



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ –  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗΣ (ONLINE) ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΟΙ ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ ΤΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ  
ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ»**

**ΣΟΦΙΑ ΡΕΝΤΖΕΛΑ**

ΑΘΗΝΑ, **ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2024**

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ –  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗΣ (ONLINE) ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΟΦΙΑ ΡΕΝΤΖΕΛΑ**

**A.M: 7981192100019**

**«ΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΟΙ ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ ΤΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ  
ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ»**

**“PROBLEMS AND OPPORTUNITIES OF INTEGRATION OF ARTIFICIAL  
INTELLIGENCE IN PRIMARY EDUCATION”**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΚΩΣΤΑΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Π.Τ.Δ.Ε.,  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

ΣΟΦΟΣ ΑΛΙΒΙΖΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Π.Τ.Δ.Ε., ΠΑΝ/ΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΚΟΥΤΡΟΜΑΝΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Π.Τ.Δ.Ε., Ε.Κ.Π.Α.

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ –  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗΣ (ONLINE) ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*Τα προβλήματα και οι ευκαιρίες της ενσωμάτωσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στην  
Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση*

\*

*Problems and opportunities of integration of Artificial Intelligence in primary education*

**ΣΟΦΙΑ ΡΕΝΤΖΕΛΑ**

Επιβλέπων: Κώστας Απόστολος, Επίκουρος Καθηγητής Π.Τ.Δ.Ε., Παν. Αιγαίου

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή στις 14/10/2024:

1. Κώστας Απόστολος, Επίκουρος Καθηγητής Π.Τ.Δ.Ε., Παν. Αιγαίου
2. Σοφός Αλιβίζος, Καθηγητής Π.Τ.Δ.Ε., Παν. Αιγαίου
3. Κουτρομάνος Γεώργιος, Αναπληρωτής Καθηγητής Π.Τ.Δ.Ε., Ε.Κ.Π.Α.

## Βεβαίωση συγγραφικών δικαιωμάτων

Copyright © Σοφία Ρεντζελά, 2024

All rights reserved. Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

*Δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι η συγγραφέας αυτής της πρωτότυπης μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας, ότι έχω αναφέρει τις πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες και ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για το συγκεκριμένο Δ.Π.Μ.Σ.*

*«Στην πολυαγαπημένη μου γιαγιά Σοφία, που χωρίς τη στήριξη και τη βοήθειά της  
δε θα είχα την ευκαιρία να ολοκληρώσω τις μεταπτυχιακές μου σπουδές.*

*Σε ευχαριστώ που πάντα πιστεύεις σε εμένα  
και με στηρίζεις όλα αυτά τα χρόνια σε κάθε μου βήμα.*

*Σ' αγαπώ πολύ.*

*Ελπίζω να είσαι περήφανη και να στέκεσαι  
πλάι μου για πολλά χρόνια ακόμα.*

*Μακάρι να είναι και ο παππούς περήφανος,  
από κει ψηλά που μας βλέπει.*

*«Ο ιδανικός δάσκαλος είναι εκείνος που γίνεται γέφυρα για να περάσει αντίπερα ο μαθητής του κι όταν πια του έχει διευκολύνει το πέρασμα, αφήνεται χαρούμενα να γκρεμιστεί, ενθαρρύνοντας το μαθητή του να φτιάξει δικές του γέφυρες»*

*Νίκος Καζαντζάκης (1883-1957)*

## Ευχαριστίες

Η ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας σηματοδοτεί το κλείσιμο ενός κύκλου μεταπτυχιακών σπουδών για 'μένα και στην ευχάριστη αυτή συγκυρία θα ήθελα να απευθύνω θερμές ευχαριστίες προς όλους όσους παρείχαν στήριξη και βοήθεια σε αυτή μου την προσπάθεια με τον έναν ή τον άλλο τρόπο.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή της παρούσας εργασίας, κ. Απόστολο Κώστα, για την αμέριστη καθοδήγηση, ενθάρρυνση και υποστήριξη που μου παρείχε από την αρχή παρακολούθησης του μεταπτυχιακού προγράμματος «Εκπαιδευτικός Σχεδιασμός Διαδικτυακής (On-Line) Εκπαίδευσης» αλλά και κατά την περίοδο εκπόνησης της διπλωματικής μου. Οι παρατηρήσεις, τα σχόλια, οι χρήσιμες παρεμβάσεις αλλά και η κατανόησή του συνέβαλαν καθοριστικά στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω τα υπόλοιπα μέλη της Τριμελούς Επιτροπής και καθηγητές μου, κ. Αλιβίζο Σοφό και κ. Γεώργιο Κουτρομάνο, για τον χρόνο και την ενέργεια που διέθεσαν και την πολύτιμη συμβολή τους, προκειμένου να ολοκληρωθεί η παρούσα εργασία με επιτυχία. Τα μέλη της Τριμελούς Επιτροπής και όλοι οι καθηγητές μας μάς παρείχαν κατά τη διάρκεια του Δ.Π.Μ.Σ. υψηλό επίπεδο σπουδών. Τους ευχαριστώ όλους πάρα πολύ, γιατί με το έργο και την πολύτιμη καθοδήγησή τους ενίσχυσαν σημαντικά τις εκπαιδευτικές μου γνώσεις, συμβάλλοντας στη συνεχή προσπάθεια εξέλιξής μου ως δασκάλα και ως άνθρωπο.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω, όμως, και τους συναδέλφους μου, τις συμφοιτήτριες και τον συμφοιτητή μου, που μαζί πορευτήκαμε σε αυτή τη διαδρομή. Οι συζητήσεις, η συνεργασία στα πλαίσια των μαθημάτων και της εκπόνησης εργασιών, οι αστείες στιγμές μας έκαναν το διάστημα αυτό να κυλήσει πιο γρήγορα, εύκολα και δημιουργικά.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά την οικογένειά μου, που για ακόμη μια φορά, με την κατανόηση, την υποστήριξη, την υπομονή, τις συμβουλές και την αγάπη που μου έδωσαν

όλοι απλόχερα, καθόλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών μου, έφτασα στο τέλος αυτής της επίπονης αλλά ξεχωριστής διαδρομής.



## Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	14
1.1. Προβληματική της εργασίας.....	14
1.2. Αναγκαιότητα της έρευνας .....	15
1.3. Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα.....	16
1.4. Δομή της εργασίας.....	17
ΜΕΡΟΣ Α΄ .....	19
2. Θεωρητικό Πλαίσιο .....	20
2.1. Η εξέλιξη της τεχνολογίας της ΤΝ και της ενσωμάτωσής της στην εκπαίδευση.....	20
2.1.1. Η εξέλιξη της τεχνολογίας της ΤΝ .....	22
2.1.2. Η ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαίδευση.....	28
2.2. Αξιοποίηση της ΤΝ στην εκπαίδευση .....	31
2.2.1. Έξυπνα Εκπαιδευτικά Συστήματα (Intelligent Tutoring Systems - ITS) .....	31
2.2.2. Συστήματα Καθοδήγησης (Guidance Systems-GS) .....	33
2.2.3. Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (Decision Support Systems-DSS).....	35
2.2.4. Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality - AR) και Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality - VR).....	36
ΜΕΡΟΣ Β΄ .....	40
3. Μεθοδολογία.....	41
4. Αποτελέσματα.....	47
4.1. Ταυτότητα και ο μεθοδολογικός σχεδιασμός των ερευνών.....	47
4.2. Η επίδραση της ΤΝ στη μάθηση και τη διδασκαλία.....	53

4.2.1. Προβλήματα και ευκαιρίες στις μεθόδους επίτευξης των μαθησιακών αποτελεσμάτων .....	53
4.2.2. Η επίδραση της TN στην ανάπτυξη διδακτικών μεθόδων.....	55
4.2.3. Η επίδραση της TN στον σχεδιασμό μαθήματος.....	57
4.2.4. Η επίδραση της TN στην ανάπτυξη μεθόδων αξιολόγησης .....	58
4.2.5. Η διαμόρφωση εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων με βάση την TN .....	59
4.2.6. Η αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας με τη χρήση TN .....	61
4.3. Ενίσχυση της εξατομικευμένης μάθησης μέσω της TN .....	66
4.3.1. Η ενσωμάτωση της επαυξημένης πραγματικότητας στη μαθησιακή διαδικασία.....	66
4.3.2. Οι δυνατότητες ενίσχυσης της μάθησης μέσω παιχνιδιού.....	68
4.4. Ο βαθμός ετοιμότητας των εκπαιδευτικών και τα προγράμματα ψηφιακής κατάρτισης .....	69
4.5. Αξιοπιστία εκπαιδευτικών συστημάτων βάσει TN.....	73
5. Προτάσεις αντιμετώπισης των προβλημάτων ενσωμάτωσης της TN στην εκπαίδευση και αξιοποίησης των ευκαιριών .....	75
6. Προκλήσεις ενσωμάτωσης της TN στην εκπαίδευση και προτάσεις για μελλοντική διερεύνηση .....	79
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	82
Ξενόγλωσση βιβλιογραφία.....	82

## Κατάλογος Σχημάτων και Πινάκων

### A. Σχήματα

Σχήμα 1. Η μεθοδολογία βιβλιομετρικής ανάλυσης μεταδεδομένων για τα προβλήματα και τις ευκαιρίες της ενσωμάτωσης της TN στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.....	43
Σχήμα 2. Citation topics meso (άνω screenshot) και citation topics micro (κάτω screenshot), όπως προκύπτουν από τον αλγόριθμο της βάσης Web of ScienceTM. ....	46
Σχήμα 3. Η εξέλιξη στον αριθμό δημοσιεύσεων σε θέματα που αφορούν στην ενσωμάτωση TN στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. ....	48
Σχήμα 4. Οι χώρες προέλευσης των δημοσιεύσεων (ως χώρα προέλευσης του κύριου συγγραφέα) .....	49
Σχήμα 5. Οι μεσο-κατηγορίες των δημοσιεύσεων του τελικού συνόλου των αποτελεσμάτων (βάσει Web of ScienceTM Clarivate Analytics) .....	50
Σχήμα 6. Οι μικρο-κατηγορίες των δημοσιεύσεων του τελικού συνόλου των αποτελεσμάτων (βάσει Web of ScienceTM Clarivate Analytics) .....	53

### B. Πίνακες

Πίνακας 1. Κριτήρια επιλογής επιστημονικών άρθρων.....	47
Πίνακας 2. Φάσεις της διδασκαλίας που αξιοποιούνται εφαρμογές TN. ....	61
Πίνακας 3. Μαθήματα που χρησιμοποιούνται εφαρμογές TN. ....	64
Πίνακας 4. Δημοφιλείς εφαρμογές TN στη διδασκαλία.....	71

## Περίληψη

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) έχει αναδειχθεί αναμφίβολα σε μία από τις πιο καινοτόμες τεχνολογίες της σύγχρονης εποχής, επηρεάζοντας διάφορους τομείς της καθημερινής μας ζωής, όπως την υγεία, τις μεταφορές, και την εκπαίδευση. Η παρούσα εργασία αποτελεί μια συστηματική ανασκόπηση μέσω της βιβλιομετρικής ανάλυσης μεταδεδομένων, βάσει της μεθοδολογίας των Prahani et al. (2022), κατάλληλα τροποποιημένης προκειμένου να καταστεί δυνατή η αποτελεσματικότερη ανάλυση των δεδομένων. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στη βάση Web of Science™ και το τελικό σύνολο των αποτελεσμάτων αποτελείται από 340 άρθρα κατά την περίοδο 1997-2024. Σημειώνεται ότι η παρούσα ανάλυση βασίστηκε αποκλειστικά στην κατηγοριοποίηση της βάσης Web of Science™ και δεν χρησιμοποιήθηκαν εργαλεία ανάλυσης περιεχομένου. Σκοπός είναι η διερεύνηση των προβλημάτων και των ευκαιριών ενσωμάτωσης της TN στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Ειδικότερα διερευνήθηκε η αξιοποίηση των εργαλείων TN σε όλες τις φάσεις της εκπαιδευτικής διαδικασίας, και έγινε προσπάθεια να δοθούν απαντήσεις σε κρίσιμα ερωτήματα και να προταθούν λύσεις για την αποτελεσματική ενσωμάτωση της τεχνολογίας της TN στη σύγχρονη σχολική τάξη. Τα αποτελέσματα της έρευνας εστίασαν στην επίδραση της TN στη μάθηση και τη διδασκαλία, αναλύοντας τα προβλήματα και τις ευκαιρίες στις μεθόδους επίτευξης μαθησιακών αποτελεσμάτων, την ανάπτυξη διδακτικών μεθόδων, τον σχεδιασμό μαθημάτων και την ανάπτυξη μεθόδων αξιολόγησης. Επίσης, εξετάστηκε η ενίσχυση της εξατομικευμένης μάθησης μέσω της χρήσης τεχνολογιών TN και επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας στη μαθησιακή διαδικασία. Τέλος, αξιολογήθηκε ο βαθμός ετοιμότητας των εκπαιδευτικών και η αξιοπιστία των εκπαιδευτικών συστημάτων βάσει TN. Κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας παρατηρήθηκε ότι η ενσωμάτωση της TN στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση ενώ αποτελεί μοναδική ευκαιρία για την αναβάθμιση των εκπαιδευτικών μεθόδων και την παροχή μιας ξεχωριστής μαθησιακής εμπειρίας στους εκπαιδευόμενους εγείρει παράλληλα ζητήματα και σειρά προκλήσεων, όπως ότι τα οφέλη θα πρέπει να υπερτερούν των κινδύνων και η διασφάλιση της ισότιμης πρόσβασης όλων των μαθητών σε συστήματα TN.

**Λέξεις-κλειδιά:** πρωτοβάθμια εκπαίδευση, Τεχνητή Νοημοσύνη (TN), Κ-12 εκπαίδευση, συμπεριφορά, μηχανική υπολογιστών, ηθική, γλωσσολογία, εκπαιδευτική ψυχολογία, εκπαίδευση εκπαιδευτικών, απόψεις εκπαιδευτικών

## Abstract

Artificial Intelligence (AI) has undeniably emerged as one of the most innovative technologies of the modern era, influencing various sectors of our daily lives, such as healthcare, transportation, and education. This paper presents a systematic review through bibliometric analysis of metadata, based on the methodology of Prahani et al. (2022), suitably modified to enable more effective data analysis. The research was conducted using the Web of Science™ database, and the final set of results consists of 340 articles spanning the period from 1997 to 2024. It is noted that this analysis relied exclusively on the categorization of the Web of Science™ database and did not utilize content analysis tools. The aim is to investigate the problems and opportunities of integrating AI into primary education. Specifically, the utilization of AI tools at all stages of the educational process was examined, and an effort was made to answer critical questions and propose solutions for the effective integration of AI technology into the modern classroom. The research results focused on the impact of AI on learning and teaching, analyzing the problems and opportunities in methods of achieving learning outcomes, the development of teaching methods, lesson planning, and the development of assessment methods. Additionally, the enhancement of personalized learning through the use of AI and augmented and virtual reality technologies in the learning process was examined. Finally, the readiness of educators and the reliability of AI-based educational systems were evaluated. Throughout the preparation of this paper, it was observed that while the integration of AI in primary education presents a unique opportunity to upgrade teaching methods and provide a distinctive learning experience for students, it also raises issues and a series of challenges, such as ensuring that the benefits outweigh the risks and guaranteeing equal access to AI systems for all students.

**Keywords:** primary education, AI, K-12 education, behavior, computer engineering, ethics, linguistics, psychology educational, teachers training, teachers' opinions

# 1. Εισαγωγή

## 1.1. Προβληματική της εργασίας

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) έχει αναδειχθεί αναμφίβολα σε μία από τις πιο καινοτόμες τεχνολογίες της σύγχρονης εποχής, επηρεάζοντας διάφορους τομείς της καθημερινής μας ζωής, όπως την υγεία, τις μεταφορές και την εκπαίδευση. Η ενσωμάτωση της TN στην εκπαιδευτική καθημερινότητα, ιδιαίτερα στο επίπεδο της πρωτοβάθμιας, αποτελεί μοναδική ευκαιρία για την αναβάθμιση των εκπαιδευτικών μεθόδων και της ποιότητας της παρεχόμενης διδασκαλίας με αποτέλεσμα την παροχή μιας ξεχωριστής μαθησιακής εμπειρίας στους εκπαιδευόμενους (Dai et al., 2023). Παράλληλα, η εισαγωγή της τεχνολογίας της TN στην εκπαιδευτική διαδικασία αναδεικνύει τα προβλήματα και τις προκλήσεις, που πρέπει να αντιμετωπιστούν, προκειμένου να επιτευχθεί η βέλτιστη αξιοποίηση των δυνατοτήτων της (Chiu et al., 2023).

Με την ενσωμάτωση εργαλείων TN στην εκπαιδευτική διαδικασία παρέχεται η δυνατότητα προσαρμογής του εκπαιδευτικού περιεχομένου στις ατομικές ανάγκες και ικανότητες κάθε μαθητή (Pratama et al., 2023). Τα οφέλη είναι πολύ σημαντικά, καθώς ενισχύεται η αυτοπεποίθηση των παιδιών, βελτιώνεται η συγκέντρωσή τους στο εκάστοτε μαθησιακό αντικείμενο αλλά και γενικότερα η απόδοσή τους. Επιπλέον, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να επωφεληθούν ουσιαστικά από την αυτοματοποίηση διοικητικών καθηκόντων, αφού αποδεσμεύεται πολύτιμος χρόνος, ενώ μπορούν πλέον να εστιάσουν την προσοχή τους στον εκπαιδευτικό σχεδιασμό, τη δημιουργία διαφόρων ειδών δραστηριοτήτων και την αλληλεπίδραση με τους μαθητές τους.

Από την άλλη πλευρά, η ενσωμάτωση της TN στην εκπαίδευση εγείρει ποικίλα ζητήματα, όπως η προστασία των προσωπικών δεδομένων των μαθητών αλλά και όλων των εμπλεκομένων, η εξάρτηση από την τεχνολογία και η άνιση πρόσβαση σε σύγχρονα ψηφιακά μέσα και τεχνολογίες (Berendt et al., 2020). Θα πρέπει να διασφαλιστεί ότι τα ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα των μαθητών χρησιμοποιούνται με ασφαλή και ηθικό τρόπο αλλά και η δημιουργία ενός συμπεριληπτικού περιβάλλοντος, που δεν θα αφήνει κανέναν μαθητή πίσω λόγω τεχνολογικών περιορισμών.

Στην παρούσα εργασία εξετάζονται τα προβλήματα και οι ευκαιρίες που σχετίζονται με την ενσωμάτωση της TN στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Μέσα από τη βιβλιομετρική ανάλυση μεταδεδομένων, από την πλήρως ενημερωμένη βάση δεδομένων Web of Science<sup>TM</sup> και την αξιοποίηση των εργαλείων της, θα επιχειρηθεί να δοθούν απαντήσεις σε κρίσιμα ερωτήματα και να προταθούν λύσεις για την αποτελεσματική ενσωμάτωση της τεχνολογίας της TN στη σύγχρονη σχολική τάξη.

## 1.2. Αναγκαιότητα της έρευνας

Η αναγκαιότητα της συγκεκριμένης έρευνας αλλά και η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας μπορεί να τεκμηριωθεί από τους ακόλουθους λόγους:

- Η Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) αναπτύσσεται με ταχύτερους ρυθμούς και επηρεάζει σημαντικά τον τομέα της εκπαίδευσης. Κατανοώντας τις τρέχουσες τάσεις και τις μελλοντικές δυνατότητες της TN, είναι εφικτό να προσδιοριστούν οι τρόποι βελτίωσης της μαθησιακής διαδικασίας και ενίσχυσης της εκπαιδευτικής εμπειρίας των μαθητών (Bayly-Castaneda et al., 2024).
- Η ενσωμάτωση της TN στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση συνοδεύεται από σημαντικές προκλήσεις, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως. Η έρευνα του συγκεκριμένου πεδίου θα επιβεβαιώσει την ανάδειξη αυτών των ζητημάτων, θα επιτρέψει την ταυτοποίησή τους και θα συμβάλει στην ανάπτυξη στρατηγικών για την αντιμετώπισή τους, εξασφαλίζοντας έτσι την παροχή σύγχρονων, ξεχωριστών μαθησιακών εμπειριών για όλους τους εκπαιδευόμενους (Luckin et al., 2024).
- Στην έρευνα αυτή καταγράφονται οι καλύτερες πρακτικές και τα πιο επιτυχημένα παραδείγματα ενσωμάτωσης της TN σε σχολεία παγκοσμίως. Η αξιοποίηση αυτών των δεδομένων θα αποτελέσει καθοριστικό παράγοντα για τη διαμόρφωση εκπαιδευτικών πολιτικών και την εφαρμογή καινοτόμων προγραμμάτων που αξιοποιούν πλήρως τις δυνατότητες της TN.
- Η βιβλιομετρική ανάλυση μεταδεδομένων μέσω της βάσης Web of Science<sup>TM</sup> αποτελεί καινοτόμο και πρωτότυπη μεθοδολογία για την υλοποίηση της έρευνας στα πλαίσια της παρούσας εργασίας (Marín-Marín et al., 2021). Η βάση δεδομένων Web of Science<sup>TM</sup> παρέχει εξειδικευμένα εργαλεία και πρόσβαση σε μια εκτενή και

αξιόπιστη συλλογή επιστημονικών άρθρων και δημοσιεύσεων, επιτρέποντας την ανασκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας με ακρίβεια και πληρότητα. Η ανάλυση αυτή θα βοηθήσει στην κατανόηση των τρεχουσών τάσεων (hot topics), των βασικών θεμάτων και των κενών στην έρευνα σχετικά με την ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

- Η δυνατότητα αναγνώρισης των πιο σημαντικών και επιδραστικών δημοσιεύσεων σε αυτόν τον τομέα αποτελεί κρίσιμο στοιχείο για την ενίσχυση της αξιοπιστίας της ανασκόπησης της παρούσας εργασίας αλλά και τη δημιουργία ενός ισχυρού θεωρητικού πλαισίου. Επιπλέον, η ανάλυση των μεταδεδομένων επιτρέπει τον εντοπισμό των κυριότερων επιστημονικών πηγών, των λέξεων-κλειδιά που αναζητούνται συχνότερα, καθώς και των συσχετίσεων μεταξύ διαφόρων θεμάτων και μεθόδων που έχουν αναπτυχθεί στον προς μελέτη ερευνητικό τομέα (Hinojo-Lucena et al., 2019).
- Τέλος, η βιβλιομετρική ανάλυση μέσω της βάσης δεδομένων Web of Science™ θα συμβάλει στη διαμόρφωση μιας σαφούς και τεκμηριωμένης εικόνας αναφορικά με τις προκλήσεις και τις ευκαιρίες, που παρουσιάζει η ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, προσφέροντας πολύτιμα δεδομένα για τη διαμόρφωση προτάσεων και τη χάραξη στρατηγικών.

Συνεπώς, κρίνεται απαραίτητη η διεξαγωγή έρευνας για την κατανόηση και την αξιοποίηση της ΤΝ στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, καθώς μπορούμε να διασφαλίσουμε την αξιοποίηση των ευκαιριών και την αποτελεσματική αντιμετώπιση των προκλήσεων που ταυτόχρονα ανακύπτουν.

### **1.3. Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα**

Σκοπός της παρούσας ανασκόπησης είναι η συστηματική βιβλιομετρική ανάλυση μεταδεδομένων κατά τη διάρκεια των ετών 1997-2024, καλύπτοντας την εξέλιξη και την ενσωμάτωση της τεχνολογίας στην εκπαίδευση, προκειμένου να διερευνηθούν οι ευκαιρίες κατά την ενσωμάτωση της ΤΝ στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση και τα προβλήματα που η ενσωμάτωση αυτή δημιουργεί. Πιο συγκεκριμένα, θα επιχειρηθεί η διερεύνηση της αξιοποίησης και η επίδρασης της ΤΝ, της αξιολόγησης των εργαλείων της από τους χρήστες,



των απόψεων που διαμορφώθηκαν μέσω της χρήσης των τεχνολογιών της και των παραγόντων που επηρεάζουν τη χρήση των εργαλείων της, προκειμένου να δοθούν απαντήσεις στα εξής επιστημονικά ερωτήματα:

**Ερώτημα 1:** Ποια είναι η ταυτότητα και ο μεθοδολογικός σχεδιασμός των ερευνών;

**Ερώτημα 2:** Πώς η TN επιδρά στη μάθηση και τη διδασκαλία;

**Ερώτημα 3:** Πώς η TN ενισχύει την εξατομικευμένη μάθηση;

**Ερώτημα 4:** Ποιος είναι ο βαθμός ετοιμότητας των εκπαιδευτικών για την ενσωμάτωση TN;

**Ερώτημα 5:** Ποια είναι η αξιοπιστία των εκπαιδευτικών συστημάτων βάσει TN;

#### **1.4. Δομή της εργασίας**

Έπειτα από την «Εισαγωγή» η παρούσα εργασία χωρίζεται σε δύο βασικά μέρη: το Θεωρητικό Πλαίσιο (Μέρος Α΄) και το Ερευνητικό Μέρος (Μέρος Β΄).

Το θεωρητικό πλαίσιο αποτελείται από δύο επιμέρους κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο με τον τίτλο «Η εξέλιξη της τεχνολογίας της TN και της ενσωμάτωσής της στην εκπαίδευση» διακρίνεται σε δύο υποκεφάλαια. Σε αυτό το κεφάλαιο πραγματοποιείται εννοιολογική αποσαφήνιση του όρου «Τεχνητή Νοημοσύνη» αλλά και άλλων σχετικών όρων, όπως Μηχανική Μάθηση, Ευφυή Συστήματα Διδασκαλίας, Επαυξημένη και Εικονική Πραγματικότητα. Ακολουθείται μια ιστορική αναδρομή στην εξέλιξη της τεχνολογίας της TN από τις απαρχές της δεκαετίας του 1950 έως και σήμερα. Επιχειρείται η πραγματοποίηση μιας λεπτομερούς περιγραφής των περιόδων ανάπτυξης της, καθώς γίνεται αναφορά στους «χειμώνες και αναγεννήσεις της TN» και ταυτόχρονη καταγραφή παραδειγμάτων, εφαρμογών και εργαλείων TN. Στο επόμενο υποκεφάλαιο με τίτλο «Η ενσωμάτωση της TN στην εκπαίδευση» η ανάλυση εστιάζει σε παραδείγματα εφαρμογών και τεχνολογιών στην εκπαίδευση. Γίνεται αναλυτική παρουσίαση τεχνολογιών που ενσωματώνουν στοιχεία TN, του τρόπου λειτουργίας και των δυνατοτήτων αξιοποίησης τους κατά την εκπαιδευτική διαδικασία. Οι τεχνολογίες αυτές είναι: τα Έξυπνα Εκπαιδευτικά Συστήματα, τα Συστήματα

Καθοδήγησης, τα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων και η Επαυξημένη και Εικονική Πραγματικότητα.

Ακολουθεί το τρίτο κεφάλαιο, αυτό της μεθοδολογίας, το οποίο εισάγει το «Μέρος Β΄» της εργασίας. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στον μεθοδολογικό σχεδιασμό που περιλαμβάνει: αναλυτική παρουσίαση της βάσης δεδομένων Web of Science<sup>TM</sup>, των εργαλείων της που χρησιμοποιήθηκαν, των βημάτων που ακολουθήθηκαν κατά τη βιβλιομετρική ανάλυση των μεταδεδομένων, διαμόρφωση ταυτότητας της έρευνας. Στο κεφάλαιο 4 και συγκεκριμένα στο 4.1. πραγματοποιείται εξαγωγή και κατηγοριοποίηση των αποτελεσμάτων ανά τομέα και ερευνητικό ερώτημα με στατιστική απεικόνιση των δεδομένων. Στα κεφάλαια 4.2. έως 4.5. γίνεται η παρουσίαση και ανάλυση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν ανά ερευνητικό ερώτημα. Στο πέμπτο κεφάλαιο περιγράφονται προτάσεις αντιμετώπισης των προβλημάτων ενσωμάτωσης της TN στην εκπαίδευση και αξιοποίησης των ευκαιριών, οι οποίες προέκυψαν από την ερμηνεία των αποτελεσμάτων βάσει της βιβλιομετρικής ανάλυσης μεταδεδομένων που προηγήθηκε. Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο επιχειρείται η καταγραφή των προκλήσεων, που θα πρέπει να αντιμετωπιστούν, για να καταστεί αποτελεσματική η ενσωμάτωση της TN στην εκπαίδευση, ενώ προτείνονται και σχετιζόμενες θεματικές προς μελλοντική διερεύνηση.

