυτό αναδεικνύει και τον κοινωνικό της ρόλο και τη δυνατότητά της να συμβάλλει στη δημιουργία πιο συμπεριληπτικών και προσβάσιμων περιβαλλόντων.

Οι εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στους παραπάνω τομείς καταδεικνύουν τη δυναμική της ως τεχνολογία με ουσιαστική επίδραση στη σύγχρονη κοινωνία. Η αξιοποίησή της από εξειδικευμένους επιστημονικούς κλάδους έως την καθημερινή ζωή, τεκμηριώνουν τις δυνατότητές της στο σύνολο όλων των πεδίων και προοικονομούν την χρήση της στον χώρο της εκπαίδευσης.

2.2 Η Τεχνητή Νοημοσύνη στην Εκπαίδευση

2.2.1 Η μετάβαση στην ψηφιακή εκπαίδευση

Ο σύγχρονος ψηφιακός κόσμος μετασχηματίστηκε από τη ραγδαία ανάπτυξη των τεχνολογιών τα τελευταία χρόνια και έχει επιφέρει σημαντικές αλλαγές σε πολλούς τομείς της κοινωνικής και οικονομικής ζωής. Με καθοριστική επιρροή στον χώρο της εκπαίδευσης η τρέχουσα ψηφιακή κουλτούρα πραγματοποιήθηκε με τη σταδιακή ενσωμάτωση ψηφιακών εργαλείων, πλατφορμών και τεχνολογιών στη διδακτική διαδικασία. Στοχεύοντας στην αναβάθμιση της ποιότητας της μάθησης και στην προσαρμογή του εκπαιδευτικού συστήματος στις σύγχρονες απαιτήσεις, η εκπαίδευση μετέβηκε και μετασχηματίστηκε από την παραδοσιακή της μορφή στο ψηφιακό μοντέλο διδασκαλίας.

Η σπειροειδής αυτή μετακίνηση στην εκπαίδευση δεν αποτελεί ένα αιφνίδιο φαινόμενο, αλλά το αποτέλεσμα μιας μακρόχρονης μη γραμμικής εξελικτικής διαδικασίας (OECD, 2021). Οι αρχέγονες μορφές ψηφιακής ενσωμάτωσης στην εκπαιδευτική πρακτική εντοπίζονται τις τελευταίες δεκαετίες του 20^{ου} αιώνα. Την δεκαετία του 1980 εισάχθηκαν για πρώτη φορά προσωπικοί ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Η χρήση τους περιοριζόταν σε βασικά λογισμικά εξάσκησης (drill and practice) και εκπαιδευτικά παιχνίδια για καλλιέργεια δεξιοτήτων κυρίως σε Μαθηματικά και Γλώσσα. Τα πρώτα εκπαιδευτικά λογισμικά πολυμέσων επήρθαν την δεκαετία του 1990: CD-ROM με εγκυκλοπαίδειες, προσομοιώσεις και οπτικοποίηση εννοιών. Στο πρώιμο αυτό στάδιο, η χρήση της τεχνολογίας είχε κυρίως υποστηρικτικό χαρακτήρα και αφορούσε την ενίσχυση της διδασκαλίας μέσω βασικών ψηφιακών εργαλείων και εκπαιδευτικού λογισμικού. Στα τέλη της δεκαετίας και στις αρχές του 21^{ου} αιώνα διαμορφώθηκαν τα πρώτα εργαστήρια πληροφορικής και εισάχθηκε το μάθημα των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) ως ξεχωριστό γνωστικό αντικείμενο στο σχολικό πρόγραμμα. Οι εξελίξεις αυτές έθεσαν τα θεμέλια για τη μεταγενέστερη, πιο εκτεταμένη ψηφιακή μετάβαση που ακολούθησε με την έλευση του διαδικτύου και των σύγχρονων ψηφιακών πλατφόρμων.

Με την ευρεία διάδοση του διαδικτύου και των ψηφιακών μέσων, η πρόσβαση σε διαδικτυακές πηγές και ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό διέυρυνε τις δυνατότητες διδασκαλίας, επιτρέποντας νέες μορφές εκπαιδευτικής αλληλεπίδρασης. Σημαντικό ρόλο στην επιτάχυνση της ψηφιακής μετάβασης διαδραμάτισαν εξωτερικοί παράγοντες, όπως οι κοινωνικές και τεχνολογικές εξελίξεις. Πρόσφατα γεγονότα ανέδειξαν την επιτακτικότητα για ευέλικτα και προσαρμοστικά εκπαιδευτικά μοντέλα. Διαδραστικοί πίνακες τοποθετήθηκαν σε σχολεία σε όλη την Ελλάδα και ψηφιακές πλατφόρμες μάθησης δημιουργήθηκαν,

στηρίζοντας την ανάγκη για εξ αποστάσεως ή μικτή διδασκαλία. Η χρήση ψηφιακών μέσων επέτρεψε τη συνέχιση της εκπαιδευτικής διαδικασίας σε συνθήκες περιορισμών, αναδεικνύοντας τόσο την αξιοποίησή της όσο και τις προκλήσεις που χρήζουν αντιμετώπιση (UNESCO, 2021). Η ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων από τους εκπαιδευτικούς και τους/τις μαθητές/τριες, η εξασφάλιση ισότιμης πρόσβασης στην τεχνολογία και η παιδαγωγικά ορθή αξιοποίηση των ψηφιακών εργαλείων καθιστούν σαφές ότι η επιτυχής ψηφιακή μετάβαση στην εκπαίδευση απαιτεί συστηματικό σχεδιασμό, κατάλληλη επιμόρφωση και συνεχή υποστήριξη όλων των εμπλεκόμενων φορέων. Η ψηφιακή μετάβαση εξελίχθηκε από ένα απλό τεχνολογικό βοήθημα σε πυλώνα της εκπαιδευτικής λειτουργίας, οδηγώντας σε αλλαγές στον τρόπο οργάνωσης του μαθήματος, πρόσβασης στη γνώση και στον ρόλο των συμμετεχόντων στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Η ψηφιακή μετάβαση δεν περιορίζεται στη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών και ψηφιακών εργαλείων στην τάξη, αλλά αφορά μια ευρύτερη αλλαγή στον τρόπο παροχής των ακαδημαϊκών γνώσεων και πληροφοριών. Οι αλλαγές αυτές επηρεάζουν τόσο τον ρόλο του/της εκπαιδευτικού όσο και τον ρόλο του παιδιού, μετατοπίζοντας το ενδιαφέρον από τη δασκαλοκεντρική στη μαθητοκεντρική προσέγγιση (European Commission, 2020). Ο παραδοσιακός ρόλος του/της εκπαιδευτικού ως αποκλειστικού φορέα γνώσης μετατρέπεται, καθώς η πρόσβαση στην πληροφορία καθίσταται ευκολότερη και άμεση μέσω των ψηφιακών μέσων. Στο νέο αυτό πλαίσιο, ο/η εκπαιδευτικός αποτελεί καίρια πτυχή για την ενσωμάτωση των τεχνολογιών στο ακαδημαϊκό πλαίσιο. Ο/Η ίδιος/ια καλείται να αναλάβει τον ρόλο του/της συντονιστή/στριας, του/της καθοδηγητή/τριας και του/της υποστηρικτή/τριας της μαθησιακής διαδικασίας, οργανώνοντας το εκπαιδευτικό περιβάλλον με βάση την ενεργή συμμετοχή των μαθητών/τριών. Αντίστοιχα, κινητήριος μοχλός είναι το παιδί, το οποίο μεταβάλλεται από παθητικό δέκτη γνώσης. Η μετάβαση της εκπαίδευσης στη χρήση ψηφιακών εργαλείων και πλατφορμών δίνει τη δυνατότητα στους/στις μαθητές/τριες να αναζητούν πληροφορίες, να συνεργάζονται, να αναπτύσσουν δεξιότητες αυτορρύθμισης και να διαμορφώνουν τον δικό τους ρυθμό μάθησης. Η αυξημένη αυτή αυτονομία ενισχύει την ανάπτυξη κριτικής σκέψης και υπευθυνότητας. Στη συνθήκη αυτή, καθίσταται σαφές ότι η ψηφιακή μετάβαση στην εκπαίδευση δεν αφορά μόνο την εισαγωγή νέων τεχνολογιών, αλλά και τον επαναπροσδιορισμό των παιδαγωγικών ρόλων και πρακτικών.

2.2.2 Εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης στη σχολική τάξη

Η ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη σχολική τάξη αποτελεί σημείο αναφοράς για την εξέλιξη της σύγχρονης εκπαιδευτικής πραγματικότητας. Μέσω της αξιοποίησης ευφυών τεχνολογιών στη διδακτική διαδικασία η σχολική τάξη μετατρέπεται σε ένα πιο ευέλικτο και προσαρμοστικό μαθησιακό περιβάλλον, το

οποίο μπορεί να ανταποκριθεί στις διαφορετικές ανάγκες, ικανότητες και ρυθμούς μάθησης των μαθητών/τριών. Οι εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση επιτρέπουν την εξατομίκευση της μάθησης, την παροχή άμεσης ανατροφοδότησης και την υποστήριξη της μαθησιακής πορείας κάθε παιδιού. Παράλληλα, προσφέρουν στον/στην εκπαιδευτικό πολύτιμα δεδομένα σχετικά με την πρόοδο και τις δυσκολίες των μαθητών/τριών, διευκολύνοντας τον παιδαγωγικό σχεδιασμό και τη διαφοροποίηση της διδασκαλίας.

Από τις σημαντικότερες εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στα σχολεία αποτελούν τα διάφορα προσαρμοστικά μαθησιακά συστήματα. Η διδασκαλία που εφαρμοζόταν από το παρελθόν έως σήμερα βασίζεται σε ενιαίο ρυθμό και κοινό εκπαιδευτικό υλικό για όλους τους/τις μαθητές/τριες. Δεν λαμβάνει πάντοτε υπόψη τις διαφορετικές προσεγγίσεις που χρήζει ο κάθε μαθητής/τρια, τα μαθησιακά στυλ και το επίπεδο κατανόησης κατά περίπτωση. Η Τεχνητή Νοημοσύνη έρχεται να καλύψει αυτό το κενό, προσφέροντας τη δυνατότητα προσαρμογής της μαθησιακής διαδικασίας στις ατομικές ιδιαιτερότητες των εκπαιδευομένων. Από την ανάλυση δεδομένων καθ' όλη τη διάρκεια της μαθησιακής πορείας των παιδιών, τα προσαρμοστικά συστήματα μπορούν να εντοπίζουν δυσκολίες, κενά γνώσεων και ρυθμούς εξελικτικής μάθησης.

Η άμεση ανατροφοδότηση αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την αποτελεσματική μάθηση, καθώς επιτρέπει στους/στις μαθητές/τριες να αναγνωρίζουν έγκαιρα τα λάθη τους και να τα διορθώνουν πριν αυτά παγιωθούν. Η ανατροφοδότηση αυτή δεν περιορίζεται στην απλή ένδειξη σωστού ή λανθασμένου αποτελέσματος, αλλά μπορεί να περιλαμβάνει επεξηγήσεις, υποδείξεις και καθοδήγηση, ενισχύοντας τη βαθύτερη κατανόηση των εννοιών. Η εκπαιδευτική εμπειρία προσαρμόζεται δυναμικά, είτε με διαφοροποίηση του βαθμού δυσκολίας των έργων είτε με παροχή πρόσθετου υποστηρικτικού υλικού (Holmes et al., 2019). Η διαδικασία αυτή επιτρέπει στους/στις μαθητές/τριες να προχωρούν με τον δικό τους τρόπο, με προσαρμοσμένες σε αυτούς/τες δραστηριότητες, γεμίζοντάς τους εσωτερική σιγουριά για τις δεξιότητές τους. Η εξατομικευμένη μάθηση μέσω Τεχνητής Νοημοσύνης δεν στοχεύει απλώς στην αύξηση απόδοσης με βαθμοθηρική σκοπιά, αλλά στη μείωση του αισθήματος αποτυχίας, στην αυτοαποτελεσματικότητα και στην πλήρωση θετικής προσδοκίας ως προς την κατοχή γνώσης και την επαρκή ανταπόκριση στην ύλη μεταγενέστερων τάξεων. Μέσω τον στοιχείων που λαμβάνει η Τεχνητή Νοημοσύνη από τεστ, διαγωνίσματα και φύλλα εργασιών, βοηθάει τον/την καθηγητή/τρια να προσαρμόσει το μαθησιακό περιβάλλον στις προσωπικές ανάγκες κάθε μαθητή/τριας, ενισχύοντας τη συμμετοχή του/της και τον ενεργό του/της ρόλο στη μαθησιακή διαδικασία. Προσφέρει στον/στην εκπαιδευτικό πολύτιμη πληροφόρηση σχετικά με την πρόοδο της τάξης, διευκολύνοντας τη λήψη παιδαγωγικών αποφάσεων και τη στοχευμένη υποστήριξη των παιδιών. Η

μάθηση μετατρέπεται σε μία δυναμική διαδικασία συνεχούς βελτίωσης και η Τεχνητή Νοημοσύνη συμβάλλει στον μετασχηματισμό της εκπαιδευτικής αξιολόγησης από μία αποσπασματική και τελική διαδικασία σε μία διαμορφωτική και συνεχή πρακτική. Η συστηματική συλλογή και ανάλυση δεδομένων επιτρέπει την έγκαιρη ανίχνευση μαθησιακών δυσκολιών, προσφέροντας τη δυνατότητα παρέμβασης πριν αυτές οδηγήσουν σε μαθησιακά κενά. Στο πλαίσιο αυτό, η Τεχνητή Νοημοσύνη δρα ως υποστηρικτικός μηχανισμός στη σχολική τάξη, προάγει τη διαφοροποιημένη διδασκαλία και ενισχύει τον μαθητοκεντρικό χαρακτήρα της εκπαίδευσης. Η αξιολόγηση παύει να λειτουργεί αποκλειστικά ως μέσο ελέγχου της επίδοσης και μετατρέπεται σε εργαλείο υποστήριξης της μάθησης.

2.2.3 Ο ρόλος του εκπαιδευτικού στο περιβάλλον της Τεχνητής Νοημοσύνης

Με την εισαγωγή της Τεχνητής Νοημοσύνης στο σχολικό περιβάλλον ο ρόλος του/της εκπαιδευτικού δέχεται σημαντικές αλλαγές, καθώς καλείται να προσαρμοστεί σε ένα δυναμικό και τεχνολογικά εξελισσόμενο πλαίσιο διδασκαλίας. Στη συνήθη παραδοσιακή δασκαλοκεντρική προσέγγιση, ο/η εκπαιδευτικός λειτουργούσε κυρίως ως μεταδότης/τρια γνώσης, καθώς ήταν και η μοναδική ακαδημαϊκή πηγή. Σε αντίθεση, στο περιβάλλον της Τεχνητής Νοημοσύνης ο ρόλος του/της επαναπροσδιορίζεται, αποκτώντας περισσότερο καθοδηγητικό και υποστηρικτικό χαρακτήρα, αφού αναδεικνύεται η ανάγκη για την παιδαγωγική του/της κρίση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Ο/Η εκπαιδευτικός πλέον έχει την δυνατότητα να αξιοποιήσει τα ευφυή συστήματα για τον σχεδιασμό και την οργάνωση της διδασκαλίας. Η ανάλυση αυτών των δεδομένων επιτρέπει την έγκαιρη αναγνώριση μαθησιακών δυσκολιών, τη διαφοροποίηση της διδασκαλίας και την παροχή στοχευμένης υποστήριξης, ωστόσο, η παιδαγωγική του/της κρίση παραμένει καθοριστική. Η Τεχνητή Νοημοσύνη λειτουργεί ως εργαλείο υποβοήθησης και όχι ως αυτόνομος φορέας εκπαιδευτικών αποφάσεων. Ο/Η ίδιος/ια ο/η διδάσκων/σκουσα φέρει ευθύνη για να θέσει όρια στο πότε πρέπει και πότε δεν ενδείκνυται να χρησιμοποιούνται τα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης. Σύμφωνα με τον ρόλο του/της ως υπεύθυνος/νη της τάξης, του/της ανατίθεται να προστατεύσει τα προσωπικά δεδομένα των παιδιών και να καλλιεργεί κριτική στάση απέναντι στα αποτελέσματα που λαμβάνει από τα εργαλεία (UNESCO, 2021). Δεν ακολουθεί τυφλά τις προτάσεις της Τεχνητής Νοημοσύνης, αλλά επιλέγει τι είναι παιδαγωγικά κατάλληλο βάσει της ηλικίας, της τάξης και του κοινωνικού πλαισίου.

Παράλληλα, ο/η εκπαιδευτικός διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στη διαμόρφωση ενός παιδαγωγικά ασφαλούς και ηθικά ορθού μαθησιακού περιβάλλοντος (Holmes et al., 2019). Ο/Η καθηγητής/τρια είναι διαμεσολαβητής/τρια ανάμεσα στην Τεχνητή Νοημοσύνη και τα παιδιά. Η υπεύθυνη χρήση των εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης από τους μαθητές/τριες αποτελεί από τις βασικές αναθέσεις του/της. Σύμφωνα και με πρόσφατη έρευνα σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών/τριών, οι περισσότεροι θεωρούν ότι ο/η εκπαιδευτικός διαθέτει

δεξιότητες και παιδαγωγικά χαρακτηριστικά που δεν μπορούν να αντικατασταθούν από την Τεχνητή Νοημοσύνη (Navigating AI in Education, 2025). Μέσα από την κατάλληλη καθοδήγηση, ο/η εκπαιδευτικός ενισχύει την ψηφιακή εγγραμματοσύνη των μαθητών/τριών και προάγει τη συνειδητή και δημιουργική αξιοποίηση των τεχνολογικών μέσων. Αρμοδιότητά του/της είναι η ερμηνεία της ανατροφοδότησης και η μετατροπή των δεδομένων σε παιδαγωγική πράξη. Ο/Η δάσκαλος/α διασφαλίζει την καλλιέργεια κριτικής σκέψης των παιδιών, την μεταξύ τους συνεργασία, την ενσυναίσθησή τους και τις μεταγνωστικές τους δεξιότητες. Έχει ενεργό ρόλο στην υποστήριξη των εκπαιδευομένων και τους βοηθά να μην εξαρτώνται από την Τεχνητή Νοημοσύνη.

Η επιτυχής ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση προϋποθέτει τη συνεχή επιμόρφωση και επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών. Η ενδυνάμωση του ρόλου τους ως συντονιστών/στριών της μαθησιακής διαδικασίας και ως φορέων παιδαγωγικών αξιών καθιστά σαφές ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη δεν αντικαθιστά τον/την εκπαιδευτικό, αλλά αναδεικνύει τη σημασία της ανθρώπινης παρουσίας στη σύγχρονη σχολική τάξη. Σύμφωνα και με πρόσφατες έρευνες, πολλοί εκπαιδευτικοί θεωρούν ότι η αξιοποίηση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να υποστηρίξει τη μαθησιακή διαδικασία και να ενισχύσει την εξατομίκευση της διδασκαλίας, ακόμα και αν εκφράζονται προβληματισμοί σχετικά με την ανάγκη επιμόρφωσης των καθηγητών/τριών και την υπεύθυνη χρήση των εργαλείων εντός του σχολικού χώρου (Alam, 2026).

