



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΔΠΜΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΙΟΛΟΓΙΑ STEM

Σχολείο του Αύριο :
Χρήση εφαρμογών **Τεχνητής Νοημοσύνης** μέσα
στην εκπαιδευτική διαδικασία για μαθητές
Α/θμιας Εκπ/σης.

ΤΣΙΡΟΓΙΑΝΝΗ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ

ΔΑΔΑΛΙΑΡΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ
Επικουρος Καθηγητής

Λαμία 30/04/2024



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΔΠΜΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΙΟΛΟΓΙΑ STEM

Σχολείο του Αύριο :
Χρήση εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης μέσα
στην εκπαιδευτική διαδικασία για μαθητές
Α/θμιας Εκπ/σης.

ΤΣΙΡΟΓΙΑΝΝΗ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ

ΔΑΔΑΛΙΑΡΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ
Επίκουρος Καθηγητής

Λαμία 30/04/2024



UNIVERSITY OF
THESSALY

SCHOOL OF SCIENCE

DEPARTMENT OF INFORMATICS & TELECOMMUNICATIONS

MASTER OF SCIENCE IN EDUCATIONAL APPLICATIONS WITH STEM
EPISTEMOLOGY

Artificial Intelligence (A.I.) in educational practice for primary school students

TSIROGIANNI PANAGIOTA

FINAL THESIS

ADVISOR

DADALIARIS ANTONIOS

Lamia 30/04/2024

«Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις ⁽¹⁾, που προβλέπονται από της διατάξεις της παρ. 6 του άρθρου 22 του Ν. 1599/1986, δηλώνω ότι:

1. Δεν παραθέτω κομμάτια βιβλίων ή άρθρων ή εργασιών άλλων αυτολεξεί **χωρίς να τα περικλείω σε εισαγωγικά** και χωρίς να αναφέρω το συγγραφέα, τη χρονολογία, τη σελίδα. Η αυτολεξεί παράθεση χωρίς εισαγωγικά χωρίς αναφορά στην πηγή, είναι λογοκλοπή. Πέραν της αυτολεξεί παράθεσης, λογοκλοπή θεωρείται και η παράφραση εδαφίων από έργα άλλων, συμπεριλαμβανομένων και έργων συμφοιτητών μου, καθώς και η παράθεση στοιχείων που άλλοι συνέλεξαν ή επεξεργάστηκαν, χωρίς αναφορά στην πηγή. Αναφέρω πάντοτε με πληρότητα την πηγή κάτω από τον πίνακα ή σχέδιο, όπως στα παραθέματα.
2. Δέχομαι ότι η αυτολεξεί **παράθεση χωρίς εισαγωγικά**, ακόμα κι αν συνοδεύεται από αναφορά στην πηγή σε κάποιο άλλο σημείο του κειμένου ή στο τέλος του, είναι αντιγραφή. Η αναφορά στην πηγή στο τέλος π.χ. μιας παραγράφου ή μιας σελίδας, δεν δικαιολογεί συρραφή εδαφίων έργου άλλου συγγραφέα, έστω και παραφρασμένων, και παρουσίασή τους ως δική μου εργασία.
3. Δέχομαι ότι υπάρχει επίσης περιορισμός στο μέγεθος και στη συχνότητα των παραθεμάτων που μπορώ να εντάξω στην εργασία μου εντός εισαγωγικών. Κάθε μεγάλο παράθεμα (π.χ. σε πίνακα ή πλαίσιο, κλπ), προϋποθέτει ειδικές ρυθμίσεις, και όταν δημοσιεύεται προϋποθέτει την άδεια του συγγραφέα ή του εκδότη. Το ίδιο και οι πίνακες και τα σχέδια
4. Δέχομαι όλες τις συνέπειες σε περίπτωση λογοκλοπής ή αντιγραφής.

Ημερομηνία: 30/04/2024

Η Δηλούσα

ΤΣΙΡΟΓΙΑΝΝΗ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

(1) «Όποιος εν γνώσει του δηλώνει ψευδή γεγονότα ή αρνείται ή αποκρύπτει τα αληθινά με έγγραφη υπεύθυνη δήλωση του άρθρου 8 παρ. 4 Ν. 1599/1986 τιμωρείται με φυλάκιση τουλάχιστον τριών μηνών. Εάν ο υπαίτιος αυτών των πράξεων σκόπευε να προσπορίσει στον εαυτόν του ή σε άλλον περιουσιακό όφελος βλάπτοντας τρίτον ή σκόπευε να βλάψει άλλον, τιμωρείται με κάθειρξη μέχρι 10 ετών.»

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε το 2024 στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος «*Εκπαιδευτικές Εφαρμογές με την Επιστημολογία STEM*», του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας με την ΑΣΠΑΙΤΕ.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας κύριο **Δαδαλιάρη Αντώνιο**, επίκουρο καθηγητή του τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας αρχικά για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε για την επικείμενη συνεργασία μας και για την καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές του για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας καθώς και για τον χρόνο που αφιέρωσε.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη σημερινή εποχή, η Τεχνητή Νοημοσύνη αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες τάσεις στο χώρο των νέων τεχνολογιών. Η ραγδαία ανάπτυξη της έστρεψε το ενδιαφέρον των ερευνητών στην αξιοποίηση της σε διάφορους τομείς όπως στην ιατρική, την εκπαίδευση κτλ. Στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι να κατανοήσουμε τι είναι η τεχνητή νοημοσύνη και επίσης θα μελετήσουμε και θα αναλύσουμε τις εφαρμογές που έχει στον τομέα της εκπαίδευσης και ειδικότερα στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, για να γίνει η διαδικασία της μάθησης πιο διασκεδαστική και διαδραστική, για την καταπολέμηση των μαθησιακών δυσκολιών και την διευκόλυνση και βελτίωση του έργου των εκπαιδευτικών.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Τεχνητή Νοημοσύνη, Εκπαίδευση