## ΜΕΡΟΣ Α΄

## 2. Θεωρητικό Πλαίσιο

### 2.1. Η εξέλιξη της τεχνολογίας της TN και της ενσωμάτωσής της στην εκπαίδευση

Η TN αναφέρεται στην ικανότητα των μηχανών να μιμούνται την ανθρώπινη νοημοσύνη και να εκτελούν εργασίες, όπως η μάθηση, η ανάλυση, και η προσαρμογή (Konstantellos, 2017). Η ανάπτυξη της TN συνεχίζεται εκθετικά τα τελευταία χρόνια, με την ευρεία εφαρμογή της να επιταχύνεται, μεταμορφώνοντας σημαντικούς τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας, συμπεριλαμβανομένης της εκπαίδευσης. Στον τομέα της υγείας, για παράδειγμα, χρησιμοποιείται το σύστημα Watson<sup>1</sup> της IBM που βοηθά στη διάγνωση καρκίνου, ενώ στην αυτοκινητοβιομηχανία, τα αυτόνομα οχήματα της Tesla<sup>2</sup> που αλλάζουν τον τρόπο μετακίνησης παγκοσμίως.

Η διαδικασία ενσωμάτωσής της TN ειδικότερα στην εκπαίδευση συνοδεύεται αναμφίβολα με αλλαγές στον τρόπο διδασκαλίας και μάθησης για τον κάθε άνθρωπο. Η TN επηρεάζει την παραδοσιακή διδασκαλία με διάφορους τρόπους (Pratama et al., 2023). Παραδοσιακά, η εκπαίδευση βασιζόταν σε μια προσέγγιση «ένα μέγεθος ταιριάζει σε όλους», όπου όλοι οι μαθητές λάμβαναν την ίδια διδασκαλία και τα ίδια υλικά ανεξάρτητα από τις ατομικές τους ανάγκες και ικανότητες. Με την TN, αυτό αλλάζει δραστικά (Lee & Kwon, 2024).

Εφαρμογές και πλατφόρμες που χρησιμοποιούν TN μπορούν να αναλύουν τις επιδόσεις των μαθητών σε πραγματικό χρόνο και να προσαρμόζουν το εκπαιδευτικό περιεχόμενο ανάλογα (Li et al., 2024). Αυτό επιτρέπει στους μαθητές να προχωρούν με τον δικό τους ρυθμό και να λαμβάνουν βοήθεια ακριβώς όταν τη χρειάζονται. Για παράδειγμα, το Duolingo<sup>3</sup> χρησιμοποιεί αλγορίθμους μηχανικής μάθησης, για να παρακολουθεί την πρόοδο των χρηστών και να προσαρμόζει τις ασκήσεις γλωσσικής εκμάθησης στις ανάγκες

---

<sup>1</sup> <https://www.ibm.com/watson>

<sup>2</sup> <https://www.tesla.com/AI>

<sup>3</sup> <https://el.duolingo.com/>

τους. Έτσι, αν ένας μαθητής δυσκολεύεται με ένα συγκεκριμένο γραμματικό φαινόμενο, το Duolingo θα του προσφέρει περισσότερες ασκήσεις σε αυτό το θέμα. Άλλο παράδειγμα είναι το DreamBox<sup>4</sup>, μια πλατφόρμα εκμάθησης μαθηματικών για μαθητές δημοτικού και γυμνασίου. Το DreamBox χρησιμοποιεί τεχνολογίες ανάλυσης δεδομένων και μηχανικής μάθησης, για να δημιουργήσει ένα εξατομικευμένο μαθησιακό μονοπάτι για κάθε μαθητή. Αν ένας μαθητής δεν κατανοεί μια έννοια, το DreamBox προσαρμόζει τις δραστηριότητες και παρέχει επιπλέον υποδείξεις, επεξηγήσεις και παραδείγματα μέχρι αυτή να κατανοηθεί και να κατακτηθεί από τον μαθητή.

Η TN βοηθά σημαντικά, όμως, και τους εκπαιδευτικούς παρέχοντας τους εργαλεία για την ανάλυση των επιδόσεων των μαθητών και την κατανόηση των αναγκών τους (Yim & Su, 2024). Έτσι, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να επικεντρωθούν σε πιο δημιουργικές και στρατηγικές πτυχές της διδασκαλίας, όπως η ανάπτυξη νέων μεθόδων και η προσωπική υποστήριξη των μαθητών. Ένα παράδειγμα είναι τα Intelligent Tutoring Systems (ITS), τα οποία χρησιμοποιούν την TN, για να παρέχουν άμεση ανατροφοδότηση στους μαθητές και να προσαρμόζουν τις δραστηριότητες στις ατομικές τους ανάγκες (Gobert et al., 2023). Σύστημα ITS είναι το Carnegie Learning<sup>5</sup>, το οποίο χρησιμοποιεί τεχνολογίες TN, προσφέροντας μαθηματική διδασκαλία προσαρμοσμένη στις ανάγκες του κάθε μαθητή.

Ανασκοπήσεις των τελευταίων ετών επιβεβαιώνουν τα παραπάνω και δείχνουν αυξανόμενη τάση στην έρευνα για την εφαρμογή της TN, με σκοπό τη βελτίωση της μαθησιακής διαδικασίας και την προσαρμογή της στις ανάγκες των μαθητών (Tahiri, 2021, Zhai et al., 2021). Στην εκπαίδευση, η ενσωμάτωση της TN έχει προσανατολιστεί στην παροχή εξατομικευμένης διδασκαλίας και μάθησης. Κι αυτό γιατί στόχος είναι η αποτελεσματικότητα της εκπαιδευτικής διαδικασίας, μέσω της χρήσης προηγμένων τεχνολογιών ανάλυσης δεδομένων και της μηχανικής μάθησης.

---

<sup>4</sup> <https://www.dream-box.gr/>

<sup>5</sup> <https://www.carnegielearning.com/>

### **2.1.1. Η εξέλιξη της τεχνολογίας της TN**

Οι απαρχές της έννοιας της TN βρίσκονται στις φιλοσοφικές διερευνήσεις σχετικά με την ανθρώπινη σκέψη και την πιθανότητα μηχανικής νοημοσύνης. Αρχαίοι φιλόσοφοι, όπως ο Αριστοτέλης, έθεσαν τις βάσεις για τη λογική σκέψη και την αιτιολόγηση, ενώ μηχανισμοί, όπως τα "ομιλούντα κεφάλια" του 12<sup>ου</sup> αιώνα και οι μηχανικές συσκευές του 15<sup>ου</sup> αιώνα, αποτέλεσαν πρώιμες προσπάθειες για την αναπαραγωγή της ανθρώπινης σκέψης και κίνησης.

Η Τεχνητή Νοημοσύνη έχει εξελιχθεί σημαντικά από την αρχή της ως ακαδημαϊκό πεδίο. Αυτή η εξέλιξη μπορεί να χωριστεί σε διάφορες φάσεις, κάθε μία από τις οποίες χαρακτηρίζεται από σημαντικές τεχνολογικές καινοτομίες και αλλαγές στην προσέγγιση της έρευνας και της εφαρμογής της TN. Οι φάσεις ανάπτυξης και στασιμότητας, συχνά αναφέρονται ως «αναγεννήσεις» και «χειμώνες» (Flasiński, 2016). Αυτές οι περίοδοι χαρακτηρίζονται από εναλλασσόμενες φάσεις υψηλών προσδοκιών και απογοήτευσης.

Η ιστορία της TN ξεκινά από τις αρχές της δεκαετίας του 1950, όταν το επιστημονικό πεδίο της TN ήταν ακόμη υπό διαμόρφωση. Στο συνέδριο στο Dartmouth το 1956 τέθηκε το θεμέλιο για την ανάπτυξη της TN ως επιστημονικό πεδίο, οπότε και ο John McCarthy πρότεινε τον όρο "Τεχνητή Νοημοσύνη" για πρώτη φορά, ο οποίος έπειτα καθιερώθηκε<sup>6</sup>. Κατά την περίοδο 1950-1960, με την ανάπτυξη των πρώτων προγραμμάτων TN (General Problem Solver των Newell και Simon, ELIZA του Weizenbaum), αναδείχθηκε η ικανότητα των μηχανών για την επίλυση προβλημάτων αλλά και της αλληλεπίδρασης με τον άνθρωπο μέσω της γλώσσας (Flasiński, 2016). Το Logic Theorist των Simon και Newell ήταν ένα από τα πρώτα προγράμματα που έδειξε τις δυνατότητες της TN στην επίλυση προβλημάτων και την κατανόηση της ανθρώπινης σκέψης (Wilding, 2022).

Η επόμενη δεκαετία χαρακτηρίζεται ως «πρώτη χειμερινή περίοδος» για τη TN (Toosi et al., 2021). Κατά τη δεκαετία του 1970, η TN αντιμετώπισε σημαντικά προβλήματα λόγω της έλλειψης υπολογιστικής ισχύος και της υπερβολικής αισιοδοξίας που είχε

---

<sup>6</sup> <https://home.dartmouth.edu/about/artificial-intelligence-ai-coined-dartmouth>

προηγηθεί. Κατά την περασμένη δεκαετία, οι ερευνητές και οι υποστηρικτές της TN είχαν πολύ υψηλές προσδοκίες. Υποσχέθηκαν μάλιστα ότι σύντομα θα δημιουργούσαν μηχανές με ανθρώπινη νοημοσύνη, αλλά τα αποτελέσματα ήταν κατώτερα από τα αναμενόμενα. Επίσης, οι διαθέσιμοι υπολογιστές εκείνης της εποχής δεν είχαν την ικανότητα να επεξεργάζονται μεγάλο όγκο δεδομένων ή να εκτελούν περίπλοκους αλγορίθμους, οδηγώντας αυτόματα σε περιορισμένη υπολογιστική ισχύ (Flasiński, 2016). Σημαντικό ρόλο έπαιξε και η ανεπαρκής κατανόηση της πολυπλοκότητας όλης της διαδικασίας, καθώς η ανθρώπινη νοημοσύνη και η κατανόηση της φυσικής γλώσσας αποδείχτηκαν πολύ πιο περίπλοκες από ό,τι αρχικά θεωρήθηκε.

Αυτή η «πρώτη χειμερινή περίοδος» χαρακτηρίστηκε αυτόματα και από μείωση της χρηματοδότησης και της έρευνας (Toosi et al., 2021). Παράδειγμα αποτυχημένου προγράμματος της περιόδου αποτελεί το General Problem Solver (GPS)<sup>7</sup>. Το GPS ήταν ένα από τα πρώτα προγράμματα TN που αναπτύχθηκε από τους Newell και Simon τη δεκαετία του 1950, αλλά αποδείχθηκε αναποτελεσματικό για την επίλυση πραγματικών προβλημάτων. Το 1973 μάλιστα, στο Ηνωμένο Βασίλειο, δημοσιεύτηκε και το Lighthill Report<sup>8</sup>. Η έκθεση αυτή ήταν εξαιρετικά επικριτική για την έρευνα στην TN, οδηγώντας, κι αυτή με τη σειρά της, σε σημαντική μείωση της χρηματοδότησης.

Παρά τις προκλήσεις, μερικά προγράμματα συνέχισαν να αναπτύσσονται, αλλά με περιορισμένη πρόοδο, για να φτάσουμε στην «πρώτη αναγέννηση» και τη δεκαετία 1980 (Toosi et al., 2021). Σημαντικός παράγοντας αποτέλεσε η ανάπτυξη των Expert Systems, τα οποία μιμούνταν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων από ανθρώπους ειδικούς. Ένα παράδειγμα είναι το MYCIN (Chang, 2020), ένα σύστημα που χρησιμοποιήθηκε για τη διάγνωση βακτηριακών λοιμώξεων, αναδεικνύοντας πρακτικές εφαρμογές της TN στην ιατρική διάγνωση και άλλους τομείς. Καταγράφηκαν πολλά προγράμματα, όπως το Ιαπωνικό Πρόγραμμα Πέμπτης Γενιάς Υπολογιστών (FGCS), τα οποία ενίσχυσαν την έρευνα και την ανάπτυξη της TN, αυξάνοντας τη χρηματοδότηση (Odagiri et al., 1997).

---

<sup>7</sup> <https://stacks.stanford.edu/file/druid:zk239tp3547/zk239tp3547.pdf>

<sup>8</sup> [https://rodsmith.nz/wp-content/uploads/Lighthill\\_1973\\_Report.pdf](https://rodsmith.nz/wp-content/uploads/Lighthill_1973_Report.pdf)

Πολύ σημαντική, όμως, ήταν η βελτίωση της υπολογιστικής ισχύος, καθώς η πρόοδος στην τεχνολογία των υπολογιστών, επέτρεψε την ανάπτυξη πιο ισχυρών και αποτελεσματικών αλγορίθμων (Flasiński, 2016). Έτσι τα συστήματα TN της περιόδου ήταν επιτυχημένα, καθώς στηρίζονταν σε μεγάλες βάσεις δεδομένων και κανόνες αιτιολόγησης. Εκτός του MYCIN, μεγάλη επιτυχία γνώρισε το σύστημα R1 (XCON) (McDermott, 1993). Πρόκειται για ένα σύστημα που εξυπηρετούσε τη διαμόρφωση παραγγελιών υπολογιστών της Digital Equipment Corporation (DEC) και εξοικονόμησε εκατομμύρια δολάρια στην εταιρεία.

Στο τέλος της ίδιας δεκαετίας καταγράφεται η «δεύτερη χειμερινή περίοδος» της TN (Toosi et al., 2021). Η υπερεκτίμηση των δυνατοτήτων των Expert Systems, οι δυσκολίες στη συντήρηση και στην εκ νέου βελτίωση των συστημάτων και η μείωση της χρηματοδότησης αποτελούν το τροχοπέδη για την εξέλιξη της τεχνολογίας της TN. Οι προσδοκίες για τα Expert Systems ήταν υπερβολικά υψηλές και δεν μπόρεσαν να ανταποκριθούν στις ανάγκες των επιχειρήσεων. Ακόμη, τα συστήματα αυτά απαιτούσαν τεράστιες βάσεις δεδομένων, οι οποίες ήταν δύσκολο να διατηρηθούν και να ενημερωθούν. Έτσι, η απογοήτευση από τα αποτελέσματα των επενδύσεων οδήγησε σε μείωση της χρηματοδότησης για την έρευνα στην TN. Το Ιαπωνικού Προγράμματος Πέμπτης Γενιάς, παρά τις αρχικές προσδοκίες, δεν κατάφερε να φέρει τις επαναστατικές αλλαγές που υποσχόταν, ενώ συστήματα όπως το CYC, δεν έφεραν τα αναμενόμενα αποτελέσματα (Odagiri et al., 1997). Αν και το πρόγραμμα CYC συνέχισε να υπάρχει, η πολυπλοκότητα της κατασκευής μιας πλήρους βάσης δεδομένων για την ανθρώπινη νοημοσύνη αποδείχθηκε αναμφίβολα μεγαλύτερη από το αναμενόμενο.

Η «δεύτερη» κατά σειρά «αναγέννηση» της TN λαμβάνει χώρα από το 1990 έως και σήμερα (Toosi et al., 2021). Η ανάπτυξη νέων μεθόδων μηχανικής μάθησης, όπως τα νευρωνικά δίκτυα και το Deep Learning, θεωρείται ότι έφεραν την επανάσταση στην TN (Bengio et al., 2021). Κατά τη δεκαετία του 1990 η δυνατότητα ανάλυσης και κατανόησης πολύπλοκων δεδομένων, όπως η ομιλία και οι εικόνες από τα Hidden Markov Models (HMMs) και τα Convolutional Neural Networks αντίστοιχα, άλλαξε ουσιαστικά το τοπίο (Flasiński, 2016). Επίσης, η νίκη του συστήματος «IBM Deep Blue» έναντι του παγκόσμιου



πρωταθλητή σκακιού Garry Kasparov το 1997<sup>9</sup>, έδειξε τις δυνατότητες της TN σε σύνθετα προβλήματα ενώ συντελέστηκε πρόοδος στην αναγνώριση ομιλίας και συναισθημάτων. Η δεκαετία του 2000, που χαρακτηρίζεται από την άνθηση της μηχανικής μάθησης (Machine Learning), επέτρεψε την ανάπτυξη πιο προηγμένων συστημάτων TN, και σε συνδυασμό με τη δυνατότητα συλλογής και ανάλυσης τεράστιου όγκου δεδομένων (Big Data), την περαιτέρω βελτίωση των αλγορίθμων TN (Ongsulee, 2017). Σημαντικές εφαρμογές περιλαμβάνουν την αυτόνομη οδήγηση, την ανάλυση εικόνας και τις συστάσεις περιεχομένου.

Τα συστήματα αναγνώρισης προσώπου, για παράδειγμα, χρησιμοποιούν Deep Learning για την ανάλυση χαρακτηριστικών προσώπου από εικόνες και βίντεο, αναγνωρίζοντας άτομα με υψηλή ακρίβεια (Bengio et al., 2021). Το σύστημα αναγνώρισης προσώπου της Apple (Face ID) στα iPhones, γνωρίζει παγκόσμια χρήση και αποδοχή ενώ το σύστημα της Amazon (Rekognition) χρησιμοποιείται σε διάφορες εφαρμογές ασφαλείας και διαχείρισης. Τα αυτόνομα οχήματα της Tesla, που χρησιμοποιούν το Autopilot, ή το πρόγραμμα Waymo της Google, που αναπτύσσει αυτόνομη οδήγηση, είναι σε θέση να αναγνωρίζουν αντικείμενα, να προβλέπουν κινήσεις και να λαμβάνουν αποφάσεις σε πραγματικό χρόνο. Τέλος, αξίζει να γίνει αναφορά στις συστάσεις παρακολούθησης περιεχομένου σε πλατφόρμες, όπως το Netflix και το YouTube. Στις πλατφόρμες αυτές χρησιμοποιούνται αλγόριθμοι Deep Learning, που μετά την ανάλυση της συμπεριφοράς των χρηστών προτείνουν εξατομικευμένο περιεχόμενο. Στο Netflix προτείνονται ταινίες και σειρές με βάση τις προτιμήσεις των χρηστών, ενώ στο YouTube βίντεο με βάση το ιστορικό και τη συμπεριφορά των χρηστών.

Επίσης, η τεχνολογική πρόοδος στους επεξεργαστές και τις GPU έδωσε την ευκαιρία για ανάπτυξη και εκτέλεση πιο περίπλοκων μοντέλων TN. Το Google DeepMind's AlphaGo<sup>10</sup> αλλά και συστήματα όπως το Watson της IBM, επιβεβαιώνουν ότι η άνοδος των Big Data, σε συνδυασμό με την αύξηση της υπολογιστικής ισχύος σύμφωνα με τον Νόμο

---

<sup>9</sup> <https://www.ibm.com/history/deep-blue>

<sup>10</sup> <https://deepmind.google/technologies/alphago/>

του Moore<sup>11</sup>, επέτρεψε την εξέλιξη των μοντέλων TN σε πρωτοφανή κλίμακα (Zhuang et al., 2017). Το 2016, το AlphaGo νίκησε τον παγκόσμιο πρωταθλητή στο παιχνίδι Go, επίτευγμα που θεωρούνταν αδύνατο για την TN μόλις λίγα χρόνια πριν, ενώ συστήματα τύπου Watson χρησιμοποιούνται στην ιατρική για τη διάγνωση και τη θεραπεία ασθενειών.

Το Deep Learning και τα Big Data βελτιώνουν σημαντικά την απόδοση και τις δυνατότητες των συστημάτων TN. Το Deep Learning αποτελεί υποκατηγορία της μηχανικής μάθησης και χρησιμοποιεί βαθιά νευρωνικά δίκτυα για την ανάλυση και την εξαγωγή μοτίβων από μεγάλα σύνολα δεδομένων (Bengio et al., 2021). Τα βαθιά νευρωνικά δίκτυα αποτελούνται από πολλαπλά στρώματα τεχνητών νευρώνων, που επιτρέπουν την επεξεργασία πολύπλοκων και μη γραμμικών σχέσεων στα δεδομένα. Αυτή η τεχνική έχει επιτρέψει στα συστήματα TN να επιτύχουν υψηλή ακρίβεια και απόδοση σε διάφορες εφαρμογές. Τα Big Data με τη σειρά τους, τα «μεγάλα δεδομένα», αναφέρονται σε τεράστια σύνολα δεδομένων, δύσκολα να επεξεργαστούν και να αναλυθούν με τις παραδοσιακές μεθόδους (Zhuang et al., 2017). Η ικανότητα συλλογής, αποθήκευσης και ανάλυσης αυτών των δεδομένων έχει επιτρέψει τη συνεχή προσαρμογή και βελτίωση των συστημάτων TN. Τα δεδομένα αυτά μπορεί να αντλούνται από διάφορες πηγές, όπως τα κοινωνικά δίκτυα, οι αισθητήρες IoT (Internet of Things), οι ιστοσελίδες και βάσεις δεδομένων. Το ζήτημα είναι, όμως, με ποιο τρόπο και σε ποια έκταση βελτιώνουν την απόδοση των συστημάτων TN.

Κατά τη συλλογή δεδομένων απαιτείται αυξημένη ακρίβεια. Η δυνατότητα αναγνώρισης και ανάλυσης πολύπλοκων μοτίβων και δεδομένων από τα βαθιά νευρωνικά δίκτυα καλύπτει την απαίτηση αυτή, με αποτέλεσμα την υψηλότερη ακρίβεια σε προβλέψεις και ταξινομήσεις (Zhuang et al., 2017). Σημαντική εξίσου είναι και η βελτίωση σε γενικεύσεις, καθώς το μεγάλο εύρος και ο όγκος δεδομένων επιτρέπουν την καλύτερη απόδοση των μοντέλων TN σε νέα, άγνωστα δεδομένα. Επίσης, η αυτόματη εξαγωγή χαρακτηριστικών από τα δεδομένα, χωρίς την ανάγκη χειροκίνητης επιλογής, βελτιώνει την απόδοση των συστημάτων TN, ενώ η δυνατότητα επεξεργασίας μεγάλου όγκου δεδομένων

---

<sup>11</sup> Ως «Νόμος του Μουρ» ονομάζεται η θεώρηση πως ο αριθμός των τρανζίστορ ενός πυκνού ολοκληρωμένου κυκλώματος διπλασιάζεται κάθε δύο χρόνια, και διατυπώθηκε στις 19-04-1965.

επιτρέπει τη συνεχή βελτίωση των μοντέλων TN μέσω της εκπαίδευσης σε μεγαλύτερα σύνολα δεδομένων.

Η εξέλιξη της TN είναι ένα συνεχώς αναπτυσσόμενο πεδίο και σίγουρα η σύγχρονη εποχή της TN χαρακτηρίζεται από την ενσωμάτωση της σε καθημερινές εφαρμογές, όπως οι εικονικοί βοηθοί (π.χ. Siri, Alexa), η εξατομικευμένη ιατρική, τα έξυπνα δίκτυα, κα. Μελλοντικές προοπτικές περιλαμβάνουν την ανάπτυξη "μετασχηματιστικής TN" (Zhuang et al., 2017), η οποία προβλέπεται να φτάσει τα επίπεδα νοημοσύνης του ανθρώπινου εγκεφάλου μέχρι το 2040, ταυτόχρονα με την αντιμετώπιση τεράστιων προκλήσεων, ηθικών και κοινωνικών, όπως η προστασία της ιδιωτικότητας, η διασφάλιση της ποιότητας και της ακρίβειας των αλγορίθμων, η αντιμετώπιση της ανισότητας στην πρόσβαση στην τεχνολογία και η εξάλειψη των προκαταλήψεων για την ίδια τη φύση της TN, την αξιοποίηση και τις δυνατότητές της.

Καθώς η ταχεία ανάπτυξη της TN έχει δημιουργήσει πολλές ηθικές και κοινωνικές προκλήσεις, απαιτείται προσεκτική αντιμετώπιση για να διασφαλιστεί ότι τα οφέλη αυτής της τεχνολογίας δε θα λειτουργούν εις βάρος της κοινωνίας (Jobin et al., 2019). Για την αποτελεσματική λειτουργία τους τα συστήματα TN συλλέγουν και επεξεργάζονται τεράστιο όγκο δεδομένων. Στα δεδομένα αυτά συχνά περιλαμβάνονται ευαίσθητες πληροφορίες για τα άτομα, όπως προσωπικές προτιμήσεις, συνήθειες και τοποθεσίες. Η προστασία της ιδιωτικότητας των ατόμων αποτελεί ίσως την πιο σημαντική πρόκληση, καθώς υπάρχει ο κίνδυνος η ανεξέλεγκτη χρήση προσωπικών δεδομένων να οδηγήσει σε καταχρήσεις και παραβιάσεις της ιδιωτικής ζωής (Berendt et al., 2020). Για παράδειγμα, η χρήση της τεχνολογίας αναγνώρισης προσώπου για την επιτήρηση σε δημόσιους χώρους έχει προκαλέσει ανησυχίες σχετικά με την ελευθερία των πολιτών. Σε χώρες όπως η Κίνα έχει γίνει εγκατάσταση εκτεταμένων δικτύων καμερών παρακολούθησης, οι οποίες συνδέονται με συστήματα αναγνώρισης προσώπου για την παρακολούθηση των πολιτών. Προκύπτει, λοιπόν, το ηθικό δίλημμα: Ενώ η τεχνολογία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ενίσχυση της ασφάλειας και την πρόληψη του εγκλήματος, τίθεται το ζήτημα παραβίασης της ιδιωτικότητας και της δυνατότητας κατάχρησης από τις αρχές.

Εξίσου σημαντική είναι και η διαχείριση των προκαταλήψεων σχετικά με τους αλγορίθμους. Η ποιότητα των δεδομένων που παρέχουν οι αλγόριθμοι TN εξαρτάται από

την ποιότητα των υπό επεξεργασία δεδομένων που τους δίνονται (Zhuang et al., 2017). Αν τα παρεχόμενα δεδομένα εμπεριέχουν προκαταλήψεις, τότε οι αλγόριθμοι μπορεί να ενσωματώσουν και να ενισχύσουν αυτές τις προκαταλήψεις, οδηγώντας σε άδικες αποφάσεις. Στην περίπτωση του συστήματος COMPAS στις ΗΠΑ χρησιμοποιούνται αλγόριθμοι για την πρόβλεψη της επικινδυνότητας των κρατουμένων. Έρευνες έχουν δείξει ότι το σύστημα αυτό παρουσιάζει φυλετικές προκαταλήψεις, προβλέποντας υψηλότερο κίνδυνο επανάληψης εγκλήματος για αφρικανικής καταγωγής κατηγορούμενους σε σύγκριση με άλλους. Άλλο παράδειγμα αποτελούν οι προκαταλήψεις στους αλγόριθμους πρόβλεψης εγκληματικότητας (Zhuang et al., 2017). Η χρήση αυτή των αλγορίθμων μπορεί να επιφέρει σοβαρές συνέπειες σε ποικίλες διαδικασίες (λήψη μιας δικαστικής απόφασης, πρόσληψη προσωπικού ή πιστωτική αξιολόγηση για την έγκριση ενός δανείου), να οδηγήσει σε άδικες δικαστικές αποφάσεις και να ενισχύσει τις φυλετικές διακρίσεις.

Η ανισότητα ακόμη στην πρόσβαση στην τεχνολογία είναι κρίσιμο σημείο για την επιτυχημένη ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαίδευση και όχι μόνο (Jobin et al., 2019). Η πρόσβαση στις προηγμένες τεχνολογίες ΤΝ σήμερα δεν είναι ίση για όλους. Υπάρχουν άτομα και κοινότητες με περιορισμένους πόρους που δεν έχουν τη δυνατότητα να εκμεταλλευτούν τα οφέλη της ΤΝ, ενισχύοντας έτσι την υπάρχουσα κοινωνική και οικονομική ανισότητα. Οι αναπτυσσόμενες χώρες συχνά δεν διαθέτουν τους πόρους για την ανάπτυξη και την υιοθέτηση προηγμένων τεχνολογιών ΤΝ. Συνεπώς οι οικονομικά ισχυρές χώρες και κοινότητες απολαμβάνουν τα οφέλη της ΤΝ, ενώ οι οικονομικά ασθενέστερες «μένουν πίσω». Υπογραμμίζεται, λοιπόν, η ανάγκη για εφαρμογή πολιτικών και λήψη πρωτοβουλιών, που θα εξασφαλίσουν την ισότιμη πρόσβαση στην τεχνολογία για τη μείωση των ανισοτήτων. Η αντιμετώπιση των ηθικών και κοινωνικών προκλήσεων της ΤΝ απαιτεί συνεργασία μεταξύ κυβερνήσεων, ακαδημαϊκών, επιχειρήσεων και της κοινωνίας των πολιτών. Η ανάπτυξη κανονιστικών πλαισίων, η προώθηση της διαφάνειας στους αλγορίθμους, και η ευαισθητοποίηση του κοινού για τις επιπτώσεις της ΤΝ είναι απαραίτητες για την εξασφάλιση μιας δίκαιης και υπεύθυνης χρήσης της τεχνολογίας.