2.3 Η αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία των Μαθηματικών

2.3.1 Η διδασκαλία των Μαθηματικών στη σύγχρονη εκπαίδευση

Στη σύγχρονη εκπαίδευση τα Μαθηματικά κατέχουν θεμελιώδη θέση μεταξύ των μαθημάτων/τριών του σχολικού προγράμματος. Η διδασκαλία των Μαθηματικών δεν αφορά απλώς την μελέτη του υλικού, αλλά η κεντρική της συμβολή βρίσκεται στην ανάπτυξη της λογικής σκέψης των διδασκόμενων και της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων. Στο σημερινό εκπαιδευτικό περιβάλλον, τα Μαθηματικά δεν αποτελούνται αποκλειστικά ως σύνολο τυπικών διαδικασιών και αλγορίθμων, αντίθετα αντιμετωπίζονται ως γνωστικό αντικείμενο που συνδέεται με αυθεντικά προβλήματα, διεπιστημονικές προσεγγίσεις και εφαρμογές της καθημερινής ζωής. Η μηχανική απομνημόνευση αντικαθίσταται σταδιακά με εννοιολογική κατανόηση των εννοιών πριν την εφαρμογή τους σε ασκήσεις. Η μαθηματική μοντελοποίηση, η χρήση αναπαραστάσεων και η πλήρως τεκμηριωμένη επιχειρηματολογία που απαιτούν τα Μαθηματικά, αναπτύσσουν πολλαπλές δεξιότητες ανωτέρου επιπέδου. Το υπόβαθρο που χτίζει η διδασκαλία των Μαθηματικών καλείται να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις μιας κοινωνίας που χαρακτηρίζεται από ταχύτατες επιστημονικές και τεχνολογικές εξελίξεις, προετοιμάζοντας τους/τις μαθητές/τριες για τη συμμετοχή τους σε σύνθετα επιστημονικά και επαγγελματικά πεδία.

Παρά τον κεντρικό τους ρόλο στην σχολική πορεία, τα Μαθηματικά καθιστούν δυσνόητο πεδίο για πληθώρα μαθητών/τριών. Ο όγκος της ύλης, οι δυσκολίες που συναντούν κατά την διάρκεια της χρονιάς και η σημαντική επιρροή των κενών που δημιουργούνται σε μια τάξη για τις επόμενες, δημιουργεί αρνητική στάση από τους/τις μαθητές/τριες ως προς το αντικείμενο (Karur, 2014). Η αφαιρετικότητα των εννοιών και η ανάγκη για σταδιακή οικοδόμηση γνώσεων καθιστούν τη διδασκαλία αρκετά απαιτητική. Ιδιαίτερα σε ετερογενή μαθησιακά περιβάλλοντα, όπου συνυπάρχουν μαθητές/τριες με διαφορετικό επίπεδο κατανόησης, ρυθμούς μάθησης και εκπαιδευτικές ανάγκες, δυσχεραίνεται η εφαρμογή ενιαίων διδακτικών προσεγγίσεων. Στις σύγχρονες σχολικές τάξεις, η διαφοροποίηση των γνωστικών προφίλ των παιδιών γίνεται αντιληπτή τόσο στους εκπαιδευτικούς, όσο και στους ίδιους του εκπαιδευόμενους. Οι μαθητές/τριες που αντιμετωπίζουν περισσότερες προκλήσεις, συγκρίνουν τους εαυτούς τους με τους πιο προχωρημένους, και αναπτύσσουν αισθήματα άγχους και ανασφάλειας ως προς το αντικείμενο (European Commission, 2022). Κατ' επέκταση, αναδεικνύεται ως βασική προϋπόθεση η ενίσχυση της συμμετοχής τους, της αυτοπεποίθησής τους και της ουσιαστικής εμπλοκής τους στη μαθησιακή διαδικασία. Οι διεθνείς εκπαιδευτικές κατευθύνσεις υπογραμμίζουν την ανάγκη οι μαθητές/τριες να αποκτούν δεξιότητες ανάλυσης δεδομένων, κριτικής σκέψης και τεκμηριωμένου συλλογισμού, οι οποίες θεωρούνται απαραίτητες σε μια κοινωνία που χαρακτηρίζεται από αυξημένη πολυπλοκότητα και τεχνολογική διαμεσολάβηση. Ο μαθηματικός εγγραμματισμός που συνιστάται, στοχεύει στην σύνδεση των Μαθηματικών με πραγματικά

καθημερινά προβλήματα και την καλλιέργεια θετικής αντιμετώπισης των εκπαιδευομένων για τον κλάδο. Βάση των σύγχρονων εκπαιδευτικών τάσεων, παρατηρείται η μετατόπιση της διδασκαλίας των Μαθηματικών σε μαθητοκεντρική διαδικασία. Οι παιδαγωγικές κατευθύνσεις της εποχής αφορούν διερευνητικά μοντέλα μάθησης, συνεργατική πρακτική και χαρτογράφηση προβλημάτων. Οι σύγχρονες, αυτές, προσεγγίσεις επιδιώκουν να ενισχύσουν τη συμπερίληψη όλων, τη βαθύτερη κατανόηση των μαθηματικών εννοιών και τη μεταγνωστική ικανότητα των παιδιών.

Παράλληλα, η ενσωμάτωση ψηφιακών εργαλείων, όπως λογισμικά δυναμικής Γεωμετρίας, διαδραστικές προσομοιώσεις και ψηφιακά φύλλα εργασίας, υποστηρίζουν την ενεργητική μάθηση και επιτρέπουν στους/στις μαθητές/τριες να πειραματίζονται, να ελέγχουν εικασίες και να οικοδομούν τη γνώση τους μέσα από διεξοδικές εξετάσεις, ακόμα και των πιο σύνθετων περιπτώσεων. Η συνεχή επιμόρφωση των εκπαιδευτικών για την παιδαγωγικά τεκμηριωμένη ενσωμάτωση της τεχνολογίας αναδεικνύεται κρίσιμη, καθώς τα ψηφιακά μέσα οφείλεται να λειτουργούν συμπληρωματικά προς τη διδακτική πράξη και όχι ως αυτοσκοπό. Ταυτόχρονα, τίθενται ζητήματα ισότιμης πρόσβασης στους ψηφιακούς πόρους και αντιμετώπισης εκπαιδευτικών ανισοτήτων. Η αξιολόγηση στη διδασκαλία των Μαθηματικών επαναπροσδιορίζεται, δίνοντας μεγαλύτερη έμφαση σε διαμορφωτικές πρακτικές που υποστηρίζουν τη μαθησιακή πορεία των παιδιών και όχι μόνο σε τελικές εξετάσεις. Η σταδιακή μετάβαση προς ψηφιακά μαθησιακά περιβάλλοντα έχει μετασχηματίσει τον τρόπο οργάνωσης της διδασκαλίας των Μαθηματικών, τόσο στη διαζώση όσο και στη μικτή ή εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Η αξιοποίηση διαδικτυακών πλατφορμών, ψηφιακών εκπαιδευτικών πόρων και εργαλείων συνεργασίας προσφέρει νέες δυνατότητες υποστήριξης της μάθησης, παρακολούθησης της προόδου και επικοινωνίας μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών/τριών (Son et al., 2024). Έτσι, η σύγχρονη διδασκαλία των Μαθηματικών διαμορφώνεται ως ένα σύνθετο και δυναμικό πεδίο, στο οποίο οι παιδαγωγικές αρχές, οι μαθησιακές ανάγκες και οι τεχνολογικές δυνατότητες αλληλεπιδρούν.

2.3.2 Εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία των Μαθηματικών

Η αξιοποίηση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία των Μαθηματικών έχει αναπτυχθεί σημαντικά τα τελευταία έτη. Τα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης, στο πλαίσιο της σχολικής τάξης, αποτελούν υποστηρικτικούς μηχανισμούς για την άμεση ανατροφοδότηση παρέχοντας δεδομένα για την πρόοδο των μαθητών/τριών και το επίπεδο δυσκολίας στο οποίο πρέπει να προσαρμοστούν οι δραστηριότητες (Koedinger & Corbett, 2006). Βασική κατηγορία εφαρμογών αποτελούν τα λεγόμενα ευφυή συστήματα καθοδήγησης, τα οποία έχουν σχεδιαστεί με στόχο την ευέλικτη οργάνωση του μαθήματος και τη διαφοροποίηση της διδασκαλίας. Τα συστήματα αυτά αναλύουν τα βήματα που ακολουθεί ο/η μαθητής/τρια, εντοπίζουν σφάλματα συλλογισμού και παρέχουν προσαρμοσμένες υποδείξεις ή επεξηγήσεις. Ενδεικτικά, πλατφόρμες όπως το ALEKS, το Carnegie Learning και το Khan Academy χρησιμοποιούν προσαρμοστικούς αλγόριθμους για την παροχή εξατομικευμένης εξάσκησης και υποστήριξης της μαθησιακής πορείας στα Μαθηματικά (Luckin, 2018). Ιδιαίτερα στο μάθημα της Άλγεβρας, πληθώρα μαθητών/τριών αξιοποιεί

τέτοιες εφαρμογές και διαδικτυακές σελίδες στα κεφάλαια των συναρτήσεων και σε άλλες ενότητες με αυξημένη εννοιολογική δυσκολία για την παρακολούθηση της μαθησιακής τους πορείας σε πραγματικό χρόνο και την στοχευμένη υποστήριξη στις προκλήσεις που συναντούν κατά τη διάρκεια της ύλης. Μέσω της συνεχούς αλληλεπίδρασης, τα παιδιά ενθαρρύνονται να επανεξετάζουν τη σκέψη τους και σε προβλήματα Γεωμετρίας, τα οποία χρήζουν ειδικές στρατηγικές επίλυσης, κατανόηση των θεμάτων και σφαιρική συλλογιστική σκέψη, παρά απλή άντληση της τελικής απάντησης (Zawacki-Richter et al., 2019).

Επιπλέον, μια σημαντική κατηγορία εργαλείων αφορά τα συστήματα αυτόματης ανατροφοδότησης και αξιολόγησης. Για παράδειγμα, συστήματα όπως το ASSISTments και το DreamBox Learning παρέχουν άμεσους σχολιασμούς σε επίπεδο ενδιάμεσων βημάτων και προσαρμόζουν δυναμικά τις δραστηριότητες με βάση τις στρατηγικές των μαθητών/τριών. Πλατφόρμες όπως το Gradescope αξιοποιούνται για την αυτοματοποιημένη αξιολόγηση μαθηματικών λύσεων και την ανάλυση μοτίβων λαθών σε επίπεδο τάξης για έγκαιρη διδακτική ανάδραση. Τα εργαλεία αυτά αξιοποιούν αλγορίθμους για να ελέγχουν τις απαντήσεις των μαθητών/τριών και να παρέχουν διορθωτικές παρεμβάσεις, αναγκαία ανατροφοδότηση ειδικά στα Μαθηματικά, όπου η διαδικασία επίλυσης έχει συχνά μεγαλύτερη σημασία από το τελικό αποτέλεσμα (Razzaq et al., 2020). Τέτοιες εφαρμογές προτείνουν εναλλακτικές στρατηγικές και συνεχή παιδαγωγική καθοδήγηση εξατομικευμένα στον κάθε χρήστη προς τη σωστή κατεύθυνση. Οι φοιτητές/τριες χρησιμοποιούν τα εργαλεία παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης κυρίως για την επίλυση ασκήσεων, την κατανόηση εννοιών και την υποστήριξη της μελέτης τους (Chatzopoulos et al., 2026). Παράλληλα, συλλέγονται δεδομένα σχετικά με τη συχνότητα και το είδος των λαθών, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν από τον/την εκπαιδευτικό για τον ανασχεδιασμό της διδασκαλίας και την υποστήριξη των παιδιών σε ομάδες αναλόγως το επίπεδο και τα κεφάλαια που αντιμετωπίζουν προβλήματα.

Εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης αναπτύσσονται επίσης για τη δημιουργία και την προσαρμογή μαθηματικών ασκήσεων. Στο πεδίο της δημιουργίας και προσαρμογής μαθηματικών ασκήσεων, πλατφόρμες όπως το Mathspace, το Century Tech και το Eduten επιστρατεύουν μηχανισμούς για την παραγωγή δραστηριοτήτων διαφορετικής δυσκολίας και τη διαμόρφωση εξατομικευμένων διαδρομών εξάσκησης. Μέσα από την ανάλυση του επιπέδου κατανόησης των μαθητών/τριών, τα συστήματα αυτά μπορούν να παράγουν θέματα διαφορετικής δυσκολίας, να προτείνουν επιπλέον εξάσκηση σε συγκεκριμένες δεξιότητες ή να εισάγουν προκλήσεις για προχωρημένους/νες μαθητές/τριες. Η δυναμική αυτή προσαρμογή υποστηρίζει τη διαφοροποιημένη διδασκαλία και μειώνει την ανάγκη για ενιαία φύλλα εργασίας που απευθύνονται σε όλους/ες ανεξαιρέτως τους/τις μαθητές/τριες. Οι εκπαιδευτικοί έχουν την δυνατότητα να παρακολουθούν εξατομικευμένα τη διαδρομή του/της κάθε μαθητή/τριας και να παρεμβαίνουν όπου κρίνεται απαραίτητο.

Ακρογωνιαίο λίθο αποτελούν εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης που βασίζονται στη μαθησιακή ανάλυση και στην επεξεργασία δεδομένων από τις αλληλεπιδράσεις των παιδιών με ψηφιακά περιβάλλοντα (Lang et al., 2022). Διαλογικά συστήματα βασισμένα σε τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης, όπως η Civitas Learning, το

Learning Locker και το IntelliBoard καταγράφουν λεπτομερώς τα δεδομένα από την χρήση των παιδιών στα ψηφιακά περιβάλλοντα για τη δημιουργία μαθησιακών προφίλ και την πρόβλεψη ενδεχόμενων δυσκολιών. Μέσα από την καταγραφή χρόνου επίλυσης, επιλογών, λαθών και επαναλήψεων, τα συστήματα αυτά μπορούν να προβλέπουν πιθανά μελλοντικά εμπόδια στην κατανόηση, οπτικοποιούν τις τάσεις των μαθητών/τριών και χρησιμοποιούνται ακόμα και σε έρευνες. Συστήματα διαχείρισης μάθησης, όπως το Blackboard, ενσωματώνουν αντίστοιχες λειτουργίες παρακολούθησης της προόδου σε επίπεδο τάξης. Οι πληροφορίες αυτές επιτρέπουν τον έγκαιρο εντοπισμό δυσκολιών σε βασικές έννοιες, των Μαθηματικών, όπως οι πράξεις, οι αναλογίες ή η επίλυση εξισώσεων. Υιοθετούν τακτικές dashboards προόδου, δηλαδή οθονών με γραφήματα ως προς τι έχει ολοκληρωθεί, πόση πρόοδος έχει γίνει, δείκτες των σημείων που έχει υπάρξει βελτίωση και τι έχει μείνει ακόμα, και γρήγορων ειδοποιήσεων συμβάλλοντας στην πρόληψη συσσώρευσης μαθησιακών κενών.

Τέλος, εμφανίζονται ολοένα και περισσότερα ψηφιακά περιβάλλοντα που ενσωματώνουν διαλογικά συστήματα υποστήριξης. Εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης σαν το Photomath και το Symbolab παρέχουν επεξηγήσεις διαδικασιών και εναλλακτικούς τρόπους επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων. Οι αλγόριθμοι αυτοί αναγνωρίζουν γραπτές εξισώσεις, παρουσιάζουν τα ενδιάμεσα στάδια και τις διαφορετικές μεθόδους και μπορούν να απαντούν σε ερωτήσεις μαθητών/τριών. Γενικότερα συστήματα συνομιλιακής Τεχνητής Νοημοσύνης, όπως εκείνα που αναπτύσσονται από την OpenAI, χρησιμοποιούνται πιλοτικά για την καθοδήγηση μαθητών/τριών και την επεξήγηση των ασκήσεων βήμα προς βήμα. Τέτοιου τύπου εργαλεία αξιοποιούνται κυρίως ως συμπληρωματικά μέσα εξάσκησης και όχι ως υποκατάστατα της διδασκαλίας στην τάξη. Η ενσωμάτωσή τους προϋποθέτει σαφείς κανόνες χρήσης, κριτική στάση απέναντι στις απαντήσεις που παρέχουν και συνεχή εποπτεία από τον/την εκπαιδευτικό, ώστε να αποφεύγεται η μηχανική αναπαραγωγή λύσεων και να ενισχύεται η ουσιαστική κατανόηση των μαθηματικών εννοιών. Στα Μαθηματικά τέτοιες εφαρμογές χρησιμοποιούνται υπό παιδαγωγική εποπτεία ως συμπληρωματικά εργαλεία εξάσκησης και επανάληψης, δίνοντας στα παιδιά τη δυνατότητα να εργάζονται με τον δικό τους ρυθμό εκτός της τάξης. Η παιδαγωγικά υπεύθυνη χρήση τους, σε συνδυασμό με τη συνεχή καθοδήγηση του/της εκπαιδευτικού, είναι κρίσιμη ώστε να καταρτίζεται ένα πλάνο δράσης της διδακτικής διδασκαλίας.

2.3.3 Εξατομικευμένη και διαφοροποιημένη μάθηση μέσω Τεχνητής Νοημοσύνης

Στο προσκήνιο της σύγχρονης εκπαίδευσης βρίσκεται η εξατομικευμένη και διαφοροποιημένη μάθηση, ιδιαίτερα στη διδασκαλία των Μαθηματικών, όπου οι μαθητές/τριες παρουσιάζουν σημαντική ποικιλομορφία στις δυσκολίες τους και

στους ρυθμούς απορρόφησης γνώσεων. Η Τεχνητή Νοημοσύνη ανταποκρίνεται στις διδακτικές ανάγκες του εκάστοτε παιδιού και προσαρμόζεται κατά τη διάρκεια της φοίτησής του. Μέσω των μηχανισμών Τεχνητής Νοημοσύνης, τα έργα τροποποιούνται στο κατάλληλο επίπεδο δυσκολίας και διασφαλίζουν συμπεριληπτικές πρακτικές παρά τη πολυμορφία της τάξης. Η ετερογένεια των μαθητών/τριών δεν αποτελεί θέμα ανησυχίας, καθώς παρέχονται τα απαραίτητα στοιχεία στον/στη καθένα/μία να διαγνώσει τα λογικά λάθη των στρατηγικών που εφαρμόζει. Η έμφαση μετατοπίζεται από την δοκιμή πρακτικών για την παραγωγή ορθού ή λανθασμένου αποτελέσματος, σε συλλογισμό των προβλημάτων. Η καθοδήγηση που παρέχεται στην επίλυση αλγεβρικών ασκήσεων και γεωμετρικών αποδείξεων γίνεται μεθοδικά και στοχεύει την σταδιακή απόσυρση της υποστήριξης και στην αυτονομία των μαθητών/τριών. Η Τεχνητή Νοημοσύνη καθιστά εφικτή τη διαμόρφωση εξατομικευμένων μαθησιακών διαδρομών με σκοπό την ενίσχυση της εννοιολογικής κατανόησης και τη σταδιακή οικοδόμηση μαθηματικών δεξιοτήτων.

Κρίσιμο στοιχείο της εξατομίκευσης αφορά, επίσης, η ανάπτυξη της αυτορρυθμιζόμενης μάθησης. Η άμεση ανατροφοδότηση που προσφέρει η Τεχνητή Νοημοσύνη και η συνεχής παρακολούθηση της προόδου, ενθαρρύνουν τα παιδιά να θέτουν στόχους, να αξιολογούν τις στρατηγικές τους και να αναστοχάζονται πάνω στα λάθη τους. Αποφεύγεται η απλή απομνημόνευση μαθηματικών βημάτων και διαδικασιών, αλλά αναζητάται η αιτιολόγηση και η εννοιολογική κατανόηση (Hershkovitz et al., 2024). Πολλαπλές αναπαραστάσεις και σύνδεση των τύπων με γραφικά αποδίδουν στην αύξηση των μαθηματικών ικανοτήτων των διδασκομένων. Κομβική αλλαγή παρατηρείται στους/στις μαθητές/τριες με γνωστικά κενά, στους/στις οποίους/ες ενισχύεται η εμπιστοσύνη στις ικανότητές τους και η αίσθηση αυτοαποτελεσματικότητάς τους. Με την χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης, υποστηρίζονται όλοι οι μαθητές/τριες, μειώνεται ο κίνδυνος μαθησιακού αποκλεισμού και διασφαλίζεται η ενεργή συμμετοχή, ακόμα και των παιδιών που κατείχαν ουδέτερη ή αρνητική στάση για πεδίο των Μαθηματικών, καθώς παρατηρούν την επίδοσή τους να αποτιμάται μετρήσιμη (Holmes et al., 2019). Εξίσου αποτελεσματική καθίσταται η εξατομίκευση αυτή για μαθητές/τριες που εξ αρχής είχαν υψηλή επίδοση στα Μαθηματικά. Στις περιπτώσεις αυτές, τα προσαρμοστικά συστήματα δύνανται να προσφέρουν εμπλουτισμένες δραστηριότητες, αυξημένου επιπέδου γνωστικής πρόκλησης, οι οποίες υπερβαίνουν το βασικό αναλυτικό πρόγραμμα. Με την προσαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης επιτρέπεται η επιτάχυνση της μαθησιακής πορείας, δίνοντας στους/στις μαθητές/τριες τη δυνατότητα να εμβαθύνουν σε σύνθετα προβλήματα, να συνδέσουν μαθηματικές έννοιες με εφαρμογές υψηλότερου επιπέδου και να διευρύνουν την μαθηματική τους σκέψη με γνωστικές δεξιότητες, όπως η γενίκευση και η διατύπωση υποθέσεων.