ABSTRACT

Nowadays, Artificial Intelligence is one of the biggest trends in the field of new technologies. The rapid progress of technology has redirected researchers' attention to the utilization of Artificial Intelligence in various fields such as medicine, education etc. The aim of this diploma thesis is to understand what artificial intelligence is and we will also study and analyze the applications it has in field of education and especially in primary education, to make the learning process more fun and interactive, to deal with learning difficulties and to facilitating and improving the work of teachers.

KEYWORDS: Artificial Intelligence, Education

Περιεχόμενα

Δήλωση συγγραφέα μεταπτυχιακής εργασίας	
Ευχαριστίες	
Περίληψη	
Abstract	
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
1.1 ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	4
1.1.1 ΕΝΘΑΡΡΥΝΣΗ ΤΗΣ ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ.....	11
1.1.2 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΣΤΑΔΙΟΔΡΟΜΙΑ	13
1.1.3 ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ	15
1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	17
1.2.1 ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	17
1.2.2 ΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	19
1.2.3 ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ ΣΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	21
1.3 ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΕΣ.....	23
1.4 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ	25
1.5 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ	25
2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	28
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ	28
2.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	31
2.3 ΤΥΠΟΙ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ	34
2.3.1 ΣΤΕΝΗ ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ (ARTIFICIAL NARROW INTELLIGENCE – ANI).....	35
2.3.2 ΓΕΝΙΚΗ ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ (ARTIFICIAL GENERAL INTELLIGENCE – AGI)	36
2.3.3 ΤΕΧΝΗΤΗ ΥΠΕΡΝΟΗΜΟΣΥΝΗ (ARTIFICIAL SUPER INTELLIGENCE -ASI)	38
2.4 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ.....	39
2.4.1 ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ.....	39
2.4.2 ΠΡΟΓΝΩΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (PREDICTIVE ANALYSIS)	45
2.4.3 ΤΕΧΝΗΤΑ ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ.....	50
2.5 ΤΟΜΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ	62
3 ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	66
3.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ.....	66
3.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	69
3.2.1 ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΟ ΜΑΘΗΣΙΑΚΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ	77
3.2.2 ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	80
3.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ.....	82
3.3.1 ΕΥΦΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ (INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS)	82
3.3.2 ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ (AUTOMATED ASSESSMENT SYSTEMS, AAS).....	88
3.3.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΠΡΟΣΩΠΟΥ (FACIAL RECOGNITION SYSTEMS).....	91
3.3.4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΈΓΚΑΙΡΗΣ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ (EARLY WARNING SYSTEMS, EWS)	94

3.3.5	CHATBOTS	96
3.3.6	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ	99
4	<u>ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ</u>	<u>101</u>
4.1	ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	101
4.2	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗΣ ΜΕΛΕΤΩΝ	102
4.3	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ ΜΕΛΕΤΩΝ	104
4.4	ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	106
5	<u>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</u>	<u>ΣΦΑΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ.</u>
5.1	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΙΣ ΤΑΞΕΙΣ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ	107
5.2	Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΗΝ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗ ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ	109
5.3	Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ ΜΕ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΤΥΠΙΚΗΣ ΤΑΞΗΣ	113
5.4	ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ	116
6	<u>ΣΥΖΗΤΗΣΗ</u>	<u>118</u>
6.1	ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ	118
6.2	Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΗΝ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗ ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ	121
6.3	Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΝΟΣ ΣΥΜΠΕΡΙΛΗΠΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	125
6.4	ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΣΕ ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΗ ΤΑΞΗ	127
7	<u>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</u>	<u>131</u>
8	<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	<u>134</u>

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Τεχνητή Νοημοσύνη αποτελεί έναν τομέα ο οποίος έχει αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια με ταχείς ρυθμούς. Εκτός από τη βιομηχανία αλλά και τους τεχνολογικούς τομείς η εφαρμογή της στον τομέα της εκπαίδευσης έχει αρχίσει να γνωρίζει ιδιαίτερη άνθιση. Πλέον, η Τεχνητή Νοημοσύνη εφαρμόζεται σε διάφορα επίπεδα της εκπαίδευσης με αποτέλεσμα να αλλάξει εντελώς τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές μαθαίνουν και χρησιμοποιούν το εκπαιδευτικό υλικό. Ειδικότερα, στον τομέα της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης μέσω της χρήσης της τεχνολογίας της Τεχνητής Νοημοσύνης, τα δημοτικά σχολεία θα μπορούν να δημιουργήσουν μαθησιακές εμπειρίες που θα προσαρμόζονται στις ανάγκες του εκάστοτε μαθητή. Εκτός των μαθητών, η χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης στα σχολεία, μπορεί επίσης να βοηθήσει τους δασκάλους να εργαστούν καλύτερα και να κάνουν τη διαδικασία της μάθησης πιο διασκεδαστική και διαδραστική.