### ***2.1.2. Η ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαίδευση***

Η ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης (ΤΝ) στην εκπαίδευση έχει φέρει επανάσταση στον τρόπο διδασκαλίας και μάθησης. Οι εφαρμογές της ΤΝ στην εκπαίδευση

περιλαμβάνουν μια σειρά από τεχνολογίες που προσφέρουν σημαντικά οφέλη στους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς.

Οι πρώτες εκπαιδευτικές εφαρμογές της TN εμφανίστηκαν τη δεκαετία του 1960 και του 1970, με την ανάπτυξη συστημάτων όπως το PLATO (Programmed Logic for Automated Teaching Operations), το οποίο αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο του Ιλινόις και χρησιμοποιήθηκε για τη διδασκαλία και την αξιολόγηση μαθητών μέσω υπολογιστών ενώ βοήθησε και στη διαμόρφωση των σύγχρονων ITS (Hinojo-Lucena et al., 2019).

Κατά τη δεκαετία του 1980 και του 1990, στα πλαίσια εξέλιξης των ήδη υπάρχουσών τεχνολογιών, γίνονται προσπάθειες με τα Intelligent Tutoring Systems (ITS, Ευφυή Συστήματα Διδασκαλίας), να προσαρμόζουν τις δραστηριότητες διδασκαλίας στις ατομικές ανάγκες των μαθητών (Pratama et al., 2023). Τα ITS είναι συστήματα που συλλέγουν δεδομένα σχετικά με την απόδοση των μαθητών σε πραγματικό χρόνο και χρησιμοποιούν αλγόριθμους μηχανικής μάθησης, για να αναλύσουν αυτά τα δεδομένα. Με βάση την ανάλυση, τα ITS μπορούν να παρέχουν προσαρμοσμένες δραστηριότητες, ανατροφοδότηση και συμβουλές, βοηθώντας τους μαθητές να κατανοήσουν δύσκολες έννοιες και να βελτιώσουν τις επιδόσεις τους (Gobert et al., 2020).

Στα πλαίσια της εξατομικευμένης διδασκαλίας, η προσαρμογή στις ανάγκες κάθε μαθητή του δίνει τη δυνατότητα να προχωρά κατ' ουσίαν με τον δικό τους ρυθμό (Pratama et al., 2023). Από τα πιο σημαντικά οφέλη αξιοποίησης των ITS στην εκπαιδευτική διαδικασία θεωρείται η παροχή άμεσης ανατροφοδότησης στους μαθητές, βοηθώντας τους να κατανοήσουν τα λάθη τους και να μάθουν από αυτά (Dempere et al., 2023). Ένα σύστημα ITS που χρησιμοποιεί TN για να παρέχει εξατομικευμένη μαθηματική διδασκαλία είναι το Carnegie Learning. Το σύστημα αυτό προσαρμόζει τις ασκήσεις και τις δραστηριότητες με βάση τις ανάγκες και τις επιδόσεις των μαθητών, παρέχοντας άμεση ανατροφοδότηση και υποστήριξη. Όσον αφορά στους εκπαιδευτικούς αξίζει να αναφερθεί η αποτελεσματική χρήση του χρόνου. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να αφιερώσουν περισσότερο χρόνο σε δημιουργικές δραστηριότητες με τους μαθητές στους στην τάξη αλλά να υποστηρίξουν μαθητές σε επίπεδο διδασκαλίας 1:1, αξιοποιώντας ITS κατά την καθημερινή διδασκαλία και αξιολόγηση (Pratama et al., 2023).

Κατά τη δεκαετία του 2000, όπως αναφέρθηκε, τα συστήματα TN μπορούσαν να αναλύουν μεγάλο όγκο δεδομένων και να προσαρμόζουν τη διδασκαλία με βάση τις επιδόσεις των μαθητών (Zhuang et al., 2017). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η παροχή εξατομικευμένης διδασκαλίας σε πραγματικό χρόνο, από το σύστημα Knewton χρησιμοποιώντας αλγορίθμους. Το Knewton<sup>12</sup> αναπτύχθηκε το 2008 από τον Jose Ferreira και μια ομάδα συνεργατών στη Νέα Υόρκη. Πρόκειται για μία πλατφόρμα, που χρησιμοποιώντας αλγορίθμους μηχανικής μάθησης, παρέχει εξατομικευμένη διδασκαλία σε μαθητές. Αναλύει τις επιδόσεις των χρηστών σε πραγματικό χρόνο και προσαρμόζει το εκπαιδευτικό περιεχόμενο και τις ασκήσεις στις ατομικές τους ανάγκες, βοηθώντας τους να επιτύχουν τους μαθησιακούς τους στόχους. Χρησιμοποιείται σε σχολεία, πανεπιστήμια και πλατφόρμες online εκπαίδευσης.

Πέρα από τα ITS, εκπαιδευτικές τεχνολογίες χρησιμοποιούν TN για να βελτιώσουν τη μαθησιακή διαδικασία. Αυτές οι τεχνολογίες περιλαμβάνουν πλατφόρμες e-learning, εργαλεία ανάλυσης δεδομένων για εκπαιδευτικούς και εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας (AR) και εικονικής πραγματικότητας (VR) (Zhang & Begum, 2021). Τα τελευταία χρόνια η πρόοδος στο επιστημονικό πεδίο της TN είχε σαν αποτέλεσμα τη συμβολή εφαρμογών TN στην εξατομικευμένη μάθηση και την προσαρμοστική αξιολόγηση. Εφαρμογές όπως το Coursera<sup>13</sup>, χρησιμοποιούν αλγορίθμους βαθύτερης μάθησης για να προσφέρουν εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες. Πρόκειται για μια πλατφόρμα e-learning που χρησιμοποιεί TN, για να προσφέρει εξατομικευμένες προτάσεις μαθημάτων και να παρακολουθεί την πρόοδο των μαθητών. Ιδιαίτερα χρήσιμα είναι τα εργαλεία ανάλυσης που παρέχονται μέσω της πλατφόρμας στους εκπαιδευτικούς. Η χρήση της εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας έχει αλλάξει επαναστατικά την εκπαιδευτική καθημερινότητα, καθώς επιτρέπει τη δημιουργία διαδραστικών και ελκυστικών περιβαλλόντων μάθησης (Reiners et al., 2021). Μια πλατφόρμα που χρησιμοποιεί AR και

---

<sup>12</sup> <https://support.knewton.com/s/>

<sup>13</sup> <https://www.coursera.org/>

VR για να δημιουργήσει διαδραστικά μαθησιακά περιβάλλοντα είναι το zSpace<sup>14</sup>. Οι μαθητές μπορούν να εξερευνήσουν εικονικά αντικείμενα και περιβάλλοντα, ενισχύοντας την κατανόηση των μαθησιακών αντικειμένων.

## 2.2. Αξιοποίηση της TN στην εκπαίδευση

Οι τεχνολογίες που ενσωματώνουν TN και χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση περιλαμβάνουν μια ποικιλία εφαρμογών και εργαλείων, που στοχεύουν στη βελτίωση της ποιότητας της διδασκαλίας και της μάθησης. Η κατηγοριοποίηση αυτών των τεχνολογιών μπορεί να γίνει σε διάφορους τομείς, καθένας από τους οποίους έχει τη δική του σημασία και εφαρμογή στην εκπαιδευτική πράξη. Τα έξυπνα εκπαιδευτικά συστήματα, τα συστήματα καθοδήγησης και τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων μπορούν να υποστηρίξουν την εκπαιδευτική διαδικασία σε πολλές φάσεις της, ενώ η επαυξημένη και εικονική πραγματικότητα να προσφέρουν νέες, καθηλωτικές εμπειρίες μάθησης (Horcan et al., 2023).

### 2.2.1. Έξυπνα Εκπαιδευτικά Συστήματα (*Intelligent Tutoring Systems - ITS*)

Τα Έξυπνα Εκπαιδευτικά Συστήματα είναι λογισμικά που χρησιμοποιούν τεχνολογίες TN, για να παρέχουν εξατομικευμένες οδηγίες και ανατροφοδότηση στους μαθητές (Bradáč & Kostolányová, 2017). Τα ITS χρησιμοποιούν αλγορίθμους μηχανικής μάθησης και τεχνικές ανάλυσης δεδομένων, για να κατανοήσουν τις ατομικές ανάγκες των μαθητών, να αναλύσουν την πρόδό τους και να προσαρμόσουν τη διδασκαλία ανάλογα με τις ανάγκες και τις ικανότητές τους. Τα ITS μπορούν να παρέχουν άμεση ανατροφοδότηση, ενθαρρύνοντας τους μαθητές να βελτιώνουν τις επιδόσεις τους και να επιτυγχάνουν τους μαθησιακούς στόχους τους. Η αξία ενσωμάτωσης των ITS στην εκπαιδευτική πράξη βρίσκεται στη δυνατότητα προσαρμογής της διδασκαλίας σε πραγματικό χρόνο, με αποτέλεσμα την ενίσχυση της κατανόησης και τη βελτίωση της επίδοσης των μαθητών.

Η συλλογή και ανάλυση δεδομένων, η προσαρμογή της διδασκαλίας αλλά και η παροχή ανατροφοδότησης περιγράφουν τον τρόπο λειτουργίας των ITS (Mousavinasab et al., 2018). Τα συστήματα αυτά συλλέγουν δεδομένα σχετικά με την απόδοση των μαθητών

---

<sup>14</sup> <https://zspace.com/>

(απαντήσεις σε ασκήσεις, απαιτούμενος χρόνος ολοκλήρωσης ανά δραστηριότητα, διακοπή για διάλειμμα, λάθη σε κουίζ ή εργασίες, ταχύτητα ολοκλήρωσης δοκιμασιών). Τα χρήσιμα αυτά δεδομένα συλλέγονται μάλιστα σε πραγματικό χρόνο, καθώς οι μαθητές χρησιμοποιούν το σύστημα. Έπειτα τα δεδομένα αναλύονται, χρησιμοποιώντας αλγορίθμους μηχανικής μάθησης, για να καταστεί δυνατός ο εντοπισμός μοτίβων και τάσεων. Μέσω των αλγορίθμων μπορούν να εντοπίσουν έννοιες ή σημεία που οι μαθητές έχουν κατανοήσει, γνωστικά αντικείμενα στα οποία ακόμα δυσκολεύονται και να προσδιορίσουν τομείς και θεματικές που χρειάζονται περαιτέρω εξάσκηση ή εμβάθυνση.

Για τις παραπάνω διαδικασίες αξιοποιούνται τρεις βασικές κατηγορίες αλγορίθμων (Bradáč & Kostolányová, 2017):

- Αλγόριθμοι Μηχανικής Μάθησης: Χρησιμοποιούνται για την ανάλυση των δεδομένων και την πρόβλεψη των αναγκών των μαθητών. Παραδείγματα τέτοιων αλγορίθμων αποτελούν τα νευρωνικά δίκτυα, οι μηχανές υποστήριξης διανύσματος (SVM) και τα δέντρα αποφάσεων.
- Αλγόριθμοι Προσαρμοστικής Μάθησης: Προσαρμόζουν το εκπαιδευτικό περιεχόμενο σε πραγματικό χρόνο με βάση την απόδοση των μαθητών. Για την εκτίμηση του βαθμού κατανόησης από τον μαθητή χρησιμοποιούνται τεχνικές όπως Bayesian Knowledge Tracing ή Item Response Theory.
- Αλγόριθμοι Σύστασης: Χρησιμοποιούνται για να προτείνουν στους μαθητές το επόμενο βήμα στη μαθησιακή τους πορεία. Οι αλγόριθμοι αυτοί βασίζονται σε μοτίβα μάθησης προηγούμενων μαθητών και σε δεδομένα από την τρέχουσα χρήση.

Με βάση την ανάλυση των δεδομένων, τα ITS προχωρούν στην εξατομίκευση του εκπαιδευτικού περιεχομένου (Mousavinasab et al., 2018). Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την παροχή επιπλέον ασκήσεων σε τομείς που ο μαθητής δυσκολεύεται, την παροχή ανατροφοδότησης και συμβουλών ή την αλλαγή του επιπέδου δυσκολίας των ασκήσεων. Τέλος, η παροχή άμεσης ανατροφοδότησης στους μαθητές για τις επιδόσεις τους αποτελεί σημαντικό στοιχείο, επειδή ακριβώς είναι εξατομικευμένη και σχεδιασμένη να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν τα λάθη τους και να βελτιώσουν τις επιδόσεις τους.



Παραδείγματα ITS που αξιοποιούνται στην εκπαίδευση είναι το Knewton, το Carnegie Learning και το DreamBox. Το Carnegie Learning προσφέρει εκπαιδευτικά προγράμματα που χρησιμοποιούν τεχνολογίες TN για τη διδασκαλία μαθηματικών. Το σύστημα προσαρμόζει τις ασκήσεις και τις δραστηριότητες με βάση τις ανάγκες και τις επιδόσεις των μαθητών, παρέχοντας εξατομικευμένη ανατροφοδότηση και υποστήριξη.

Τα ITS βελτιώνουν σημαντικά την ποιότητα της διδασκαλίας και της μάθησης, επιτρέποντας στους μαθητές να αναπτύξουν τις δεξιότητές τους και να επιτύχουν τους μαθησιακούς τους στόχους με πιο αποδοτικό και αποτελεσματικό τρόπο. Η εξατομικευμένη προσέγγιση όχι μόνο βελτιώνει τις επιδόσεις των μαθητών αλλά και ενισχύει την αυτοπεποίθησή τους και το ενδιαφέρον τους για τη μάθηση.

### ***2.2.2. Συστήματα Καθοδήγησης (Guidance Systems-GS)***

Τα Συστήματα Καθοδήγησης χρησιμοποιούν τεχνολογίες TN και ανάλυση δεδομένων, παρέχουν εξατομικευμένες συμβουλές και καθοδήγηση στους μαθητές (Ng et al., 2023). Τα συστήματα αυτά βοηθούν ουσιαστικά τους μαθητές να επιλέξουν τις κατάλληλες εκπαιδευτικές διαδρομές, να αναπτύξουν τις απαραίτητες δεξιότητες και να επιτύχουν τους στόχους τους. Ο τρόπος λειτουργίας τους είναι παρόμοιος με των ITS.

Τα συστήματα καθοδήγησης συλλέγουν δεδομένα από διάφορες πηγές, όπως τις επιδόσεις, τα ενδιαφέροντα, τις προτιμήσεις, τις δραστηριότητες εκτός σχολείου και τις προσωπικές φιλοδοξίες (Ng et al., 2023). Αυτά τα δεδομένα μπορεί να περιλαμβάνουν βαθμούς, αποτελέσματα τεστ, συμμετοχές σε εξωσχολικές δραστηριότητες και άλλες σχετικές πληροφορίες. Στη συνέχεια πραγματοποιείται η ανάλυση των δεδομένων με τη χρήση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης και τεχνικές ανάλυσης δεδομένων για τον εντοπισμό μοτίβων και τάσεων. Η ανάλυση αυτή βοηθά στην κατανόηση των αναγκών και των δυνατοτήτων των μαθητών, καθώς και στον εντοπισμό των γνωστικών περιοχών που χρειάζονται βελτίωση ή περαιτέρω ανάπτυξη.

Στη συνέχεια, τα GS προσαρμόζουν τις συμβουλές και τις οδηγίες που παρέχουν στους μαθητές. Οι συμβουλές αυτές μπορεί να περιλαμβάνουν προτάσεις για συγκεκριμένα μαθήματα, δραστηριότητες, προγράμματα σπουδών ή ακόμα και επαγγελματικές κατευθύνσεις (Tahiru, 2021). Τα Συστήματα Καθοδήγησης δίνουν τη δυνατότητα για την

παροχή εξατομικευμένων συμβουλών μέσω διαδραστικών πλατφορμών, που επιτρέπουν στους μαθητές να λαμβάνουν ενημερωμένες αποφάσεις για τη μαθησιακή και επαγγελματική τους πορεία. Η συμβουλευτική μπορεί να γίνεται μέσω διαδραστικών εργαλείων, ηλεκτρονικών μηνυμάτων ή ακόμα και μέσω προσωπικών συνεδριών με συμβούλους.

Αξίζει να αναφερθούν το Naviance, το Edmentum και το Career Cruising ως παραδείγματα GS που χρησιμοποιούνται στην εκπαιδευτική καθημερινότητα. Το Naviance είναι μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα, που βοηθά τους μαθητές στον προγραμματισμό της μαθησιακής τους πορείας αλλά και στη λήψη αποφάσεων για τη μελλοντική τους καριέρα. Χρησιμοποιεί ανάλυση δεδομένων για την παροχή αυτών των εξατομικευμένων συμβουλών, προσφέροντας και εξατομικευμένες «λύσεις», όπως προτάσεις για πανεπιστήμια, κολέγια, και επαγγελματικές ευκαιρίες που ταιριάζουν στα ενδιαφέροντα και τις δεξιότητές τους (Ng et al., 2023).

Το Edmentum προσφέρει κι αυτό με τη σειρά του εξατομικευμένες «λύσεις» μάθησης και καθοδήγηση στους μαθητές. Η πλατφόρμα, χρησιμοποιώντας τεχνολογίες TN, μπορεί να αναλύσει τις ακαδημαϊκές επιδόσεις των μαθητών και να προτείνει κατάλληλα προγράμματα σπουδών, μαθήματα και δραστηριότητες, προσανατολισμένα στην επίτευξη των εκπαιδευτικών τους στόχων. Το Edmentum διαθέτει, επίσης, εργαλεία για την παρακολούθηση της προόδου των μαθητών και την ανάλογη προσαρμογή των συμβουλών. Τέλος, η πλατφόρμα Career Cruising βοηθά τους μαθητές να εξερευνήσουν διάφορες επαγγελματικές διαδρομές και να σχεδιάσουν την καριέρα τους. Χρησιμοποιεί ανάλυση δεδομένων για να παρέχει συμβουλές για τις επαγγελματικές επιλογές και τα βήματα, που πρέπει να ακολουθήσουν οι μαθητές, για να επιτύχουν τους επαγγελματικούς τους στόχους.

Η εξατομικευμένη καθοδήγηση που παρέχεται μέσω των GS δίνει την ευκαιρία στους εκπαιδευόμενους να αξιοποιήσουν πλήρως τις δυνατότητές τους, να αναπτύξουν τις δεξιότητές τους και να επιτύχουν τους στόχους τους με μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση και αποτελεσματικότητα.

### ***2.2.3. Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (Decision Support Systems-DSS)***

Τα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων βοηθούν τους εκπαιδευτικούς και τα στελέχη εκπαίδευσης στη λήψη καλύτερων αποφάσεων βάσει δεδομένων. Τα συστήματα αυτά συλλέγουν, επεξεργάζονται και αναλύουν μεγάλο όγκο δεδομένων, με σκοπό να παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της διαχείρισης των σχολείων και της ποιότητας της διδασκαλίας (Hong Yun et al., 2022). Η λειτουργία τους βασίζεται σε τεχνικές ανάλυσης δεδομένων και μηχανικής μάθησης.

Η Εξόρυξη Δεδομένων (Data Mining) αξιοποιείται για την ανακάλυψη μοτίβων και σχέσεων μέσα από μεγάλα σύνολα δεδομένων (Padovano & Cardamone, 2024). Τα δεδομένα μπορεί να προέρχονται από ακαδημαϊκές επιδόσεις, απουσίες, συμπεριφορές μαθητών και άλλες πηγές. Οι εφαρμογές Data Mining συμβάλουν στον εντοπισμό περιπτώσεων μαθητών που ενδέχεται να αποτύχουν σε γραπτές δοκιμασίες ή στις εξετάσεις ή να εγκαταλείψουν την υποχρεωτική φοίτηση, επιτρέποντας έτσι την έγκαιρη παρέμβαση και διαχείριση αυτών των περιπτώσεων (Hrastinski et al., 2019). Επίσης, η Ανάλυση Προγνωστικών Μοντέλων (Predictive Modeling), με τη χρήση τεχνικών μηχανικής μάθησης, δίνει τη δυνατότητα πρόβλεψης μελλοντικών τάσεων και αποτελεσμάτων βάσει ιστορικών δεδομένων, όπως είναι η πρόβλεψη της επίδοσης των μαθητών ή ο εντοπισμός τάσης για την επιλογή ενός μαθήματος ή την πραγματοποίηση απουσιών (Ongsulee, 2017). Τα Προγνωστικά Μοντέλα, λοιπόν, συμβάλουν και αυτά στη λήψη στρατηγικών αποφάσεων για τη βελτίωση της διδασκαλίας και της διοίκησης στον χώρο της εκπαίδευσης.

Ακόμη, μέσω της Ανάλυσης Κειμένου (Text Analysis) από τα DSS γίνεται δυνατή η ανάλυση μη δομημένων δεδομένων, όπως είναι τα σχόλια των εκπαιδευτικών, αξιολογήσεις από ομότιμους αλλά και ερωτηματολόγια (Hong Yun et al., 2022). Η ανάλυση αυτή μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στην κατανόηση των συναισθημάτων και των προοπτικών των μαθητών και των εκπαιδευτικών, παρέχοντας κατ' επέκταση πολύτιμες πληροφορίες για τη βελτίωση της εκπαιδευτικής εμπειρίας συνολικά. Ιδιαίτερα αξιόλογη κρίνεται η δυνατότητα Οπτικοποίησης Δεδομένων (Data Visualization) που παρέχουν (Dai et al., 2023). Επειδή ακριβώς χρησιμοποιούνται γραφικά εργαλεία για την παρουσίαση δεδομένων, διευκολύνεται η κατανόηση και η ανάλυση. Οι οπτικοποιήσεις δεδομένων δείχνουν να

βοηθούν τους εκπαιδευτικούς και τους διαχειριστές να εντοπίζουν γρήγορα τάσεις και κρίσιμα σημεία, μέσα από διαγράμματα, γραφήματα και πίνακες εργαλείων, που δείχνουν την πρόοδο των μαθητών, τις συμμετοχές σε δραστηριότητες ή μαθήματα, κα.

Το Power School, για παράδειγμα, είναι μια ολοκληρωμένη εκπαιδευτική πλατφόρμα διαχείρισης, που χρησιμοποιεί τεχνικές ανάλυσης δεδομένων για να βοηθήσει τους διαχειριστές και τους εκπαιδευτικούς να λαμβάνουν καλύτερες αποφάσεις (Shafique et al., 2023). Η πλατφόρμα προσφέρει εργαλεία για την παρακολούθηση των ακαδημαϊκών επιδόσεων, τη διαχείριση των απουσιών και την αξιολόγηση των μαθητών. Μέσω της οπτικοποίησης δεδομένων και των προγνωστικών μοντέλων, το Power School βοηθά στη βελτίωση της διδασκαλίας και της διοίκησης των σχολείων. Το Bright Bytes είναι ένα ακόμη εργαλείο ανάλυσης δεδομένων, που συγκεντρώνει και αναλύει δεδομένα από διάφορες πηγές. Η πλατφόρμα χρησιμοποιεί τεχνικές εξόρυξης δεδομένων και ανάλυσης προγνωστικών μοντέλων, για να εντοπίσει περιοχές που χρειάζονται βελτίωση και να προτείνει στρατηγικές για την ενίσχυση της επίδοσης των μαθητών. Οι οπτικοποιήσεις δεδομένων του Bright Bytes επιτρέπουν στους χρήστες να κατανοούν εύκολα τις πληροφορίες και να λαμβάνουν έπειτα τεκμηριωμένες αποφάσεις (Padovano & Cardamone, 2024).

Τα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων βελτιώνουν σημαντικά την εκπαιδευτική διαδικασία, παρέχοντας σε εκπαιδευτικούς και σε στελέχη εκπαίδευσης τα απαραίτητα εργαλεία για να λάβουν τις βέλτιστες αποφάσεις. Με την ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων και την παροχή προγνωστικών μοντέλων και οπτικοποιήσεων, αυτά τα συστήματα συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας της διδασκαλίας, της αποτελεσματικής διαχείρισης της τάξης αλλά και των σχολικών μονάδων και της ακαδημαϊκής επιτυχίας των μαθητών.

#### ***2.2.4. Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality - AR) και Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality - VR)***

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) και η Εικονική Πραγματικότητα (VR) είναι δύο καινοτόμες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο σήμερα στην εκπαίδευση (Reiners et al., 2021). Οι τεχνολογίες αυτές ενσωμάτωσαν πολύ γρήγορα

τεχνολογίες TN επιτρέποντας την άμεση εφαρμογή τους στην εκπαιδευτική καθημερινότητα, προκειμένου οι μαθητές να αλληλεπιδρούν με το εκπαιδευτικό υλικό σε πραγματικό χρόνο και προσφέροντας μια πιο καθηλωτική και διαδραστική εμπειρία μάθησης και ενισχύοντας παράλληλα το ενδιαφέρον τους. Οι μαθησιακές αυτές εμπειρίες δε θα ήταν δυνατές στα πλαίσια διδασκαλίας σε μια παραδοσιακή τάξη.

Η προστιθέμενη αξία των τεχνολογιών αυτών διαφαίνεται από τις χρήσεις τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα προσθέτει ψηφιακά στοιχεία στο φυσικό περιβάλλον, επιτρέποντας στους μαθητές να αλληλεπιδρούν με το εκπαιδευτικό υλικό σε πραγματικό χρόνο. Χρησιμοποιώντας συσκευές όπως smartphones, tablets ή ειδικά γυαλιά AR, οι μαθητές μπορούν να δουν ψηφιακές αναπαραστάσεις που επικαλύπτονται στον πραγματικό κόσμο (Reiners et al., 2021). Επιτυγχάνεται με αυτόν τον τρόπο πιο άμεσα η κατανόηση δυσνόητων εννοιών ή πολύπλοκων θεμάτων, όπως η ανατομία του ανθρώπινου σώματος, οι επιστημονικές έννοιες και η γεωγραφία, προσφέροντας τρισδιάστατες αναπαραστάσεις και διαδραστικά στοιχεία. Επίσης, μέσω των AR τεχνολογιών οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να δημιουργήσουν ψηφιακά μοντέλα και να αλληλεπιδρούν με προσομοιώσεις, που τους επιτρέπουν να δουν την πραγματική λειτουργία αντικειμένων, οργανισμών ή την εξέλιξη φαινομένων. Το αποτέλεσμα είναι η μάθηση με τη χρήση διαδραστικών εφαρμογών AR να γίνεται πιο ελκυστική και διασκεδαστική, αυξάνοντας την εμπλοκή των μαθητών και το ενδιαφέρον τους.

Η Εικονική Πραγματικότητα δημιουργεί πλήρως καθηλωτικά, τρισδιάστατα περιβάλλοντα στα οποία οι μαθητές μπορούν να εισέλθουν και να αλληλεπιδράσουν μέσω ειδικών γυαλιών VR και χειριστηρίων (Kaviyaraj & Uma, 2021). Αυτά τα περιβάλλοντα επιτρέπουν στους μαθητές να εξερευνούν εικονικούς κόσμους και να αποκτούν εμπειρίες που δεν είναι δυνατές με την παραδοσιακή διδασκαλία. Η VR επιτρέπει στους μαθητές να εξερευνούν ιστορικά γεγονότα, επιστημονικά φαινόμενα και άλλα εκπαιδευτικά περιεχόμενα μέσω εικονικών ταξιδιών και προσομοιώσεων, προσφέροντας μια πιο βαθιά κατανόηση των θεμάτων αυτών. Μαθητές και μαθήτριες μπορούν ακόμη να συμμετέχουν σε προσομοιώσεις που αναπαριστούν πραγματικές συνθήκες, όπως η εκπαίδευση σε καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης, η εξερεύνηση διαστημικών αποστολών ή η συμμετοχή σε εικονικές επιστημονικές έρευνες. Αυτή η «βύθιση» σε εικονικά περιβάλλοντα προσφέρει

μια ξεχωριστή εμπειρία μάθησης, ενθαρρύνοντας την εξερεύνηση και ενισχύοντας την πιο ενεργή συμμετοχή των μαθητών.