Ωστόσο, η αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης για σκοπούς εξατομίκευσης εγείρει και σημαντικά παιδαγωγικά και ηθικά ζητήματα. Η δυναμική αυτή εξατομίκευση δεν στερείται κινδύνων, οπότε αξιοσημείωτη αναφορά οφείλει να γίνει στις ανησυχίες που έχουν δημιουργηθεί όσο αφορά ζητήματα προστασίας προσωπικών δεδομένων των παιδιών και τη διαφάνεια των αλγοριθμικών αποφάσεων (Saqr, 2018). Ζωτικής σημασίας είναι η αποφυγή στερεοτυπικών

κατηγοριοποιήσεων των μαθητών/τριών και η ετικετοποίησή τους βάση των γνωστικών ανισοτήτων τους. Η αλγοριθμική ταξινόμηση από τις αλληλεπιδράσεις τους με το ψηφιακό περιβάλλον δεν καθορίζει την πλήρη μαθησιακή τους ταυτότητα ως αυτοεκπληρούμενη προφητεία για την σχολική τους πορεία (European Commission, 2022). Επιπλέον, υπάρχει ο κίνδυνος υπερβολικής εξάρτησης από τα συστήματα. Με αντιγραφή λύσεων και μηχανικές διαδικασίες περιορίζεται η ανάπτυξη ανεξάρτητων στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων και αποδεικτικού συλλογισμού (Karur, 2014). Σύμφωνα και με το λεγόμενο «illusion of competence», οι μαθητές/τριες βλέπουν τη λύση και χωρίς εις βάθος κατανόηση και δημιουργούν ψευδή αίσθηση επάρκειας των ικανοτήτων τους δίχως όμως να καταφέρνουν να επιλύσουν τα προβλήματα μόνοι τους. Με την υπερεξάρτηση αυτή, μειώνεται η αντοχή τους σε γνωστική προσπάθεια, αποφεύγεται η παραγωγική δυσκολία και ελαχιστοποιείται η δοκιμή εναλλακτικών στρατηγικών.

Για όλους τους παραπάνω λόγους, ο ρόλος του/της εκπαιδευτικού στο πλαίσιο της εξατομικευμένης μάθησης μέσω Τεχνητής Νοημοσύνης παραμένει καθοριστικός. Η παρέμβαση και η εποπτεία του/της εκπαιδευτικού θεωρούνται απαραίτητες καθώς ο/η ίδιος/ια καλείται να σχεδιάζει το μαθησιακό περιβάλλον, να θέτει παιδαγωγικούς στόχους και να επιλέγει τα κατάλληλα εργαλεία. Οφείλεται να παρακολουθεί κριτικά τις προτάσεις των συστημάτων ώστε τα δεδομένα που παράγονται να ερμηνεύονται παιδαγωγικά και να αξιοποιούνται προς όφελος της μαθησιακής διαδικασίας. Η συντονιστική θέση του/της εκπαιδευτικού στη μαθησιακή διαδικασία, του/της επιβάλει να ενθαρρύνει τη συνεργασία μεταξύ των παιδιών και να υποστηρίζει την ανάπτυξη της κριτικής τους σκέψης απέναντι στις τεχνολογικές εφαρμογές. Η επιτυχής ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διαφοροποιημένη διδασκαλία των Μαθηματικών προϋποθέτει, επομένως, όχι μόνο τεχνολογική υποδομή, αλλά και συνεχή επιμόρφωση των εκπαιδευτικών και παιδαγωγικά τεκμηριωμένες πρακτικές.

2.4 Ο διαφοροποιημένος ρόλος των μαθητών/τριών στο περιβάλλον της Τεχνητής Νοημοσύνης

2.4.1 Η μεταβολή στον ρόλο του/της μαθητή/τριας

Η ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία έχει επιφέρει δραστικές αλλαγές στον ρόλο του/της μαθητή/τριας. Στο παραδοσιακό εκπαιδευτικό μοντέλο, στο επίκεντρο της διδασκαλίας βρισκόταν η παροχή γνώσης από τον/την εκπαιδευτικό. Ο/Η μαθητής/τρια προσλάμβανε παθητικά τις πληροφορίες που δεχόταν, δεν διερευνούσε τις υπό μελέτη έννοιες και η μάθησή του/της αφορούσε κυρίως την εφαρμογή τύπων και τεχνικών για την επίλυση θεμάτων (OECD, 2021). Η αντιμετώπιση που λάμβανε δεν ήταν στοχευμένη για τον/την ίδιο/ια, αλλά ακολουθούσαν ένας ενιαίος ρυθμός διδασκαλίας για όλη την τάξη και κοινό εκπαιδευτικό υλικό. Αντίθετα, στο σύγχρονο μαθησιακό περιβάλλον, όπου αξιοποιούνται τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης, το παιδί αποκτά περισσότερο ενεργό και υπεύθυνο ρόλο στη μαθησιακή διαδικασία (Luckin et al., 2016). Καλείται να αλληλεπιδράσει με ψηφιακά εργαλεία και να αναπτύξει προσωπικές στρατηγικές μάθησης, γεγονός που του προσθέτει οργάνωση στην σκέψη του και στην σχολική του πορεία. Η συμμετοχή του γίνεται πιο ενεργή και οξύνεται το ενδιαφέρον του για το εκάστοτε αντικείμενο που μελετάει και για την πρόοδό του.

Η εξατομίκευση που προσφέρουν τα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης συμβάλλει ουσιαστικά στη διαφοροποίηση του ρόλου του/της μαθητή/τριας, καθώς επιτρέπει την προσαρμογή της μαθησιακής εμπειρίας στις ανάγκες, το επίπεδο και τον ρυθμό κατανόησης του/της κάθε εκπαιδευομένου. Ο/Η μαθητής/τρια δεν περιορίζεται στην εκτέλεση οδηγιών, αλλά ενθαρρύνεται να αναλαμβάνει πρωτοβουλία, να θέτει ερωτήματα και να αναζητά λύσεις με τη βοήθεια των διαθέσιμων ψηφιακών πόρων. Έχει την δυνατότητα μέσω άμεσης ανατροφοδότησης να παρατηρεί τον εαυτό του/της, να διορθώνει τα λάθη του/της, να βελτιώνεται και να ελέγχει τη συμπεριφορά και την μάθησή του/της (Zimmerman, 2002). Καθώς αυξάνεται η αυτορρύθμιση και υπευθυνότητά του/της, μπορεί να αναπροσαρμόζει τη στρατηγική του/της και να προχωρά με μεγαλύτερη αυτονομία στην κατανόηση των εννοιών. Παράλληλα, ο διαφοροποιημένος ρόλος του παιδιού συνδέεται με την ανάπτυξη δεξιοτήτων που υπερβαίνουν τη γνωστική κατάκτηση της ύλης, όπως η κριτική σκέψη, η ικανότητα αξιολόγησης πληροφοριών και η αποτελεσματική χρήση ψηφιακών εργαλείων. Ο/Η μαθητής/τρια καλείται πλέον να λειτουργεί ως ενεργός/ή διαχειριστής/στρια της γνώσης, αξιοποιώντας τις δυνατότητες που παρέχουν τα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης με υπευθυνότητα και κριτική στάση (European Commission, 2022).

Η παρουσία της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση επαναπροσδιορίζει τη θέση του παιδιού, ενισχύοντας τον ενεργό, αυτοκατευθυνόμενο και συμμετοχικό χαρακτήρα της μαθησιακής διαδικασίας.

Ειδικότερα, στη διδασκαλία των Μαθηματικών, η κατανόηση εννοιών και η ανάπτυξη συλλογιστικής σκέψης αποτελούν θεμελιώδης στόχους. Με τη Τεχνητή Νοημοσύνη δημιουργούνται συνεχώς συνθήκες ενεργού εμπλοκής των μαθητών/τριών με το γνωστικό αντικείμενο (Dai & Chen, 2025). Οι μαθητές/τριες μπορούν να πειραματίζονται με διαφορετικές μεθόδους επίλυσης αλγεβρικών παραστάσεων, να εξετάζουν εναλλακτικές προσεγγίσεις σε σύνθετα γεωμετρικά προβλήματα και να αναπτύσσουν μεταγνωστικές δεξιότητες σε συναρτησιακές ασκήσεις. Βασική ενίσχυση δέχεται η αίσθηση της υπευθυνότητας που καταβάλει τον/την καθένα/μία, καθώς μπορούν να οργανώσουν τις ώρες μελέτης τους και τον χρόνο που αφιερώνουν για να διαβάσουν τους ορισμούς, τις αποδείξεις των θεωρημάτων, παρόμοιες λυμένες ασκήσεις με αυτές που έχουν στα έργα τους και να κάνουν συγκεκριμένες επαναλήψεις στα κεφάλαια που χρήσει ο/η καθένας/μία (American Psychological Association, 2024). Έχουν τη δυνατότητα να αξιολογούν τις επιλογές που έκαναν στην επίλυση μιας άσκησης και να ανακαλούν προϋπάρχουσα γνώση από την εμπειρία τους. Το γεγονός αυτό βελτιώνει την απόδοσή τους και συμβάλλει στην αυτοπεποίθησή τους και στη διαμόρφωση θετικής στάσης απέναντι στο γνωστικό αντικείμενο (Zhang & Wang, 2025). Συνεπώς, η μεταβολή αυτή του ρόλου του/της μαθητή/τριας δεν αφορά μόνο τη χρήση νέων τεχνολογιών, αλλά συνδέεται με μια βαθύτερη παιδαγωγική αλλαγή, όπου το παιδί μετατρέπεται σε ενεργό συνδιαμορφωτή της μαθησιακής διαδικασίας.

2.4.2 Οι νέες δεξιότητες που αναπτύσσονται μέσω της Τεχνητής Νοημοσύνης

Η αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία επηρεάζει την ανάπτυξη ενός ευρύτερου φάσματος δεξιοτήτων από τους/τις μαθητές/τριες (Holmes et al., 2019). Στο σύγχρονο μαθησιακό πλαίσιο, τα παιδιά δεν περιορίζονται στην απομνημόνευση γνώσεων, αλλά καλλιεργούν ικανότητες που συνδέονται με την κατανόηση, την ανάλυση πληροφοριών και την συνεργασία. Η αλληλεπίδρασή τους με ψηφιακά εργαλεία και συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης αναπτύσσει ψηφιακές δεξιότητες πέρα από την χρήση για μαθητικά πρότζεκτ. Δημιουργούνται συνθήκες που συμβάλλουν στα μεταγνωστικά ψηφιακά τους προσόντα, βασικές επάρκειες χειρισμού για τη σύγχρονη κοινωνία (Zimmerman, 2002).

Μία από τις σημαντικότερες δεξιότητες που ενισχύονται είναι η κριτική σκέψη, καθώς οι μαθητές/τριες καλούνται να αξιολογούν τις πληροφορίες που λαμβάνουν από τα ψηφιακά συστήματα και να εξετάζουν την ορθότητα των αποτελεσμάτων (Karur, 2014). Ιδιαίτερα στη διδασκαλία των Μαθηματικών, η διαδικασία αυτή

συμβάλλει στην ανάπτυξη της μαθηματικής συλλογιστικής, καθώς οι μαθητές/τριες δεν ακολουθούν απλώς μηχανικά βήματα, αλλά προσπαθούν να κατανοήσουν τη λογική που διέπει την επίλυση ενός προβλήματος και συγκρίνουν διαφορετικές μεθόδους για την κατάληξη σε ένα αποτέλεσμα. Η χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να συμβάλει θετικά στη μαθησιακή επίδοση των φοιτητών/τριών, ενισχύοντας παράλληλα το εσωτερικό τους κίνητρο για μάθηση (Mwilongo & Mwita, 2025). Αξιοσημείωτη ενίσχυση γίνεται στην ικανότητά τους για την λήψη αποφάσεων. Τα παιδιά καλούνται να επιλέξουν στρατηγικές προσέγγισης με βάση τα δεδομένα που διαθέτουν και ποια διαδικασία θα φέρει πιο αποδοτικά το αποτέλεσμα (Koedinger & Corbett, 2006). Επιπλέον, η χρήση συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης συμβάλλει στην ανάπτυξη μεταγνωστικών δεξιοτήτων, δηλαδή της ικανότητας των μαθητών/τριών να παρακολουθούν, να αξιολογούν και να ρυθμίζουν τη μαθησιακή τους πορεία (Frontiers in Education, 2025). Η γρήγορη ανατροφοδότηση και η εξατομικευμένη καθοδήγηση οδηγούν τους/τις μαθητές/τριες να αποκτήσουν καλύτερη επίγνωση των δυνατοτήτων τους και των δυσκολιών τους. Η διαδικασία αυτή επιφέρει σταδιακή ανάπτυξη στην αυτονομία και στην ανεξαρτησία τους από τα ψηφιακά εργαλεία, τον/την εκπαιδευτικό ή άλλη εξωσχολική βοήθεια. Οι μαθητές/τριες μαθαίνουν να θέτουν μόνοι τους στόχους και να οργανώνουν τη μελέτη τους ως προσφορά για τον εαυτό τους και όχι ως αποφυγή επίπληξης από κάποιον/ια επιβλέποντα/ουσα. Μπορούν να αξιολογούν τα αποτελέσματά τους και να αποκτούν συναίσθηση των δυνατοτήτων τους και της προσπάθειας που οφείλουν να καταβάλουν (Journal of Pedagogical Sociology and Psychology, 2025).

Παράλληλα, σε συνεργασία προφανώς και με τον/την εκπαιδευτικό, μέσω των ομαδικών δραστηριοτήτων που μπορεί να οργανώσει η Τεχνητή Νοημοσύνη, οι μαθητές/τριες αναπτύσσουν κοινωνικές και συνεργατικές ικανότητες. Η κατανομή ρόλων, η ομαδική λήψη αποφάσεων, η ευθύνη του/της καθενός/μιας για την συμβολή του/της και οι ηγετικές πρωτοβουλίες που λαμβάνονται δίνουν τα εφόδια για τις ποιότητες του χαρακτήρα τους (Lang et al., 2022). Τα παιδιά σε συνεργατικά μαθησιακά περιβάλλοντα μαθαίνουν να ανταλλάσσουν ιδέες, να συζητούν διαφορετικές προσεγγίσεις και να συνδιαμορφώνουν λύσεις, γεγονός που ενισχύει τη συμμετοχική διάσταση της μάθησης. Τέλος, αναπτύσσονται δεξιότητες ψηφιακού γραμματισμού, οι οποίες αποτελούν βασικό στοιχείο της σύγχρονης εκπαιδευτικής πραγματικότητας (European Commission, 2022). Οι μαθητές/τριες μαθαίνουν να χρησιμοποιούν τεχνολογικά εργαλεία με υπευθυνότητα, να αναζητούν πληροφορίες, να αξιολογούν πηγές και να αξιοποιούν ψηφιακά περιβάλλοντα για τη μάθηση. Η εξοικείωση με την τεχνολογία συμβάλλει επίσης στην ενίσχυση της δημιουργικότητας, καθώς τα παιδιά έχουν τη δυνατότητα να πειραματίζονται με διαφορετικές προσεγγίσεις και να αναπτύσσουν νέες ιδέες. Η παρουσία της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση δεν συμβάλλει μόνο στη

γνωστική ανάπτυξη, αλλά και στη διαμόρφωση δεξιοτήτων που προετοιμάζουν τους/τις μαθητές/τριες για τις απαιτήσεις της σύγχρονης κοινωνίας.

2.4.3 Οι προκλήσεις και οι περιορισμοί για τους/τις μαθητές/τριες

Με την αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση, παρόλες τις δεξιότητες που αναδεικνύει, υποθάλπονται ορισμένες προκλήσεις και περιορισμοί όσο αφορά τους/τις μαθητές/τριες. Η ενσωμάτωση ψηφιακών εργαλείων στη μαθησιακή διαδικασία δεν εγγυάται από μόνη της τη βελτίωση της μάθησης, καθώς η αποτελεσματικότητα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον τρόπο χρήσης τους και την παιδαγωγική καθοδήγηση που παρέχεται. Οι μαθητές/τριες θεωρούν ότι τα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης διευκολύνουν την κατανόηση της ύλης και την οργάνωση της μελέτης τους, ωστόσο εκφράζουν προβληματισμούς σχετικά με την υπερβολική εξάρτηση από αυτά και την πιθανή μείωση της ανεξάρτητης σκέψης (Sharma, M., 2026). Ομοίως, βασική ανησυχία των υπεύθυνων φορέων αλλά και των γονιών αποτελεί η υπερβολική εξάρτηση από τα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης που μπορεί να επέλθει. Η χρήση της οφείλει να συνοδεύεται με φειδώ, καθώς η ασυγκράτητη φύση των παιδιών φέρει στην επιφάνεια περιπτώσεις όπου ο πειρασμός της αντιγραφής και η χρήση οδηγιών δίχως εις βάθος κατανόηση τους καταβάλει. Οι μαθητές/τριες που χρησιμοποιούν τα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης χωρίς μέτρο μειώνουν τον ρυθμό ανάπτυξης της ανεξάρτητης σκέψης τους, περιορίζονται στην επιφανειακή κατανόηση των ασκήσεων και δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν ενεργά κατά τη διάρκεια της δια ζωής διδασκαλίας τους (Holmes et al., 2019). Καίριο ζήτημα αφορά τον κίνδυνο παθητικοποίησης των παιδιών, ειδικότερα στη διδασκαλία των Μαθηματικών, όπου η ανάπτυξη συλλογιστικής σκέψης και στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων αποτελεί κεντρικό στόχο. Η απλή αντιγραφή βημάτων ή αποτελεσμάτων μπορεί να οδηγήσει σε περιορισμό της γνωστικής επεξεργασίας και σε μη ουσιαστική κατανόηση. Ασκήσεις σε κεφάλαια όπως ο ρυθμός μεταβολής ή προβλήματα ακροτάτων συνδυάζουν τη μαθηματική σκέψη και μεθοδολογία με την εφαρμογή τους στις επιστήμες της Φυσικής και της Οικονομίας. Μαθητές/τριες που δέχονται τις απαντήσεις από μέσα Τεχνητής Νοημοσύνης χωρίς να τις εξετάσουν περεταίρω αδυνατούν να αντιληφθούν την σύνδεση των φυσικών αυτών επιστημών. Επιπλέον, η εύκολη πρόσβαση σε αυτοματοποιημένες λύσεις ενδέχεται να ενισχύσει φαινόμενα ακαδημαϊκής ανεντιμότητας. Παιδιά που βασίζονται αποκλειστικά στα εργαλεία χωρίς να κατανοούν τη διαδικασία που ακολουθείται, δεν αναπτύσσουν δεξιότητες ανώτερου μαθηματικού επιπέδου, για παράδειγμα να βρίσκουν ποια συνάρτηση πρέπει να θέσουν και πως συμπλέκονται τα διάφορα θεωρήματα.

Παράλληλα, η χρήση συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης ενδέχεται να δημιουργήσει κινδύνους στιγματισμού ή κατηγοριοποίησης των μαθητών/τριών.