Τα δημοτικά σχολεία μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις τεχνολογίες ΑΙ με διαφορετικούς τρόπους, όπως chatbot, εκπαιδευτικές εφαρμογές και έξυπνα συστήματα εκμάθησης. Αυτά τα εργαλεία μπορούν να προσαρμοστούν στον τρόπο μάθησης του κάθε μαθητή, να τον βοηθήσουν στις ανάγκες / ελλείψεις που έχει, και να ελέγχουν την πρόοδο του με τις απαραίτητες διορθωτικές κινήσεις όταν αυτό απαιτείται. Αυτή η ικανότητα προσαρμογής των ΑΙ τεχνολογιών όχι μόνο βοηθά τους μαθητές με διαφορετικές ικανότητες σε μια τάξη, αλλά τους εγείρει το ενδιαφέρον και έτσι αισθάνονται πιο ικανοί στην μαθησιακή διαδικασία.

Ένας τρόπος με τον οποίο η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει στα δημοτικά σχολεία είναι η δυνατότητα επεξεργασίας πληθώρα πληροφοριών και η δυνατότητα ενημέρωσης των εκπαιδευτικών για την πρόοδο των μαθητών. Τα προγράμματα Τεχνητής Νοημοσύνης μπορούν να εποπτεύουν την απόδοση των μαθητών, να υποδεικνύουν τα κενά τους, καθώς και να προάγουν την ανάπτυξη των ακαδημαϊκών δεξιοτήτων τους με την πάροδο του χρόνου. Η εποπτεία αυτή, είναι χρήσιμη και για τους ίδιους τους εκπαιδευτικούς που μπορούν να γνωρίζουν τα σημεία στα οποία οι μαθητές δυσκολεύονται και να δρουν ανάλογα. Επίσης, η ανάλυση των δεδομένων βοηθά τους εκπαιδευτικούς ώστε να επιλέξουν τον

καλύτερο τρόπο διδασκαλίας, γεγονός που βελτιώνει την απόδοση των μαθητών και αυξάνει την συμμετοχή καθώς το μάθημα γίνεται πιο ενδιαφέρον (Holmes & Tuomi, 2022).

Επίσης, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να αυτοματοποιήσει μερικές από τις υποχρεώσεις των δασκάλων, όπως η βαθμολόγηση των εργασιών και ο προγραμματισμός των μαθημάτων, γεγονός που τους βοηθά να εξοικονομήσουν έτσι πολύτιμο χρόνο για τους ίδιους που μπορούν να τον αξιοποιήσουν για την βελτίωση της διδασκαλίας και για την ανάπτυξη καλύτερης σύνδεσης με τους μαθητές. Ιδίως η ανάπτυξη της επικοινωνίας με τους μαθητές είναι εξαιρετικής σημασίας για την καλλιέργεια ενός κλίματος αμοιβαίου σεβασμού που βελτιώνει σημαντικά την διεξαγωγή του μαθήματος. Η τεχνητή νοημοσύνη μειώνει επίσης τον φόρτο εργασίας για το υπόλοιπο προσωπικό του σχολείου, για παράδειγμα της γραμματείας ή της διοίκησης. Αυτό τους επιτρέπει να επικεντρωθούν καλύτερα στις ανάγκες των μαθητών, λόγω της μειωμένης γραφειοκρατίας (Holmes & Tuomi, 2022).

Ένα άλλο πλεονέκτημα της τεχνητής νοημοσύνης στα δημοτικά σχολεία, είναι ότι μπορεί να βελτιώσει το μαθησιακό περιβάλλον παρέχοντας στους μαθητές ελκυστικό και διαδραστικό υλικό. Για παράδειγμα, τα εκπαιδευτικά παιχνίδια μέσω τεχνητής νοημοσύνης και η εμπειρία της εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας, μπορούν να κάνουν τη μάθηση πολύ πιο διασκεδαστική και ευχάριστη, καλλιεργώντας μια δια βίου αγάπη για τη γνώση. Επίσης, μέσω αυτής της τεχνολογίας μπορεί να προαχθεί η σύνδεση των θεωρητικών ζητημάτων που μαθαίνουν οι μαθητές στην τάξη με την πρακτική άσκηση έξω από αυτή. Για παράδειγμα ένας θεωρητικός νόμος της φυσικής που διδάσκεται στο σχολείο, μπορεί να επαληθευτεί πειραματικά στο φυσικό περιβάλλον (Holmes & Tuomi, 2022).

Ωστόσο, η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στα δημοτικά σχολεία εγείρει επίσης ανησυχίες σχετικά με το απόρρητο, την ασφάλεια και τη συνέχιση των ανισοτήτων που υπάρχουν. Για να αντιμετωπιστούν αυτές οι προκλήσεις, είναι σημαντικό να υπάρχει συνεργασία μεταξύ του εκπαιδευτικού προσωπικού στα σχολεία, των νομοθετών σχετικά με το εκπαιδευτικό σύστημα, καθώς και των προγραμματιστών τεχνολογίας AI, ώστε να δημιουργήσουν ισχυρούς κανόνες απορρήτου και ασφάλειας, να βεβαιωθούν ότι όλοι οι μαθητές μπορούν να έχουν

εξίσου πρόσβαση σε βελτιωμένους πόρους εκμάθησης που βασίζονται στη τεχνητή νοημοσύνη και να παρέχουν στους δασκάλους κατάλληλη εκπαίδευση για την σωστή χρήση των ΑΙ τεχνολογιών (Holmes & Tuomi, 2022).