Οι εφαρμογές AR και VR που αξιοποιούνται είναι πάρα πολλές. Αξίζει να αναφερθούμε στο Quiver και στο Anatomy 4D αλλά αντίστοιχα και στο Google Expeditions και το zSpace (Reiners et al., 2021). Το Quiver επιτρέπει στους μαθητές να βλέπουν τις ζωγραφιές τους να ζωντανεύουν μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας. Οι μαθητές μπορούν να χρωματίσουν ειδικά σχέδια και στη συνέχεια να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή Quiver, για να δουν τα σχέδια τους να μετατρέπονται σε τρισδιάστατα κινούμενα μοντέλα. Αυτό ενισχύει τη δημιουργικότητα και την αλληλεπίδραση των μαθητών με το εκπαιδευτικό υλικό. Η εφαρμογή Anatomy 4D χρησιμοποιεί AR για να παρέχει μια διαδραστική εμπειρία μάθησης στην ανατομία του ανθρώπινου σώματος. Οι μαθητές μπορούν να εξερευνήσουν λεπτομερείς τρισδιάστατες αναπαραστάσεις του ανθρώπινου σώματος, να δουν τα διάφορα όργανα και συστήματα και να μάθουν πώς λειτουργούν στην πραγματικότητα.

Το Google Expeditions<sup>15</sup> αποτελεί μια εκπαιδευτική πλατφόρμα VR που επιτρέπει στους μαθητές να κάνουν εικονικές εκδρομές σε διάφορα μέρη του κόσμου, όπως ιστορικά μνημεία, φυσικά τοπία και επιστημονικά εργαστήρια. Χρησιμοποιώντας VR γυαλιά, οι μαθητές μπορούν να εξερευνούν αυτά τα μέρη σε τρισδιάστατα περιβάλλοντα, συμμετέχοντας σε μια ξεχωριστή μαθησιακή εμπειρία. Το zSpace είναι μια άλλη πλατφόρμα VR που επιτρέπει στους μαθητές να αλληλεπιδρούν με τρισδιάστατα εκπαιδευτικά περιεχόμενα. Οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν ειδικά γυαλιά και χειριστήρια για να εξερευνήσουν επιστημονικές έννοιες βιολογίας, χημείας και φυσικής, μέσα από εικονικά εργαστήρια και προσομοιώσεις.

Η χρήση των τεχνολογιών AR και VR στην εκπαίδευση προσφέρει μοναδικές ευκαιρίες για την αναβάθμιση της μαθησιακής διαδικασίας, την ενίσχυση της κατανόησης,

---

<sup>15</sup> <https://sites.google.com/view/virtuarealities/vr-resources/google-expeditions>

την αύξηση του ενδιαφέροντος και την εμπλοκή των μαθητών, καθώς δημιουργούν νέους τρόπους για την εξερεύνηση και την ανακάλυψη της γνώσης.

Η σημασία όλων των παραπάνω τεχνολογιών έγκειται στην ικανότητά τους να παρέχουν εξατομικευμένη, διαδραστική και αποδοτική μάθηση, ενισχύοντας την κατανόηση και την εμπλοκή των μαθητών. Με την ενσωμάτωση στοιχείων ΤΝ στην εκπαιδευτική διαδικασία, οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν τις δεξιότητές τους και να επιτύχουν τους μαθησιακούς τους στόχους με πιο αποδοτικό και αποτελεσματικό τρόπο. Αυτό σημαίνει ότι βελτιώνονται σημαντικά τόσο η ποιότητα της διδασκαλίας αλλά και της μάθησης.

## ΜΕΡΟΣ Β΄



### 3. Μεθοδολογία

Ενώ υπάρχουν πολλές αναλύσεις βιβλιογραφίας στην ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης (TN) στην εκπαίδευση, η ανάλυση περιεχομένου καθίσταται πλέον σημαντική, διότι επιτρέπει την εις βάθος κατανόηση των ποιοτικών πτυχών αυτής της ενσωμάτωσης. Μέσω της ανάλυσης περιεχομένου, οι ερευνητές μπορούν να αποκαλύψουν τις υποκείμενες ιδέες, αντιλήψεις, και προκλήσεις που περιγράφονται στη βιβλιογραφία, εξετάζοντας πώς οι θεωρητικές προσεγγίσεις και οι πρακτικές εφαρμογές διαμορφώνονται και εξελίσσονται. Αυτή η ποιοτική διάσταση είναι κρίσιμη για την αναγνώριση των πραγματικών επιπτώσεων της TN στην εκπαιδευτική διαδικασία, καθώς και για την κατανόηση των διαφορών μεταξύ των προτεινόμενων και των πραγματικών αποτελεσμάτων στην εκπαιδευτική πράξη.

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, η συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε με βάση το πρωτόκολλο PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses). Το πρωτόκολλο, αναπτύχθηκε το 2005 στα πλαίσια μια επιστημονικής συνάντησης στον Καναδά και συνιστά μια εξέλιξη του πρωτόκολλου QUOROM (Quality of Reporting of Meta-analyses) το οποίο εστιάζοταν αποκλειστικά στο πρακτικό κομμάτι της συστηματικής ανασκόπησης, αυτό της μετα-ανάλυσης. Η διαδικασία η οποία ακολουθείται συντελείται βάσει κριτηρίων που έχουν καθοριστεί εκ των προτέρων και περνάει από μια σειρά τεσσάρων διακριτών σταδίων (Identification, Screening, Eligibility, Inclusion). Στην παρούσα εργασία, το πρωτόκολλο PRISMA συνδυάστηκε με τεχνικές ανάλυσης περιεχομένου, προκειμένου να διασφαλιστεί μια ολοκληρωμένη και συστηματική προσέγγιση στην ανασκόπηση της βιβλιογραφίας. Ο συνδυασμός αυτός επιτρέπει τη δομημένη επιλογή και αξιολόγηση των σχετικών μελετών, ενώ παράλληλα διευκολύνει την εις βάθος ανάλυση των θεμάτων που εξετάζονται.

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας αξιοποιήθηκε ως μέθοδος προσέγγισης η βιβλιομετρική ανάλυση μεταδεδομένων, η οποία τροποποιήθηκε βάσει της μεθοδολογίας των Prahani et al. (2022) και προσαρμόστηκε κατάλληλα προκειμένου να καταστεί δυνατή η αποτελεσματικότερη ανάλυση των δεδομένων. Στο άρθρο τους, οι Prahani et al. (2022), ανέλυσαν τις 100 κορυφαίες δημοσιεύσεις του Scopus (δηλ., τις δημοσιεύσεις με την υψηλότερη απήχηση) σχετικές με την επίδραση της ψηφιακής μάθησης στο αντικείμενο των φυσικών επιστημών. Η μεθοδολογία που ανέπτυξαν στηρίχθηκε στην αναζήτηση με λέξεις

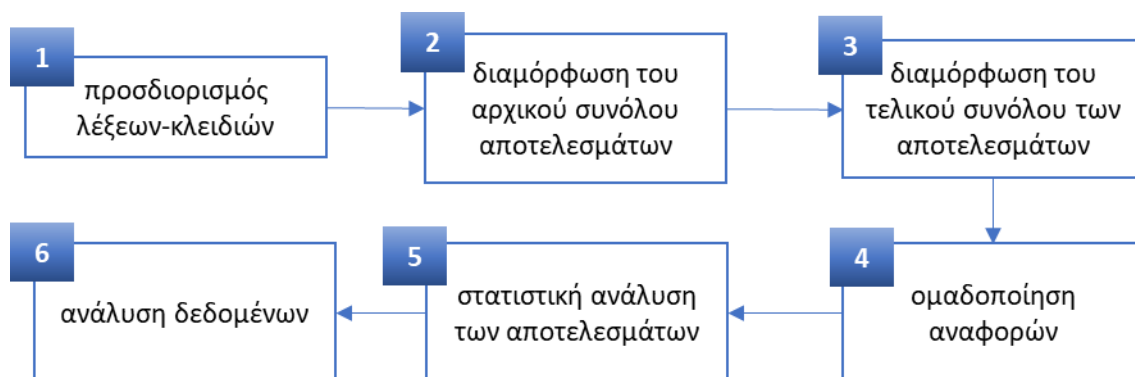
κλειδιά για τον προσδιορισμό των συναφών δημοσιεύσεων και, στη συνέχεια, τη χρήση των εργαλείων της βάσης Scopus καθώς και εργαλεία ανάλυσης περιεχομένου (ανάλυση μεταδεδομένων) προκειμένου να προσδιοριστούν τα πεδία έρευνας με το υψηλότερο ενδιαφέρον.

Η βιβλιομετρική ανάλυση μεταδεδομένων αποτελεί μια σημαντική μέθοδο που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της επιστημονικής παραγωγής και τη χαρτογράφηση της γνώσης σε διάφορους τομείς. Η βιβλιομετρική ανάλυση σε συνδυασμό με την ανάλυση περιεχομένου προσφέρει μια πλήρη εικόνα της ερευνητικής δραστηριότητας, επιτρέποντας την αναγνώριση των πιο σημαντικών και επίκαιρων ζητημάτων που απασχολούν την ερευνητική κοινότητα. Ειδικότερα, η μελέτη είναι σημαντική διότι:

- Προσδιορίζονται οι κύριες ερευνητικές τάσεις, οι οποίες αναμένεται να εφαρμοστούν στο εγγύς μέλλον: Η βιβλιομετρική ανάλυση επιτρέπει την ποσοτική εκτίμηση των ερευνητικών τάσεων, εντοπίζοντας τα πιο συχνά αναφερόμενα άρθρα, συγγραφείς, περιοδικά και θεματικές περιοχές. Μπορεί να αποκαλύψει ποιες θεματικές έχουν τραβήξει την περισσότερη προσοχή με την πάροδο του χρόνου, και ποιοι ερευνητές ή έργα έχουν τον μεγαλύτερο αντίκτυπο. Η ανάλυση περιεχομένου παρέχει την ποιοτική διάσταση, επιτρέποντας την εμβάθυνση στο τι ακριβώς λέγεται για αυτές τις τάσεις. Μπορεί να αποκαλύψει τους υποκείμενους λόγους για την προσοχή σε συγκεκριμένα θέματα και να αναδείξει τις λεπτομέρειες, τις προοπτικές και τις ερμηνείες που οι ερευνητές θεωρούν σημαντικές.
- Προσδιορίζονται τα ερευνητικά κενά, τα οποία αναμένονται να περιορίσουν την εφαρμοσιμότητα της τεχνολογίας στο εγγύς μέλλον: ενώ η βιβλιομετρική ανάλυση μπορεί να δείξει ποια θέματα έχουν μελετηθεί περισσότερο, η ανάλυση περιεχομένου μπορεί να αποκαλύψει εάν υπάρχουν περιοχές που δεν έχουν εξεταστεί σε βάθος. Αυτό βοηθά τους ερευνητές να εντοπίσουν ερευνητικά κενά και να προτείνουν νέες κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα.
- Εντοπίζονται οι περιοχές αντιπαράθεσης (rival theories): Η ανάλυση περιεχομένου μπορεί να αναδείξει τις κύριες συζητήσεις, διαφωνίες ή καινοτόμες προσεγγίσεις μέσα στην υπάρχουσα βιβλιογραφία. Η ποιοτική ανάλυση του περιεχομένου επιτρέπει την κατανόηση του πώς και γιατί ορισμένα θέματα θεωρούνται αμφιλεγόμενα ή καινοτόμα.

- Αξιολογείται η εξέλιξη της τεχνολογίας: Η βιβλιομετρική ανάλυση μετρά την ποσοτική εξέλιξη των ερευνητικών τάσεων, ενώ η ανάλυση περιεχομένου μπορεί να αξιολογήσει την ποιότητα και την κατεύθυνση της προόδου. Αυτός ο συνδυασμός παρέχει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα της επιστημονικής προόδου σε ένα συγκεκριμένο πεδίο.
- Παρέχεται καθοδήγηση για μελλοντική έρευνα: Οι συνδυασμένες αναλύσεις παρέχουν στους ερευνητές και στους οργανισμούς χρηματοδότησης κατευθυντήριες γραμμές για το πού πρέπει να επικεντρώσουν τις μελλοντικές τους προσπάθειες. Κατανοώντας τόσο τις ποσοτικές τάσεις όσο και τις ποιοτικές λεπτομέρειες, μπορούν να λάβουν πιο ενημερωμένες αποφάσεις για τις στρατηγικές έρευνας και ανάπτυξης.

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε στη βάση δεδομένων Web of Science™, καθώς (α) διαθέτει μεγάλη και τεκμηριωμένη ακαδημαϊκή βάση δεδομένων παγκοσμίως και (β) διαθέτει εργαλεία ανάλυσης (Clarivate Analytics) που επιτρέπουν την αποτελεσματική οπτικοποίηση, παρακολούθηση και ανάλυση των δημοσιεύσεων. Η διαδικασία της έρευνας ακολούθησε πέντε στάδια, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1. Η μεθοδολογία βιβλιομετρικής ανάλυσης μεταδεδομένων για τα προβλήματα και τις ευκαιρίες της ενσωμάτωσης της ΤΝ στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στη βάση Web of Science™ και καλύπτει την περίοδο 1997-2024. Το διάστημα αυτό είναι καίριο για την κατανόηση της πορείας και των προοπτικών της ΤΝ στην εκπαίδευση, καθώς αντικατοπτρίζει τη μετάβαση από τα αρχικά βήματα σε πιο σύνθετες και καινοτόμες εφαρμογές, καλύπτοντας:

- Την περίοδο ανάπτυξης και εξέλιξης της τεχνολογίας: Από το 1997, η τεχνολογία των υπολογιστών και των δικτύων γνώρισε ραγδαία πρόοδο, δημιουργώντας τις προϋποθέσεις για την ανάπτυξη πιο εξελιγμένων και αποδοτικών συστημάτων

τεχνητής νοημοσύνης. Οι βελτιώσεις στην υπολογιστική ισχύ, οι εξελίξεις στους αλγορίθμους μηχανικής μάθησης, και η εκρηκτική αύξηση των δεδομένων έχουν επιτρέψει στην ΤΝ να εισέλθει δυναμικά στην εκπαίδευση.

- Την άνοδο του διαδικτύου και της ψηφιακής εκπαίδευσης: Από τα τέλη της δεκαετίας του 1990 και με την εξάπλωση του διαδικτύου, η ψηφιακή εκπαίδευση και τα ηλεκτρονικά εργαλεία μάθησης άρχισαν να αναπτύσσονται ραγδαία. Η ΤΝ χρησιμοποιήθηκε αρχικά για τη δημιουργία πιο διαδραστικών και εξατομικευμένων εκπαιδευτικών εμπειριών.
- Τα σημαντικά ορόσημα στην ΤΝ: Το 1997, η νίκη του Deep Blue της IBM επί του παγκόσμιου πρωταθλητή στο σκάκι Garry Kasparov έδειξε την ισχύ των υπολογιστικών συστημάτων, σηματοδοτώντας μια νέα εποχή για την ΤΝ. Από τότε, η ΤΝ έκανε τεράστια βήματα προόδου σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένης της εκπαίδευσης.
- Την εισαγωγή εξατομικευμένης μάθησης: Με την είσοδο του 21ου αιώνα, η έμφαση στην εξατομικευμένη μάθηση αυξήθηκε, με τα έξυπνα εκπαιδευτικά συστήματα να χρησιμοποιούν ΤΝ για να προσαρμόζουν την εκπαιδευτική εμπειρία στις ανάγκες κάθε μαθητή.
- Την πανδημία COVID-19 και την ψηφιοποίηση της εκπαίδευσης: Το 2020, η πανδημία COVID-19 επιτάχυνε τη μετάβαση στην ψηφιακή εκπαίδευση. Η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιήθηκε ευρέως για την υποστήριξη της εξ αποστάσεως μάθησης, προσφέροντας προσαρμοσμένη υποστήριξη στους μαθητές, και αναδεικνύοντας νέες εφαρμογές και προοπτικές για την ΤΝ στην εκπαίδευση.
- Τις συνεχιζόμενες εξελίξεις και προκλήσεις: Μέχρι το 2024, η χρήση της ΤΝ στην εκπαίδευση συνεχίζει να εξελίσσεται, με έμφαση στη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, την προώθηση της ισότητας στην εκπαίδευση, και την αντιμετώπιση ηθικών ζητημάτων που σχετίζονται με την τεχνολογία.

Η παρούσα ανασκόπηση διεξήχθη κατά τη χρονική περίοδο Οκτωβρίου 2023-Φεβρουαρίου 2024. Οι λέξεις-κλειδιά που επελέγησαν αφορούσαν το μέσο, την αξιολόγηση, τις αντιλήψεις και το πεδίο εφαρμογής της ΤΝ στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Για τη διαδικασία επιλογής ή απόρριψης ενός ερευνητικού άρθρου, ορίστηκε με συστηματικό

τρόπο μια σειρά κριτηρίων (Πίνακας 1), τα οποία αφορούσαν τα εξής: *γλώσσα συγγραφής, χρονικό εύρος δημοσίευσης, είδος δημοσίευσης, μεθοδολογικό σχεδιασμό, προσβασιμότητα, βαθμίδα/είδος εκπαίδευσης, δείγμα και περιεχόμενο.*

Μετά την εφαρμογή των κριτηρίων και ακολουθώντας τη μεθοδολογία του Σχ. 1, εξετάστηκαν για συμπερίληψη 423 άρθρα<sup>16</sup>, από τα οποία τα 83 αποκλείστηκαν βάση των κριτηρίων. Τελικά επιλέχθηκαν 340 άρθρα τα οποία αναλύθηκαν και κατηγοριοποιήθηκαν. Η αρχική ερώτηση περιείχε τις λέξεις-κλειδιά {primary education, AI}. Προέκυψαν 3.043 αποτελέσματα και 203 κατηγορίες (Web of Science Categories). Διατηρήθηκαν οι κατηγορίες: education, behavior, computer engineering, ethics, linguistics, psychology educational, οι οποίες απέδωσαν 423 papers (αρχικό σύνολο αποτελεσμάτων). Στη συνέχεια, αποκλείστηκαν οι δημοσιεύσεις συνεδρίων (proceeding papers), προκειμένου να αποφευχθούν οι διπλοεγγραφές (καθώς, συνήθως, οι ανακοινώσεις σε συνέδρια δημοσιεύονται και ως ολοκληρωμένα άρθρα), τα άρθρα συντακτών (editorials), τα οποία απλώς εισάγουν στις έννοιες και παρουσιάζουν τις θεματολογίες, τα άρθρα που αποσύρθηκαν (retracted papers) και οι κριτικές βιβλίων (book reviews). Το τελικό σύνολο των αποτελεσμάτων αποτελείται από 340 άρθρα. Σημειώνεται ότι η παρούσα ανάλυση βασίστηκε αποκλειστικά στην κατηγοριοποίηση της βάσης Web of Science<sup>TM</sup> και δεν χρησιμοποιήθηκαν εργαλεία ανάλυσης περιεχομένου.

Από την ομαδοποίηση των αναφορών (χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο της βάσης Web of Science<sup>TM</sup>), δηλαδή στην κατηγοριοποίηση των βιβλιογραφικών αναφορών σε μεσο-επίπεδο (Σχήμα 2), προέκυψε ένα σύνολο 82 θεματικών περιοχών, εκ των οποίων 9 ήταν στατιστικά σημαντικές (κατέγραψαν συχνότητα >2%). Σε μικρο-επίπεδο διατηρήθηκαν οι υπο-κατηγορίες με συχνότητα >3,5%. Από την ομαδοποίηση αναφορών προκύπτουν οι τομείς στους οποίους η TN αναμένεται να έχει την μέγιστη επίπτωση.

---

<sup>16</sup> Τα άρθρα βρίσκονται στο ηλεκτρονικό αποθετήριο: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/summary/e503271e-8267-4f25-922a-ddf99eb726d4-01043a2cfa/relevance/1>

< Back to all filters Export to Excel

Refine by Citation Topics Micro

Search for Citation Topics Micro

Select all Results count ▾

<input type="checkbox"/> 6.317.2518 Sustainable Development	12	<input type="checkbox"/> 6.73.1794 Emotional Intelligence	2	<input type="checkbox"/> 1.52.765 Amyotrophic Lateral Sclerosis	1
<input type="checkbox"/> 1.44.1069 Sibutramine	11	<input type="checkbox"/> 7.121.26 Compressive Strength	2	<input type="checkbox"/> 1.54.1543 Rna-seq	1
<input type="checkbox"/> 6.11.1526 Computational Thinking	10	<input type="checkbox"/> 7.139.89 Gasification	2	<input type="checkbox"/> 1.54.629 Synthetic Biology	1
<input type="checkbox"/> 4.17.128 Deep Learning	9	<input type="checkbox"/> 1.100.375 Alcohol	1	<input type="checkbox"/> 1.54.79 Gene Expression Data	1
<input type="checkbox"/> 4.116.1415 Human-robot Interaction	8	<input type="checkbox"/> 1.102.110 Mesenchymal Stem Cells	1	<input type="checkbox"/> 1.55.299 Peritoneal Dialysis	1
<input type="checkbox"/> 6.3.368 Technology Acceptance Model	7	<input type="checkbox"/> 1.108.2306 Zebrafish	1	<input type="checkbox"/> 1.55.352 Chronic Kidney Disease	1
<input type="checkbox"/> 1.136.283 Autism	6	<input type="checkbox"/> 1.111.162 Hepatocellular Carcinoma	1	<input type="checkbox"/> 1.6.1021 Natural Killer Cells	1
<input type="checkbox"/> 1.7.203 Visual Cortex	6	<input type="checkbox"/> 1.112.161 Dementia Caregivers	1	<input type="checkbox"/> 1.6.214 Pd-1	1
<input type="checkbox"/> 6.11.31 Self-regulated Learning	6	<input type="checkbox"/> 1.112.297 Cancer Survivors	1	<input type="checkbox"/> 1.6.2387 Interleukin	1
<input type="checkbox"/> 1.129.98 Low Back Pain	5	<input type="checkbox"/> 1.113.1658 Nephrogenic Systemic Fibrosis	1	<input type="checkbox"/> 1.66.11 Hiv Prevalence & Prophylaxis	1
<input type="checkbox"/> 1.5.393 Spiking Neural Networks	5	<input type="checkbox"/> 1.113.453 Glioblastoma	1	<input type="checkbox"/> 1.66.1243 Integrase	1
<input type="checkbox"/> 1.7.603 Brain Computer Interface	5	<input type="checkbox"/> 1.113.460 Diffusion Tensor Imaging	1	<input type="checkbox"/> 1.7.1026 Intelligence	1
<input type="checkbox"/> 1.14.703 Electronic Health Records	4	<input type="checkbox"/> 1.117.909 Mutagenicity	1	<input type="checkbox"/> 1.7.1591 Category Learning	1
<input type="checkbox"/> 1.273.870 Health Literacy	4	<input type="checkbox"/> 1.118.1733 Chordoma	1	<input type="checkbox"/> 1.7.191 Aphasia	1

---

< Back to all filters Export to Excel

Refine by Citation Topics Micro

Search for Citation Topics Micro

Select all Results count ▾

<input type="checkbox"/> 4.17.128 Deep Learning	22	<input type="checkbox"/> 1.151.222 Laparoscopic Cholecystectomy	2	<input type="checkbox"/> 1.112.297 Cancer Survivors	1
<input type="checkbox"/> 6.11.1526 Computational Thinking	19	<input type="checkbox"/> 1.154.1088 Intensive Care	2	<input type="checkbox"/> 1.113.1658 Nephrogenic Systemic Fibrosis	1
<input type="checkbox"/> 4.116.1415 Human-robot Interaction	15	<input type="checkbox"/> 1.172.414 Soccer	2	<input type="checkbox"/> 1.117.909 Mutagenicity	1
<input type="checkbox"/> 6.11.31 Self-regulated Learning	14	<input type="checkbox"/> 1.189.597 Brca1	2	<input type="checkbox"/> 1.118.1733 Chordoma	1
<input type="checkbox"/> 6.317.2518 Sustainable Development	13	<input type="checkbox"/> 1.21.2270 Perfectionism	2	<input type="checkbox"/> 1.119.1294 Dna Ploidy	1
<input type="checkbox"/> 1.44.1069 Sibutramine	12	<input type="checkbox"/> 1.247.461 Migraine	2	<input type="checkbox"/> 1.119.1955 Male Breast Cancer	1
<input type="checkbox"/> 6.3.368 Technology Acceptance Model	11	<input type="checkbox"/> 1.273.1447 Telemedicine	2	<input type="checkbox"/> 1.119.259 Her2	1
<input type="checkbox"/> 1.136.283 Autism	9	<input type="checkbox"/> 1.307.1039 Laboratory Medicine	2	<input type="checkbox"/> 1.120.139 Ulcerative Colitis	1
<input type="checkbox"/> 1.7.203 Visual Cortex	7	<input type="checkbox"/> 1.37.328 Heart Failure	2	<input type="checkbox"/> 1.120.267 Lactic Acid Bacteria	1
<input type="checkbox"/> 4.84.169 Particle Swarm Optimization	7	<input type="checkbox"/> 1.52.60 Dementia	2	<input type="checkbox"/> 1.125.1515 Primary Biliary Cirrhosis	1
<input type="checkbox"/> 1.111.551 Colonoscopy	6	<input type="checkbox"/> 1.54.79 Gene Expression Data	2	<input type="checkbox"/> 1.125.83 Hcv	1
<input type="checkbox"/> 1.5.393 Spiking Neural Networks	6	<input type="checkbox"/> 1.65.1091 Atopic Dermatitis	2	<input type="checkbox"/> 1.130.617 Multiple Myeloma	1
<input type="checkbox"/> 1.7.603 Brain Computer Interface	6	<input type="checkbox"/> 1.7.1026 Intelligence	2	<input type="checkbox"/> 1.132.2417 Macrophage Migration Inhibitory Factor	1
<input type="checkbox"/> 1.7.720 Functional Connectivity	6	<input type="checkbox"/> 1.7.191 Aphasia	2	<input type="checkbox"/> 1.134.764 Injury Severity Score	1

Σχήμα 2. Citation topics meso (άνω screenshot) και citation topics micro (κάτω screenshot), όπως προκύπτουν από τον αλγόριθμο της βάσης Web of Science™.