Όταν τα δεδομένα αξιολόγησης χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία μαθησιακών προφίλ, η κατάταξη μαθητών/τριών σε επίπεδα επίδοσης μπορεί να επηρεάσει την αυτοαντίληψη και την αυτοπεποίθησή τους (OECD, 2021). Φαινόμενα μειωμένων προσδοκιών ή ετικετοποίησης οδηγούν τους πιο μαθησιακά αδύναμους μαθητές/τριες να απελπίζονται, να νιώθουν αισθήματα νοητικής κατωτερότητας και εν τέλει να απαξιούν για τον κλάδο και να μη προσπαθούν να βελτιωθούν. Επιπλέον, δεν έχουν όλοι οι μαθητές/τριες την ίδια πρόσβαση σε τεχνολογικούς πόρους (UNESCO, 2021). Η οικονομική δυνατότητα που διαθέτει μια οικογένεια ποικίλει και η διαθεσιμότητα του εκάστοτε παιδιού σε υπολογιστές και τεχνολογικό εξοπλισμό μπορεί να ενισχύσει εκπαιδευτικές ανισότητες και να δημιουργήσει διαφορές στις ευκαιρίες μάθησης.

Μια ακόμα πρόκληση που συναντάται αφορά την ανάγκη ανάπτυξης κριτικής στάσης απέναντι στα αποτελέσματα που παρέχουν τα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης. Οι μαθητές/τριες πρέπει να κατανοούν ότι οι απαντήσεις που λαμβάνουν δεν είναι πάντοτε αλάνθαστες και ότι απαιτείται αξιολόγηση και έλεγχος της ορθότητας των πληροφοριών (Kasneeci et al., 2023). Η έλλειψη αυτής της κριτικής προσέγγισης μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένες αντιλήψεις ή παρανοήσεις. Ειδικά σε γνωστικά αντικείμενα που απαιτούν ακρίβεια, όπως τα Μαθηματικά, συχνά τα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης μπλέκουν τις διάφορες μεθόδους επίλυσης, δεν λαμβάνουν υπόψη όλες τις παραμέτρους και συγχύζουν τις απαντήσεις. Τέτοια συμβάντα μπερδεύουν τον/την μαθητή/τρια ως προς την συνάφεια της λύσης και του αντικειμένου μελέτης. Σε συνέχεια του περιορισμού της κριτικής τους σκέψης, το ζήτημα δεν έγκειται στην σχολική τους πορεία, αλλά εντοπίζεται και στην μετέπειτα ζωή τους. Ο φραγμός της αναλυτικής και της αξιολογικής τους ικανότητας αποτελούν ποιότητες του χαρακτήρα τους που θα αποκομίσουν και θα εφαρμόζουν σε όλους τους τομείς κατά τη διάρκεια της ενήλικης ζωής τους. Συνεπώς, η αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση οφείλει να συνοδεύεται από κατάλληλη παιδαγωγική καθοδήγηση, ώστε να διασφαλίζεται ότι τα εργαλεία λειτουργούν ως υποστηρικτικά μέσα μάθησης και όχι ως υποκατάστατα της γνωστικής προσπάθειας των μαθητών/τριών. Η ισορροπημένη χρήση τους μπορεί να ενισχύσει τη μαθησιακή διαδικασία, ενώ η ανεξέλεγκτη ή μη στοχευμένη εφαρμογή τους ενδέχεται να δημιουργήσει εμπόδια στην ανάπτυξη ουσιαστικών δεξιοτήτων.

Κεφάλαιο 3 : Μεθοδολογία της έρευνας

3.1 Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα της έρευνας

Η συνεχώς αυξανόμενη αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση δημιουργεί νέα δεδομένα για τη μαθησιακή διαδικασία και ιδιαίτερα για τη διδασκαλία των Μαθηματικών. Η χρήση ψηφιακών εργαλείων και εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης επηρεάζει τόσο τον τρόπο πρόσβασης των μαθητών/τριών στη γνώση όσο και τον ρόλο τους μέσα στο σύγχρονο μαθησιακό περιβάλλον. Παράλληλα, αναδεικνύονται νέες δυνατότητες εξατομίκευσης της μάθησης, ανάπτυξης δεξιοτήτων και υποστήριξης της μαθησιακής διαδικασίας, αλλά και προβληματισμοί που σχετίζονται με την κριτική χρήση των τεχνολογικών εργαλείων και την ουσιαστική κατανόηση των μαθηματικών εννοιών. Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση των απόψεων και των εμπειριών των παιδιών σχετικά με την αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία και μάθηση των Μαθηματικών, καθώς και η εξέταση του τρόπου με τον οποίο οι μαθητές/τριες αντιλαμβάνονται τον διαφοροποιημένο ρόλο τους στο σύγχρονο ψηφιακό εκπαιδευτικό περιβάλλον. Ειδικότερα, η έρευνα επιχειρεί να καταγράψει τις στάσεις των παιδιών απέναντι στη χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης, τις πιθανές επιδράσεις τους στη μαθησιακή διαδικασία, καθώς και τις δεξιότητες και τις δυσκολίες που συνδέονται με τη χρήση τους.

Με βάση τα παραπάνω, τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα της έρευνας διαμορφώνονται ως εξής:

1. Ποιες είναι οι απόψεις των μαθητών/τριών σχετικά με τη χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία των Μαθηματικών;
2. Σε ποιο βαθμό θεωρούν οι μαθητές/τριες ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη βελτιώνει την κατανόηση των Μαθηματικών και την επίδοσή τους;
3. Ποιες προκλήσεις ή δυσκολίες εντοπίζουν οι μαθητές/τριες από τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης κατά τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς;
4. Ποια διαφορά αντιλαμβάνονται οι μαθητές/τριες πως θα επέλθει στο ρόλο τους στη μαθησιακή διαδικασία με μελλοντική αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης;

3.2 Ερευνητική μεθοδολογία και δείγμα της έρευνας

Η παρούσα έρευνα εδραιώθηκε σε ποσοτική ερευνητική προσέγγιση, διερευνώντας τις προσωπικές απόψεις των μαθητών/τριών σχετικά με την αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία των Μαθηματικών. Η ποσοτική μέθοδος επιλέχθηκε, καθώς επιτρέπει τη συλλογή δεδομένων από

μεγαλύτερο αριθμό συμμετεχόντων, τη συστηματική καταγραφή των στάσεων και αντιλήψεων των μαθητών/τριών και τη δυνατότητα στατιστικής επεξεργασίας των αποτελεσμάτων (Creswell, 2014). Παράλληλα, η συγκεκριμένη μεθοδολογική προσέγγιση θεωρείται κατάλληλη για την αποτύπωση τάσεων και τη διερεύνηση της συχνότητας εμφάνισης συγκεκριμένων απόψεων ή συμπεριφορών μέσα στο εκπαιδευτικό περιβάλλον.

Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο, το οποίο περιλάμβανε κυρίως ερωτήσεις κλειστού τύπου, ενώ σε ορισμένα σημεία δόθηκε και η δυνατότητα σύντομων ανοικτών απαντήσεων. Η επιλογή του ερωτηματολογίου ως ερευνητικού εργαλείου πραγματοποιήθηκε λόγω της ευκολίας διανομής και συμπλήρωσής του, αλλά και επειδή παρέχει τη δυνατότητα συγκέντρωσης πληροφοριών από αρκετούς συμμετέχοντες σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα (Cohen et al., 2018). Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε τόσο μέσω έντυπης μορφής ερωτηματολογίου όσο και μέσω της πλατφόρμας Google Forms, με στόχο τη διευκόλυνση της συμμετοχής των μαθητών/τριών και την ευρύτερη συγκέντρωση απαντήσεων. Επιπλέον, η ανώνυμη συμπλήρωσή του συνέβαλε στη διαμόρφωση συνθηκών μεγαλύτερης ελικρίνειας στις απαντήσεις των παιδιών.

Το δείγμα της έρευνας αποτελείται από μαθητές/τριες δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, οι οποίοι φοιτούν σε τάξεις Γυμνασίου και Λυκείου. Η επιλογή του συγκεκριμένου δείγματος συνδέεται με το γεγονός ότι οι μαθητές/τριες αυτών των ηλικιών εμφανίζουν αυξημένη εξοικείωση με τις ψηφιακές τεχνολογίες και έρχονται συχνότερα σε επαφή με εφαρμογές και εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης στο πλαίσιο της μαθησιακής διαδικασίας. Επίσης, τα παιδιά αυτών των ηλικιών (12-18), επηρεαζόμενοι και από την εφηβεία, βρίσκονται στα έτη που χαρακτηρίζονται από την μεγαλύτερη ανάπτυξη αφηρημένης σκέψης, κρίσης, αυτογνωσίας και καλλιέργεια ώριμης λογικής. Μελετώνται εκπαιδευόμενοι σε χρόνια κρίσιμα ως προς την απορρόφηση γνώσης, την εξάσκηση εποικοδομητικού τρόπου διαβάσματος και τη διαμόρφωση σύνθετης σκέψης. Η διδασκαλία των Μαθηματικών στις συγκεκριμένες βαθμίδες χαρακτηρίζεται από αυξημένες απαιτήσεις σε επίπεδο κατανόησης, επίλυσης προβλημάτων και ανάπτυξης μαθηματικής σκέψης, γεγονός που καθιστά ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα τη διερεύνηση της σχέσης των μαθητών/τριών με τα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης.

Η συμμετοχή των μαθητών/τριών στην έρευνα ήταν εθελοντική και η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με σεβασμό στην ανωνυμία και την προστασία των προσωπικών δεδομένων των συμμετεχόντων. Οι απαντήσεις χρησιμοποιήθηκαν αποκλειστικά για τους σκοπούς της παρούσας ερευνητικής εργασίας και δεν καταγράφηκαν στοιχεία που να επιτρέπουν την ταυτοποίηση των συμμετεχόντων. Με τον τρόπο αυτό επιδιώχθηκε η διασφάλιση της αξιοπιστίας

των απαντήσεων και η δημιουργία ενός ασφαλούς πλαισίου συμμετοχής για τους μαθητές/τριες.

3.3 Ερευνητικό εργαλείο – Ερωτηματολόγιο

Το ερωτηματολόγιο που κατανεμήθηκε στους μαθητές/τριες δημιουργήθηκε σε Google Forms και διανεμήθηκε τόσο σε έντυπη μορφή όσο και ηλεκτρονικά μέσω συνδέσμου (link), ώστε να διευκολυνθεί η συμμετοχή παιδιών με διαφορετικές δυνατότητες πρόσβασης. Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα κατασκευάστηκε από την ερευνήτρια ειδικά για τις ανάγκες της συγκεκριμένης μελέτης. Η διαμόρφωση των ερωτήσεων βασίστηκε στους στόχους της έρευνας, στα ερευνητικά ερωτήματα και στη σχετική βιβλιογραφία για την αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση και ειδικότερα στη διδασκαλία των Μαθηματικών. Το ερωτηματολόγιο απευθυνόταν σε μαθητές/τριες Γυμνασίου και Λυκείου και οργανώθηκε σε πέντε θεματικές ενότητες. Η πρώτη ενότητα περιλάμβανε δημογραφικά στοιχεία των συμμετεχόντων, όπως το φύλο, η βαθμίδα εκπαίδευσης και η τάξη φοίτησης, καθαρά για στατιστική χρήση, προστατεύοντας με ανωνυμία την ιδιωτικότητά τους. Η δεύτερη ενότητα αφορούσε τη χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης από τα παιδιά και τη συχνότητα αξιοποίησής τους. Η τρίτη ενότητα επικεντρωνόταν στις απόψεις των μαθητών/τριών σχετικά με τη συμβολή της Τεχνητής Νοημοσύνης στη μάθηση των Μαθηματικών. Μελετήθηκαν οι τρόποι εφαρμογής της στην μαθητική τους καθημερινότητα και η συμβολή της στην μελέτη των Μαθηματικών. Στην τέταρτη ενότητα εξετάστηκαν πιθανά οφέλη και προβληματισμοί που προκύπτουν από τη χρήση της. Τέλος, η πέμπτη ενότητα αφορούσε τον διαφοροποιημένο ρόλο μαθητή/τριας και εκπαιδευτικού στο σύγχρονο ψηφιακό μαθησιακό περιβάλλον.

Οι περισσότερες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου ήταν κλειστού τύπου και βασίστηκαν κυρίως σε πενταβάθμια κλίμακα Likert, προκειμένου να διερευνηθεί ο βαθμός συμφωνίας ή διαφωνίας των μαθητών/τριών με συγκεκριμένες δηλώσεις (Koo, 2025). Παράλληλα, χρησιμοποιήθηκαν ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και περιορισμένος αριθμός ανοιχτών ερωτήσεων, ώστε να δοθεί η δυνατότητα στους συμμετέχοντες να διατυπώσουν προσωπικές απόψεις και εμπειρίες σχετικά με τη χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης στα Μαθηματικά. Πριν από τη διανομή του, το ερωτηματολόγιο ελέγχθηκε ως προς τη σαφήνεια και τη διατύπωση των ερωτήσεων, ώστε να είναι κατανοητό από μαθητές/τριες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και να περιοριστεί η πιθανότητα παρερμηνειών κατά τη συμπλήρωσή του. Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου ήταν εθελοντική, ενώ οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν ότι τα δεδομένα θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για τους σκοπούς της παρούσας ερευνητικής εργασίας. Το πλήρες ερωτηματολόγιο παρατίθεται στο Παράρτημα της εργασίας.

3.4 Διαδικασία συλλογής δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε κατά το σχολικό έτος 2025–2026 μέσω ηλεκτρονικής διανομής του ερωτηματολογίου που δημιουργήθηκε στην πλατφόρμα Google Forms, αλλά και έντυπης μορφής που συμπληρώθηκε χειρόγραφα. Οι μαθητές/τριες ενημερώθηκαν για τον σκοπό της έρευνας και για τον εθελοντικό χαρακτήρα της συμμετοχής τους. Παρομοίως, διευκρινίστηκε ότι οι απαντήσεις θα ήταν ανώνυμες και θα χρησιμοποιούνταν αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς.

Πληθυσμό της παρούσας έρευνας αποτέλεσαν οι μαθητές/τριες δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Γυμνασίου και Λυκείου), οι οποίοι φοιτούν σε σχολικές μονάδες της Πάτρας. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 94 μαθητές/τριες Γυμνασίου και Λυκείου, οι οποίοι συμμετείχαν εθελοντικά στη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου. Η συμπλήρωσή του πραγματοποιήθηκε εξ αποστάσεως και απαιτούσε μικρό χρονικό διάστημα, αναμενόμενη ώρα 5-7 λεπτά, ενώ η χειρόγραφη συμπλήρωσή του διήρκεσε κατά μέσο όρο 10 λεπτά. Το γεγονός αυτό διευκόλυνε τη συμμετοχή των παιδιών και την ολοκλήρωση της διαδικασίας συλλογής δεδομένων.

3.5 Μέθοδος ανάλυσης δεδομένων

Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση περιγραφικής στατιστικής. Μετά τη συλλογή των απαντήσεων μέσω του ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου, τα δεδομένα εξήχθησαν από την πλατφόρμα Google Forms, οργανώθηκαν σε υπολογιστικό φύλλο και ενώθηκαν με τις διαζώσεις απαντήσεις που λήφθηκαν. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε επεξεργασία των δεδομένων με σκοπό την καταγραφή και παρουσίαση των απαντήσεων των συμμετεχόντων.

Για κάθε ερώτηση υπολογίστηκαν οι απόλυτες συχνότητες και τα αντίστοιχα ποσοστά των απαντήσεων. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με τη μορφή πινάκων και γραφημάτων, ώστε να διευκολύνεται η κατανόηση και η ερμηνεία των ευρημάτων της έρευνας.

Η επιλογή της περιγραφικής στατιστικής κρίθηκε κατάλληλη, καθώς ο στόχος της παρούσας μελέτης δεν ήταν η γενίκευση των αποτελεσμάτων στον συνολικό μαθητικό πληθυσμό, αλλά η αποτύπωση των απόψεων, στάσεων και εμπειριών των παιδιών σχετικά με τη χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης στη μάθηση των Μαθηματικών.

3.6 Περιορισμοί της έρευνας

Κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη ορισμένοι περιορισμοί. Αρχικά, το δείγμα της έρευνας αποτελείται από 94 μαθητές/τριες δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και συνεπώς τα ευρήματα δεν μπορούν να γενικευθούν στο σύνολο του μαθητικού πληθυσμού. Επιπλέον, η συλλογή των δεδομένων βασίστηκε σε ερωτηματολόγιο αυτοαναφοράς, γεγονός που σημαίνει ότι οι απαντήσεις αποτυπώνουν τις προσωπικές αντιλήψεις και εμπειρίες των συμμετεχόντων (Cohen et al., 2018). Ως εκ τούτου, είναι πιθανό ορισμένες απαντήσεις να επηρεάζονται από υποκειμενικούς παράγοντες ή από τον τρόπο με τον οποίο τα παιδιά αντιλαμβάνονται τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης.

Ακόμη, η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο, ενώ τα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης εξελίσσονται με ιδιαίτερα γρήγορους ρυθμούς. Επομένως, οι στάσεις και οι εμπειρίες των μαθητών/τριών ενδέχεται να μεταβληθούν στο μέλλον, καθώς νέες εφαρμογές και δυνατότητες γίνονται διαθέσιμες στην εκπαιδευτική κοινότητα.

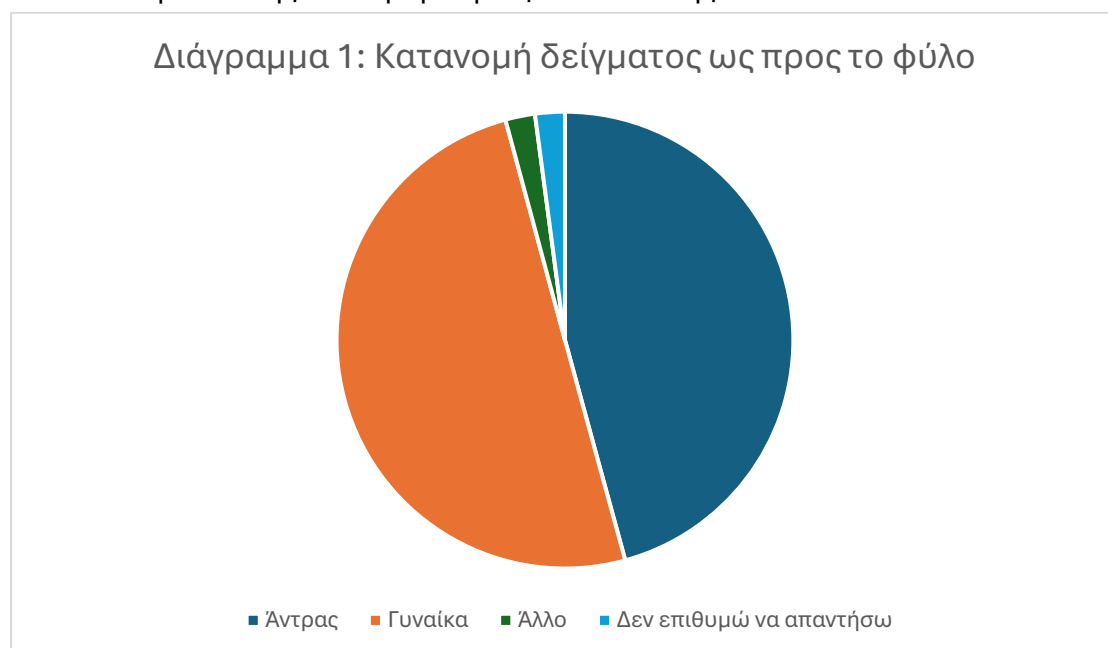
Παρά τους παραπάνω περιορισμούς, η έρευνα παρέχει χρήσιμα στοιχεία σχετικά με τις απόψεις των μαθητών/τριών για την αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στα Μαθηματικά και συμβάλλει στην κατανόηση ενός ιδιαίτερα σύγχρονου και διαρκώς εξελισσόμενου εκπαιδευτικού ζητήματος.

Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα της έρευνας

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται και αναλύονται τα αποτελέσματα της έρευνας που πραγματοποιήθηκε μέσω ερωτηματολογίου σε μαθητές/τριες Γυμνασίου και Λυκείου σχετικά με τη χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία και μάθηση των Μαθηματικών. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν παρουσιάζονται με τη μορφή γραφημάτων και πινάκων, ενώ παράλληλα επιχειρείται ο σχολιασμός και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων σε σχέση με τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας. Μελετάται και συσχετίζεται η θεωρητική ανάλυση του ζητήματος με το πρακτικό πλαίσιο και κατά πόσο συμβαδίζει με τις απόψεις των εν ενεργεία μαθητών/τριών από τις βιωματικές τους εμπειρίες.

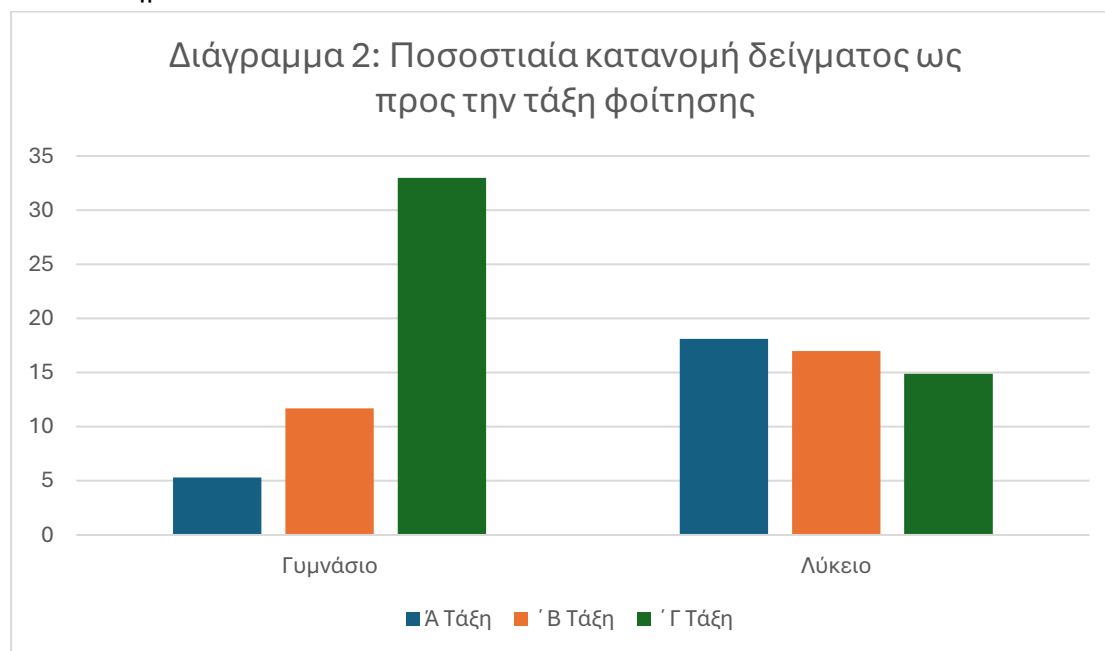
4.1 Δημογραφικά στοιχεία συμμετεχόντων

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων της έρευνας. Από το σύνολό τους, παρατηρείται σχετικά ισορροπημένη κατανομή μεταξύ παιδιών Γυμνασίου και Λυκείου. Παράλληλα, καταγράφηκαν απαντήσεις τόσο από αγόρια όσο και από κορίτσια, γεγονός που συμβάλλει στη διαμόρφωση ενός πιο αντιπροσωπευτικού δείγματος. Στην έρευνα συμμετείχαν εθελοντικά 94 μαθητές/τριες από διαφορετικές σχολικές τάξεις και εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, διαμορφώνοντας ένα ποικιλόμορφο δείγμα των εκπαιδευομένων της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.



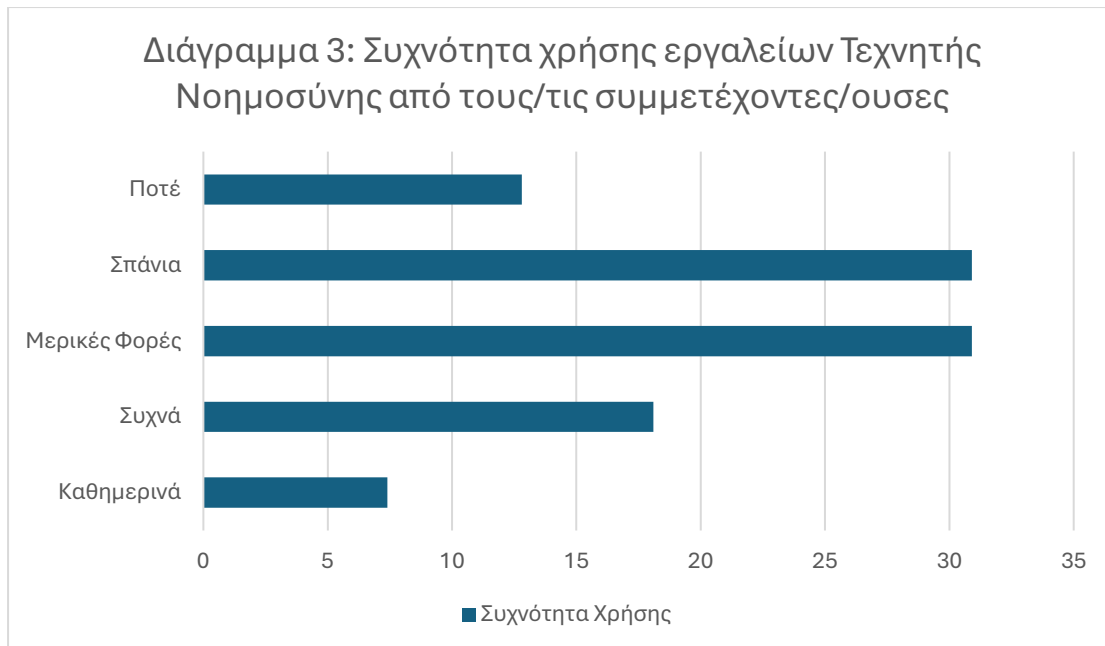
Το φύλο των ερωτηθέντων παρουσίασε ισομερή αναλογία μεταξύ αγοριών και κοριτσιών. Το 50,0% των συμμετεχόντων ήταν γυναίκες, το 45,7% άντρες και από

2,1% είχαν οι επιλογές «Άλλο» και «Δεν επιθυμώ να απαντήσω». Παρομοίως, υπήρξε ακριβώς ίση εκπροσώπηση των βαθμίδων εκπαίδευσης Γυμνασίου και Λυκείου, αφού απάντησαν 47 παιδιά και από τους δύο τύπους σχολικών μονάδων. Όσον αφορά την τάξη φοίτησης των συμμετεχόντων, το μεγαλύτερο ποσοστό προερχόταν από τη Γ' Γυμνασίου (33,0 %), ενώ συμμετείχαν μαθητές από όλες τις τάξεις Γυμνασίου και Λυκείου. Η συμμετοχή μαθητών/τριών διαφορετικών ηλικιών και τάξεων δημιούργησε ένα πλήρως αντιπροσωπευτικό δείγμα για τη διερεύνηση των απόψεων σχετικά με τη χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης στα Μαθηματικά.



4.2 Χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης από τους/τις μαθητές/τριες

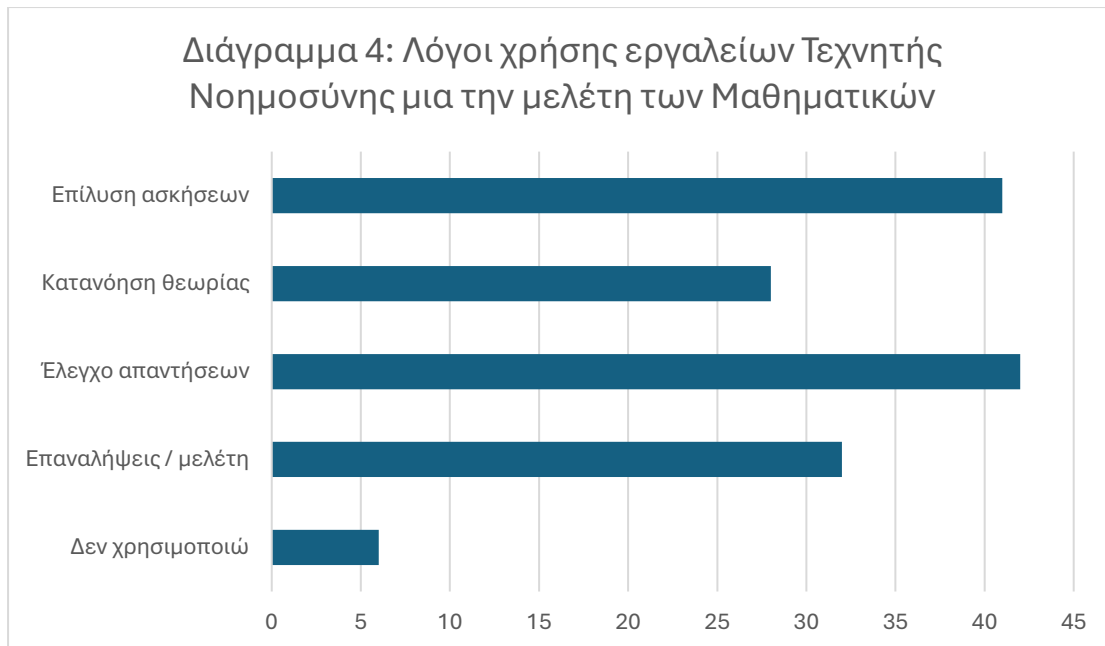
Η πλειοψηφία των μαθητών/τριών επισήμανε πως αξιοποιεί εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης για την μελέτη τους στα Μαθηματικά. Η χρήση των εργαλείων καταγράφει την προσωπική εμπειρία των μαθητών/τριών στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής διαδικασίας.



Όσον αφορά τη συχνότητα χρήσης εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης, οι περισσότεροι μαθητές/τριες δήλωσαν ότι τα χρησιμοποιούν «Μερικές Φορές» ή «Σπάνια», με ποσοστό 30,9% αντίστοιχα. Αντίθετα, μικρότερο ποσοστό μαθητών/τριών ανέφερε καθημερινή χρήση των εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης για την μελέτη τους στα Μαθηματικά. Το 12,8%, μάλιστα, δήλωσαν «Ποτέ» στη αξιοποίηση των εν λόγω εργαλείων.

Γνωστές εφαρμογές που ανέφεραν ότι επιλέγουν είναι το ChatGPT με αξιοσημείωτη σωρηδόν πλειοψηφία 76,0%. Ακολουθούν το Gemini, το Anthropic Claude, το Knowunity και ύστερα το Photomath, το Symbolab και το Copilot.

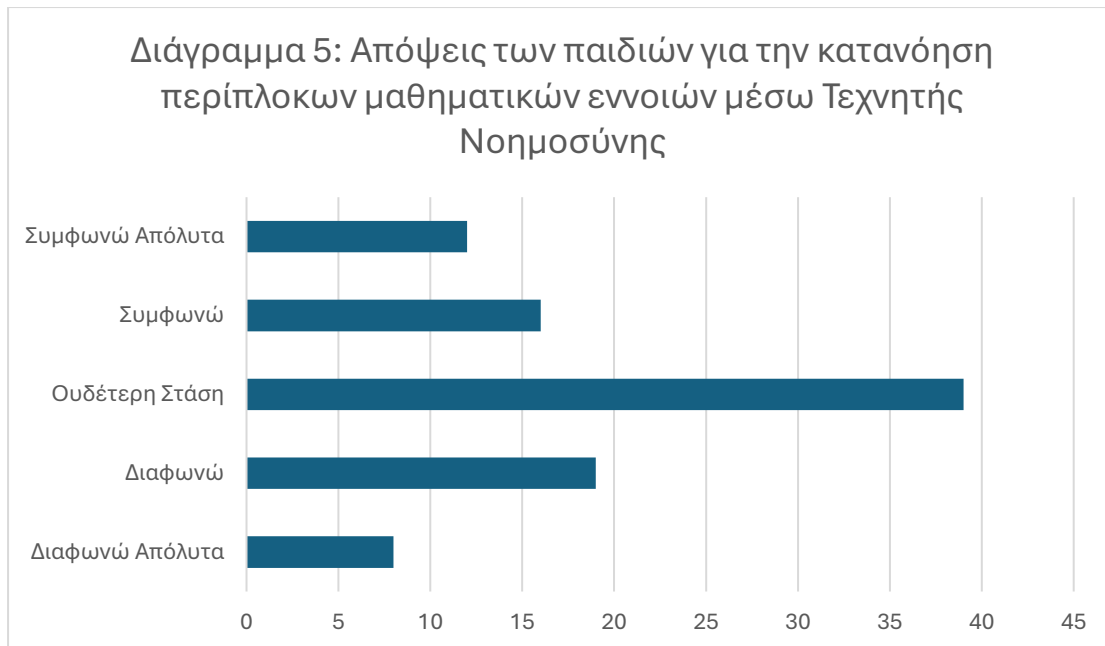
Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα, οι συχνότεροι λόγοι χρήσης εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης σχετίζονται με τον έλεγχο απαντήσεων (44,7%) και την επίλυση ασκήσεων (43,6%). Η υψηλή συχνότητα χρήσης των εργαλείων για να παρουσιάσουν λυμένα τα έργα στον καθηγητή του σχολείου, ενδέχεται να υποδηλώνει ότι οι μαθητές/τριες εστιάζουν ιδιαίτερα στο τελικό αποτέλεσμα και στην ορθότητα της λύσης. Το εύρημα αυτό μπορεί να συνδεθεί με τον έντονα εξετασιοκεντρικό χαρακτήρα του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος, στο οποίο η επίδοση και η αξιολόγηση διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο. Αρκετοί/τες μαθητές/τριες, ωστόσο, (34,0%) δήλωσαν πως χρησιμοποιούν την Τεχνητή Νοημοσύνη κυρίως ως υποστηρικτικό εργαλείο κατά τη μαθησιακή διαδικασία, για επαναλήψεις, οργάνωση και δημιουργία σημειώσεων και ερωτήσεις που προκύπτουν κατά την προσωπική τους μελέτη στα Μαθηματικά.



Οι απόψεις τους σχετικά με το κατά πόσο αυτά διευκολύνουν τη μελέτη των Μαθηματικών εμφανίζονται περισσότερο συγκρατημένες. Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων επέλεξε τη μεσαία τιμή της κλίμακας (30,9%), ενώ οι θετικές αξιολογήσεις (37,2%) υπερτερούν οριακά των αρνητικών (31,9%). Οι απαντήσεις αυτές φανερώνουν πως, αν και οι μαθητές/τριες αναγνωρίζουν τη χρησιμότητα των εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης, δεν θεωρούν όλοι ότι αυτά μπορούν να υποκαταστήσουν τις παραδοσιακές μορφές μελέτης ή να επιλύσουν πλήρως τις δυσκολίες που συναντούν στα Μαθηματικά, αλλά τα αξιοποιούν κυρίως ως συμπληρωματικό μέσο υποστήριξης της μελέτης τους, καλύπτοντας επιμέρους κενά και διευκολύνοντας την κατανόηση των Μαθηματικών.

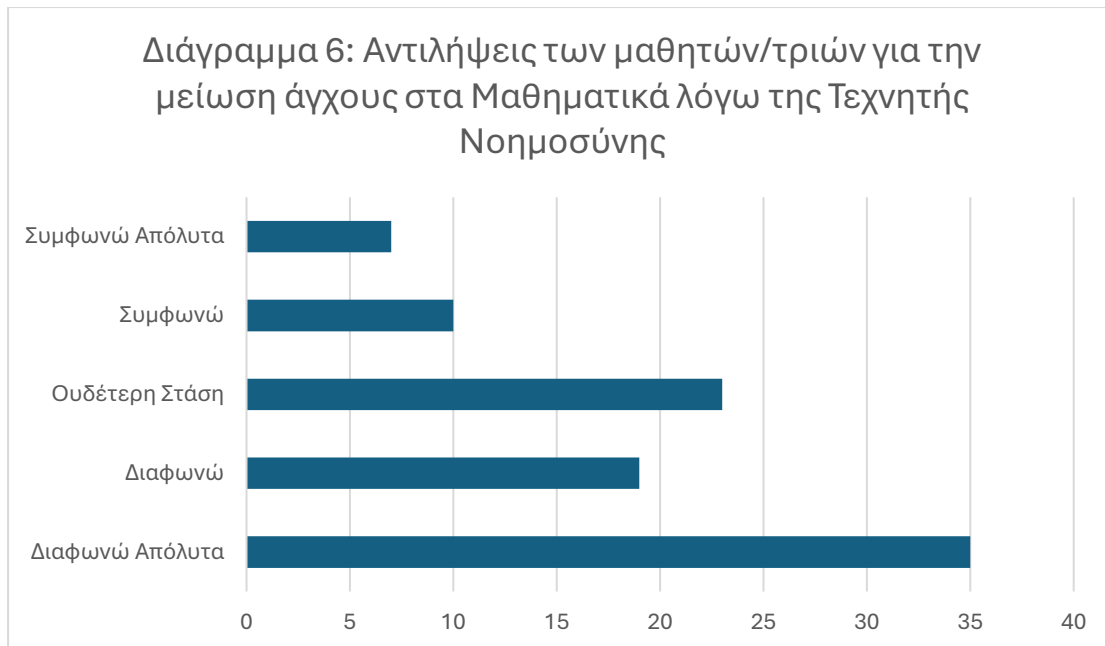
4.3 Απόψεις μαθητών/τριών για τη συμβολή της Τεχνητής Νοημοσύνης στη μάθηση των Μαθηματικών

Η ενότητα αυτή διερευνά τις αντιλήψεις των μαθητών/τριών σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο η Τεχνητή Νοημοσύνη επηρεάζει τη μαθησιακή τους πορεία στα Μαθηματικά. Ειδικότερα, εξετάζονται οι όψεις τους ως προς τη συμβολή των εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης για την γνωστική και συναισθηματική εκπαιδευτική υποστήριξη που τους προσφέρουν κατά την μελέτη των Μαθηματικών.

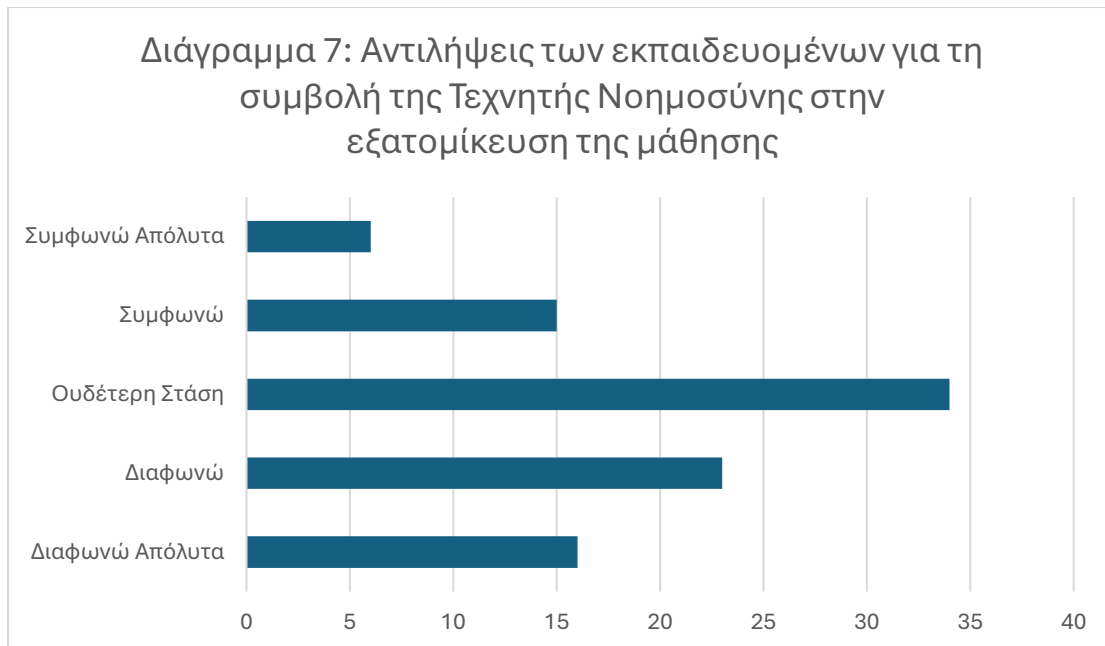


Το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών/τριών (41,5%) επέλεξε την ενδιάμεση αντίδραση στο κατά πόσο τα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης βοηθούν στην καλύτερη κατανόηση των πιο δυσνόητων μαθηματικών ορισμών, γεγονός που υποδηλώνει μια σχετικά ουδέτερη στάση απέναντι στη συγκεκριμένη διάσταση της χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης. Οι απαντήσεις δείχνουν ελαφρώς ότι οι μαθητές/τριες τείνουν να αναγνωρίζουν ορισμένα οφέλη της Τεχνητής Νοημοσύνης, χωρίς ωστόσο να διαμορφώνεται μια καθολικά θετική εικόνα. Οι απόψεις τους παραμένουν συγκρατημένες και πιθανόν επηρεάζονται από τις προσωπικές τους εμπειρίες χρήσης των εργαλείων.