Συνοψίζοντας, η χρήση τεχνητής νοημοσύνης στα δημοτικά σχολεία μπορεί να βελτιώσει δραστικά τον τρόπο εκμάθησης των μαθητών. Η τεχνητή νοημοσύνη επιτρέπει τη διαμόρφωση του τρόπου διεξαγωγής του μαθήματος με τέτοιο τρόπο ώστε να προσαρμόζεται στις ανάγκες του κάθε μαθητή με βάση τις γνώσεις και δυνατότητες που έχει, αλλά και αυτά που βρίσκει πιο ενδιαφέροντα. Αυτή η εξατομικευμένη μάθηση μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να βελτιώσουν την απόδοση τους και να δώσει στους δασκάλους νέα εργαλεία για την ανάπτυξη καινοτόμων μεθόδων διδασκαλίας. Μπορεί επίσης να δημιουργήσει ένα πιο δίκαιο σύστημα όπου όλα τα παιδιά λαμβάνουν υποστήριξη ανεξάρτητα από την οικονομική κατάσταση ή την προσβασιμότητα. Καθώς οι μηχανές ΑΙ γίνονται όλο και πιο έξυπνες και ενσωματώνονται στις καθημερινές μας ασχολίες, τα δημοτικά σχολεία πρέπει να αγκαλιάσουν αυτήν την εξέλιξη, χρησιμοποιώντας την με τρόπο προσεκτικό και μεθοδικό. Ο απώτερος στόχος πρέπει να είναι το εκπαιδευτικό σύστημα να βασιστεί στη χρήση τεχνολογιών ΑΙ, ώστε να βοηθήσει την επόμενη γενιά να είναι τεχνολογικά ενημερωμένη και άρτια καταρτισμένη.

1.1 Σημαντικότητα της μελέτης

Καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται ραγδαία, η διδασκαλία των παιδιών σχετικά με την τεχνητή νοημοσύνη στο δημοτικό σχολείο, έχει γίνει πιο σημαντική. Στα σχολεία χρειάζεται όλο και περισσότερο οι μαθητές να γνωρίζουν πώς λειτουργούν τα συστήματα ΑΙ, ώστε να μπορούν να το χρησιμοποιούν σωστά ως ενήλικες. Η τεχνητή νοημοσύνη θα είναι μέρος της πλειονότητας των εργασιών στο μέλλον και για αυτόν τον λόγο οι μαθητές πρέπει, από μικρή ηλικία, να είναι εξοικειωμένοι με αυτήν. Θα πρέπει επίσης το εκπαιδευτικό σύστημα να αναπτύσσει στους μαθητές την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και την δημιουργικότητα, για την βέλτιστη απόδοση κατά τη χρήση υπολογιστών και τεχνολογιών ΑΙ. Αυτή η μελέτη ερευνά τους λόγους για τους οποίους η διδασκαλία της τεχνητής νοημοσύνης από μικρή

ηλικία είναι σημαντική, καθώς συνεισφέρει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων που αφορούν τη σκέψη, τη φαντασία και την ικανότητα των παιδιών να εντοπίζουν και να διορθώνουν προβλήματα. Επίσης, τα παιδιά αποκτούν μια καλύτερη εικόνα του πώς η τεχνητή νοημοσύνη επηρεάζει τον κόσμο μας.

Ένα βασικό πλεονέκτημα της διδασκαλίας μέσω τεχνητής νοημοσύνης στα δημοτικά, είναι ότι βοηθάει τους μαθητές να αναπτύξουν σημαντικές δεξιότητες σχετικές με την σκέψη, τη φαντασία και την προσέγγιση επίλυσης προβλημάτων. Μέσω της διδασκαλίας του τρόπου λειτουργίας της Τεχνητής Νοημοσύνης οι μαθητές εξοικειώνονται όσον αφορά τις εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης και διευκολύνονται ώστε να κατανοήσουν πώς λειτουργούν τα προγράμματα και οι αλγόριθμοι, πώς αναλύονται και επεξεργάζονται τα δεδομένα, καθώς και να αναγνωρίζουν μοτίβα και τάσεις. Έτσι, οι μαθητές αποκτούν έναν καλύτερο τρόπο να προσεγγίζουν προβλήματα του πραγματικού κόσμου, να τα κατακερματίζουν σε μικρότερα που είναι πιο εύκολο να επιλυθούν τμηματικά, αλλά και μπορούν να σκεφτούν δημιουργικούς τρόπους για την επίλυση των προβλημάτων. Σε αυτήν την ενότητα αναλύεται το πώς η εκπαίδευση ΑΙ βοηθά τα παιδιά να αναπτύξουν θεμελιώδεις δεξιότητες για την μετέπειτα ζωή τους (Holmes & Tuomi, 2022).