Η ανάλυση έγινε στη βάση των εξής ερευνητικών ερωτημάτων:

Ερ.1: Ποια είναι η ταυτότητα και ο μεθοδολογικός σχεδιασμός των ερευνών;

Ερ.2: Πώς η TN επιδρά στη μάθηση και τη διδασκαλία;

Ερ.3: Πώς η TN ενισχύει την εξατομικευμένη μάθηση;

Ερ.4: Ποιος είναι ο βαθμός ετοιμότητας των εκπαιδευτικών για την ενσωμάτωση TN;

Ερ.5: Ποια είναι η αξιοπιστία των εκπαιδευτικών συστημάτων βάσει TN;

Πίνακας 1. Κριτήρια επιλογής επιστημονικών άρθρων

Κριτήρια	Περιγραφή
Γλώσσα συγγραφής	Αγγλικά
Χρονικό έτος δημοσίευσης	1997 έως 2024
Είδος δημοσίευσης	Επιστημονικό άρθρο (peer reviewed)
Μεθοδολογικός σχεδιασμός	Εμπειρική έρευνα κάθε μεθοδολογικού σχεδιασμού, άρθρα βιβλιογραφικής επισκόπησης
Προσβασιμότητα	Πλήρης πρόσβαση στο σύνολο του περιεχομένου του άρθρου
Βαθμίδα/είδος εκπαίδευσης	Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, κατάρτιση εκπαιδευτών, διαχείριση εκπαιδευτικής μονάδας
Δείγμα	Εκπαιδευτικοί, μαθητές/τριες
Περιεχόμενο	Η αξιοποίηση και η επίδραση της TN, η αξιολόγησή της από τους χρήστες, οι απόψεις που διαμορφώθηκαν μέσω της χρήσης των τεχνολογιών της και οι παράγοντες που επηρεάζουν τη χρήση των εργαλείων της

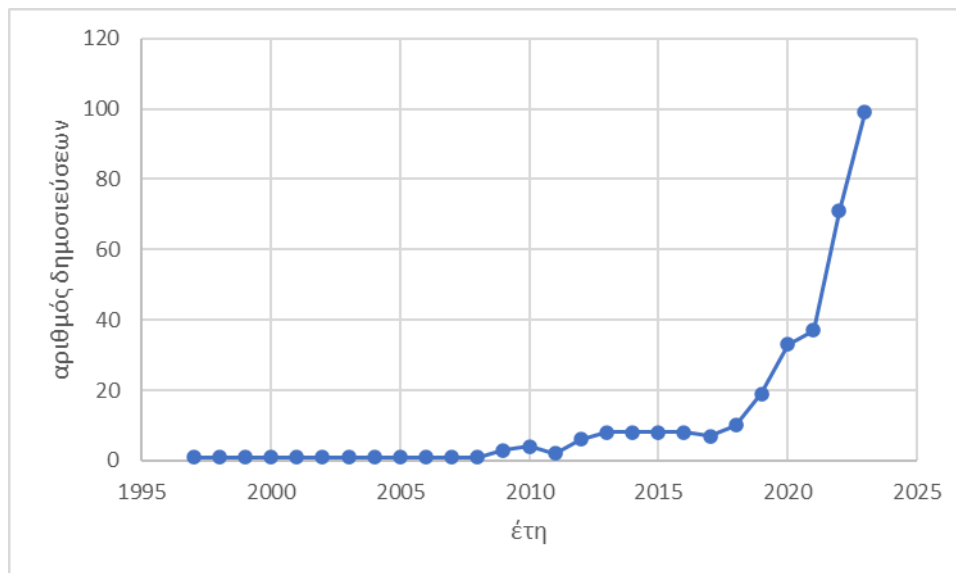
## 4. Αποτελέσματα

### 4.1. Ταυτότητα και ο μεθοδολογικός σχεδιασμός των ερευνών

Η έρευνα καλύπτει το διάστημα 1997-2024. Τα επιστημονικά περιοδικά που εμφανίστηκαν με καταχωρίσεις >5, περιλαμβάνουν τα ακόλουθα: International Journal of Technology in Education (IJTE), Journal of Research on Technology in Education, Computers and Education: Artificial Intelligence, The International Journal of Electrical Engineering & Education, Information Sciences, International Journal of Artificial Intelligence in Education, The TQM Journal, Research and Practice in Technology-Enhanced Learning, Computer Speech & Language, International Journal of Human-Computer Studies, Computers & Education, Expert Systems with Applications, International Journal of Managing Public Sector Information and Communication Technologies,

Computers in Human Behavior, International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS), International Journal of STEM Education, Education and Information Technologies, Innovations in Education and Teaching International, Educational Technology Research and Development, Interactive Learning Environments, Interactive Technology and Smart Education, International Journal of Computer Applications.

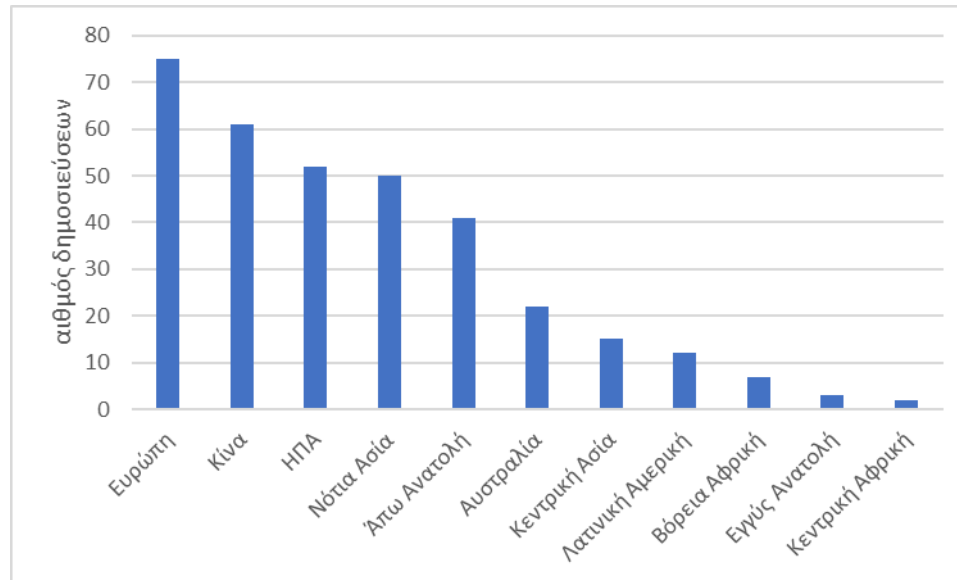
Στο Σχήμα 3 παρουσιάζεται η εξέλιξη του αριθμού των δημοσιεύσεων για το διάστημα 1997-2023. Το ερευνητικό ενδιαφέρον παρουσιάζεται πολύ μικρό για το διάστημα 1997-2011, ενώ καταγράφεται εντονότερη ερευνητική προσέγγιση στο διάστημα 2012-2018. Σημειώνεται ότι από το 2019 και έπειτα (περίοδος COVID και post-COVID), καταγράφεται ετήσια μεσοσταθμική αύξηση 19,8% ετησίως. Το πεδίο κρίνεται σημαντικό με δυναμική εξέλιξη.



Σχήμα 3. Η εξέλιξη στον αριθμό δημοσιεύσεων σε θέματα που αφορούν στην ενσωμάτωση ΤΝ στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Οι χώρες προέλευσης των δημοσιεύσεων παρουσιάζονται στο Σχήμα 4. Ποσοστό 22,06% των δημοσιεύσεων παρήχθη στην Ευρώπη, ενώ το 17,94% στην Κίνα. Σημαντική είναι η έρευνα στις ΗΠΑ (15,29%), στη Νότια Ασία (14,71%, το 73% της οποίας στην Ινδία) και στην Απω Ανατολή (12,06%, το 73% στην Ιαπωνία).





Σχήμα 4. Οι χώρες προέλευσης των δημοσιεύσεων (ως χώρα προέλευσης του κύριου συγγραφέα)

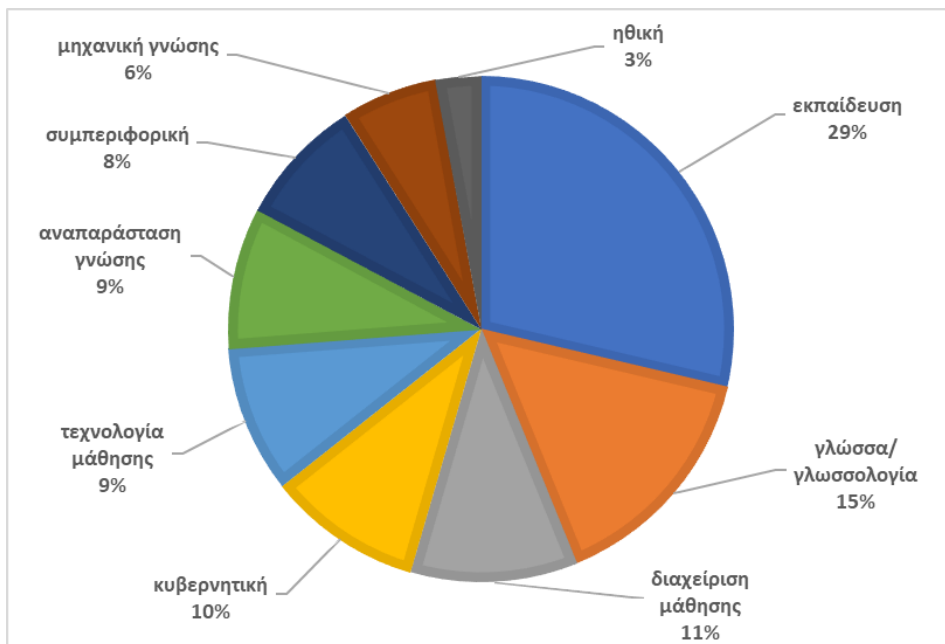
Η ομαδοποίηση των αναφορών σε μεσο-επίπεδο<sup>17</sup> αναδεικνύουν τους κρίσιμους τομείς που θα τροποποιηθούν (θετικά ή αρνητικά) λόγω της ενσωμάτωσης ΤΝ. Οι κατηγορίες που προέκυψαν από την παρούσα μελέτη αφορούν σε θέματα εκπαίδευσης, γλωσσολογίας, διαχείρισης της μάθησης, κυβερνητικής, τεχνολογίας μάθησης, συμπεριφορικής, μηχανικής γνώσης και ηθικής (Σχ. 5).

Οι μικρο-κατηγορίες ανά θεματική παρουσιάζονται στο Σχήμα 6. Στον τομέα της εκπαίδευσης, η έρευνα επικεντρώνεται σε θέματα υπολογιστικής σκέψης (δηλαδή της λογικής και των διαδικασιών που χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό, συμπεριλαμβανομένης της δυνατότητας διάκρισης και διαχωρισμού των στοιχείων ενός προβλήματος και την ανάπτυξης μεθοδολογίας για την επίλυσή του), της αυτο-ρυθμιζόμενης μάθησης (δηλαδή της ικανότητας του μαθητή να οργανώνει, να παρακολουθεί και να ρυθμίζει τη δική του μάθηση), της συνεισφοράς της σχολικής ηγεσίας στις διαδικασίες

---

<sup>17</sup> Μέσο-επίπεδο (citation topics meso): Εκφράζει την τυπική επίδοση (συνήθως μετρημένη σε αριθμό αναφορών) των άρθρων της βάσης Web of Science<sup>TM</sup> που ανήκουν σε μια συγκεκριμένη κατηγορία. Αυτό το μέσο μπορεί να χρησιμοποιηθεί, για να αξιολογηθεί η σχετική επίδοση ενός άρθρου ή ενός περιοδικού μέσα στην κατηγορία του.

ενσωμάτωσης ΤΝ σε εκπαιδευτικά προγράμματα και της επίδρασης της ΤΝ στη μαθησιακή καμπύλη.



Σχήμα 5. Οι μεσο-κατηγορίες των δημοσιεύσεων του τελικού συνόλου των αποτελεσμάτων (βάσει *Web of Science™ Clarivate Analytics*)

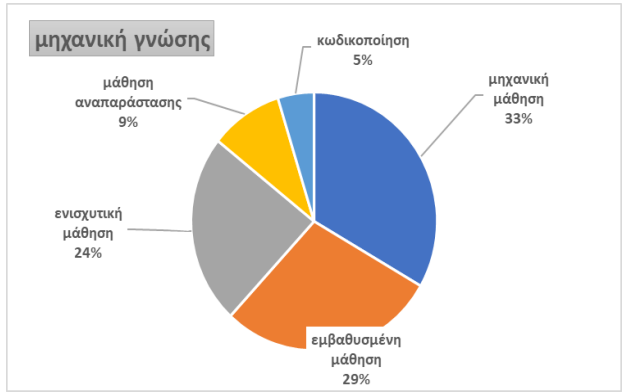
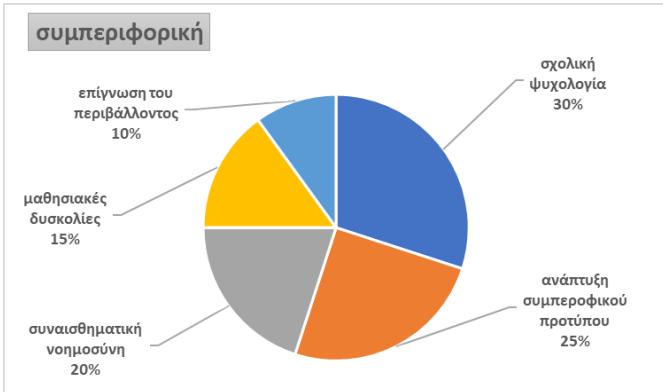
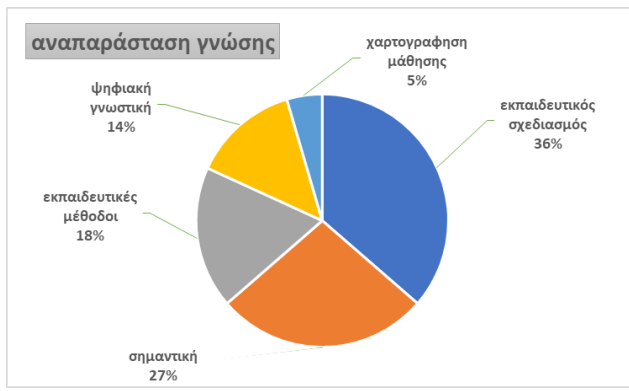
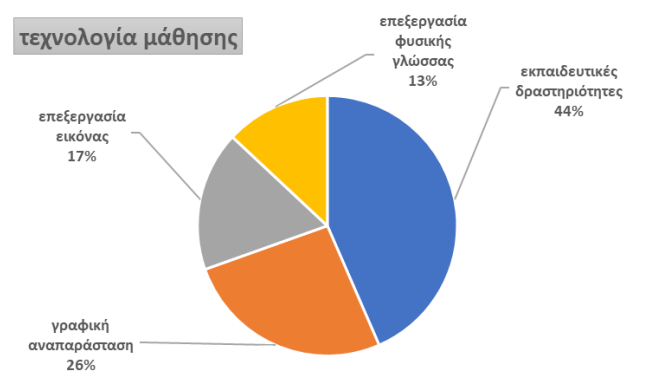
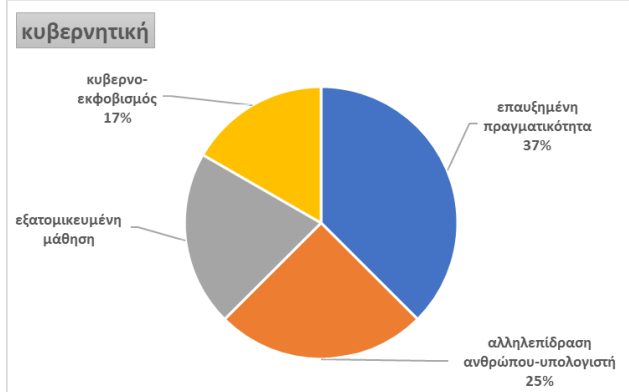
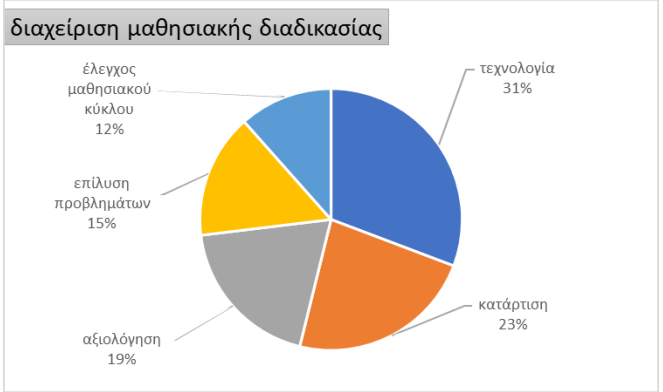
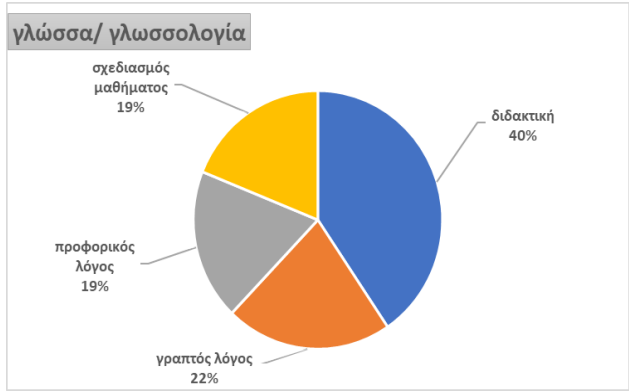
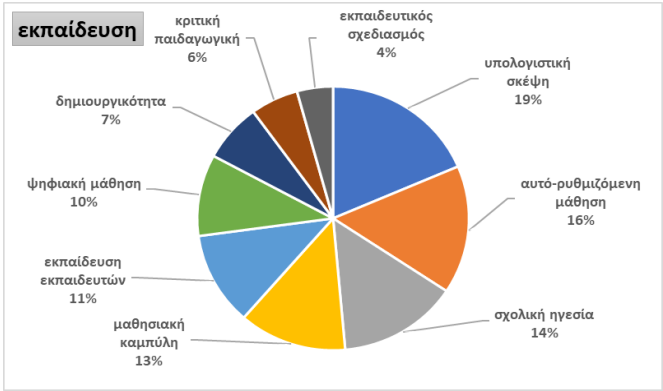
Επιπλέον, ενδιαφέρον παρουσιάζει η ετοιμότητα των εκπαιδευτικών και οι ανάγκες κατάρτισης αυτών, οι αρχές και οι δυνατότητες της ψηφιακής μάθησης, η επίδραση της ΤΝ στη δημιουργικότητα μαθητών και εκπαιδευτικών και η κριτική παιδαγωγική (δηλαδή στην κατανόηση των επιδράσεων της ΤΝ στους μαθητές, καθώς και στην αναδιαμόρφωση των προσεγγίσεων που ενδέχεται να είναι αντίθετες με τις αρχές της δικαιοσύνης, της ισότητας και της κοινωνικής δικαιοσύνης). Πέραν αυτών, αναδεικνύεται η ανάγκη κατάλληλων τροποποιήσεων του εκπαιδευτικού σχεδιασμού. Ο συγκεκριμένος τομέας ερευνάται κυρίως στις ΗΠΑ (32%) και στην Αυστραλία (25%), ενώ σημαντική είναι η συνεισφορά των Ευρωπαϊκών χωρών.

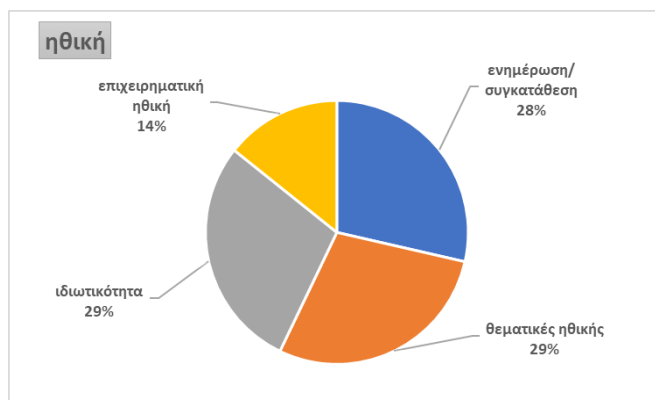
Στον τομέα της γλωσσολογίας, η διδακτική, ο λόγος (γραπτός και προφορικός) καθώς και ο σχεδιασμός των σχετικών μαθημάτων αποτελούν τα κυριότερα ερευνητικά πεδία κυρίως σε χώρες της Ευρώπης (67%). Στη διαχείριση της μαθησιακής διαδικασίας, τα ερευνητικά ζητήματα περιλαμβάνουν θέματα τεχνολογίας, προγραμμάτων κατάρτισης των

εκπαιδευτικών, αξιολόγησης των μαθητών, επίλυσης προβλημάτων και ελέγχου του μαθησιακού κύκλου. Τα περισσότερα άρθρα σε αυτόν τον τομέα προέρχονται από την Ευρώπη (42%) και την Κίνα (21%).

Ο τομέας της κυβερνητικής, προερχόμενος κατά 45% από τις ΗΠΑ και κατά 18% από την Αυστραλία, ασχολείται κυρίως με την επαυξημένη πραγματικότητα, την κυβερνητική 2ας τάξης (δηλαδή την αλληλεπίδραση ανθρώπου με τα ψηφιακά μέσα), τις δυνατότητες της ΤΝ στην εξατομικευμένη μάθηση και τις παραμέτρους του κυβερνο-εκφοβισμού. Τα θέματα τεχνολογίας μάθησης που ανακύπτουν στις ερευνητικές δημοσιεύσεις αφορούν στις εκπαιδευτικές δραστηριότητες (σύγχρονες και ασύγχρονες), στη γραφική αναπαράσταση της γνώσης και σε τεχνολογίες επεξεργασίας εικόνας και φυσικής γλώσσας. Ο συγκεκριμένος τομέας έχει σημαντική συνεισφορά από την Νότια Ασία (38% από την Ινδία) και κατά 30% από τις ΗΠΑ. Η αναπαράσταση της γνώσης περιλαμβάνει κυρίως τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό, τη σημασιολογία (semantics), τις εκπαιδευτικές μεθόδους, τη ψηφιακή γνωστική τον ψηφιακό εγγραμματοισμό (δηλαδή την ικανότητα και τη διαδικασία κατανόησης, επεξεργασίας και χρήσης ψηφιακών πληροφοριών και τεχνολογιών) και τους χάρτες μάθησης ως εκπαιδευτικά εργαλεία. Ο τομέας αυτός ερευνάται κυρίως στις ΗΠΑ (21%), στη Λατινική Αμερική (19%), στην Αυστραλία (15%) και στην Ιαπωνία (12%).

Η συμπεριφορική έχει εξελιχθεί σε σημαντικό πεδίο έρευνας κυρίως της Ευρώπης (44%) και περιλαμβάνει θέματα σχολικής ψυχολογίας, ανάπτυξης συμπεριφορικού προτύπου, συναισθηματικής νοημοσύνης, μαθησιακών δυσκολιών και επίγνωσης του περιβάλλοντος. Η μηχανική γνώσης ασχολείται με τις τεχνικές ΤΝ, όπως τη μηχανική μάθηση (machine learning), την εμβανθυσμένη μάθηση (deep learning), την ενισχυτική μάθηση (reinforcement learning) και τη μάθηση αναπαράστασης (representation learning), καθώς και θέματα κωδικοποίησης. Οι κύριες χώρες που συνεισφέρουν ερευνητικά σε αυτόν τον τομέα είναι οι ΗΠΑ (28%), η Ιαπωνία (20%), η Κίνα (20%) και η Αυστραλία (17%). Η κατηγορία της ηθικής απασχολεί κυρίως την Ευρώπη (48%) και την Αυστραλία (27%), ενώ περιλαμβάνει θέματα συγκατάθεσης, ιδιωτικότητας και επιχειρηματικής ηθικής, ενώ σημαντικό ποσοστό ερευνητών ασχολείται με τον προσδιορισμό των θεμάτων της ηθικής που θα ανακύψουν λόγω της ΤΝ.





Σχήμα 6. Οι μικρο-κατηγορίες των δημοσιεύσεων του τελικού συνόλου των αποτελεσμάτων (βάσει Web of Science™ Clarivate Analytics)

Με βάση την παραπάνω ανάλυση και με κριτήριο τις κατηγορίες με τη μεγαλύτερη στατιστική σημαντικότητα, οι ενότητες που θα μελετηθούν στην παρούσα εργασία ως προς τα προβλήματα και τις ευκαιρίες ενσωμάτωσης ΤΝ στην εκπαίδευση περιλαμβάνουν: διδακτικές μέθοδοι, μέθοδοι αξιολόγησης, μαθησιακά αποτελέσματα (σχεδιασμός & έλεγχος), εκπαιδευτικές δραστηριότητες, επίβλεψη/αξιοπιστία, εργαλεία μάθησης (game-based, augmented reality), εκπαιδευτικοί.

## 4.2. Η επίδραση της ΤΝ στη μάθηση και τη διδασκαλία

### 4.2.1. Προβλήματα και ευκαιρίες στις μεθόδους επίτευξης των μαθησιακών αποτελεσμάτων

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (ΤΝ), η οποία θεωρείται ως η επανάσταση στην εκπαίδευση και ίσως το μέλλον της, προσφέρει ποικίλες δυνατότητες για την εξατομίκευση της μάθησης, την ανάλυση δεδομένων και την υποστήριξη των εκπαιδευτικών διαδικασιών. Αναφορικά όμως με τις μεθόδους επίτευξης μαθησιακών αποτελεσμάτων ανακύπτουν, σύμφωνα με το 37% των δημοσιεύσεων, ορισμένα προβλήματα/ζητήματα.

Το πρώτο ζήτημα σχετίζεται με την αναποτελεσματικότητα των εφαρμογών και των εργαλείων ΤΝ σε μακροπρόθεσμη χρήση. Η ανάδειξη σημαντικών προβλημάτων στη διατήρηση της αποτελεσματικότητάς τους, δείχνει να οδηγεί σε μείωση του ενδιαφέροντος και της παρακίνησης των μαθητών (Wu & Yu, 2024). Αυτό συμβαίνει, καθώς σταδιακά ελαττώνεται και εξασθενεί “το εφέ της νεωτερικότητας”, αφού οι μαθητές χάνουν το αρχικό ενδιαφέρον και τον ενθουσιασμό τους με την πάροδο του χρόνου, κάτι που μπορεί να

επηρεάσει αρνητικά την απόδοσή τους. Επίσης, η μακροχρόνια χρήση στην εκπαιδευτική διαδικασία εργαλείων TN δίνει στους μαθητές πρόσβαση σε ένα τεράστιο όγκο πληροφοριών, με αποτέλεσμα την υπερφόρτωσή τους με αυτές. Το γεγονός αυτό έχει δείξει ότι προκαλεί σύγχυση και απόσπαση προσοχής τους μαθητές, και συνεπώς επηρεάζει άμεσα τα μαθησιακά αποτελέσματα (Salas-Pilco, 2020).

Ένας ακόμη παράγοντας που επηρεάζει άμεσα την επίτευξη μαθησιακών αποτελεσμάτων είναι η ηλικία και οι δεξιότητες των μαθητών. Σύμφωνα με την ανάλυση των μεταδεδομένων, οι μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης δεν έχουν συχνά την απαραίτητη γλωσσική ικανότητα αλλά και τις απαιτούμενες δεξιότητες για αυτοκατευθυνόμενη μάθηση, προκειμένου να υπάρξει αποτελεσματική αλληλεπίδραση με εργαλεία TN. Στην περίπτωση αυτή κρίνεται αναγκαία η μεγαλύτερη καθοδήγηση από τους εκπαιδευτικούς, με συνέπεια τον περιορισμό της αποτελεσματικότητας των εργαλείων TN σε μικρότερες ηλικίες.

Με βάση τα παραπάνω ζητήματα αναδεικνύεται η ανάγκη για προσαρμογή των μεθόδων και των στρατηγικών χρήσης εργαλείων TN με γνώμονα τον χρόνο εφαρμογής, τις δεξιότητες και τις ανάγκες των μαθητών, για την επίτευξη καλύτερων μαθησιακών αποτελεσμάτων. Οι ευκαιρίες, λοιπόν, που δύναται να ενισχύσουν τις μεθόδους επίτευξης μαθησιακών αποτελεσμάτων είναι πολλές.

Όσον αφορά στη βελτίωση της μαθησιακής απόδοσης, τα εργαλεία TN υποστηρίζουν την προσωποποιημένη μάθηση. Προσφέρεται ουσιαστικά εξατομικευμένη καθοδήγηση και ασκήσεις στους μαθητές. Επιτυγχάνεται έτσι η καλύτερη εμπέδωση γνώσεων και η βελτίωση της απόδοσής τους. Στην πλειονότητα των δημοσιεύσεων αναφέρεται η αύξηση των μαθησιακών κινήτρων (Lee & Kwon, 2024). Λόγω της προσανατολισμένης ανατροφοδότησης σε στόχους που παρέχουν τα εργαλεία TN, παρατηρείται αύξηση της κινητροδότησης των μαθητών για εξάσκηση σε διάφορες δεξιότητες, όπως είναι η εκμάθηση αγγλικών λέξεων ή η απόκτηση γνώσεων για θέματα σύγχρονα (π.χ. θέματα δημόσιας υγείας) (Salas-Pilco, 2020).

Η ανάλυση των δημοσιεύσεων έδειξε ακόμη ότι ενισχύεται σημαντικά η αυτό-αποτελεσματικότητα των μαθητών μέσω της άμεσης διαχείρισης προβλημάτων και της συνεχούς προσομοίωσης και πρακτικής άσκησης. Εκπαιδευτικές εφαρμογές που βασίζονται στην TN μπορούν να βοηθήσουν τους εκπαιδευόμενους να αντιμετωπίζουν άμεσα τα

μαθησιακά προβλήματα που ανακύπτουν (Lee & Kwon, 2024). Κι αυτό γιατί προάγονται οι ικανότητες επίλυσης προβλημάτων, ενισχύοντας την αυτο-αποτελεσματικότητά τους. Επίσης, οι εφαρμογές TN προσφέρουν περισσότερες ευκαιρίες για προσομοίωση και πρακτική, ενισχύοντας και πάλι την αυτο-αποτελεσματικότητα των μαθητών μέσω της συνεχούς επανάληψης και εξάσκησης.