Τα ποσοστά για το κατά πόσο η Τεχνητή Νοημοσύνη τους βοηθάει στην επίλυση μαθηματικών ασκήσεων και στο να εντοπίζουν πιο εύκολα και γρήγορα τα λάθη τους, ομοίως, διαμοιράστηκαν. Οι μαθητές/τριες φαίνεται να αξιολογούν με μεγαλύτερη επιφύλαξη τη συμβολή της Τεχνητής Νοημοσύνης όσο αφορά την κατανόηση σύνθετων μαθηματικών εννοιών. Δεν δείχνουν απόλυτα πεπεισμένοι ότι τα εργαλεία αυτά συνεισφέρουν στην εις βάθος μάθηση, αλλά τα χρησιμοποιούν για πρακτικές λειτουργίες. Ακόμη και τα παιδιά που δήλωσαν ότι χρησιμοποιούν εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης, δεν τα θεωρούν ικανά να βασιστούν εξ ολοκλήρου σε αυτά, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι μαθητές/τριες αντιλαμβάνονται την Τεχνητή Νοημοσύνη κυρίως ως εργαλείο ανατροφοδότησης και υποστήριξης της μαθησιακής διαδικασίας, παρά ως μέσο που μπορεί από μόνο του να οδηγήσει σε βαθύτερη εννοιολογική κατανόηση των Μαθηματικών.



Όσο αφορά την ψυχολογία των παιδιών, τα περισσότερα κρίνονται επιφυλακτικά ως προς τη συμβολή της Τεχνητής Νοημοσύνης στη μείωση του άγχους απέναντι στα Μαθηματικά. Με 57,4% κλίση σε αρνητική αντιμετώπιση, οι συμμετέχοντες διαφώνησαν με τη συγκεκριμένη διατύπωση, γεγονός που υποδηλώνει ότι, παρόλο που τα εργαλεία μπορούν να λειτουργήσουν βοηθητικά κατά τη μελέτη, δεν φαίνεται να επηρεάζουν ουσιαστικά τους συναισθηματικούς παράγοντες που σχετίζονται με το μάθημα. Το μαθηματικό άγχος φαίνεται να συνδέεται με βαθύτερους εκπαιδευτικούς και προσωπικούς παράγοντες, οι οποίοι δεν αντιμετωπίζονται αποκλειστικά μέσω της χρήσης τεχνολογικών εργαλείων, τα οποία δεν αντανakλούν επιρροή στον ίδιο βαθμό σε συναισθηματική διάσταση (άγχος, κίνητρο, στάση απέναντι στα Μαθηματικά). Με συντριπτική ομοφωνία το 70,2% αρνήθηκε την όξυνση του ενδιαφέροντός τους για την επιστήμη των Μαθηματικών λόγω των εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης.



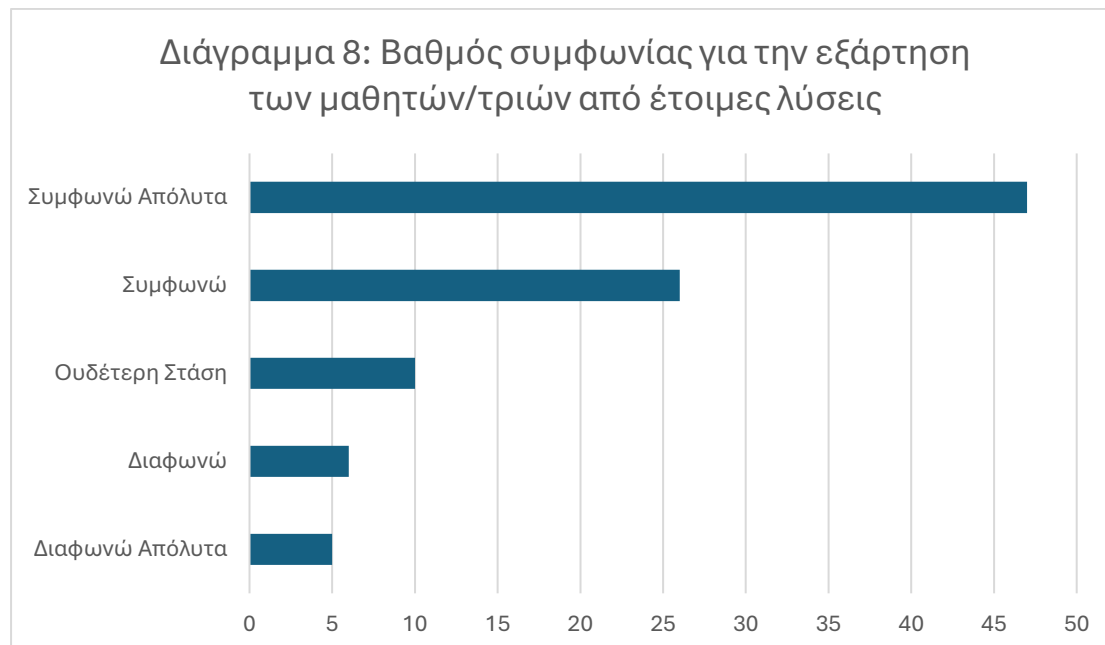
Σύμφωνα με τα στατιστικά οι εκπαιδευόμενοι έχουν ουδέτερες απόψεις (36,2%) ως προς τη συμβολή της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εξατομίκευση της μαθησιακής διαδικασίας. Αντίθετα, οι συμμετέχοντες εμφανίζονται περισσότερο θετικοί ως προς τη δυνατότητα των εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης να τους βοηθούν στην αντιμετώπιση μαθησιακών δυσκολιών χωρίς άμεση βοήθεια από άλλους, με 61,8% συνολικά σε ουδέτερες και θετικές ανταποκρίσεις. Αυτό υποδηλώνει ότι οι μαθητές/τριες αντιλαμβάνονται κυρίως την πρακτική υποστήριξη που τους παρέχουν τα εργαλεία κατά τη μελέτη τους, χωρίς απαραίτητα να αναγνωρίζουν τον ευρύτερο ρόλο τους στη διαμόρφωση εξατομικευμένων μαθησιακών εμπειριών.

Το αποτέλεσμα παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς στη σχετική βιβλιογραφία η εξατομίκευση της μάθησης αναφέρεται ως ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση. Ωστόσο, οι μαθητές/τριες της παρούσας έρευνας φαίνεται να αντιλαμβάνονται περισσότερο τις άμεσες και πρακτικές εφαρμογές των εργαλείων παρά τις παιδαγωγικές διαστάσεις που σχετίζονται με την εξατομίκευση της διδασκαλίας.

4.4 Οφέλη και προβληματισμοί από τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης

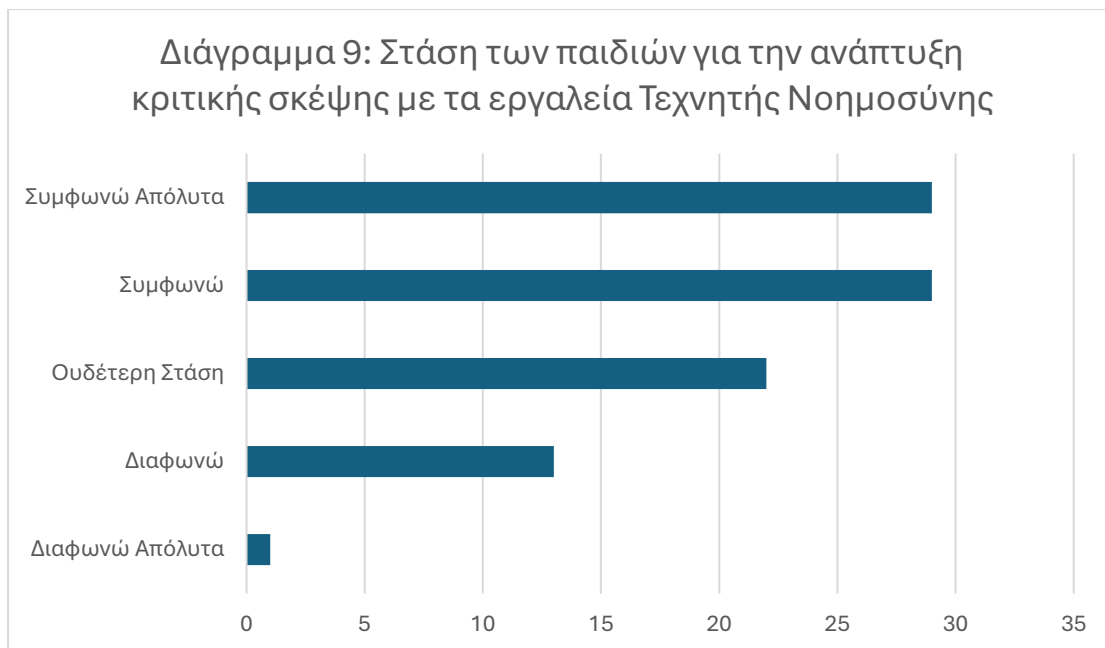
Η παρούσα ενότητα εξετάζει τις αντιλήψεις των μαθητών/τριών σχετικά με τα οφέλη αλλά και τους πιθανούς προβληματισμούς που συνδέονται με τη χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης στο πλαίσιο της μαθησιακής διαδικασίας. Ειδικότερα, διερευνώνται οι απόψεις τους σχετικά με τη συμβολή της Τεχνητής Νοημοσύνης στη βελτίωση της μαθησιακής εμπειρίας, καθώς και οι ανησυχίες που σχετίζονται με την αξιοπιστία των παρεχόμενων πληροφοριών, την πιθανή εξάρτηση από τα ψηφιακά εργαλεία και τις επιπτώσεις τους στην ανάπτυξη των γνωστικών δεξιοτήτων των παιδιών. Η ανάλυση των απαντήσεων επιτρέπει την

αποτύπωση μιας πιο ολοκληρωμένης εικόνας για τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές/τριες αξιολογούν τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαιδευτική πραγματικότητα.

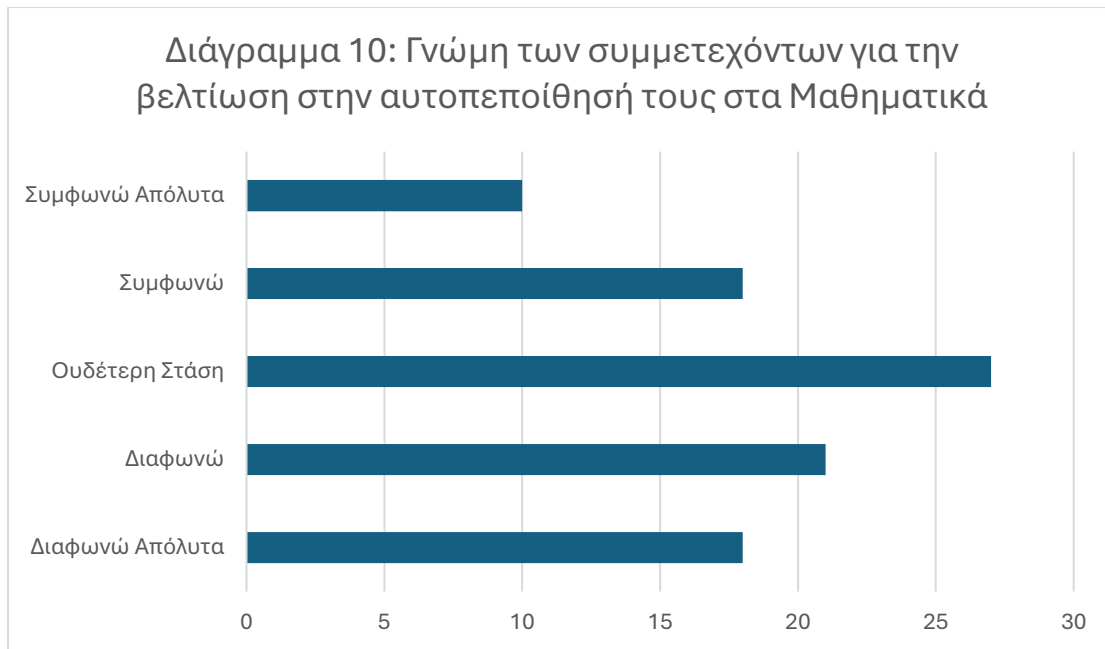


Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα, η συντριπτική πλειονότητα των μαθητών/τριών θεωρεί ότι η υπερβολική χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να οδηγήσει σε εξάρτηση από έτοιμες λύσεις. Ειδικότερα, περισσότεροι από τρεις στους τέσσερις συμμετέχοντες επέλεξαν τις κατηγορίες «Συμφωνώ» ή «Συμφωνώ Απόλυτα», με το συνολικό ποσοστό να ανέρχεται στο 77,7%, γεγονός που αναδεικνύει τον έντονο προβληματισμό τους σχετικά με τις πιθανές αρνητικές συνέπειες της αλόγιστης χρήσης των συγκεκριμένων εργαλείων. Οι μαθητές/τριες εμφανίζονται ιδιαίτερα ευαισθητοποιημένοι ως προς τον κίνδυνο περιορισμού της προσωπικής προσπάθειας και της ενεργητικής εμπλοκής τους στη μαθησιακή διαδικασία. Η παραπάνω διαπίστωση συνδέεται άμεσα με το ενδεχόμενο περιορισμού της προσωπικής προσπάθειας του παιδιού, καθώς η εξάρτηση από έτοιμες λύσεις μπορεί να μειώσει την ανάγκη αναζήτησης εναλλακτικών τρόπων επίλυσης μιας άσκησης και να παραμελήσουν ενεργή συμμετοχή τους στη μαθησιακή διαδικασία.

Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν τον ενδοιασμό που καταγράφηκε σχετικά με την εξάρτηση από έτοιμες λύσεις. Συγκεκριμένα, 41,5% συμφώνησαν απολύτως και το 35,1% συμφώνησαν πως η χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να περιορίσει την προσωπική προσπάθεια του ατόμου. Οι μαθητές/τριες αντιλαμβάνονται πως η υπερβολική αξιοποίηση των συγκεκριμένων εργαλείων ενδέχεται να μειώσει την ενεργή συμμετοχή τους στη μαθησιακή διαδικασία και να περιορίσει την ανάπτυξη δεξιοτήτων που απαιτούν επιμονή, αναζήτηση και προσωπική ενασχόληση με το μαθησιακό αντικείμενο.



Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι μαθητές/τριες εμφανίζονται ιδιαίτερα προβληματισμένοι ως προς την επίδραση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης στα Μαθηματικά. Ενδεικτικά, το 61,7% των συμμετεχόντων συμφώνησε ή συμφώνησε απόλυτα με την άποψη ότι η εκτεταμένη χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης ενδέχεται να περιορίσει την ανάπτυξη της συγκεκριμένης δεξιότητας, ενώ μόλις το 14,9% διατύπωσε αντίθετη άποψη. Το γεγονός αυτό παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς συνδέεται άμεσα με τους προβληματισμούς που καταγράφηκαν στις προηγούμενες ερωτήσεις σχετικά με την εξάρτηση από έτοιμες λύσεις και τον περιορισμό της προσωπικής προσπάθειας. Οι μαθητές/τριες φαίνεται να αναγνωρίζουν ότι η συνεχής παροχή άμεσων απαντήσεων μπορεί να μειώσει τις ευκαιρίες για διερεύνηση, αναστοχασμό και ανάπτυξη στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων, διαδικασίες που αποτελούν βασικά στοιχεία της μαθηματικής σκέψης. Παράλληλα, το εύρημα βρίσκεται σε συμφωνία με τη σχετική βιβλιογραφία, σύμφωνα με την οποία η ανεξέλεγκτη χρήση συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης ενδέχεται να οδηγήσει σε παθητικότερες μορφές μάθησης και σε μειωμένη γνωστική εμπλοκή των μαθητών/τριών.



Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι μαθητές/τριες διατηρούν μια μάλλον επιφυλακτική στάση ως προς τη συμβολή της Τεχνητής Νοημοσύνης στην ενίσχυση της αυτοπεποίθησής τους κατά τη μελέτη των Μαθηματικών. Οι αρνητικές απαντήσεις υπερτερούν των θετικών με 70,2% σε μεσαία και μικρή αξιολόγηση στην κλίμακα. Παρόλο που οι μαθητές/τριες αναγνωρίζουν τη χρησιμότητα των εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης σε επιμέρους πτυχές της μαθησιακής διαδικασίας, δεν θεωρούν ότι αυτά αρκούν από μόνα τους για να ενισχύσουν ουσιαστικά την εμπιστοσύνη στις μαθηματικές τους δυνατότητες. Η ανάπτυξη της αυτοπεποίθησης φαίνεται να συνδέεται με ευρύτερους εξωγενείς παράγοντες, όπως η προσωπική προσπάθεια, οι μαθησιακές εμπειρίες και η επιτυχής αντιμετώπιση μαθηματικών προκλήσεων.

Σε πρακτικό επίπεδο, η πλειοψηφία των μαθητών/τριών θεωρεί ότι οι απαντήσεις που παρέχουν τα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης απαιτούν κριτικό έλεγχο πριν αξιοποιηθούν. Με 68,1% υπέρ της εξέτασης και της αποτίμησης των αποτελεσμάτων που παρέχουν τα εργαλεία από τον χρήστη, προκύπτει πως οι μαθητές/τριες δεν τα αντιμετωπίζουν ως αλάνθαστες πηγές γνώσης. Αντιθέτως, αναγνωρίζουν την ανάγκη αξιολόγησης και επαλήθευσης των πληροφοριών που παρέχονται και ελέγχουν την εγκυρότητα και την αξιοπιστία των λύσεων για να διαμορφώσουν μια τεκμηριωμένη άποψη.

Αναφορικά με ένα πιο ευαίσθητο κοινωνικό ζήτημα, αυτό της ισότιμης πρόσβασης στα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης από όλους/ες τους/τις μαθητές/τριες, οι απόψεις εμφανίζονται περισσότερο κατανεμημένες. Αν και σχεδόν οι μισοί συμμετέχοντες δεν θεωρούν ότι υφίστανται σημαντικές ανισότητες πρόσβασης (48,9%), ένα αξιοσημείωτο ποσοστό μαθητών/τριών εκφράζει την αντίθετη άποψη. Το αποτέλεσμα αυτό μαρτυρεί ότι το ζήτημα της ψηφιακής ισότητας εξακολουθεί να αποτελεί αντικείμενο προβληματισμού για μια μερίδα παιδιών. Η εν λόγω υπόθεση συναντά ένα παγκόσμιο ανθρωπιστικό συλλογικό πλαίσιο,

καθώς και οι κατευθυντήριες οδηγίες της UNESCO, όπως ήδη μελετήθηκε, επισημαίνουν ότι η αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση θα πρέπει να συνοδεύεται από την προώθηση της ψηφιακής ισότητας και της ισότιμης πρόσβασης όλων των μαθητών/τριών στις διαθέσιμες τεχνολογίες (UNESCO, 2023). Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δείχνουν ότι, παρόλο που δεν διαπιστώνεται καθολική ανησυχία για το συγκεκριμένο ζήτημα, εξακολουθεί να υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός μαθητών/τριών (51,1%) που αναγνωρίζει πιθανές ανισότητες στην πρόσβαση στα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης.