Επίσης, η διδασκαλία της τεχνητής νοημοσύνης στα δημοτικά σχολεία είναι καθοριστική καθώς μαθαίνει στους μαθητές πώς ακριβώς λειτουργούν τα προγράμματα υπολογιστών, αλλά και τα βήματα που ακολουθούνται για την ανάπτυξη των αλγορίθμων πίσω από την τεχνητή νοημοσύνη. Η κατανόηση της διαδικασίας, βοηθάει τα παιδιά να αναλύουν προβλήματα και καταστάσεις πιο αποτελεσματικά, χωρίζοντας το πρόβλημα σε μικρότερα μέρη που είναι πιο εύκολα στη διαχείριση τους. Η ανάπτυξη της αναλυτικής νοοτροπίας, επιτρέπει στους μαθητές να εντοπίζουν μοτίβα και πρότυπα με μεγαλύτερη άνεση, βοηθώντας τους να αναπτύξουν στρατηγικές για την σωστή επίλυση των προβλημάτων (Holmes & Tuomi, 2022). Η διδασκαλία των παιδιών μέσω της τεχνητής νοημοσύνης στο δημοτικό σχολείο, τα βοηθά να βρίσκουν λύσεις σε προβλήματα με πιο οργανωμένο και συστηματικό τρόπο. Τα παιδιά εξοικειώνονται με τα βήματα που χρησιμοποιούν οι προγραμματιστές για να φτιάξουν τα προγράμματα τεχνητής νοημοσύνης, και έτσι μπορούν να εφαρμόσουν παρόμοιες μεθόδους για να λύσουν πραγματικά

προβλήματα. Η διαδικασία που προσεγγίζεται και επιλύεται ένα πρόβλημα, περιλαμβάνει τον εντοπισμό του προβλήματος, τη συλλογή των σχετικών πληροφοριών, τη ανάλυση των δεδομένων, τη διατύπωση υποθέσεων, τη δοκιμή πιθανών λύσεων και την αλλαγή του τρόπου προσέγγισης εάν χρειάζεται (Holmes & Tuomi, 2022).

Η διδασκαλία των παιδιών σχετικά με την τεχνητή νοημοσύνη στο δημοτικό σχολείο, μπορεί επίσης να ενισχύσει την δημιουργικότητα και την καινοτομία. Μαθαίνοντας τις δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης, οι μαθητές μπορεί να εξερευνήσουν νέους τρόπους χρήσης της, σε χώρους όπως η τέχνη, η μουσική ακόμα και η αφήγηση ιστοριών. Αυτό το είδος δημιουργικής σκέψης βοηθά τους μαθητές να αναπτύξουν καινοτόμες μεθόδους επίλυσης προβλημάτων, αλλά και να ενισχύσουν την επιθυμία της περιέργειας και εξερεύνησης, που μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές ανακαλύψεις στο μέλλον (Holmes & Tuomi, 2022). Μέσω της διδασκαλίας για την Τεχνητή Νοημοσύνη οι μαθητές προετοιμάζονται για ένα τεχνολογικό μέλλον όπου οι μηχανές θα κερδίζουν όλο και μεγαλύτερο χώρο σε αυτό. Με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές μπορούν να κατανοήσουν τί ακριβώς είναι η τεχνητή νοημοσύνη και πώς χρησιμοποιείται, θα μπορούν να κατανοήσουν καλύτερα πώς η τεχνολογία επηρεάζει διάφορες θέσεις εργασίας αλλά και ποιες θέσεις εργασίας δημιουργεί. Με αυτό τον τρόπο οι μαθητές θα κατέχουν όλα τα απαραίτητα εργαλεία για την προσαρμογή τους σε μία ταχέως μεταβαλλόμενη αγορά εργασίας, αλλά και στην ανάπτυξη μεθόδων για την στα αντιμετώπιση των μελλοντικών προβλημάτων (Holmes & Tuomi, 2022).

Μία επιπρόσθετη συνεισφορά της τεχνητής νοημοσύνης στα δημοτικά σχολεία, είναι η σύνδεση των όσων μαθαίνουν οι μαθητές στην τάξη με τον πραγματικό κόσμο. Συσχετίζοντας τις έννοιες της τεχνητής νοημοσύνης με διάφορα θέματα και πραγματικές καταστάσεις, οι δάσκαλοι μπορούν να κάνουν τη μάθηση πιο διασκεδαστική και σχετική με την καθημερινή ζωή των μαθητών. Αυτή η σύνδεση όχι μόνο βελτιώνει τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές κατανοούν την τεχνητή νοημοσύνη, αλλά τους βοηθά επίσης να διαπιστώσουν γιατί η κριτική σκέψη, η κατανόηση των δεδομένων και η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων, είναι σημαντικές δεξιότητες που αφορούν την καθημερινή ζωή αλλά και την μελλοντική

τους σταδιοδρομία. Ακόμα, η διδασκαλία της τεχνητής νοημοσύνης στο δημοτικό σχολείο, ενθαρρύνει τους μαθητές να οραματιστούν νέες εφαρμογές ΑΙ, σε διάφορα επιστημονικά πεδία, όπως για παράδειγμα στο χώρο της υγείας, στα οικονομικά, στη ρομποτική, στον αγροτικό τομέα, στη εξερεύνηση του διαστήματος, στον χώρο της ψυχαγωγίας κτλ. Χρησιμοποιώντας τη φαντασία τους με αυτόν τον τρόπο αναπτύσσεται η δημιουργικότητα τους και ενισχύεται η περιέργεια και τάση για εξερεύνηση. Με τα εργαλεία που υποστηρίζονται από ΑΙ, οι μαθητές μπορούν να πειραματίζονται στον σχεδιασμό ψηφιακών εικόνων, τη σύνθεση μουσικής μέσω ευφυών αλγορίθμων ή στη δημιουργία διαδραστικών προγραμμάτων σε γραφικό περιβάλλον. Ο πειραματισμός με τεχνολογίες ΑΙ επιτρέπει στους μαθητές να εκφράσουν και να αναπτύξουν την δημιουργικότητα τους και επίσης να μάθουν πώς λειτουργούν τα συστήματα ΑΙ στην πράξη, παρατηρώντας τα προτερήματα αλλά και τους περιορισμούς τους. Μέσω της πρακτικής εξάσκησης, οι μαθητές εμβαθύνουν και κατανοούν τις δυνατότητων αλλά και τα όρια της τεχνητής νοημοσύνης (Holmes & Tuomi, 2022).