Η βιβλιομετρική ανάλυση μεταδεδομένων ανέδειξε ακόμη τη διατήρηση και την ενίσχυση του μαθησιακού ενδιαφέροντος μέσω της χρήσης εργαλείων TN στην εκπαιδευτική διαδικασία. Στα πλαίσια της εξατομικευμένης μάθησης η επιλογή του μαθησιακού στυλ από τον κάθε εκπαιδευόμενο οδηγεί σε ορατά και μετρήσιμα μαθησιακά αποτελέσματα, καθώς βοηθά στην ολοκλήρωση των μαθησιακών εργασιών σε εύλογο χρονικό διάστημα και στην τήρηση των προθεσμιών για την υποβολή τους (Lee & Kwon, 2024). Αναμφίβολα η μάθηση γίνεται διασκεδαστική, καθώς η αλληλεπίδραση των μαθητών με τα εργαλεία TN είναι εύκολη, λειτουργική και ενισχύει με τη σειρά της το ενδιαφέρον τους για μάθηση (Wu & Yu, 2024).

Όσον αφορά στην αύξηση της αντιληπτικής αξίας της μάθησης, οι εκπαιδευτικές εφαρμογές που βασίζονται στην TN προσφέρουν ευέλικτες μαθησιακές επιλογές στους εκπαιδευόμενους, τόσο μάθησης όσο και εξάσκησης, προσδίδοντας έτσι μεγαλύτερη αξία στην κατανόηση της γνώσης. Οι εκπαιδευόμενοι «βυθίζονται» ακόμη στο μαθησιακό περιβάλλον, αυξάνοντας την αντιληπτή αξία της μάθησης (Salas-Pilco, 2020). Το γεγονός, τέλος, ότι μέσω της χρήσης εργαλείων TN στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι δυνατή η ανίχνευση των συναισθημάτων των μαθητών αλλά και η παροχή συναισθηματικής υποστήριξης, οδηγιών και συμβουλών, βοηθά στην ανακούφισή τους από το άγχος και την πίεση της μάθησης.

#### ***4.2.2. Η επίδραση της TN στην ανάπτυξη διδακτικών μεθόδων***

Η TN έχει τη δυνατότητα να επηρεάσει σημαντικά την ανάπτυξη νέων διδακτικών μεθόδων, όπως αναφέρεται στο 42% των δημοσιεύσεων. Μέσω της ανάλυσης δεδομένων και της μηχανικής μάθησης, μπορεί να πραγματοποιηθεί προσαρμογή της διδασκαλίας από τους εκπαιδευτικούς στις ατομικές ανάγκες των μαθητών. Αυτές οι νέες διδακτικές μέθοδοι παρέχουν εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες, που μπορούν να ενισχύσουν την εμπλοκή και την απόδοση των μαθητών (Ng et al., 2023). Από τα πρώτα στοιχεία που αναδείχθηκαν,

μέσω της βιβλιομετρικής ανάλυσης είναι η ενίσχυση της διαδραστικότητας στις μεθόδους διδασκαλίας. Εκπαιδευτικά εργαλεία που βασίζονται στην ΤΝ δημιουργούν διαδραστικές μαθησιακές εμπειρίες, βοηθώντας στην καλύτερη κατανόηση του εκπαιδευτικού υλικού, λόγω του ότι παρέχουν προσωπική ανατροφοδότηση και υποστήριξη στη συλλογή και ανάλυση δεδομένων (Li & Su, 2020). Συνεπώς, παρατηρείται βελτίωση της εμπλοκής των μαθητών και της κατανόησή τους για το μάθημα.

Πολύ σημαντική αναδεικνύεται και η συμβολή των εργαλείων ΤΝ κατά το στάδιο της αξιολόγησης. Η αυτοματοποίηση της αξιολόγησης με τη χρήση των εργαλείων, διευκολύνει την ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών και την παροχή άμεσης ανατροφοδότησης. Ειδικότερα, ποσοστό 37,25% των δημοσιεύσεων που αφορούν έρευνες σε εκπαιδευτικούς (18 δημοσιεύσεις) παρατηρούν ότι οι εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης (Grammarly, DreamBox, Duolingo, Quizlet κ.λπ.) προσφέρουν υψηλής ποιότητας διόρθωση και ανατροφοδότηση σε μαθητές, ενισχύοντας την εξατομικευμένη μάθηση και τη συμμετοχή (Kim et al., 2020, Pelaez et al., 2022). Αυτό συνεπάγεται αυτόματα και μείωση του φόρτου εργασίας των εκπαιδευτικών και τη δυνατότητα μεγαλύτερης εστίασης στη διδασκαλία. Ωστόσο, ποσοστό 13,75% των δημοσιεύσεων αναφέρουν ότι η επίβλεψη και η καθοδήγηση των εκπαιδευτικών παραμένουν σημαντικές για την αποτελεσματική χρήση αυτών των εργαλείων (Li & Su, 2020, Ng et al., 2023). Επίσης, οι εκπαιδευτικές εφαρμογές ΤΝ διαθέτουν χρήσιμα εργαλεία για τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων. Τα δεδομένα αυτά μπορούν αξιοποιηθούν ερευνητικά κατά τη σύνταξη αναλυτικών προγραμμάτων στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, κατά την αναθεώρηση ή την τροποποίησή τους, με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας της παρεχόμενης εκπαίδευσης σε εθνικό αλλά και παγκόσμιο επίπεδο (Dai et al., 2023).

Η προσαρμογή της διδασκαλίας στις ατομικές ανάγκες των εκπαιδευομένων αποτελεί νευραλγικό στοιχείο, το οποίο εμφανίζεται στις περισσότερες δημοσιεύσεις. Η χρήση εργαλείων ΤΝ στην εκπαίδευση επιτρέπει την προσαρμογή των μαθημάτων στις ατομικές ανάγκες των μαθητών, καθώς τους προσφέρει εξατομικευμένες «μαθησιακές διαδρομές» και υλικό που ανταποκρίνεται στα ενδιαφέροντα και τις δυνατότητές τους (Pratama et al., 2023). Ενισχύεται, συνεπώς, η αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας και επιτυγχάνεται η βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων.



#### ***4.2.3. Η επίδραση της TN στον σχεδιασμό μαθημάτων***

Σύμφωνα με τη βιβλιομετρική ανάλυση μεταδεδομένων το 66% των δημοσιεύσεων η επίδραση της TN στον σχεδιασμό μαθημάτων ή αναλυτικών προγραμμάτων κρίνεται αξιοσημείωτη. Τα εργαλεία TN προάγουν την προσωποποιημένη μάθηση, αφού προσφέρουν εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες, άμεση ανατροφοδότηση στους μαθητές και γλωσσική υποστήριξη (Pratama et al., 2023). Η δημιουργία εξατομικευμένων περιβαλλόντων μάθησης, με εκπαιδευτικό περιεχόμενο προσαρμοσμένο στις ανάγκες κάθε μαθητή, βελτιώνει την ποιότητα της διδασκαλίας και ταυτόχρονα βοηθά σημαντικά τους μαθητές, συμπεριλαμβανομένων εκείνων με ειδικές ανάγκες (Dai et al., 2023). Οι μαθητές ενθαρρύνονται έτσι να χρησιμοποιούν εφαρμογές και εργαλεία TN στην καθημερινότητά τους, προκειμένου να τροποποιήσουν απαντήσεις, να βελτιώσουν υπάρχουσες λύσεις ή να καταλήξουν σε νέες λύσεις σε μελλοντικές προκλήσεις. Ακόμη, τα εργαλεία TN παρατηρείται να ενισχύουν την αποτελεσματικότητα των υπηρεσιών εκπαίδευσης αλλά και τις διδακτικές και ερευνητικές δραστηριότητες (Hinojo-Lucena et al., 2019). Η αξιοποίηση των δεδομένων που συλλέγονται από τις αλληλεπιδράσεις των μαθητών στα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα δίνει τη δυνατότητα εντοπισμού τάσεων και συνηθειών των μαθητών, συμβάλλοντας κατ' επέκταση στη βελτίωση του σχεδιασμού των μαθημάτων (Yim & Su, 2024).

Σύμφωνα με την ανάλυση προέκυψε επιπρόσθετα ότι η χρήση εργαλείων TN διευκολύνει την άμεση ολοκλήρωση διοικητικών εργασιών. Τα εργαλεία TN χρησιμοποιούνται στη διαχείριση των σχολικών διαδικασιών, όπως η καταγραφή παρουσιών-απουσιών, η αποστολή ενημερωτικών δελτίων ή σημειωμάτων σε όλους τους εμπλεκόμενους (Horcan et al., 2023). Δίνεται ακόμη η δυνατότητα πρόβλεψης περιπτώσεων μαθητών που απουσιάζουν πολύ συχνά, επιτρέποντας στον διευθυντή αλλά και τους εκπαιδευτικούς της σχολικής μονάδας τη διερεύνηση των περιπτώσεων αυτών και τη στοχευμένη έπειτα διαχείρισή τους. Πολύ σημαντική είναι όμως και η δυνατότητα πρόβλεψης για την καλύτερη παρακολούθηση της προόδου των μαθητών, καθώς παρέχει στους εκπαιδευτικούς εργαλεία επικοινωνιακής ανατροφοδότησης και την ευκαιρία προσαρμογής τμημάτων του εκπαιδευτικού σχεδιασμού ή την εξολοκλήρου αλλαγή του.

Αξια αναφοράς είναι η διευκόλυνση της διαδικασίας της αξιολόγησης. Η τεχνολογία της ΤΝ έχει παρατηρηθεί ότι βελτιώνει τόσο τις διαμορφωτικές όσο και τις συνολικές αξιολογήσεις, καθώς παρέχεται η δυνατότητα αξιολόγησης σύνθετων δεξιοτήτων, μέσω αναγνώρισης ομιλίας και ανάλυσης γλώσσας (Kahvazadeh et al., 2024). Αυτό σημαίνει ότι ο εκπαιδευτικός μπορεί να παρακολουθεί την απόκτηση δεξιοτήτων των μαθητών του σε πραγματικό χρόνο και να τους προσφέρει έπειτα εξατομικευμένη ανατροφοδότηση, η οποία έχει δείξει ότι βελτιώνει σημαντικά τα μαθησιακά αποτελέσματα. Η υποστήριξη, τέλος, που παρέχουν οι εφαρμογές ΤΝ σε μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες κρίνεται πολύ σημαντική. Τα εξατομικευμένα αυτά συστήματα φαίνεται να «κουμπώνουν» με τα μοναδικά χαρακτηριστικά αυτών των μαθητών, αυξάνοντας τη συμμετοχή τους στο μάθημα. Τέλος, ο συνδυασμός εργαλείων ΤΝ με την αξιοποίηση και άλλων τεχνολογιών, όπως η εικονική πραγματικότητα και η επαυξημένη πραγματικότητα, εμφανίζεται λειτουργικός και δίνει ποικίλες εναλλακτικές κατά τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό (Kaviyaraj & Uma, 2021).

Τα αποτελέσματα αυτά υπογραμμίζουν τη δυνατότητα, μέσω της ενσωμάτωσης εργαλείων ΤΝ στην εκπαίδευση, μεταμόρφωσης του σχεδιασμού μαθημάτων, κάνοντας την εκπαίδευση πιο εξατομικευμένη, αποτελεσματική και χωρίς αποκλεισμούς. Η ενσωμάτωση αυτή δύναται να προσφέρει σημαντικές βελτιώσεις στην ανάπτυξη και τον σχεδιασμό των μαθημάτων, αλλά θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψιν και να αντιμετωπιστούν κίνδυνοι, όπως θέματα ιδιωτικότητας, ανακρίβειες και ηθικά διλήμματα.

#### ***4.2.4. Η επίδραση της ΤΝ στην ανάπτυξη μεθόδων αξιολόγησης***

Η ανάλυση των δημοσιεύσεων έδειξε ότι στο 27% από αυτές αναφέρεται η ανάπτυξη μεθόδων αξιολόγησης ως τομέας επίδρασης της ΤΝ στην εκπαίδευση. Αρκετά εργαλεία ΤΝ έχουν αξιοποιηθεί για τη βελτίωση των μεθόδων αξιολόγησης στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Η χρήση εργαλείων ΤΝ εξυπηρετεί την ακριβέστερη πρόβλεψη της απόδοσης των μαθητών, καθώς μέσω αναλυτικών εργαλείων, που αξιοποιούν δεδομένα από τη μαθησιακή διαδικασία, υπάρχει η δυνατότητα πρόβλεψης της επίδοσης των μαθητών σε μελλοντικές εξετάσεις ή δραστηριότητες (Yim & Su, 2024). Η παρακολούθηση της απόκτησης δεξιοτήτων των μαθητών σε πραγματικό χρόνο κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας εξυπηρετεί τη δυνατότητα αυτή (Nigam et al., 2021). Οι τυποποιημένες δοκιμασίες χρησιμοποιούνται πολύ συχνά στη σύγχρονη εκπαιδευτική πραγματικότητα, και

έτσι η ενσωματωμένη αξιολόγηση καθορίζει αν οι μαθητές έχουν κατακτήσει ένα διδακτικό αντικείμενο, καθώς δοκιμάζονται σε πραγματικό χρόνο (Sun et al., 2023). Αξίζει να σημειωθεί, όμως, ότι οι αξιολογήσεις αυτές ενδέχεται να είναι ανεπαρκείς για τη μέτρηση σύνθετων δεξιοτήτων, όπως η επίλυση προβλημάτων και η συνεργασία.

Επίσης, η αξιολόγηση μέσω εργαλείων TN γίνεται με αυτοματοποιημένες διαδικασίες και συνεπώς αποκτά πιο αντικειμενικό χαρακτήρα. Από την παρούσα ανάλυση προέκυψε ότι λόγω της χρήσης νευρωνικών δικτύων και επεξεργασίας της φυσικής γλώσσας, οι αξιολογήσεις των εκπαιδευομένων, διακρίνονται από αντικειμενικότητα ενώ είναι λιγότερο επιρρεπείς στο υποκειμενικό κριτήριο του εκάστοτε εκπαιδευτικού (Dempere et al., 2023). Με τη χρήση της τεχνολογίας TN στην εκπαίδευση παρέχεται η δυνατότητα γρηγορότερης βαθμολόγησης εργασιών (ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, πολλαπλής επιλογής, συμπλήρωσης κενού), εξοικονομώντας χρόνο στους εκπαιδευτικούς. Η διαδικασία της αξιολόγησης καθίσταται έτσι πιο αποτελεσματική, παρέχοντας συνεπή και αντικειμενική αξιολόγηση, μέσω της εφαρμογής τυποποιημένων κριτηρίων και της παροχής εποικοδομητικής ανατροφοδότησης στην απόδοση των μαθητών (Yim & Su, 2024).

Αναφορικά με την ένταξη εκπαιδευτικών ρομπότ και τη χρήση τους για την ανάλυση της μαθησιακής διαδικασίας, σε αρκετές δημοσιεύσεις εμφανίζονται ως αξιόλογα ευρήματα η δυνατότητα παρακολούθησης της προόδου των μαθητών και η παροχή συνεχούς ανατροφοδότησης (Wu & Yu, 2024). Η μαθησιακή διαδικασία γίνεται πιο διαδραστική και ταυτόχρονα είναι προσαρμοσμένη στις ανάγκες του κάθε μαθητή. Παρέχεται ακόμη η δυνατότητα ανίχνευσης παραγόντων που προσδίνουν στο μάθημα ελκυστικότητα. Μέσω της εφαρμογής αναλύσεων για τον εντοπισμό συγκεκριμένων παραγόντων που κάνουν τα μαθήματα πιο ενδιαφέροντα για τους μαθητές, προσφέρεται σημαντική βοήθεια στους εκπαιδευτικούς για βελτίωση της διδασκαλία τους ολιστικά.

#### ***4.2.5. Η διαμόρφωση εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων με βάση την TN***

Με βάση τη βιβλιομετρική ανάλυση (63% των δημοσιεύσεων) αναδεικνύεται ότι η χρήση εργαλείων TN μπορεί να καλύψει τη διαμόρφωση ενός ευρέως φάσματος εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων. Εκτός από την αξιοποίηση εργαλείων TN στη διαχείριση σχολικών διαδικασιών αλλά και στη δυνατότητα πρόβλεψης της προόδου των μαθητών, αναφέρονται κι άλλες δραστηριότητες της εκπαιδευτικής πράξης. Η ενσωμάτωση εργαλείων

της ΤΝ στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση προσφέρει πολλές ευκαιρίες για τη βελτίωση της μαθησιακής εμπειρίας. Οι τεχνολογίες ΤΝ όχι μόνο ενισχύουν την αποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων αλλά και κάνουν τη μάθηση πιο προσαρμοσμένη, διαδραστική και προσβάσιμη για όλους τους μαθητές. Η συνεχής ανάπτυξη και αξιοποίηση αυτών των εργαλείων μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές βελτιώσεις στην εκπαίδευση, επιτρέποντας στους εκπαιδευτικούς να προσφέρουν υψηλότερης ποιότητας διδασκαλία και στους μαθητές να απολαμβάνουν μια πιο πλούσια και ολοκληρωμένη μαθησιακή εμπειρία (Gao et al., 2024).

Η ανάλυση έδειξε ακόμη ότι σε πολλές περιπτώσεις η χρήση προσαρμοστικών περιβαλλόντων μάθησης λειτουργεί δυναμικά για την καθοδήγηση των εκπαιδευομένων στο διαδικτυακό μαθησιακό περιβάλλον. Σε συνδυασμό με την ενσωμάτωση παιχνιδιών, εφαρμογών εικονικής πραγματικότητας κι άλλων σύγχρονων τεχνολογιών, η μάθηση σε αυτά τα περιβάλλοντα είναι πιο ενδιαφέρουσα και ελκυστική για τους μαθητές (Sun et al., 2023). Τα chatbots, για παράδειγμα, δημιουργούν διαδραστικά μαθησιακά περιβάλλοντα που ενθαρρύνουν την ενεργή συμμετοχή των μαθητών (Wu & Yu, 2024). Σε κάποιες περιπτώσεις προτείνεται μάλιστα η χρήση αισθητήρων και καμερών στη σχολική αίθουσα, προκειμένου οι εκπαιδευτικοί να αποκτήσουν μια ολοκληρωμένη εικόνα της εμπλοκής των μαθητών τους, εγείροντας ταυτόχρονα βέβαια θέματα παραβίασης προσωπικών δεδομένων. Η υποστήριξη δραστηριοτήτων STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) με εργαλεία ΤΝ, έχει δείξει ότι βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν σύνθετες έννοιες μέσω πρακτικών εφαρμογών και πειραμάτων (Marín-Marín et al., 2021). Τα εκπαιδευτικά ρομπότ και τα προγράμματα προσομοίωσης, για παράδειγμα, τονίζεται ότι επιτρέπουν την εξερεύνηση επιστημονικών εννοιών από τους μαθητές με διασκεδαστικό και διαδραστικό τρόπο.

Αναφορικά με την εκμάθηση ξένων γλωσσών σημειώνεται ότι η αναγνώριση ομιλίας και η διόρθωση προφοράς, με τα κατάλληλα εργαλεία ΤΝ, μπορούν να διευκολύνουν τη μάθηση της ξένης γλώσσας (Gao et al., 2024). Η δυνατότητά τους, επίσης, να ανταλλάσσονται μοτίβα καθιστά τη χρήση τους κατάλληλη σε πολλές εκπαιδευτικές δραστηριότητες. Τέλος, η υποστήριξη που δύναται να παρέχουν σε εκπαιδευόμενους με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες κρίνεται πολύ σημαντική. Κατά την εκπαιδευτική πράξη η χρήση εφαρμογών ΤΝ προσαρμόζει τις δραστηριότητες στις ατομικές δυνατότητες και

προτιμήσεις των εκπαιδευομένων αυτών, με αποτέλεσμα να συμμετέχουν ολοκληρωτικά και ουσιαστικά στη μαθησιακή διαδικασία και να απολαμβάνουν μια πιο προσαρμοσμένη εκπαιδευτική εμπειρία.

#### 4.2.6. Η αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας με τη χρήση TN

Με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης, οι εφαρμογές TN μπορούν να αξιοποιηθούν σε διάφορες φάσεις της διδασκαλίας στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση (Πίνακας 2). Η ενσωμάτωση αυτών των εφαρμογών μπορεί να ενισχύσει την εμπειρία μάθησης και να υποστηρίξει τους εκπαιδευτικούς σε πολλές πτυχές της διδασκαλίας (Gao et al., 2024).

*Πίνακας 2. Φάσεις της διδασκαλίας που αξιοποιούνται εφαρμογές TN.*

<b>Φάσεις διδασκαλίας</b>	<b>Εφαρμογές TN</b>	<b>Ποσοστό χρήσης</b>
<b>Προετοιμασία και Σχεδιασμός Μαθήματος</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Εξατομικευμένα Προγράμματα Διδασκαλίας: Εφαρμογές όπως το Knewton και το Smart Learning Suite χρησιμοποιούν TN, για να αναλύσουν τα δεδομένα των μαθητών και να προτείνουν εξατομικευμένα προγράμματα διδασκαλίας.</li> <li>Δημιουργία Εκπαιδευτικού Υλικού: Εργαλεία όπως το Quizlet βοηθούν τους εκπαιδευτικούς να δημιουργούν εξατομικευμένα υλικά με βάση τις ανάγκες των μαθητών.</li> </ul>	44,57%
<b>Εισαγωγή και Παρουσίαση Νέου Υλικού</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Διαδραστικές Παρουσιάσεις: Το Nearpod χρησιμοποιεί TN για τη δημιουργία διαδραστικών παρουσιάσεων που εμπλέκουν τους μαθητές και προσαρμόζονται στην κατανόησή τους.</li> </ul>	33,33%

---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Προσαρμοστική Μάθηση: Το DreamBox παρέχει εξατομικευμένα μαθηματικά μαθήματα που προσαρμόζονται σε πραγματικό χρόνο με βάση την απόδοση των μαθητών.</li> </ul>	
--	--	--

---

<b>Εξάσκηση και Εμπέδωση</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αλληλεπιδραστικά Κουίζ: Το Kahoot! και το Socrative προσφέρουν κουίζ και διαδραστικά παιχνίδια που προσαρμόζονται στις απαντήσεις των μαθητών, παρέχοντας άμεση ανατροφοδότηση.</li> <li>• Εφαρμογές Εξάσκησης Γλώσσας: Το Duolingo χρησιμοποιεί TN, για να προσαρμόσει τα μαθήματα ξένων γλωσσών στο επίπεδο κάθε μαθητή και να παρέχει συνεχή ανατροφοδότηση.</li> </ul>	12,5%
------------------------------	---	-------

---

<b>Αξιολόγηση και Ανατροφοδότηση</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αυτόματη Αξιολόγηση: Εφαρμογές όπως το Turnitin και το Grammarly παρέχουν αυτόματη αξιολόγηση και ανατροφοδότηση για γραπτά, βοηθώντας τους μαθητές να βελτιώσουν τις δεξιότητές τους.</li> <li>• Ανάλυση Προόδου: Το Edmentum χρησιμοποιεί TN για την ανάλυση των επιδόσεων των μαθητών και την παροχή ανατροφοδότησης στους εκπαιδευτικούς σχετικά με τα δυνατά και αδύναμα σημεία των μαθητών.</li> </ul>	8,3%
--------------------------------------	---	------

---

<b>Επανεκπαίδευση και Διόρθωση</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Εξατομικευμένη Επανεκπαίδευση: Το Khan Academy προσφέρει εξατομικευμένα προγράμματα επανεκπαίδευσης βασισμένα στην απόδοση του μαθητή, βοηθώντας τους να καλύψουν γνωστικά κενά.</li> <li>• Παιχνίδια Μάθησης: Το Classcraft χρησιμοποιεί TN, για να δημιουργήσει προσαρμοσμένα εκπαιδευτικά παιχνίδια, που βοηθούν τους μαθητές να ελέγξουν τις γνώσεις τους αλλά και να εμβαθύνουν σε συγκεκριμένα μαθησιακά αντικείμενα.</li> </ul>	3,7%
<b>Συνεργασία και Κοινωνική Μάθηση</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Διαδραστικοί Πίνακες: Το Padlet επιτρέπει στους μαθητές να συνεργάζονται και να ανταλλάσσουν ιδέες, ενώ η TN μπορεί να βοηθήσει στην οργάνωση και την αξιολόγηση αυτών των δραστηριοτήτων.</li> <li>• Βίντεο-Συζητήσεις: Το Flipgrid χρησιμοποιεί TN, για να διευκολύνει τις βίντεο-συζητήσεις μεταξύ μαθητών, παρέχοντας ανατροφοδότηση και προτάσεις βελτίωσης.</li> </ul>	21,6%

Οι εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης βρίσκουν εφαρμογή σε μια ευρεία γκάμα μαθημάτων στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, συμβάλλοντας στη βελτίωση της εξατομικευμένης μάθησης και στην ενίσχυση της εμπειρίας των μαθητών (Dai et al., 2023). Αυτές οι τεχνολογίες επιτρέπουν στους εκπαιδευτικούς να παρέχουν πιο αποτελεσματική και προσαρμοσμένη διδασκαλία,

ενισχύοντας τη μάθηση και την κατανόηση των μαθητών. Σύμφωνα με την ανάλυση, τα μαθήματα στα οποία χρησιμοποιούνται εφαρμογές ΤΝ παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.

*Πίνακας 3. Μαθήματα που χρησιμοποιούνται εφαρμογές ΤΝ.*

<b>Μαθήματα</b>	<b>Εφαρμογές ΤΝ</b>	<b>Ποσοστό χρήσης</b>
<b>Μαθηματικά</b>	<p>DreamBox: Παρέχει εξατομικευμένα μαθήματα μαθηματικών που προσαρμόζονται στην απόδοση του μαθητή.</p> <p>Khan Academy: Προσφέρει προσαρμοστικά μαθήματα και ασκήσεις που χρησιμοποιούν ΤΝ για την ανάλυση των επιδόσεων των μαθητών και την παροχή εξατομικευμένης ανατροφοδότησης.</p>	41,8%
<b>Γλώσσα/Γραφή</b>	<p>Grammarly: Βοηθά τους μαθητές να βελτιώσουν τις γραπτές τους δεξιότητες με αυτόματα διόρθωση γραμματικής και ύφους.</p> <p>Turnitin: Χρησιμοποιείται για την ανίχνευση λογοκλοπής και την παροχή ανατροφοδότησης σχετικά με την αυθεντικότητα και τη δομή των γραπτών εργασιών.</p> <p>Quill: Παρέχει εξατομικευμένες ασκήσεις γραφής και ανατροφοδότηση για τη βελτίωση της σύνταξης και της γραμματικής.</p>	7,7%
<b>Ξένες Γλώσσες</b>	<p>Duolingo: Χρησιμοποιεί ΤΝ για την παροχή εξατομικευμένων μαθημάτων ξένων γλωσσών, προσαρμόζοντας το επίπεδο και τον ρυθμό μάθησης στις ανάγκες του κάθε μαθητή.</p>	28,5%



	Rosetta Stone: Προσφέρει εξατομικευμένη μάθηση γλωσσών με ανατροφοδότηση και καθοδήγηση μέσω TN.	
<b>Φυσικές Επιστήμες</b>	<p>Labster: Παρέχει εικονικά εργαστήρια και προσομοιώσεις που χρησιμοποιούν TN, για να προσφέρουν μια διαδραστική εμπειρία μάθησης στις φυσικές επιστήμες.</p> <p>CK-12: Προσαρμόζει το περιεχόμενο των μαθημάτων φυσικών επιστημών στις ανάγκες των μαθητών μέσω της χρήσης TN.</p>	46,6%
<b>Ιστορία και Κοινωνικές Επιστήμες</b>	<p>Google Earth: Χρησιμοποιείται σε μαθήματα γεωγραφίας και ιστορίας για την παροχή διαδραστικών και οπτικών εργαλείων μάθησης.</p> <p>Edsby: Πλατφόρμα διαχείρισης μάθησης που χρησιμοποιεί TN, για να αναλύσει την πρόοδο των μαθητών και να προσαρμόσει το εκπαιδευτικό υλικό.</p>	4,3%
<b>Τέχνες και Δημιουργική Έκφραση</b>	<p>Musico: Χρησιμοποιεί TN για την εκμάθηση μουσικής, βοηθώντας τους μαθητές να μάθουν να παίζουν μουσικά όργανα και να κατανοήσουν τη θεωρία της μουσικής.</p> <p>Adobe Spark: Χρησιμοποιείται για τη δημιουργία διαδραστικών και πολυμέσων έργων τέχνης και παρουσιάσεων, βοηθώντας τους μαθητές να αναπτύξουν τις δημιουργικές τους δεξιότητες.</p>	11,1%

---

**Τεχνολογία &  
Πληροφορική**

Scratch: Παρέχει ένα περιβάλλον προγραμματισμού που χρησιμοποιεί TN, για να προσαρμόσει τις δραστηριότητες κωδικοποίησης στις ανάγκες και το επίπεδο των μαθητών.