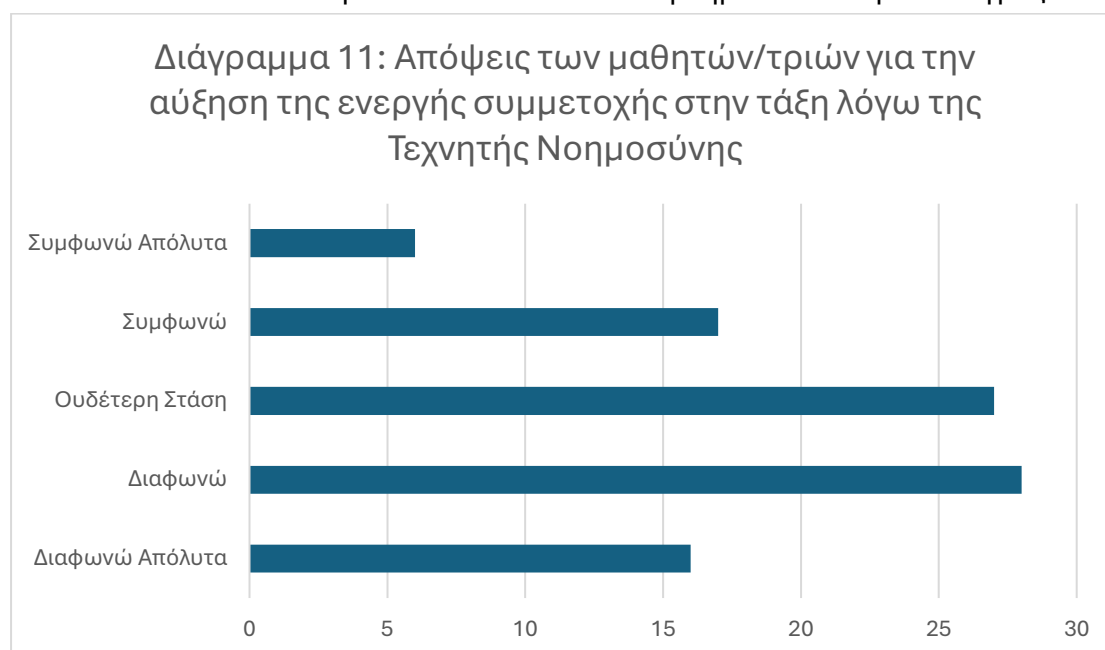
Επίσης, δόθηκε στους/στις μαθητές/τριες επιλογή με ανοικτές απαντήσεις για το ποιο πλεονέκτημα ή/και μειονέκτημα της χρήσης εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης στα Μαθηματικά θεωρούν ότι είναι το σημαντικότερο. Τα παιδιά ανέδειξαν τόσο θετικές όσο και αρνητικές διαστάσεις. Ως σημαντικότερα πλεονεκτήματα αναφέρθηκαν η ευκολότερη κατανόηση της ύλης, η αναλυτική επεξήγηση των ασκήσεων, η ταχύτερη επίλυση προβλημάτων και η άμεση υποστήριξη κατά τη μελέτη. Αρκετοί/τες τόνισαν ότι τα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης βοηθούν να κατανοήσουν καλύτερα έννοιες που δυσκολεύονται να προσεγγίσουν μόνοι, ενώ παράλληλα εξοικονομούν χρόνο κατά την επίλυση ασκήσεων. Παράλληλα, οι συμμετέχοντες εξέφρασαν σημαντικούς προβληματισμούς σχετικά με τη χρήση των εργαλείων αυτών. Οι συχνότερες ανησυχίες αφορούσαν την πιθανότητα παροχής λανθασμένων πληροφοριών ή απαντήσεων, την εξάρτηση από έτοιμες λύσεις, καθώς και τον περιορισμό της προσωπικής προσπάθειας και της κριτικής σκέψης των μαθητών/τριών. Ορισμένοι/ες ανέφεραν ότι η υπερβολική χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να οδηγήσει σε επιφανειακή κατανόηση της ύλης και να μειώσει την ενεργή ενασχόληση με τη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων.

Η ποιοτική ανάλυση των ανοικτών απαντήσεων ανέδειξε τέσσερις βασικές θεματικές κατηγορίες. Η πρώτη αφορά την υποστήριξη της κατανόησης και της μάθησης, καθώς αρκετοί/τες ανέφεραν ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη βοηθά να κατανοούν καλύτερα τη θεωρία και να λαμβάνουν αναλυτικές οδηγίες βήμα προς βήμα ενός προβλήματος. Η δεύτερη σχετίζεται με την ταχύτητα και την ευκολία χρήσης, καθώς οι μαθητές/τριες εκτίμησαν την άμεση παροχή λύσεων και πληροφοριών. Η τρίτη κατηγορία περιλαμβάνει προβληματισμούς για την αξιοπιστία των απαντήσεων, με αναφορές σε πιθανές απαντήσεις ή σφάλματα. Τέλος, αρκετοί/τες εξέφρασαν ανησυχίες σχετικά με τον περιορισμό της κριτικής σκέψης και την εξάρτηση από έτοιμες λύσεις.

4.5 Ο ρόλος του/της μαθητή/τριας στο σύγχρονο ψηφιακό περιβάλλον

Η παρούσα ενότητα εξετάζει τις αντιλήψεις των παιδιών σχετικά με τον ρόλο τους στο σύγχρονο ψηφιακό μαθησιακό περιβάλλον και ειδικότερα υπό το πρίσμα της

αξιοποίησης εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης. Διερευνώνται ζητήματα που αφορούν την ενεργή συμμετοχή, την ανάπτυξη ψηφιακών και κριτικών δεξιοτήτων, τη συνεργασία μεταξύ μαθητών/τριών, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο η Τεχνητή Νοημοσύνη επηρεάζει τη σχέση μαθητή/τριας και εκπαιδευτικού. Παράλληλα, εξετάζεται κατά πόσο οι μαθητές/τριες θεωρούν ότι η χρήση των συγκεκριμένων εργαλείων έχει επιφέρει αλλαγές στον παραδοσιακό τους ρόλο μέσα στη μαθησιακή διαδικασία, κατά τον οποίο δέχονταν τις πληροφορίες αποκλειστικά από τον/την εκπαιδευτικό και απομνημόνευαν άκριτα οδηγίες.

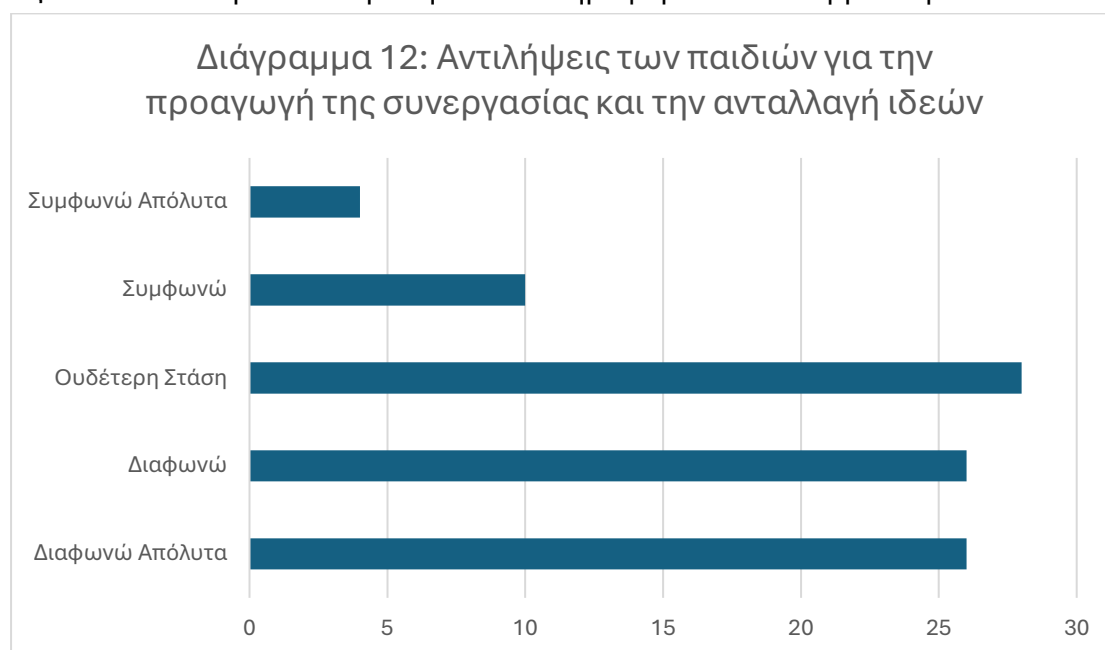


Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι μαθητές/τριες εμφανίζονται αρκετά επιφυλακτικοί ως προς τη συμβολή της Τεχνητής Νοημοσύνης στην ενίσχυση της ενεργού συμμετοχής τους στη σχολική τάξη. Συγκεκριμένα, σχεδόν οι μισοί συμμετέχοντες (46,8%) διαφώνησαν με την άποψη ότι η χρήση εργαλείων αυξάνει την ενεργή συμμετοχή των παιδιών, ενώ μόλις το ένα τέταρτο διατύπωσε θετική άποψη. Παράλληλα, σημαντικό ποσοστό μαθητών/τριών επέλεξε την ουδέτερη κατηγορία της κλίμακας, γεγονός που υποδηλώνει αβεβαιότητα ή έλλειψη σαφούς εμπειρίας σχετικά με τη συγκεκριμένη διάσταση. Οι απόψεις αυτές διαφοροποιούνται σε κάποιο βαθμό από το θεωρητικό πλαίσιο, σύμφωνα με την οποία τα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης μπορούν να λειτουργήσουν ως μέσα ενίσχυσης της ενεργητικής μάθησης και της συμμετοχής των μαθητών/τριών. Πιθανή ερμηνεία αποτελεί το γεγονός ότι οι μαθητές/τριες φαίνεται να τα χρησιμοποιούν κυρίως για ατομική μελέτη, επίλυση ασκήσεων και αναζήτηση πληροφοριών εκτός σχολικής τάξης, χωρίς να τα συνδέουν άμεσα με τη συμμετοχή τους κατά τη διάρκεια του μαθήματος.

Οι μαθητές/τριες δεν φαίνεται να θεωρούν σε μεγάλο βαθμό ότι απαιτούνται ιδιαίτερες ψηφιακές δεξιότητες για τη χρήση των εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης. Το 42,6% πιστεύει ότι δεν χρειάζονται ικανότητες διαδικτυακών μέσων, το 25,5% είχε ουδέτερη άποψη και μόλις το 31,9% τείνει να συμφωνεί με

την πρόταση. Λογική εξήγηση του φαινομένου είναι πως τα περισσότερα εργαλεία που χρησιμοποιούν (ChatGPT, Gemini κ.λπ.) έχουν πολύ απλό περιβάλλον χρήσης και δεν απαιτούν εξειδικευμένες γνώσεις.

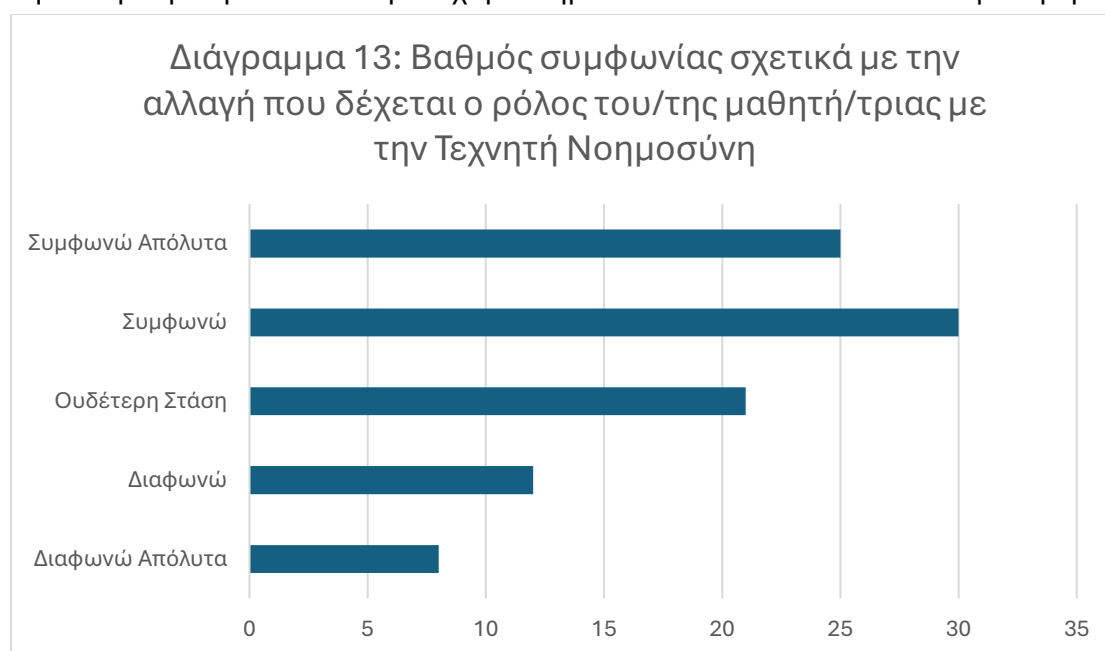
Σημαντικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα πορίσματα της έρευνας στο κομμάτι της κριτικής αξιολόγησης των πληροφοριών που παρέχουν τα εργαλεία. Το 67,0% των συμμετεχόντων αναγνωρίζει την ανάγκη κριτικής αξιολόγησης στις απαντήσεις που λαμβάνουν, το οποίο υποδηλώνει ότι αντιλαμβάνονται τον επιτυχή έλεγχο της Τεχνητής Νοημοσύνης λιγότερο ως τεχνικό και περισσότερο ως γνωστικό και κριτικό ζήτημα. Συνεπώς, ο/η σύγχρονος/νη μαθητής/τρια καλείται όχι μόνο να χρησιμοποιεί ψηφιακά εργαλεία, αλλά και να αξιολογεί την εγκυρότητα, την αξιοπιστία και την καταλληλότητα των πληροφοριών που λαμβάνει μέσω αυτών.



Οι μαθητές/τριες που συμμετείχαν στην έρευνα δεν θεωρούν πως η χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης συμβάλλει ουσιαστικά στην ενίσχυση της συνεργασίας και της ανταλλαγής ιδεών μεταξύ τους. Με υψηλή διαφορά ποσοστού, η οποία ανέρχεται στο 85,2% στις αρνητικές και ουδέτερες απαντήσεις και μόνο ένα μικρό μέρος (14,9%) να εκφράζει θετική στάση, τα παιδιά δεν βλέπουν την Τεχνητή Νοημοσύνη ως εργαλείο που προάγει τη συνεργατική οικοδόμηση της γνώσης. Ο/Η καθένας/μία περιορίζεται στην δική του/της χρήση και στην μελέτη που κάνει ο/η ίδιος/ια, μειώνοντας τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης με τους συμμαθητές του/της και την ανάπτυξη γόνιμου διαλόγου. Ο ρόλος του/της μαθητή/τριας διαφαίνεται να αλλάζει, όχι προς μια πιο συνεργατική και ομαδική κατεύθυνση, αλλά προς μια πιο αυτόνομη και εξατομικευμένη μορφή μάθησης.

Ως προς τη δυνατότητα της Τεχνητής Νοημοσύνης να υποστηρίζει τον/την εκπαιδευτικό στην κατανόηση των μαθησιακών τους αναγκών η επικράτηση των αρνητικών (40,4%) και ουδέτερων (31,9%) απαντήσεων δεν είναι αμελητέα, αφού δηλώνει ότι οι συμμετέχοντες εξακολουθούν να αποδίδουν κεντρικό ρόλο

στον/στην ίδιο/ια τον/την εκπαιδευτικό και στην ανθρώπινη αλληλεπίδραση για την αναγνώριση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών και δυσκολιών κάθε μαθητή.



Ο διαφοροποιημένος ρόλος των εκπαιδευομένων δηλώνεται αναμφισβήτητα και από την γνώμη των ίδιων. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι περισσότεροι/ες από τους/τις μισούς/ες μαθητές/τριες (58,5%) θεωρούν πως η αξιοποίηση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης έχει επιφέρει αλλαγές στον ρόλο τους στο σύγχρονο εκπαιδευτικό περιβάλλον. Το εύρημα αυτό συνδέεται άμεσα και με τη βασική θεματική της παρούσας έρευνας. Οι μαθητές/τριες φαίνεται να αναγνωρίζουν ότι η ευκολότερη πρόσβαση στη γνώση, η δυνατότητα άμεσης ανατροφοδότησης και η αξιοποίηση ψηφιακών εργαλείων μεταβάλλουν τον τρόπο με τον οποίο προσεγγίζουν τη μάθηση. Το παιδί δεν περιορίζεται πλέον στον ρόλο του παθητικού αποδέκτη πληροφοριών, αλλά καλείται να διαχειρίζεται, να αξιολογεί και να αξιοποιεί κριτικά τις πληροφορίες που λαμβάνει από διαφορετικές πηγές, συμπεριλαμβανομένων των εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης.

Τέλος, οι ανοικτές απαντήσεις των μαθητών/τριών με το αν έχουν να προσθέσουν κάποιο σχόλιο ή προσωπική άποψη σχετικά με την χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην διδασκαλία των Μαθηματικών ανέδειξαν κυρίως την ανάγκη ορθής και ισορροπημένης χρήσης των εργαλείων. Αρκετοί/τες συμμετέχοντες τόνισαν ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί να αποτελέσει ένα ιδιαίτερα χρήσιμο υποστηρικτικό εργαλείο για τη μελέτη, την κατανόηση της θεωρίας και τον έλεγχο των απαντήσεων, συμβάλλοντας παράλληλα στην εξοικονόμηση χρόνου. Εκφράστηκαν προβληματισμοί σχετικά με την πιθανή εξάρτηση των παιδιών από έτοιμες λύσεις και τον περιορισμό της προσωπικής προσπάθειας. Ορισμένοι/νες διατύπωσαν προτάσεις για πιο δημιουργική ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία, όπως η αξιοποίησή της σε μαθησιακές δραστηριότητες και projects. Οι ανοικτές αυτές απαντήσεις επιβεβαίωσαν τα ευρήματα των προηγούμενων ερωτήσεων, καθώς οι

περισσότεροι/ρες μαθητές/τριες αναγνώρισαν τη χρησιμότητά της ως υποστηρικτικού εργαλείου στη διδασκαλία και τη μελέτη των Μαθηματικών. Τονίστηκε ότι η αξιοποίησή της πρέπει να γίνεται με μέτρο και σε συνδυασμό με τις γνώσεις και την προσωπική προσπάθεια του κάθε παιδιού. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην ανάγκη ανάπτυξης κριτικής σκέψης για τον έλεγχο της ορθότητας των απαντήσεων, καθώς και στους περιορισμούς που σχετίζονται με την αξιοπιστία των πληροφοριών που παρέχουν τα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης. Συνολικά, οι μαθητές/τριες εμφανίζονται θετικοί απέναντι στη χρήση της, χωρίς όμως να παραβλέπουν την ανάγκη υπεύθυνης και ελεγχόμενης αξιοποίησής της.

Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα και Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

5.1 Συμπεράσματα

Η παρούσα διπλωματική εργασία διερεύνησε τις απόψεις και τις εμπειρίες μαθητών και μαθητριών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία και μάθηση των Μαθηματικών. Μέσα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και την ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν μέσω ερωτηματολογίου, αναδείχθηκαν τόσο οι δυνατότητες όσο και οι προβληματισμοί που συνοδεύουν τη χρήση των σύγχρονων εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης στο σχολικό περιβάλλον.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η πλειονότητα των παιδιών είναι εξοικειωμένα με την ύπαρξη και τη χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης. Πολλοί/ες συμμετέχοντες/ουσες δήλωσαν ότι αξιοποιούν τέτοιες εφαρμογές κυρίως για την επίλυση των ασκήσεων του σχολικού εγχειριδίου, την κατανόηση εννοιών και την αναζήτηση πρόσθετων επεξηγήσεων και αναλυτικών λύσεων κατά τη μελέτη τους. Η δυνατότητα άμεσης ανατροφοδότησης και παροχής γρήγορης εξατομικευμένης υποστήριξης αναγνωρίστηκε ως ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των εργαλείων αυτών.

Παράλληλα, οι μαθητές/τριες αναγνώρισαν ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί να συμβάλει θετικά στην ενίσχυση της αυτονομίας τους και στη διευκόλυνση της μαθησιακής διαδικασίας. Φαίνεται να διευκολύνει κυρίως την πρόσβαση σε πληροφορίες και την επίλυση ασκήσεων των μαθηματικών προβλημάτων τους, χωρίς όμως να προκύπτει εξίσου ισχυρή θετική επίδραση σε ψυχολογικές διαστάσεις, όπως η αυτοπεποίθηση ή το άγχος απέναντι στα Μαθηματικά.

Επίσης, τα ευρήματα της έρευνας ανέδειξαν και σημαντικούς προβληματισμούς. Πληθώρα παιδιών εξέφρασαν ανησυχίες σχετικά με την αξιοπιστία των απαντήσεων που παρέχουν τα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης, καθώς και με το ενδεχόμενο υπερβολικής εξάρτησης από αυτά. Η τάση χρήσης των εφαρμογών ως μέσου άμεσης εύρεσης λύσεων χωρίς ουσιαστική κατανόηση της διαδικασίας ενδέχεται να περιορίσει την ανάπτυξη δεξιοτήτων κριτικής σκέψης και επίλυσης προβλημάτων. Για τον λόγο αυτό, οι περισσότεροι/ες συμμετέχοντες/ουσες φαίνεται να υποστηρίζουν μια ισορροπημένη αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης, ως εργαλείου υποστήριξης και όχι ως υποκατάστατο της προσωπικής προσπάθειας.

Ένα ακόμη σημαντικό συμπέρασμα αφορά τον μεταβαλλόμενο ρόλο των μαθητών/τριών στη μαθησιακή διαδικασία. Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι η χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης ενισχύει τη δυνατότητα αυτομόνησης, προβληματισμού, συλλογισμού, διερεύνησης και ανάληψης μεγαλύτερης ευθύνης

για τη μάθησή τους. Οι μαθητές/τριες καλούνται πλέον να διακρίνουν τις σωστές από τις λανθασμένες απαντήσεις, να συνδέουν τις πληροφορίες που λαμβάνουν από τα εργαλεία με τις γνώσεις τους και να μεριμνούν για την πρόοδό τους, γεγονός που μεταβάλλει τον παραδοσιακό τους ρόλο ως παθητικών δεκτών γνώσης.

Συνολικά, η έρευνα καταδεικνύει ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη διαθέτει σημαντικές προοπτικές για την υποστήριξη της μαθηματικής εκπαίδευσης, αρκεί η αξιοποίησή της να γίνεται με παιδαγωγικά κριτήρια, υπευθυνότητα και κατάλληλη καθοδήγηση από τους/τις εκπαιδευτικούς. Η τεχνολογία μπορεί να λειτουργήσει ως πολύτιμο εργαλείο ενίσχυσης της μάθησης, χωρίς όμως να υποκαθιστά τη σημασία της ανθρώπινης αλληλεπίδρασης, της προσωπικής προσπάθειας και της κριτικής σκέψης.

5.2 Περιορισμοί της έρευνας

Η παρούσα έρευνα παρουσιάζει ορισμένους περιορισμούς, οι οποίοι θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Τα δεδομένα βασίστηκαν στις προσωπικές απόψεις και εμπειρίες των συμμετεχόντων, οι οποίες ενδέχεται να επηρεάζονται από τον βαθμό εξοικείωσής τους με την Τεχνητή Νοημοσύνη ή από άλλα υποκειμενικά κριτήρια, το οποίο δυσχεραίνει την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την άμεση επίδραση των εργαλείων στα μαθησιακά αποτελέσματα.

Επιπρόσθετα, η συνεχής εξέλιξη των εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης ενδέχεται να επηρεάσει μελλοντικά τις στάσεις και τις εμπειρίες των παιδιών σχετικά με τη χρήση τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η ταχύτατη ανάπτυξης και βελτιστοποίησης των τεχνολογιών αυτών καθιστά πιθανό το ενδεχόμενο ορισμένα από τα συμπεράσματα της έρευνας να διαφοροποιηθούν στο σύντομο μέλλον, καθώς οι δυνατότητες και οι τρόποι αξιοποίησης των συγκεκριμένων εφαρμογών μεταβάλλονται διαρκώς.

5.3 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Η συνεχής ανάπτυξη της Τεχνητής Νοημοσύνης δημιουργεί νέες προοπτικές για περαιτέρω διερεύνηση της αξιοποίησής της στην εκπαίδευση και ειδικότερα στη διδασκαλία των Μαθηματικών. Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν σε μεγαλύτερο και περισσότερο αντιπροσωπευτικό δείγμα μαθητών και μαθητριών από διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας, ώστε να εξαχθούν γενικότερα συμπεράσματα σχετικά με τις στάσεις και τις εμπειρίες των παιδιών. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η σύγκριση των απόψεων μαθητών/τριών διαφορετικών βαθμίδων εκπαίδευσης ή διαφορετικών κατευθύνσεων σπουδών, καθώς και η διερεύνηση πιθανών διαφοροποιήσεων ανάλογα με το επίπεδο εξοικείωσης με τα ψηφιακά εργαλεία.

Παράλληλα, σημαντικό πεδίο μελλοντικής έρευνας αποτελεί η μελέτη των απόψεων των εκπαιδευτικών σχετικά με τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στα Μαθηματικά, καθώς και η διερεύνηση των επιμορφωτικών αναγκών τους. Η συνδυαστική μελέτη των αντιλήψεων μαθητών και εκπαιδευτικών θα μπορούσε να προσφέρει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για τις δυνατότητες και τις προκλήσεις που συνοδεύουν την ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη σχολική πραγματικότητα.

Επίσης, μελλοντικές ερευνητικές προσπάθειες θα μπορούσαν να εξετάσουν εμπειρικά τον βαθμό στον οποίο η συστηματική αξιοποίηση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης επηρεάζει τη μαθηματική επίδοση, την ανάπτυξη κριτικής σκέψης, την αυτορρύθμιση της μάθησης και τη συνολική μαθησιακή εμπλοκή των εκπαιδευομένων. Με τον τρόπο αυτό θα καταστεί δυνατή η διαμόρφωση πιο τεκμηριωμένων προτάσεων για την παιδαγωγικά ορθή και αποτελεσματική αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη μαθηματική εκπαίδευση.

5.4 Πρακτικές προτάσεις

Με βάση τα ευρήματα της παρούσας έρευνας, κρίνεται σκόπιμη η αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία των Μαθηματικών με οργανωμένο και παιδαγωγικά τεκμηριωμένο τρόπο. Τα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης μπορούν να λειτουργήσουν υποστηρικτικά στη μαθησιακή διαδικασία, ιδιαίτερα σε δραστηριότητες που αφορούν την κατανόηση δύσκολων εννοιών, τον έλεγχο απαντήσεων, την επανάληψη και την άμεση παροχή ανατροφοδότησης. Ωστόσο, η χρήση τους χρειάζεται να εντάσσεται σε σαφές διδακτικό πλαίσιο, ώστε να μην οδηγεί σε μηχανική αναπαραγωγή λύσεων ή σε υποκατάσταση της προσωπικής προσπάθειας των μαθητών/τριών. Προτείνεται η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών σχετικά με την αποτελεσματική και υπεύθυνη ενσωμάτωση των εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδακτική πράξη. Οι εκπαιδευτικοί χρειάζεται να είναι σε θέση να καθοδηγούν τους/τις μαθητές/τριες στη σωστή χρήση των εργαλείων αυτών, να αξιοποιούν τις δυνατότητές τους για διαφοροποιημένη διδασκαλία και να καλλιεργούν κριτική στάση απέναντι στις απαντήσεις που παράγονται από συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης.

Τέλος, τα σχολεία θα μπορούσαν να διαμορφώσουν βασικές κατευθυντήριες οδηγίες για την ορθή χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στις σχολικές εργασίες. Οι οδηγίες αυτές θα βοηθούσαν τα παιδιά να αντιληφθούν ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί να αξιοποιείται ως μέσο υποστήριξης της μάθησης και όχι ως έτοιμη λύση ή πλήρης αντικατάσταση της προσωπικής τους προσπάθειας. Με τον τρόπο αυτό, η ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη μαθηματική εκπαίδευση μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στην ενίσχυση της κατανόησης, της αυτορρύθμισης και της κριτικής σκέψης των μαθητών/τριών.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Alam, A. (2026). Teachers' perspectives on artificial intelligence in education. *Smart Learning Environments*, 13(1).
- American Psychological Association. (2024). *Learning artificial intelligence*. American Psychological Association.
- Asiedu Menlah, C. K., & Boateng, F. O. (2025). Examining the effect of AI-based tutoring systems on students' mathematical problem-solving skills: The moderating role of mathematics anxiety. *Journal of Pedagogical Sociology and Psychology*, 7(3), 5–17.
- Chatzopoulos, A., Zacharia, P., & Kantaros, A. (2026). Generative AI in Higher Education: A Large-Scale Study of Student Usage Patterns, Applications and Motivations. *Education Sciences*.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research methods in education* (8th ed.). Routledge.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*.
- Dai, Y., & Chen, X. (2025). Artificial intelligence and student engagement in mathematics education. *Education Sciences*, 15(3), 343.
- European Commission. (2022). *Ethical guidelines on the use of artificial intelligence (AI) and data in teaching and learning for educators*. European Education Area.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
- Haenlein, M., & Kaplan, A. (2019). A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence. *California Management Review*, 61(4), 5–14.
- Hershkovitz, A., Noster, N., Siller, H.-S., & Tabach, M. (2024). Learning analytics in mathematics education: The case of feedback use in a digital classification task on reflective symmetry. *ZDM – Mathematics Education*. Advance online publication.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education*. Center for Curriculum Redesign.
- Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 62(1), 15–25.
- Kapur, M. (2014). Productive failure in learning math. *Cognitive Science*, 38(5), 1008–1022.
- Kasneci, E., et al. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274.

- Koedinger, K. R., & Corbett, A. T. (2006). Cognitive tutors: Technology bringing learning science to the classroom. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 61–78). Cambridge University Press.
- Koo, M. (2025). *Likert-Type Scale*. *Methods and Protocols*, 5(1), 18.
- Lang, C., Siemens, G., Wise, A. F., Gašević, D., & Merceron, A. (Eds.). (2022). *Handbook of Learning Analytics* (2nd ed.). SoLAR.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education*. Pearson.
- Luckin, R. (2018). *Machine learning and human intelligence: The future of education for the 21st century*. UCL IOE Press.
- Mwilongo, N. H., & Mwita, K. M. (2025). The role of artificial intelligence on the academic performance of university students: The mediating role of intrinsic motivation to learn. *Innovations in Education and Teaching International*, 62(5), 1467–1483.
- Nilsson, N. J. (2009). *The quest for artificial intelligence*. Cambridge University Press.
- OECD. (2021). *Education at a Glance*. OECD Publishing.
- Oxford University Press. (2026). *Navigating AI in Education: Pupils' perspectives on the role of AI in the classroom*. Oxford University Press.
- Pacheco, A. J., Boude Figueredo, O. R., Chiappe Laverde, A., & Fontán de Bedout, L. (2025). *AI-powered learning analytics for metacognitive and socioemotional development: A systematic review*. *Frontiers in Education*, 10, Article 1672901.
- Razzaq, R., Ostrow, K. S., & Heffernan, N. T. (2020). Effect of immediate feedback on math achievement at the high school level. In I. I. Bittencourt, M. Cukurova, K. Muldner, R. Luckin, & E. Millán (Eds.), *Artificial Intelligence in Education* (Vol. 12164, pp. 263–267). Springer.
- Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson.
- Saqr, M. (2018). *Using learning analytics to understand and support collaborative learning* (Doctoral thesis).
- Schwartz, H. L., & Diliberti, M. K. (2026). *More Students Use AI for Homework, and More Believe It Harms Critical Thinking: Selected Findings from the American Youth Panel*. RAND.
- Sharma, M. (2026). Impact of Artificial Intelligence Tools on Students' Learning and Study Practices. *International Journal of Science and Research*, 15(2).
- Son, T., et al. (2024). Intelligent Tutoring Systems in Mathematics Education: A systematic literature review using the SAMR model. *Computers*, 13(10), 270.
- Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59(236), 433–460.
- UNESCO. (2021). *AI and education: Guidance for policy-makers*. UNESCO.

- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(39), 1–27.
- Zhang, L., & Wang, Y. (2025). Artificial intelligence, metacognitive skills, and student learning behavior. *Behavioral Sciences*, 15(5), 587
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64–70.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ερωτηματολόγιο για την χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στα Μαθηματικά

Το παρόν ερωτηματολόγιο πραγματοποιείται στο πλαίσιο μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου και αφορά τη διερεύνηση των απόψεων μαθητών/τριών σχετικά με τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία των Μαθηματικών. Η συμμετοχή είναι εθελοντική και ανώνυμη και τα δεδομένα θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς.

Δημογραφικά στοιχεία

Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει γενικές πληροφορίες σχετικά με τους συμμετέχοντες της έρευνας.

1. Φύλο

- Άνδρας
- Γυναίκα
- Άλλο
- Δεν επιθυμώ να απαντήσω

2. Τάξη φοίτησης

- Γυμνάσιο
- Λύκειο

3. Τάξη Φοίτησης

- 'Α Γυμνασίου
- 'Β Γυμνασίου
- 'Γ Γυμνασίου
- 'Α Λυκείου
- 'Β Λυκείου
- 'Γ Λυκείου

Χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης

Οι παρακάτω ερωτήσεις αφορούν τη χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης από τους μαθητές/τριες στο πλαίσιο της μαθησιακής διαδικασίας.

4. Χρησιμοποιείς εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης κατά τη μελέτη σου;

- Ναι
- Όχι

5. Πόσο συχνά χρησιμοποιείς εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης για τα Μαθηματικά;

- Καθημερινά

- Συχνά
 - Μερικές φορές
 - Σπάνια
 - Ποτέ
6. Ποια εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης χρησιμοποιείς περισσότερο;
- ChatGPT
 - Photomath
 - Symbolab
 - Gemini
 - Άλλο: _____
7. Για ποιον λόγο χρησιμοποιείς κυρίως εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης στα Μαθηματικά;
- Επίλυση ασκήσεων
 - Κατανόηση θεωρίας
 - Έλεγχο απαντήσεων
 - Επαναλήψεις / μελέτη
 - Άλλο: _____
8. Θεωρείς ότι τα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης διευκολύνουν τη μελέτη των Μαθηματικών;
- (Κλίμακα Likert 1–5, από «Καθόλου» έως «Πάρα πολύ»)

Η Τεχνητή Νοημοσύνη στη μάθηση των Μαθηματικών

Οι ερωτήσεις της ενότητας αυτής εξετάζουν τις απόψεις των μαθητών/τριών σχετικά με τη συμβολή της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία και κατανόηση των Μαθηματικών.

9. Θεωρείς ότι τα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης βοηθούν στην καλύτερη κατανόηση περίπλοκων μαθηματικών εννοιών; (Κλίμακα Likert 1–5, από «Διαφωνώ απόλυτα» έως «Συμφωνώ απόλυτα»)
10. Η χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης σε βοηθά στην επίλυση μαθηματικών ασκήσεων; (Κλίμακα Likert 1–5)
11. Η χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης σε βοηθά να εντοπίζεις πιο εύκολα τα λάθη σου στα Μαθηματικά; (Κλίμακα Likert 1–5)
12. Η χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης αυξάνει το ενδιαφέρον σου για το μάθημα των Μαθηματικών; (Κλίμακα Likert 1–5)
13. Η χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης μειώνει το άγχος σου απέναντι στα Μαθηματικά; (Κλίμακα Likert 1–5)
14. Θεωρείς ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη συμβάλλει στην εξατομίκευση της μάθησης στα Μαθηματικά; (Κλίμακα Likert 1–5)
15. Η χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης σε βοηθά να μελετάς πιο αυτόνομα και να αντιμετωπίζεις δυσκολίες στα Μαθηματικά χωρίς άμεση βοήθεια από άλλους; (Κλίμακα Likert 1–5)

Οφέλη και Προβληματισμοί από τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης

Η ενότητα αυτή διερευνά πιθανά οφέλη, δυσκολίες και προβληματισμούς που συνδέονται με τη χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία.

16. Θεωρείς ότι η υπερβολική χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να οδηγήσει σε εξάρτηση από έτοιμες λύσεις; (Κλίμακα Likert 1–5, από «Διαφωνώ απόλυτα» έως «Συμφωνώ απόλυτα»)

17. Πιστεύεις ότι η χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να περιορίσει την προσωπική προσπάθεια του μαθητή; (Κλίμακα Likert 1–5)

18. Θεωρείς ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί να μειώσει την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης στα Μαθηματικά; (Κλίμακα Likert 1–5)

19. Η χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης σε βοηθά να αισθάνεσαι μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση κατά τη μελέτη των Μαθηματικών; (Κλίμακα Likert 1–5)

20. Πιστεύεις ότι οι απαντήσεις που παρέχουν τα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης χρειάζονται κριτικό έλεγχο από τον μαθητή; (Κλίμακα Likert 1–5)

21. Θεωρείς ότι δεν έχουν όλοι οι μαθητές ίση πρόσβαση σε εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης; (Κλίμακα Likert 1–5)

22. Ποιο θεωρείς ότι είναι το σημαντικότερο πλεονέκτημα ή μειονέκτημα της χρήσης εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης στα Μαθηματικά; (Ερώτηση ανοικτού τύπου)

Ο ρόλος του μαθητή στο σύγχρονο ψηφιακό περιβάλλον

Οι παρακάτω ερωτήσεις αφορούν τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές/τριες αντιλαμβάνονται τον ρόλο τους στο σύγχρονο ψηφιακό μαθησιακό περιβάλλον.

23. Πιστεύεις ότι η χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης αυξάνει την ενεργό συμμετοχή του μαθητή στη σχολική τάξη; (Κλίμακα Likert 1–5, από «Διαφωνώ απόλυτα» έως «Συμφωνώ απόλυτα»)

24. Θεωρείς ότι ο μαθητής χρειάζεται να έχει βασικές ψηφιακές δεξιότητες για την αποτελεσματική χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης; (Κλίμακα Likert 1–5)

25. Πιστεύεις ότι ο μαθητής χρειάζεται να αξιολογεί κριτικά τις πληροφορίες που παρέχουν τα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης; (Κλίμακα Likert 1–5)

26. Θεωρείς ότι η χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης ενισχύει τη συνεργασία και την ανταλλαγή ιδεών μεταξύ μαθητών; (Κλίμακα Likert 1–5)

27. Θεωρείς ότι τα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης μπορούν να βοηθήσουν τον εκπαιδευτικό να κατανοεί καλύτερα τις ανάγκες των μαθητών; (Κλίμακα Likert 1–5)

28. Πιστεύεις ότι ο ρόλος του μαθητή έχει αλλάξει με τη χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση; (Κλίμακα Likert 1–5)

29. Θα ήθελες να προσθέσεις κάποιο σχόλιο ή προσωπική άποψη σχετικά με τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία των Μαθηματικών; (Ερώτηση ανοικτού τύπου)