Επιπρόσθετα, η διδασκαλία της τεχνητής νοημοσύνης στα δημοτικά σχολεία εκφράζει τον τρόπο με τον οποίο η τέχνη, η τεχνολογία και η εκπαίδευση συνδέονται μεταξύ τους. Για παράδειγμα όταν τα παιδιά ερευνούν την τεχνητή νοημοσύνη στη ζωγραφική, τη μουσική και τα αφήγησις μιας ιστορίας, μπορούν να δουν πώς αυτά τα, φαινομενικά διαφορετικά, θέματα σχετίζονται μεταξύ τους Αυτή η διεπιστημονική προσέγγιση κάνει την μελέτη πιο διασκεδαστική και βοηθά τα παιδιά να κατανοήσουν με ολιστικό τρόπο τον κόσμο. Μέσω της μελέτης των εργαλείων που προσφέρει η τεχνητή νοημοσύνη, οι μαθητές κατανοούν καλύτερα τις επιρροές της ΑΙ τεχνολογίας σε διάφορα επιστημονικά πεδία. Αυτή η συνειδητοποίηση τους βοηθά αφενός να εκτιμήσουν τη σημασία της τεχνητής νοημοσύνης στη μακροπρόθεσμη διαμόρφωση πολλών επαγγελματιών και αφετέρου, τους οπλίζει με τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες ώστε να μπορέσουν με επιτυχία να προσαρμοστούν στην ταχέως μεταβαλλόμενη αγορά εργασίας. Επίσης, η διδασκαλία της τεχνητής νοημοσύνης στα δημοτικά σχολεία καλλιεργεί ένα αίσθημα περιέργειας και εξερεύνησης μεταξύ των μαθητών, παροτρύνοντάς τους να σκεφτούν νέους τρόπους χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης σε διαφορετικούς τομείς. Αυτή η

δημιουργική διαδικασία εκμάθησης, τους βοηθά να αναπτύξουν την κριτική τους σκέψη για την επίλυση προβλημάτων και τους καλλιεργεί μια εκτίμηση και αγάπη για μελέτη και έρευνα. Καθώς συνεχίζουν την εκπαιδευτική τους πορεία και εισχωρούν σε νέους τομείς, αυτή η περιέργεια και το πάθος για εξερεύνηση, λειτουργούν ως κινητήρια δύναμη για την προσωπική και επαγγελματική τους ανάπτυξη (Holmes & Tuomi, 2022).

Η διδασκαλία της τεχνητής νοημοσύνης στα δημοτικά σχολεία βοηθά τους μαθητές να μάθουν τους τρόπους με τους οποίους η τεχνητή νοημοσύνη επηρεάζει τους ανθρώπους και γενικότερα το κοινωνικό σύνολο. Η συζήτηση γύρω από πρακτικά θέματα που αφορούν την τεχνητή νοημοσύνη όπως η αντικατάσταση του ανθρώπινου δυναμικού από μηχανές, οι ανησυχία για το απόρρητο και την ασφάλεια, καθώς και η αλγοριθμική μεροληψία, επιτρέπει στους μαθητές να έχουν μια σφαιρική άποψη για τον αντίκτυπο της τεχνητής νοημοσύνης στο ευρύτερο κοινωνικό σύνολο. Έχοντας επίγνωση των επιπτώσεων της τεχνητής νοημοσύνης, οι μαθητές εξοπλίζονται με τις απαραίτητες γνώσεις και τις δεξιότητες ώστε να έχουν μια υπεύθυνη στάση τόσο κατά την ενασχόληση τους με το Διαδίκτυο, όσο και στον πραγματικό κόσμο. Στην παρούσα ενότητα δίνεται έμφαση στη σημασία της εκπαίδευσης γύρω από την τεχνητή νοημοσύνη, και τις επιπτώσεις που έχει στην κοινωνία. Αναφέρεται επίσης και το πώς η εκπαίδευση αυτή βοηθά τους μαθητές στην μετέπειτα πορεία τους (Holmes & Tuomi, 2022).

Η διδασκαλία της τεχνητής νοημοσύνης στο δημοτικό σχολείο βοηθά ώστε οι μαθητές να έχουν μια πλήρη εικόνα του αντίκτυπου που έχει σε παγκόσμια κλίμακα, τόσο όσον αφορά τα οφέλη όσο και τα μειονεκτήματα της. Αυτός ο ισορροπημένος τρόπος διδασκαλίας παρέχει στα παιδιά μια συνολική εικόνα του πώς η τεχνητή νοημοσύνη επηρεάζει τη ζωή των πολιτών, και ταυτόχρονα ενισχύει την κριτική σκέψη και τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων. Καθώς μεγαλώνουν και ωριμάζουν ψηφιακά, οι μαθητές μπορούν να αξιολογήσουν καλύτερα τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της τεχνητής νοημοσύνης, όπως και να συμβάλουν στην αντιμετώπιση των προκλήσεων που προκαλεί αυτή η τεχνολογία (Holmes & Tuomi, 2022). Η εκμάθηση της τεχνητής νοημοσύνης στο δημοτικό σχολείο βοηθά τους μαθητές να χρησιμοποιούν τα εργαλεία ΑΙ με σωστό και