39,8%

Code.org: Προσφέρει μαθήματα προγραμματισμού που προσαρμόζονται στις επιδόσεις των μαθητών μέσω TN, βοηθώντας τους να μάθουν βασικές δεξιότητες κωδικοποίησης.

---

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι απόψεις των ερευνητών σχετικά με την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας της διδασκαλίας με την εφαρμογή των εργαλείων TN. Αν και ποσοστό 26,7% των δημοσιεύσεων αναφέρει θετικά αποτελέσματα (Dai et al., 2024, Zhao et al., 2022), ποσοστό 18,3% θεωρεί ότι σε κάποια μαθήματα, η εφαρμογή TN δεν αποδείχθηκε λειτουργική (κυρίως στην ιστορία και στη γλώσσα). Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα αποτελέσματα της πρόσφατης μελέτης των Liu & Yushchik (2024), οι οποίοι θεωρούν ότι, καθώς τα μαθήματα αυτά προϋποθέτουν τον καθορισμό της ροής του μαθήματος από τον εκπαιδευτικό, η εφαρμογή TN περιορίζει τη δυνατότητα παρέμβασης του εκπαιδευτικού στον έλεγχο της μαθησιακής διαδικασίας και μειώνει την αποτελεσματικότητα της μάθησης.

### **4.3. Ενίσχυση της εξατομικευμένης μάθησης μέσω της TN**

#### ***4.3.1. Η ενσωμάτωση της επαυξημένης πραγματικότητας στη μαθησιακή διαδικασία***

Η επαυξημένη πραγματικότητα (ΕΠ, Augmented Reality-AR) είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει στους μαθητές να αλληλεπιδρούν με το εκπαιδευτικό υλικό σε πραγματικό χρόνο, προσφέροντας μια πιο καθηλωτική και αλληλεπιδραστική εμπειρία μάθησης (Kaviyaraj & Uma 2021). Η αξιοποίηση της ΕΠ στην εκπαιδευτική διαδικασία, για την επίδειξη πολύπλοκων εννοιών και τη διευκόλυνση της κατανόησής τους, επιτρέπει στους μαθητές την εξερεύνηση πολυδιάστατων περιβαλλόντων μάθησης και την εμπλοκή σε δραστηριότητες, που δε θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν σε μια παραδοσιακή τάξη.

Όπως προέκυψε από τη βιβλιομετρική ανάλυση, το 23% των δημοσιεύσεων αναφέρεται σε αυτόν τον τομέα. Επιπλέον, η χρήση εφαρμογών ΕΠ στην εκπαιδευτική πράξη, τονίζεται ότι, πέρα από την καλύτερη κατανόηση των εννοιών και την αύξηση της συμμετοχής, βοηθά τους μαθητές να αναπτύξουν τις δεξιότητές τους, με πιο αποδοτικό και αποτελεσματικό τρόπο (Reiners et al., 2021).

Ως σημαντικό στοιχείο αναδεικνύεται η προηγμένη οπτικοποίηση μέσω της ΕΠ, καθώς με τη δημιουργία νέων οθονών βελτιώνει την κατανόηση σύνθετων δομών, σχημάτων και συστημάτων. Ωστόσο, οι αυτόματοι αλγόριθμοι απεικόνισης που βασίζονται στην ΤΝ μπορούν να αυξήσουν την αποδοτικότητα της ΕΠ, παρέχοντας αυτόματη απεικόνιση στοχευμένων μερών των δομών μιας έννοιας (Reiners et al., 2021). Η δυνατότητα ακόμη της ΕΠ να προσφέρει εμπλουτισμένες εμπειρίες μάθησης, που συνδυάζουν το πραγματικό και το εικονικό περιβάλλον, τονίζεται ως ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της ΕΠ, που στηρίζει την άποψη ότι τα εργαλεία της ΤΝ ενισχύουν την κατανόηση και τη συμμετοχή των μαθητών.

Στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, με τη βοήθεια της ΕΠ οι μαθητές μπορούν να εξερευνήσουν τα ηλιακά συστήματα, να ανακαλύψουν την ανατομία των ζώων ή να μάθουν για ιστορικά γεγονότα μέσω εικονικών απεικονίσεων που ενσωματώνονται στο φυσικό ή το χωρο-χρονικό τους περιβάλλον (Kaviyaraj & Uma 2021). Η χρήση εφαρμογών ΕΠ έχει δείξει ότι βελτιώνει την αφομοίωση των πληροφοριών και την εμπλοκή των μαθητών. Επίσης, παρέχει ευκαιρίες για ενεργητική μάθηση, μέσω της αλληλεπίδρασης με το περιεχόμενο. Έτσι οι μαθητές συμμετέχουν σε δραστηριότητες που ενισχύουν τις δεξιότητές τους, όπως η επίλυση προβλημάτων.

Στην πλειοψηφία όμως των δημοσιεύσεων δεν παραλείπεται η αναφορά σε νευραλγικά ζητήματα σχετικά με την ενσωμάτωση της ΕΠ στην εκπαίδευση (π.χ. ανάγκη για επαρκή τεχνική υποστήριξη, προσαρμογή των εκπαιδευτικών μεθόδων στις νέες τεχνολογίες). Με δεδομένη την ταχύτατη εξέλιξη της τεχνολογίας, αναμένεται αύξηση των δυνατοτήτων για τη χρήση της ΕΠ στην εκπαιδευτική διαδικασία αλλά και προσφοράς ακόμα περισσότερων εργαλείων για την ενίσχυση και βελτιστοποίηση της μαθησιακής διαδικασίας.

#### ***4.3.2. Οι δυνατότητες ενίσχυσης της μάθησης μέσω παιχνιδιού***

Στο 38% των δημοσιεύσεων αναφέρονται οι δυνατότητες ενίσχυσης της μάθησης μέσα από τη χρήση εργαλείων ΤΝ που βασίζονται στο παιχνίδι. Η μάθηση μέσω παιχνιδιού (game-based learning) αποτελεί μια μέθοδο που αξιοποιείται συστηματικά το τελευταίο διάστημα στα πλαίσια της εκπαιδευτικής διαδικασίας (Sun et al., 2023). Η μάθηση μέσω παιχνιδιού, μια καινοτόμος εκπαιδευτική προσέγγιση (προερχόμενη από τη χρήση εκπαιδευτικών παιχνιδιών ή λογισμικών που χρησιμοποιούν τα παιχνίδια για εκπαιδευτικούς σκοπούς) έχει δείξει ότι υποστηρίζει ποιοτικά τη μαθησιακή διαδικασία, βελτιώνει τη διδασκαλία αλλά και τη διαδικασία αξιολόγησης των μαθητών (Yim & Su, 2024).

Τα βασικά χαρακτηριστικά της μάθησης μέσω παιχνιδιού (δράση αντί εξήγηση, δημιουργία προσωπικής κινητοποίησης και ικανοποίησης, προσαρμογή σε πολλαπλά στυλ και δεξιότητες μάθησης, ενίσχυση της κυριαρχίας δεξιοτήτων, παροχή διαδραστικού και αποφασιστικού περιβάλλοντος) υποστηρίζουν την ενσωμάτωση της μάθησης μέσω παιχνιδιού σε διάφορες εκπαιδευτικές δράσεις και βαθμίδες εκπαίδευσης, με αυτό της πρωτοβάθμιας να παίζει πρωταγωνιστικό ρόλο (Sun et al., 2023). Στις περισσότερες δημοσιεύσεις τονίζονται τα οφέλη της μάθησης μέσω παιχνιδιού, για τη διδασκαλία και τη μάθηση στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, καθώς η προσέγγιση αυτή προσελκύει το ενδιαφέρον των μαθητών και προάγει την εκμάθηση βασικών γνώσεων. Υπογραμμίζονται βέβαια και οι ανησυχίες της εκπαιδευτικής ερευνητικής κοινότητας σχετικά με τις αρνητικές επιπτώσεις των παιχνιδιών στη μάθηση. Κατά τον σχεδιασμό της διδασκαλίας από τους εκπαιδευτικούς, θα πρέπει να υπάρχει ισορροπία μεταξύ των δραστηριοτήτων παιχνιδιού και μάθησης, ώστε να αποφευχθεί η απόσπαση των μαθητών από τα χαρακτηριστικά του παιχνιδιού και να επιτευχθεί η εστίαση στο περιεχόμενο της μαθησιακής διαδικασίας (Sun et al., 2023).

Τονίζεται ακόμη η σημασία της σωστής καθοδήγησης των εκπαιδευτικών για την επιτυχία αυτής της προσέγγισης. Οι μικρότεροι σε ηλικία μαθητές της πρωτοβάθμιας ή οι πιο άπειροι ενδέχεται να εμφανίσουν δυσκολία στην εφαρμογή προγενέστερων γνώσεων σε ένα παιχνίδι (Yim & Su, 2024). Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε χαμηλή κινητοποίηση και εμπλοκή τους στη μαθησιακή διαδικασία. Αναδεικνύεται, συνεπώς, η ανάγκη ενσωμάτωσης της καθοδήγησης των εκπαιδευτικών στη μάθηση μέσω παιχνιδιού, ειδικά στην

πρωτοβάθμια εκπαίδευση, προκειμένου να υποστηρίξουν ουσιαστικά τους μαθητές τους. Στόχος είναι να αναπτύξουν αυτορρύθμιση και να συνδέσουν το περιεχόμενο του παιχνιδιού με τη γνώση του μαθήματος.

Οι στρατηγικές καθοδήγησης των εκπαιδευτικών, στο στάδιο του προσανατολισμού και της παιχνιδοποίησης, επηρεάζουν σημαντικά τη μάθηση των μαθητών (Yim & Su, 2024). Η εξοικείωση με τα παιχνίδια αναφέρεται ως το πιο σημαντικό αποτέλεσμα της καθοδήγησης των εκπαιδευτικών, καθώς αυξάνει το ενδιαφέρον των μαθητών τόσο για το παιχνίδι όσο και για τις δραστηριότητες μάθησης. Στο στάδιο της παιχνιδοποίησης, η εμπλοκή ήταν η πιο σημαντική επιρροή της καθοδήγησης των εκπαιδευτικών στη μαθησιακή διαδικασία, ακολουθούμενη από την ανάπτυξη δεξιοτήτων, την απόκτηση γνώσεων αλλά και τη σύνδεση της απόκτησης γνώσεων με το αίσθημα της ικανοποίησης.

#### **4.4. Ο βαθμός ετοιμότητας των εκπαιδευτικών και τα προγράμματα ψηφιακής κατάρτισης**

Στο 41% των δημοσιεύσεων αναφέρεται ότι η επιτυχής ενσωμάτωση της TN στην εκπαίδευση εξαρτάται σημαντικά από την ετοιμότητα των εκπαιδευτικών και την παροχή κατάλληλης ψηφιακής κατάρτισης. Οι εκπαιδευτικοί, ανάλογα με την ηλικία τους, φαίνεται να έχουν διαφορετική άποψη για την TN. Οι μεγαλύτεροι σε ηλικία δεν έχουν την απαιτούμενη κατάρτιση ή/και την εμπειρία και πρέπει να εκπαιδευτούν στη χρήση των τεχνολογιών TN, για να ενσωματώσουν τις νέες μεθόδους διδασκαλίας στα μαθήματά τους (Hrastinski et al., 2019). Προκειμένου να αξιοποιούν αποτελεσματικά τις τεχνολογίες TN στη διδακτική πράξη, θα πρέπει να αποκτήσουν τις απαιτούμενες δεξιότητες και γνώσεις. Αντίθετα, οι μικρότεροι σε ηλικία είναι περισσότερο εξοικειωμένοι και περισσότερο ενθουσιασμένοι με τις δυνατότητες που προσφέρει η TN. Κρίνεται συνεπώς απαραίτητη η παροχή της κατάλληλης ψηφιακής κατάρτισης αλλά και αναγκαία η συνεχής επαγγελματική ανάπτυξή τους ως στελέχη της εκπαίδευσης, για την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας της διδασκαλίας και της μάθησης.

Η βιβλιομετρική ανάλυση δείχνει ότι οι εκπαιδευτικοί, οι οποίοι ενσωματώνουν την ψηφιακή μάθηση και τις τεχνολογίες TN στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, χρειάζονται υψηλό επίπεδο ετοιμότητας και κατάρτισης. Επειδή ακριβώς ο βαθμός ετοιμότητας των

εκπαιδευτικών σχετίζεται άμεσα με την επιτυχία της ενσωμάτωσης των ψηφιακών εργαλείων στην εκπαιδευτική διαδικασία, οι εκπαιδευτικοί πρέπει:

- να είναι εξοικειωμένοι με τις τεχνολογίες αυτές,
- να κατανοούν τις παιδαγωγικές αρχές που τις διέπουν και τέλος,
- να είναι ικανοί να προσαρμόζουν τη διδασκαλία τους στις ανάγκες των μαθητών μέσω αυτών των εργαλείων.

Με βάση τα παραπάνω η ανάγκη για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση προγραμμάτων ψηφιακής κατάρτισης για την ενσωμάτωση τεχνολογιών ΤΝ εκπαιδευτικών υπογραμμίζεται ως προτεραιότητα εκπαιδευτικής πολιτικής. Πολλοί εκπαιδευτικοί, κυρίως στις νότιες ευρωπαϊκές χώρες, έχουν αρνητική προδιάθεση, στο άκουσμα των λέξεων «επιμόρφωση» ή «πρόγραμμα κατάρτισης», και αυτό γιατί θεωρούν χάσιμο χρόνου επιμορφώσεις χωρίς πρακτικές προτάσεις, λύσεις και συμβουλές για την άμεση εφαρμογή στην τάξη (Wang et al., 2023). Καταδεικνύεται, λοιπόν, η ανάγκη προσαρμογής των προγραμμάτων στις ανάγκες των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αλλά και η ανάγκη για πρακτική εφαρμογή και συνεχή υποστήριξη. Τέλος, η ψηφιακή κατάρτιση θα πρέπει να περιλαμβάνει όχι μόνο τεχνικά ζητήματα χρήσης εργαλείων της ΤΝ, αλλά και παιδαγωγικές στρατηγικές που ενισχύουν αυτή τη μαθησιακή προσέγγιση.

Τα προγράμματα που περιλαμβάνουν εκπαιδευτικές σειρές μαθημάτων, σεμινάρια και εργαστήρια με επίκεντρο την ψηφιακή παιδαγωγική και τη χρήση ψηφιακών εργαλείων στη διδασκαλία επιλέγονται από τους εκπαιδευτικούς ως άξια συμμετοχής και αφιέρωσης προσωπικού χρόνου (Hrastinski et al., 2019). Σύμφωνα με την ανάλυση, ένα πρόγραμμα που περιλαμβάνει σεμινάρια εστιασμένα στη χρήση συγκεκριμένων τεχνολογιών ή λογισμικών που μπορούν να ενσωματωθούν στη διδασκαλία προτιμάται και ολοκληρώνεται από τους εκπαιδευτικούς με διάθεση, ενώ τα ποσοστά εγκατάλειψης είναι μικρότερα. Ιδιαίτερα θετικοί εμφανίζονται οι εκπαιδευτικοί με την εναλλακτική των συνεργατικών πρωτοβουλιών, όταν ενθαρρύνονται να συμμετέχουν σε ομάδες, όπου μπορούν να ανταλλάσσουν εμπειρίες και να μαθαίνουν από τους συναδέλφους τους. Αξίζει να αναφερθεί, τέλος, ότι προγράμματα που περιλαμβάνουν πρακτική άσκηση και εφαρμογή της γνώσης σε πραγματικά περιβάλλοντα τάξης, επιτρέπουν στους εκπαιδευτικούς να

αποκτήσουν άμεσα εμπειρία στη χρήση της τεχνολογίας, με το στοιχείο αυτό να αποτελεί κριτήριο συμμετοχής τους.

Εκτός της ανάγκης για συνεχή κατάρτιση, όπου οι εκπαιδευτικοί παραμένουν ενήμεροι για τις τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις, σημαντικό ρόλο παίζει και η αποδοχή της τεχνολογίας της ΤΝ αλλά και της ένταξης των Νέων Τεχνολογιών στην εκπαιδευτική πράξη γενικότερα (Hrastinski et al., 2019). Ένα σημαντικό ποσοστό των εκπαιδευτικών εκφράζουν ανησυχίες σχετικά με την αποδοχή και την προσαρμογή στις Νέες Τεχνολογίες, καθώς και για τη χρήση τους με τρόπο που ενισχύει τη μαθησιακή διαδικασία. Ακόμη, η έλλειψη κατάλληλων πόρων και εξοπλισμού αναφέρεται πολύ συχνά ως εμπόδιο για την ενσωμάτωση της ψηφιακής τεχνολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας ΤΝ στην εκπαίδευση, σύμφωνα με την ανάλυση, δείχνει ότι μπορεί να οδηγήσει στη βελτίωση της μαθησιακής διαδικασίας και στην αύξηση του ενδιαφέροντος και της εμπλοκής των μαθητών. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τις κρίσεις των εκπαιδευτικών, που συμμετέχουν σε προγράμματα ψηφιακής κατάρτισης, καθώς αναφέρουν βελτίωση στην ικανότητά τους να χρησιμοποιούν τεχνολογικά εργαλεία και να ενσωματώνουν καινοτόμες μεθόδους στη διδασκαλία τους.

Οι εκπαιδευτικοί που ενσωματώνουν εφαρμογές ΤΝ στη διδασκαλία τους για να βελτιώσουν την εμπειρία μάθησης και τη διαχείριση της τάξης, συνήθως χρησιμοποιούν δημοφιλείς εφαρμογές ΤΝ (Πίνακας 4). Η χρήση αυτών των εφαρμογών μπορεί να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς να βελτιώσουν τη διδασκαλία τους και να προσφέρουν μια πιο εξατομικευμένη και αποτελεσματική εμπειρία μάθησης στους μαθητές.

*Πίνακας 4. Δημοφιλείς εφαρμογές ΤΝ στη διδασκαλία*

<b>Κατηγορία εφαρμογών ΤΝ</b>	<b>Εφαρμογές ΤΝ</b>	<b>Ποσοστά χρήσης</b>
<b>Εφαρμογές για την εξατομικευμένη μάθηση</b>	Socrative: Χρησιμοποιεί ΤΝ, για να προσαρμόσει τα κουίζ και τις αξιολογήσεις στις ανάγκες των μαθητών.	24,6%

	DreamBox: Προσαρμοστική πλατφόρμα μαθηματικών που χρησιμοποιεί TN, για να παρέχει εξατομικευμένη διδασκαλία.	
<b>Εφαρμογές για τη δημιουργία περιεχομένου και την υποστήριξη της μάθησης</b>	Grammarly: Χρησιμοποιεί TN, για να βοηθήσει τους μαθητές στη βελτίωση των γραπτών τους με έλεγχο γραμματικής, στίξης και ύφους.  Quizlet: Προσφέρει λειτουργίες TN για τη δημιουργία εξατομικευμένων εργαλείων μελέτης και τεστ.	15,2%
<b>Εφαρμογές για τη διαχείριση τάξης και την επικοινωνία</b>	Classcraft: Χρησιμοποιεί TN, για να παρακολουθεί την πρόοδο των μαθητών και να παρέχει κίνητρα μέσω παιχνιδιών.  Smart Learning Suite: Προσφέρει εργαλεία που χρησιμοποιούν TN για την αξιολόγηση και την ανάλυση των επιδόσεων των μαθητών.	22,9%
<b>Εφαρμογές για τη διδασκαλία γλωσσών</b>	Duolingo: Χρησιμοποιεί TN, για να προσαρμόσει τα μαθήματα ξένων γλωσσών στις ανάγκες και το επίπεδο του κάθε μαθητή.  Rosetta Stone: Ενσωματώνει TN για την εξατομίκευση της μάθησης γλωσσών και την παροχή ανατροφοδότησης.	31,1%



<b>Εφαρμογές για τη δημιουργία και τη διαχείριση περιεχομένου</b>	<p>Edmentum: Προσφέρει εξατομικευμένα προγράμματα μάθησης που χρησιμοποιούν TN, για να προσαρμόσουν το περιεχόμενο στις ανάγκες των μαθητών.</p> <p>Knewton: Χρησιμοποιεί TN για την παροχή προσαρμοσμένων μαθημάτων και την ανάλυση των επιδόσεων των μαθητών.</p>	12,4%
<b>Εφαρμογές για υποστήριξη διδασκαλίας και ανατροφοδότησης</b>	<p>Turnitin: Χρησιμοποιεί TN για τον έλεγχο της αυθεντικότητας των εργασιών και την παροχή ανατροφοδότησης για τη βελτίωση των γραπτών των μαθητών.</p> <p>Coursera: Προσφέρει μαθήματα που χρησιμοποιούν TN για την παροχή εξατομικευμένης εμπειρίας μάθησης και ανατροφοδότησης.</p>	8,8%

#### 4.5. Αξιοπιστία εκπαιδευτικών συστημάτων βάσει TN

Στο 17% των δημοσιεύσεων ανακύπτει ως ζήτημα η αξιοπιστία των εκπαιδευτικών συστημάτων που βασίζονται στην TN. Τα συστήματα αξιοπιστίας που βασίζονται στην TN, όπως είναι τα συστήματα επιτήρησης εξετάσεων (proctoring), αποδεικνύεται ότι συμβάλουν στη διασφάλιση της ακεραιότητας των εξετάσεων και την πρόληψη της αντιγραφής. Καθώς γίνεται χρήση τεχνολογιών ανάλυσης εικόνας και αναγνώρισης προσώπου, για την παρακολούθηση των μαθητών κατά τη διάρκεια των εξετάσεων, υποστηρίζουν την ακεραιότητα των εξετάσεων και τη διασφάλιση συμμόρφωσης των μαθητών με τους

κανόνες και τις διαδικασίες των εξετάσεων (Nigam et al., 2021). Τονίζεται ακόμη ότι η αξιοπιστία των εκπαιδευτικών συστημάτων είναι κρίσιμη για τη διασφάλιση της ποιότητας της διδασκαλίας και της μάθησης. Εφόσον τα συστήματα αξιοπιστίας που βασίζονται στην ΤΝ βοηθούν στην ανίχνευση και αντιμετώπιση των προβλημάτων ακεραιότητας, βελτιώνεται συνεπώς και η ποιότητα της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Παρόλο που τα συστήματα εκπαίδευσης που βασίζονται στην ΤΝ έχουν δείξει σημαντικές προοπτικές στη βελτίωση της μαθησιακής διαδικασίας, η αξιοπιστία τους συνεχίζει να αποτελεί ένα κρίσιμο ζήτημα, που χρήζει περαιτέρω διερεύνησης, ειδικά στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, σύμφωνα με τις περισσότερες έρευνες (Butler-Henderson & Crawford 2020). Από την πλειονότητα των δημοσιεύσεων αναδεικνύονται δυο κατηγορίες ζητημάτων: τεχνολογικά και ανθρώπινα.

Ως προς τα τεχνολογικά ζητήματα, το πρώτο αφορά την ασφάλεια και την ιδιωτικότητα (Butler-Henderson & Crawford 2020). Υπογραμμίζεται ότι κατά τη χρήση συστημάτων ΤΝ θα πρέπει να εξασφαλίζεται η προστασία των προσωπικών δεδομένων των μαθητών (Berendt et al., 2020). Οι ανησυχίες σχετικά με την αποθήκευση και τη διαχείριση των βιομετρικών δεδομένων, που συλλέγονται για την ταυτοποίηση και την παρακολούθηση των μαθητών, αποτελούν τροχοπέδη. Το δεύτερο ζήτημα σχετίζεται με την αξιοπιστία του υλικού και του λογισμικού (Nigam et al., 2021). Για την αποτελεσματική λειτουργία τους, τα συστήματα πρέπει να είναι συμβατά με τον τεχνολογικό εξοπλισμό (π.χ. κάμερες, μικρόφωνα) και τις υποδομές που διαθέτουν οι μαθητές, στα σπίτια τους και όχι μόνο, αλλά και με αυτών στις εκάστοτε σχολικές αίθουσες. Σημαντική είναι η εγγύηση της απρόσκοπτης λειτουργίας των συστημάτων, σε διαφορετικές πλατφόρμες και συνθήκες δικτύου.

Προχωρώντας στα ανθρώπινα ζητήματα, η ψυχολογική επιρροή τους κρίνεται πολύ σημαντική, καθώς η συνεχής παρακολούθηση ενδέχεται να επιφέρει άγχος και πίεση στους μαθητές (Salas-Pilco et al., 2020). Η αίσθηση δηλαδή ότι παρακολουθούνται συνεχώς μπορεί να επηρεάσει την ψυχική τους υγεία αλλά και την απόδοσή τους στις γραπτές δοκιμασίες ή την εξέταση. Επιπλέον, η αποδοχή των συστημάτων ΤΝ από τις κοινωνικές ομάδες των εμπλεκόμενων θεωρείται κρίσιμη, καθώς, αν το σύστημα θεωρηθεί υπερβολικά παρεμβατικό ή αναξιόπιστο (π.χ. από μαθητές και γονείς), μπορεί να δημιουργηθεί

αντίσταση και δυσπιστία. Τέλος, σημαντική είναι αναμφίβολα και η αποδοχή τους από την ίδια την εκπαιδευτική κοινότητα.

## **5. Προτάσεις αντιμετώπισης των προβλημάτων ενσωμάτωσης της ΤΝ στην εκπαίδευση και αξιοποίησης των ευκαιριών**

Η αντιμετώπιση των προκλήσεων ενσωμάτωσης της ΤΝ στην εκπαίδευση μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω διαφόρων στρατηγικών. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν παραπάνω, στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, σημειώνονται προτάσεις που αφορούν:

- α) στην εκπαίδευση και κατάρτιση των εκπαιδευτικών,
- β) στην ανάπτυξη προσαρμοσμένου εκπαιδευτικού υλικού,
- γ) στην τεχνολογική υποστήριξη και τις υποδομές,
- δ) στην ενίσχυση της συνεργασίας και της κοινωνικής αλληλεπίδρασης των μαθητών,
- ε) στην υποστήριξη ατόμων με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες,
- στ) στην προστασία προσωπικών δεδομένων και την ιδιωτικότητα και τέλος,
- ζ) στη διαδικασία της αξιολόγησης.

Η εκπαίδευση και κατάρτιση των εκπαιδευτικών αφορά τόσο τη συνεχή επαγγελματική ανάπτυξή τους όσο και την υποστήριξή τους από ειδικούς στην ΤΝ. Όπως έχει σημειωθεί και παραπάνω, η προσφορά προγραμμάτων κατάρτισης, που εστιάζουν στις βασικές αρχές της ΤΝ και στις πρακτικές εφαρμογές της στην τάξη, συμβάλουν στην εξοικείωση των εκπαιδευτικών με τις τεχνολογίες ΤΝ. Μέσω αυτών των προγραμμάτων θα πρέπει να παρέχονται παραδείγματα, ολοκληρωμένα σχέδια διδασκαλίας και στρατηγικές, εκπαιδευτικές παρεμβάσεις, λύσεις και συμβουλές για την ενσωμάτωση εργαλείων ΤΝ στην εκπαιδευτική πράξη. Το πρόγραμμα Microsoft Educator Center, για παράδειγμα, προσφέρει δωρεάν διαδικτυακά μαθήματα και σεμινάρια για εκπαιδευτικούς, καλύπτοντας θέματα όπως η χρήση της ΤΝ στην εκπαίδευση και η ανάπτυξη δεξιοτήτων ψηφιακής διδασκαλίας. Εκτός από την ανάπτυξη των δεξιοτήτων των εκπαιδευτικών, πολύ σημαντική κρίνεται και η διαρκής επαφή τους με ειδικούς στην ΤΝ. Η συνεργασία μαζί τους, σε όλα τα στάδια υλοποίησης εκπαιδευτικών προγραμμάτων ενσωμάτωσης της ΤΝ, θα προσφέρει όχι μόνο

πολύτιμη υποστήριξη στους εκπαιδευτικούς αλλά και ενίσχυση του αισθήματος ασφάλειας για συνέχιση της προσπάθειας.