υπεύθυνο τρόπο. Γίνεται συζήτηση των προβλημάτων, όπως η αλγοριθμική μεροληψία που δημιουργεί ανισότητες και η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης για κακόβουλο σκοπό, με σκοπό την ανάπτυξη ενσυναίσθησης των κινδύνων. Από την συζήτηση, οι μαθητές καταλαβαίνουν την κρισιμότητα της χρήσης τεχνολογιών ΑΙ με έναν τρόπο υπεύθυνο και παράλληλα διδάσκονται πώς να εντοπίζουν και να διορθώνουν πιθανά προβλήματα που σχετίζονται με την τεχνητή νοημοσύνη, κατά τη διάρκεια της ζωής τους. Αυτή η υπεύθυνη στάση βοηθά στη διαμόρφωση μιας πιο δίκαιης κοινωνίας, τόσο εντός όσο και εκτός Διαδικτύου. Επίσης, βοηθά τα παιδιά στο δημοτικό σχολείο να νοιάζονται περισσότερο για τους συμπολίτες τους και να αναπτύξουν ενσυναίσθηση. Καθώς συνειδητοποιούν τον αντίκτυπο που μπορεί να έχει η τεχνητή νοημοσύνη στην κοινωνία, αποκτούν μια βαθύτερη κατανόηση των αναγκών και των ανησυχιών των πολιτών. Ο τρόπος προσέγγισης μέσω ενσυναίσθησης, βοηθά τους μαθητές να γίνουν πιο συμπονετικοί με τα άλλα άτομα και παράλληλα τους εξοπλίζει με δεξιότητες που αφορούν την συνεργασία και ομαδικότητα με άλλα άτομα (Holmes & Tuomi, 2022). Η διδασκαλία της τεχνητής νοημοσύνης στα δημοτικά σχολεία καλλιεργεί μια κουλτούρα υπεύθυνης καινοτομίας, ωθώντας τους μαθητές να λαμβάνουν πάντα υπόψη τις ευρύτερες κοινωνικές επιπτώσεις της εργασίας τους πάνω σε τεχνολογίες αιχμής. Έτσι τα άτομα που εργάζονται σε τομείς ΑΙ, συμβάλουν στην ανάπτυξη λύσεων που ωφελούν το κοινωνικό σύνολο και όχι το ατομικό συμφέρον.

Η χρήση των ΑΙ τεχνολογιών στην εκπαίδευση των δημοτικών σχολείων μπορεί επίσης να συνεισφέρει στην γεφύρωση του ψηφιακού χάσματος και στην προώθηση της ισότητας μεταξύ των μαθητών. Τα σχολεία θα πρέπει να παρέχουν την ίδια γνώση και πρόσβαση στις ΑΙ τεχνολογίες, ανεξάρτητα του κοινωνικού και οικονομικού υπόβαθρου των μαθητών. Έτσι διασφαλίζεται ότι όλοι οι μαθητές θα έχουν ίσες ευκαιρίες να μάθουν και να εξοικειωθούν με ΑΙ εφαρμογές, προωθώντας μια κοινωνία χωρίς αποκλεισμούς όπου όλα τα άτομα θα έχουν την επιλογή να εκπαιδευτούν σε τεχνολογίες αιχμής και να ασχοληθούν επαγγελματικά με αυτές. Αυτή η ενότητα εστιάζει στη σημασία της εκπαίδευσης σχετικά με την τεχνητή νοημοσύνη, με στόχο την προώθηση της ισότητας όλων των ατόμων τόσο μαθησιακά όσο και επαγγελματικά. Γίνεται επίσης αναφορά για τους τρόπους με τους οποίους

η τεχνολογίες ΑΙ μπορούν να βοηθήσουν μαθητές με διαφορετικά κοινωνικο-οικονομικά υπόβαθρα.

Η διδασκαλία της τεχνητής νοημοσύνης στα δημοτικά σχολεία πρέπει να γίνεται σε όλους τους μαθητές ανεξαρτήτως του κοινωνικού και οικονομικού τους υποβάθρου. Αυτό σημαίνει ότι όλοι οι μαθητές θα έχουν την ίδια πρόσβαση στη γνώση και στους πόρους που αφορούν τις τεχνολογίες ΑΙ. Παρέχοντας ίσες ευκαιρίες μάθησης, οι μαθητές αναπτύσσουν τις δεξιότητες τους και δημιουργείται μια αίσθηση δικαιοσύνης και ένταξης στην τάξη. Όταν τα σχολεία δίνουν σε όλους τους μαθητές ίσες ευκαιρίες να μάθουν για την τεχνητή νοημοσύνη, τότε είναι εφικτή η δημιουργία μιας κοινωνίας χωρίς αποκλεισμούς που δίνει την δυνατότητα σε όλους, από όποιο υπόβαθρο κι αν προέρχονται, να συμβάλουν στην ανάπτυξη των τεχνολογιών. Η συλλογική προσέγγιση για την επίλυση προβλημάτων εμπλουτίζει τη μαθησιακή εμπειρία, και εξοπλίζει επίσης τους μαθητές με τις δεξιότητες που χρειάζονται για να εργαστούν αποτελεσματικά σε διαφορετικές ομάδες.