Το υπάρχον εκπαιδευτικό υλικό για την πρωτοβάθμια εκπαίδευση θα πρέπει να ανανεωθεί, προκειμένου να συμβαδίζει με τις αρχές της TN. Τα αναλυτικά προγράμματα που θα συνταχθούν θα πρέπει να περιλαμβάνουν διδακτικό υλικό, προτάσεις, μαθησιακά σενάρια και διαθεματικές δραστηριότητες που να ενσωματώνουν εργαλεία και εφαρμογές TN. Οι σαφείς οδηγίες και τα παραδείγματα που θα περιέχουν για τη χρήση της TN, αλλά και την αξιολόγηση των εργαλείων της, αναδεικνύονται ως σημαντικός παράγοντας για την πραγματοποίηση και εφαρμογή των σεναρίων στην τάξη. Στα νέα αναλυτικά προγράμματα θα μπορούσε να επιτευχθεί η ενσωμάτωση της TN είτε ως μέρος άλλων μαθημάτων, όπως η πληροφορική και οι φυσικές επιστήμες, είτε ως αυτόνομο μαθησιακό αντικείμενο. Θα πρέπει, επίσης, να είναι διακριτός ο διεπιστημονικός χαρακτήρας τους, ώστε να κατανοήσουν οι μαθητές τις συνδέσεις μεταξύ των διαφορετικών τομέων και να αναπτύξουν σφαιρική τεχνολογική παιδεία για την TN.

Σε αρκετές δημοσιεύσεις αναφέρεται ακόμη ότι το υλικό ακόμη θα πρέπει να είναι προσβάσιμο, κατανοητό αλλά και προσαρμοσμένο στις ανάγκες μαθητών και εκπαιδευτικών. Η προσαρμογή αυτή κρίνεται κρίσιμη, αφού τα συστήματα TN συμβάλλουν στην ανάλυση της προόδου των μαθητών, παρέχοντας προσαρμοσμένες δραστηριότητες και ασκήσεις, ανάλογες του επιπέδου και των ξεχωριστών μαθησιακών αναγκών τους. Με αυτόν τον τρόπο, οι μαθητές θα μαθαίνουν με τον δικό τους ρυθμό, ενώ θα τους δίνεται άμεση και εποικοδομητική ανατροφοδότηση. Αυτό κάνει, για παράδειγμα, η πλατφόρμα Knewton, χρησιμοποιώντας συστήματα TN αναλύει τις επιδόσεις των μαθητών και προσαρμόζει το εκπαιδευτικό περιεχόμενο στις ατομικές τους ανάγκες, βοηθώντας έτσι τους μαθητές να μάθουν με τον δικό τους ρυθμό.

Στα πλαίσια της εξατομικευμένης μάθησης, οι εφαρμογές TN προσφέρουν λύσεις για μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες, μέσω προσαρμοσμένων συστημάτων που ανταποκρίνονται στις μοναδικές τους ιδιαιτερότητες (π.χ. το πρόγραμμα Smart Sparrow). Η συμμετοχή των μαθητών αυτών μπορεί να διευκολυνθεί με τη χρήση εκπαιδευτικών τεχνολογιών, συμπεριλαμβανομένης της εικονικής πραγματικότητας και των ρομπότ επαυξημένης πραγματικότητας. Ταυτόχρονα ενισχύεται η κοινωνική και συναισθηματική

τους ανάπτυξη, καθώς επηρεάζεται πολύ θετικά η διάθεση, η αυτοπεποίθηση και το ενδιαφέρον τους για τη μάθηση και το σχολείο γενικότερα. Παράδειγμα εφαρμογής αποτελεί το πρόγραμμα Google Expeditions, που επιτρέπει στους μαθητές να εξερευνούν εικονικά περιβάλλοντα και να μαθαίνουν για διαφορετικά θέματα μέσω της εικονικής πραγματικότητας.

Τέλος, τονίζεται ότι η χρήση διαδραστικών πλατφορμών που ενσωματώνουν TN θα βοηθήσει στην εξατομίκευση αυτή της μάθησης και στην παροχή άμεσης ανατροφοδότησης σε όλους τους μαθητές. Η ενσωμάτωση δραστηριοτήτων, που προάγουν τη συνεργασία και την κοινωνική αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών, χρησιμοποιώντας εργαλεία TN, μπορεί να γίνει πολύ εύκολα μέσω διαδραστικών πλατφορμών, όπου θα είναι δυνατή η ανταλλαγή ιδεών μεταξύ τους. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν ακόμη, να αξιοποιήσουν τα εργαλεία στα πλαίσια δραστηριοτήτων πρακτικής άσκησης ή της μάθησης μέσω έρευνας για την αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας και της αφηρημένης φύσης των γνώσεων και των εννοιών της ίδιας της TN. Αυτές οι μέθοδοι θα βοηθήσουν τους μαθητές να αλληλεπιδρούν και να μαθαίνουν μέσω πρακτικών εμπειριών.

Αναφορικά με την τεχνολογική υποστήριξη και τις υποδομές αναδεικνύεται ως μείζον θέμα η αναβάθμισή τους. Η βελτίωση των τεχνολογικών υποδομών στα σχολεία είναι απαραίτητη για την αποτελεσματική χρήση εργαλείων TN στην εκπαιδευτική καθημερινότητα σε πραγματικό χρόνο και με άμεσο τρόπο. Μεταξύ άλλων αναφέρονται ως κρισιμότερα η παροχή επαρκούς και σύγχρονου εξοπλισμού, η διασφάλιση αξιόπιστης πρόσβασης στο διαδίκτυο αλλά και η παροχή τεχνικής υποστήριξης από τον αρμόδιο κρατικό φορέα, τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα. Το τελευταίο αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την άμεση αντιμετώπιση των τεχνικών ζητημάτων και την ουσιαστική υποστήριξη της χρήσης τεχνολογιών TN στη σχολική τάξη.

Για να μπορέσει, για παράδειγμα, ένας εκπαιδευτικός να προχωρήσει στον σχεδιασμό και την εφαρμογή διδακτικών σεναρίων για την επίλυση προβλημάτων της πραγματικής ζωής με τη χρήση εργαλείων TN, θα πρέπει να μπορούν οι μαθητές του: να αναπτύξουν εφαρμογές ανίχνευσης επαφών ή μοντέλα αναγνώρισης για την ταξινόμηση υλικών ανακύκλωσης, χρησιμοποιώντας το εργαλείο Google's Teachable Machine. Επίσης, θα μπορούσε να αξιοποιηθεί το πρόγραμμα Google AI for Education, το οποίο παρέχει εργαλεία

και πόρους σε σχολεία για την ανάπτυξη της υποδομής τους και την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών στη χρήση των τεχνολογιών TN.

Η ασφάλεια και η ιδιωτικότητα αναφέρονται, από γονείς και εκπαιδευτικούς, ως το σημαντικότερο πρόβλημα ενσωμάτωσης της TN στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Η προστασία των προσωπικών δεδομένων, όλων των εμπλεκόμενων και ιδιαίτερα των ανήλικων μαθητών και μαθητριών κρίνεται ύψιστης σημασίας. Προτείνεται, λοιπόν, η ύπαρξη σαφών κατευθυντήριων γραμμών, πολιτικών και πρωτοκόλλων για τη χρήση και την αποθήκευση των δεδομένων που συλλέγονται από τα συστήματα TN. Η ανάπτυξη σαφών πολιτικών ασφαλείας απαιτεί προϋπόθεση εφαρμογής εργαλείων TN στην εκπαιδευτική διαδικασία, καθώς έτσι εξασφαλίζονται η ασφάλεια και ιδιωτικότητα των μαθητών. Ταυτόχρονα σημειώνεται η ανάγκη για την ευαισθητοποίηση και την ενημέρωση όλων των εμπλεκόμενων (μαθητών, εκπαιδευτικών, γονέων, στελεχών εκπαίδευσης) σε θέματα ιδιωτικότητας και ασφαλείας των δεδομένων αλλά και για τα δικαιώματά τους. Αυτό μπορεί να καταστεί δυνατό μέσα από ενημερωτικές καμπάνιες του αρμόδιου φορέα, διακίνηση εκπαιδευτικού υλικού (βίντεο, διαδραστικά προγράμματα, branching scenarios, ημερίδες και βιωματικά εργαστήρια) αλλά και εφαρμογή προγραμμάτων παρέμβασης στις σχολικές αίθουσες.

Η αξιολόγηση και η βελτίωση των διαδικασιών που διέπουν την ενσωμάτωση τεχνολογιών TN στην εκπαίδευση είναι επίσης σημαντικές. Η αξιολόγηση αποτελεί, και πρέπει να αποτελεί, αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαιδευτικής διαδικασίας και διδασκαλίας, καθώς στόχος είναι η βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών στους μαθητές. Αξιοποιώντας για παράδειγμα την πλατφόρμα Edmodo Insights (η οποία χρησιμοποιεί TN για να αναλύσει δεδομένα από τις επιδόσεις των μαθητών), οι εκπαιδευτικοί μπορούν συγκεντρώσουν σημαντικές πληροφορίες για την προσαρμογή της διδασκαλίας τους.

Η συνεχής αξιολόγηση της επίδρασης των τεχνολογιών TN στη μάθηση είναι σημαντική για την αναγνώριση των θετικών και αρνητικών επιπτώσεων. Η συλλογή δεδομένων και η ανάλυσή τους μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση των εργαλείων και στην προσαρμογή των στρατηγικών διδασκαλίας, καθώς βελτιώνεται η ίδια η εκπαιδευτική διαδικασία, υποστηρίζοντας την ανάπτυξη των δεξιοτήτων των μαθητών σε ένα σύγχρονο και τεχνολογικά εμπλουτισμένο περιβάλλον μάθησης.

## 6. Προκλήσεις ενσωμάτωσης της ΤΝ στην εκπαίδευση και προτάσεις για μελλοντική διερεύνηση

Οι προκλήσεις που θα πρέπει να ξεπεραστούν, προκειμένου η ενσωμάτωση της ΤΝ στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση να καταστεί δυνατή, ποιοτική και αποτελεσματική, είναι αναμφίβολα πολλές. Πέραν της αποδοχής από το σύνολο της εκπαιδευτικής κοινότητας και προσαρμογής των εκπαιδευτικών πολιτικών στα νέα τεχνολογικά δεδομένα, είναι πολύ σημαντική η εξισορρόπηση οφελών και κινδύνων. Πρωτίστως θα πρέπει να διασφαλιστεί ότι τα οφέλη από τη χρήση συστημάτων ΤΝ στην εκπαίδευση υπερτερούν των κινδύνων. Εκπαιδευτικοί επαρκώς καταρτισμένοι στη χρήση συστημάτων ΤΝ, εργαλείων και εφαρμογών για να τα αξιοποιήσουν στο μέγιστο βαθμό στην εκπαιδευτική πράξη, γονείς και εκπαιδευόμενοι καλά ενημερωμένοι σε θέματα προστασίας προσωπικών δεδομένων και ασφάλειας, στελέχη εκπαίδευσης σε εγρήγορση, αναλυτικά προγράμματα σύγχρονα και διαρκώς εξελισσόμενα, με βάση τις νέες αρχές της παιδαγωγικής και της τεχνολογίας, αποτελούν κομμάτια του παζλ.

Επόμενη πρόκληση είναι η διασφάλιση της ισότιμης πρόσβασης όλων των μαθητών σε συστήματα ΤΝ. Απαιτείται προσεκτικός σχεδιασμός για να διασφαλιστεί αυτή η συνθήκη, καθώς τα συστήματα ΤΝ μπορεί να είναι ακριβά και όχι προσιτά σε όλες τις σχολικές μονάδες, ειδικά σε αναπτυσσόμενες χώρες. Είναι γεγονός ότι πολλά σχολεία δε διαθέτουν επαρκείς τεχνολογικούς πόρους και υποδομές για την ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαιδευτική διαδικασία. Επίσης, πρόκληση συμμόρφωσης αποτελεί το γεγονός ότι η προσαρμογή των τεχνολογιών ΤΝ σε διάφορα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα μπορεί να είναι δύσκολη, εξαιτίας των διαφορών στις ανάγκες και τις προτεραιότητες των σχολείων και των ίδιων των μαθητών ή των εκπαιδευτικών. Συνεπώς, η ανάπτυξη προσαρμοσμένων λύσεων που ανταποκρίνονται στις ιδιαίτερες απαιτήσεις κάθε περιβάλλοντος κρίνεται απαραίτητη.

Τέλος, λόγω της σύνθετης και αφηρημένης φύσης της ΤΝ, ανακύπτουν και παιδαγωγικές προκλήσεις. Πολλοί εκπαιδευτικοί δηλώνουν ότι αντιμετωπίζουν δυσκολίες στη διδασκαλία των πολύπλοκων και αφηρημένων εννοιών της ΤΝ. Η ανάγκη για προσαρμογή των διδακτικών προσεγγίσεων (συνεργατική μάθηση, πρακτικές δραστηριότητες, μάθηση μέσω έρευνας) είναι απαραίτητη, στοχεύοντας στην κατανόηση των εννοιών της ΤΝ από τους μαθητές. Μετά την κατανόηση αυτών των προκλήσεων, θα

πρέπει να ακολουθήσει η ανάπτυξη στρατηγικών για την αποτελεσματική ενσωμάτωση της ΤΝ στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα των υπηρεσιών εκπαίδευσης αλλά και την εμπειρία των μαθητών και μαθητριών.

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης βιβλιομετρικής ανάλυσης μεταδεδομένων το ενδιαφέρον εστιάστηκε στη βαθμίδα της πρωτοβάθμιας λόγω θέσης και ιδιότητας της συγγραφέως. Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω προκλήσεις, οι μελλοντικές βιβλιομετρικές αναλύσεις μεταδεδομένων θα μπορούσαν να αφορούν στην προσχολική εκπαίδευση αλλά και σε ανώτερες βαθμίδες. Θα είχε μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον ακόμη η σύγκριση των αποτελεσμάτων σχετικά με την ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαιδευτική πράξη μεταξύ βαθμίδων αλλά και η διερεύνηση δεδομένων μόνο από τον ευρωπαϊκό χώρο αναφορικά με την πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Όσον αφορά στην αντιμετώπιση των ηθικών προκλήσεων θα μπορούσε να διερευνηθεί διεξοδικά πώς θα αναπτυχθούν και θα εφαρμοστούν εργαλεία ΤΝ, διαφανή, αμερόληπτα και να σέβονται την ιδιωτικότητα των εμπλεκομένων.

Μια άλλη πρόταση, που αφορά στον τομέα της διοίκησης και της πολιτικής, είναι η έρευνα για την αξιοποίηση της ΤΝ στη λήψη εκπαιδευτικών αποφάσεων. Είναι ενδιαφέρον να διαπιστωθεί πώς η ΤΝ βοηθά στη διαμόρφωση εκπαιδευτικής πολιτικής και στη διοίκηση των σχολείων, βελτιώνοντας τις διαδικασίες και παρέχοντας πολύτιμες πληροφορίες για τη βελτίωση των εκπαιδευτικών αποτελεσμάτων. Σχετικά με τις πολιτισμικές αλλαγές που επιφέρει η ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαίδευση μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να ασχοληθούν με τρόπους προαγωγής μιας κουλτούρας κριτικής και ηθικής της ΤΝ από τα ίδια τα εκπαιδευτικά ιδρύματα. Αυτό βέβαια περιλαμβάνει την προώθηση της συνεχούς μάθησης και της προσαρμογής στις νέες τεχνολογίες τόσο για τους μαθητές όσο και για τους εκπαιδευτικούς.

Υπάρχει ακόμη ανάγκη για εκπόνηση μακροχρόνιων μελετών, οι οποίες θα αξιολογήσουν τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της ενσωμάτωσης της ΤΝ στα μαθησιακά αποτελέσματα, την αποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών και την ευημερία των μαθητών. Η αξιολόγηση αυτών των επιπτώσεων θα βοηθήσει στην κατανόηση των δυνατοτήτων και των περιορισμών της ΤΝ στην εκπαίδευση. Αντικείμενο μελέτης θα μπορούσε να αποτελέσει, τέλος, η ανάπτυξη και η εφαρμογή προσαρμοστικών μεθόδων μάθησης, που χρησιμοποιούν την ΤΝ, για την παροχή εξατομικευμένης υποστήριξης στους μαθητές.



Συμπερασματικά αξίζει να αναφερθεί ότι η ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαίδευση προσφέρει τεράστιες δυνατότητες για τη βελτίωση της μάθησης, απαιτώντας ταυτόχρονα συντονισμένες προσπάθειες έρευνας και ανάπτυξης για την αντιμετώπιση των προκλήσεων και της πλήρους αξιοποίησης των ευκαιριών που προσφέρονται.

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

## Ξενογλώσση βιβλιογραφία

Bayly-Castaneda K, Ramirez-Montoya M-S, Morita-Alexander A (2024). Crafting personalized learning paths with AI for lifelong learning: a systematic literature review. *Frontiers in Education*. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1424386>.

Bengio Y, Lecun Y, Hinton G (2021). Deep learning for AI. *Commun. ACM* 64: 58–65. <https://doi.org/10.1145/3448250>

Berendt B, Littlejohn A, Blakemore M (2020). AI in education: learner choice and fundamental rights. *Learn. Media Technol.*, 45: 312–324. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1786399>.

Bradáč V, Kostolányová K (2017). Intelligent Tutoring Systems, *J. Intell. Syst.*, 26:717-727. <https://doi.org/10.1515/jisys-2015-0144>.

Butler-Henderson K, Crawford J. (2020). A systematic review of online examinations: A pedagogical innovation for scalable authentication and integrity. *Comput. Educ.*, 159. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104024>.

Chang AC (2020). History of Artificial Intelligence in Medicine. *Intelligence-Based Medicine*, 3: 29-42. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823337-5.00003-2>.

Chiu K.F. Th, Xia Q, Zhou X, Chai Ch S, Cheng M (2023). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education, *Computers and Education: Artificial Intelligence*. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118>.

Dai Y, Lin Z, Liu A, Dai D, Wang (2024). Effect of an Analogy-Based Approach of Artificial Intelligence Pedagogy in Upper Primary Schools. *J. Educat. Comput. Res.*, 61(8), 159-186. <https://doi.org/10.1177/07356331231201342>.

Dai Y, Liu A, Qin J, Guo Y, Jong MSY, Chai CS, Lin Z. (2023). Collaborative construction of artificial intelligence curriculum in primary schools. *J. Eng. Educ.* 112: 23–42. <https://doi.org/10.1002/jee.20503>.

Dempere J, Modugu K, Hesham A, Ramasamy LK (2023). The impact of ChatGPT on primary education. *Front. Educ.* 8:1206936. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1206936>

Flasiński M (2016). History of Artificial Intelligence. In: *Introduction to Artificial Intelligence*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-40022-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-40022-8_1)

Gao H, Zhang Y, Hwang GJ (2024). Delving into primary students' conceptions of artificial intelligence learning: A drawing-based epistemic network analysis. *Educ. Inf. Technol.* <https://doi.org.proxy.eap.gr/10.1007/s10639-024-12847-0>.

Gobert J, Sao Pedro M, Li H, Lott Ch (2023). Intelligent tutoring systems: a history and an example of an ITS for science. *International Encyclopedia of Education*, p. 460-470. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818630-5.10058-2>.

Hinojo-Lucena F-J, Aznar-Díaz I, Cáceres-Reche M-P, Romero-Rodríguez J-M (2019). Artificial Intelligence in Higher Education: A Bibliometric Study on its Impact in the Scientific Literature. *Educ. Sci.* 9:51. <https://doi.org/10.3390/educsci9010051>.

Hong Yun Z, Alshehri Y, Alnazzawi N, Ullah I, Noor S, Gohar N (2022). A decision-support system for assessing the function of machine learning and artificial intelligence in music education for network games. *Soft Computing*, 26 (20): 11063 – 11075. <https://doi.org/10.1007/s00500-022-07401-4>.

Hopcan S, Polat E, Ozturk EM, Ozturk L (2023). Artificial intelligence in special education: a systematic review, *Inter. Learn. Environ.*, 31:10, 7335-7353, <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2067186>.

Hrastinski S, Olofsson AD, Arkenback C, Ekström S, Ericsson E, Fransson G, Fuentes A. (2019). Critical imaginaries and reflections on artificial intelligence and robots in postdigital K-12 education. *Postdigit. Sci. Edu.* 1: 427-445. 445 (2019). <https://doi.org/10.1007/s42438-019-00046-x>.

Jobin A, Ienca M, Vayena E (2019). The global landscape of AI ethics guidelines. *Nat. Mach. Intell.* 1:389–399. <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0088-2>.

- Kahvazadeh I, Jose E, Fon, AC (2024). Development and evaluation of a modular experiential learning curriculum for promoting AI readiness. *Educ. Inf. Technol.* 29:3445–3459. <https://doi-org.proxy.eap.gr/10.1007/s10639-023-11928-w>.
- Kaviyaraj R, Uma M (2021). A Survey on Future of Augmented Reality with AI in Education, *2021 International Conference on Artificial Intelligence and Smart Systems (ICAIS), Coimbatore, India*, pp. 47-52. <https://doi.org/10.1109/ICAIS50930.2021.9395838>.
- Kim J, Merrill K, Xu K, Sellnow D D. (2020). My Teacher Is a Machine: Understanding Students' Perceptions of AI Teaching Assistants in Online Education. *Int. J. Human–Comput. Inter.*, 36:1902–1911. <https://doi-org.proxy.eap.gr/10.1080/10447318.2020.1801227>.
- Konstantellos A (2017). *An Overview of Emerging Systems-Related Concepts, Approaches and Technologies Unifying and Advancing S&T Achievements of the Past Decades (e.g. CPS, IoT, I2oT, SoS/E, 5G and Cross-Cutting Decision Making)*. River Publishers, 9781003337805.
- Lee SJ, Kwon K (2024). A systematic review of AI education in K-12 classrooms from 2018 to 2023: Topics, strategies, and learning outcomes. *Comput. Educ. Artif. Intell.* 6: 100211. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.10021>
- Li L, Yu F, Zhang E (2024). A systematic review of learning task design for K-12 AI education: Trends, challenges, and opportunities. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100217>.
- Li M, Su Y (2020). Evaluation of Online Teaching Quality of Basic Education Based on Artificial Intelligence. *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, 15: 147-161. <https://www.learntechlib.org/p/217942/>.
- Liu Z, Yushchik E. (2024). Exploring the prospects of using artificial intelligence in education. *Cogent Educ.*, 11. <https://doi-org.proxy.eap.gr/10.1080/2331186X.2024.2353464>
- Luckin R, Rudolph J, Grünert M, Tan S (2024). Exploring the future of learning and the relationship between human intelligence and AI. An interview with Professor Rose Luckin. *Journal of Applied Learning and Teaching*, 7 (1): 346 - 363. <https://doi.org/10.37074/jalt.2024.7.1.27>.

- Marín-Marín JA, Moreno-Guerrero AJ, Dúo-Terrón P (2021). STEAM in education: a bibliometric analysis of performance and co-words in Web of Science. *I.J. STEM Ed.* 8:41. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00296-x>
- McDermott J. (1993). R1 (“XCON”) at age 12: lessons from an elementary school achiever. *Artif. Intell.* 59:241-247. [https://doi.org/10.1016/0004-3702\(93\)90192-E](https://doi.org/10.1016/0004-3702(93)90192-E).
- Mousavinasab E, Zarifsanaiy NR, Niakan Kalhori S, Rakhshan M, Keikha L, Ghazi Saeedi M. (2018). Intelligent tutoring systems: a systematic review of characteristics, applications, and evaluation methods. *Inter. Learn. Environ.*, 29:142–163. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1558257>.
- Ng DTK, Lee M Tan RJY, R.J.Y. (2023) A review of AI teaching and learning from 2000 to 2020. *Educ Inf Technol.* 28:8445–8501. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11491-w>.
- Nigam A, Pasricha R, Singh T (2021). A Systematic Review on AI-based Proctoring Systems: Past, Present and Future. *Educ. Inf. Technol.* 26:6421–6445. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10597-x>.
- Odagiri H, Nakamura Y, Shibuya M (1997). Research consortia as a vehicle for basic research: The case of a fifth generation computer project in Japan. *Research Policy.* 26 (2): 191-207. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(97\)00008-5](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(97)00008-5).
- Ongsulee P (2017). Artificial intelligence, machine learning and deep learning, *15th International Conference on ICT and Knowledge Engineering (ICT&KE)*, Bangkok, Thailand, 2017, pp. 1-6. <https://doi.org/10.1109/ICTKE.2017.8259629>.
- Padovano A & Cardamone M (2024). Towards human-AI collaboration in the competency-based curriculum development process: The case of industrial engineering and management education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 7: 100256. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100256>
- Pelaez A, Jacobson A, Trias K, Winston E. (2022). The Turing Teacher: Identifying core attributes for AI learning in K-12. *Front. Artif. Intell.* 5: 1031450. <https://doi.org/10.3389/frai.2022.1031450>.

- Prahani BK, Rizki IA, Jatmiko B, Suprpto N, Tan A (2022). Artificial Intelligence in Education Research During The Last Ten Years: A Review and Bibliometric Study. *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, 17: 169–188. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i08.29833>
- Pratama MP, Sampelolo R, Lura H. (2023). Revolutionizing education: harnessing the power of artificial intelligence for personalized learning. *J. Educ. Lang. Teach. Sci.* 5: 350–357. <https://doi.org/10.52208/klasikal.v5i2.877>
- Reiners D, Davahli MR, Karwowski W, Cruz-Neira C (2021). The Combination of Artificial Intelligence and Extended Reality: A Systematic Review. *Front. Virtual Real.* 2:721933. <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.721933>.
- Salas-Pilco S.Z (2020). The impact of AI and robotics on physical, social-emotional and intellectual learning outcomes: An integrated analytical framework. *Br. J. Educ. Technol.*, 51: 1808-1825. <https://doi.org/10.1111/bjet.12984>.
- Shafique R, Aljedaani W, Rustam F, Lee E, Mehmood A, Choi GS (2023). Role of Artificial Intelligence in Online Education: A Systematic Mapping Study. *IEEE Access* 11: 52570-52584. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3278590>.
- Sun L, Kangas M, Ruokamo H, Siklander S (2023). A systematic literature review of teacher scaffolding in game-based learning in primary education. *Edu. Res Rev.* 40:100546. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2023.100546>.
- Tahiru F. (2021). AI in Education: A Systematic Literature Review. *J. Cases Inform. Technol.*, 23: 1-20. <http://doi.org/10.4018/JCIT.2021010101>.
- Toosi A, Bottino AG, Saboury B, Siegel E, Rahmim A (2021). A Brief History of AI: How to Prevent Another Winter (A Critical Review). *PET Clinics* 16: 449-469. <https://doi.org/10.1016/j.cpet.2021.07.001>.
- Wang X, Li L, Tan SC, Yang L, Lei J (2023). Preparing for AI-enhanced education: Conceptualizing and empirically examining teachers' AI readiness. *Comput. Hum. Behav.* 146: 107798. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107798>

- Wilding J (2022). Bits and spaces: Computer simulation. *Thinking in Perspective: Critical Essays in the Study of Thought Processes*, pp. 159 – 180. <https://doi.org/10.4324/9781003349679-8>.
- Wu R, Yu Z (2024). Do AI chatbots improve students learning outcomes? Evidence from a meta-analysis. *Brit. J. Edu. Technol* 55:10–33. <https://doi.org/10.1111/bjet.13334>
- Yim IHY, Su, J (2024). Artificial intelligence (AI) learning tools in K-12 education: A scoping review. *J. Comput. Educ.* <https://doi.org/10.1007/s40692-023-00304-9>.
- Zhai X, Chu X, Chai CSJ, Morris SY, Istenic A, Jia-Bao Y, Li Y (2021). A Review of Artificial Intelligence (AI) in Education from 2010 to 2020. *Complexity*, 8812542. <https://doi.org/10.1155/2021/8812542>.
- Zhang K, Begum Aslan A (2021). AI technologies for education: Recent research & future directions. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2:100025. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100025>.
- Zhao L, Wu X, Luo H (2022). Developing AI Literacy for Primary and Middle School Teachers in China: Based on a Structural Equation Modeling Analysis. *Sustainability*. 14:14549. <https://doi.org/10.3390/su142114549>.
- Zhuang Yt, Wu F, Chen C (2017). Challenges and opportunities: from big data to knowledge in AI 2.0. *Frontiers Inf Technol Electronic Eng* 18: 3–14. <https://doi.org/10.1631/FITEE.1601883>.