Ένα άλλο πλεονέκτημα της διδασκαλίας της τεχνητής νοημοσύνης στα σχολεία, είναι ότι καταρρίπτονται τυχόν εμπόδια στην μαθησιακή και επαγγελματική πορεία. Όταν η εκπαίδευση των τεχνολογιών ΑΙ δεν συνδέεται με το κοινωνικό και οικονομικό υπόβαθρο των μαθητών, αυτό σημαίνει ότι όλα τα άτομα έχουν τις ίδιες ευκαιρίες να αναπτύξουν τις δεξιότητες τους, να ξεπεράσουν τα κοινωνικοοικονομικά προβλήματα και να ενταχθούν ομαλά στην κοινωνία και τον εργασιακό χώρο. Οι ίσες ευκαιρίες δίνουν την επιλογή σε όλους τους μαθητές να κυνηγήσουν τα όνειρά τους και να συμβάλουν στη δημιουργία ενός πιο δίκαιου κόσμου (Holmes & Tuomi, 2022). Όταν τα σχολεία δίνουν σε όλους τους μαθητές ίσες ευκαιρίες να μάθουν για την τεχνητή νοημοσύνη, βοηθούν κάποια παιδιά που είναι σε διαφορετικές ομάδες να αισθάνονται ότι ανήκουν στο κοινωνικό σύνολο και μπορούν να πετύχουν και αυτοί τους στόχους τους. Καθώς τα παιδιά μελετούν την τεχνητή νοημοσύνη και τις εφαρμογές της, αναπτύσσουν μια βαθύτερη κατανόηση του πώς η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να εξελίξει τον κόσμο, καθώς και τις επιπτώσεις που μπορεί να υπάρξουν. Η γνώση γύρω από την τεχνητή νοημοσύνη, προετοιμάζει τους μαθητές να αντιμετωπίσουν μελλοντικές προκλήσεις και ενδυναμώνει την αυτοπεποίθησή τους (Holmes & Tuomi, 2022).

Η διδασκαλία της τεχνητής νοημοσύνης στο δημοτικό σχολείο προετοιμάζει τους μαθητές για ένα μέλλον όπου οι ΑΙ μηχανές θα είναι πανταχού παρούσες. Με τα σχολεία να δίνουν ίση πρόσβαση στη γνώση για όλους, εξασφαλίζεται ότι όλοι οι μαθητές θα μπορούν αποκτήσουν τις απαραίτητες γνώσεις ώστε να προσαρμοστούν στην ταχέως μεταβαλλόμενη αγορά εργασίας και να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις στον εργασιακό χώρο.

1.1.1 Ενθάρρυνση της Διεπιστημονικής Μάθησης

Η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στα προγράμματα σπουδών του δημοτικού σχολείου ενισχύει τη διεπιστημονική μάθηση. Αυτό επιτρέπει στους μαθητές να συνδέσουν εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης με διάφορα επιστημονικά πεδία όπως τη ψυχολογία, τη φυσική, τις κοινωνικές σπουδές και τις γλωσσικές τέχνες. Για παράδειγμα, μπορούν να εξερευνήσουν τον ρόλο της τεχνητής νοημοσύνης στην έρευνα για την κλιματική αλλαγή, να χρησιμοποιήσουν μηχανές Τεχνητής Νοημοσύνης για την ανάλυση ψυχομετρικών τεστ, να αναλύσουν οπτικοποιήσεις δεδομένων που δημιουργούνται από την τεχνητή νοημοσύνη σε κοινωνικές σπουδές ή να χρησιμοποιήσουν εργαλεία μετάφρασης και ανάλυσης γλώσσας Τεχνητής Νοημοσύνης σε γλωσσικές σχολές. Αυτός ο διεπιστημονικός τρόπος εκμάθησης τονίζει την σύνδεση των επιστημών και βοηθά τους μαθητές να εκτιμήσουν πώς τόσο διαφορετικά πεδία συνδέονται μεταξύ τους και διαμορφώνουν τον κόσμο μας (Zhai et al., 2021).

Η διεπιστημονική εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στα σχολικά μαθήματα, βοηθά τους μαθητές να ενασχοληθούν με πολλά και διαφορετικά θέματα, κάνοντας τη μαθητική διαδικασία πιο ευχάριστη και απολαυστική. Επίσης η διαδικασία εξερεύνησης της χρήσης μηχανών ΑΙ σε διάφορα επιστημονικά πεδία, δημιουργεί μια σαφέστερη εικόνα των αλλαγών που φέρει η τεχνητή νοημοσύνη στον κόσμο. Ως συνέπεια, η μαθησιακή εμπειρία βελτιώνεται και γίνεται πιο ενδιαφέρουσα και ελκυστική για τους μαθητές. Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης για τη διεπιστημονική προσέγγιση της διδασκαλίας μαθημάτων, βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν τους τρόπους με τους οποίους διαφορετικά επιστημονικά πεδία

συνδέονται μεταξύ τους. Καθώς οι μαθητές μαθαίνουν τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης σε τομείς όπως τα μαθηματικά, η βιολογία, η ιατρική, η γλωσσολογία κ.α., συνειδητοποιούν το πόσο πολύ επηρεάζει την κοινωνία η χρήση τεχνολογιών ΑΙ. Η επίγνωση της καθολικής χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης στην καθημερινότητα και η ανάπτυξη δεξιοτήτων γύρω από αυτές, δίνει τα απαραίτητα εφόδια στους μαθητές για να ανταπεξέλθουν στις πραγματικές απαιτήσεις του κόσμου (Zhai et al., 2021).

Μέσω της διεπιστημονική εκπαίδευση με τεχνολογίες ΑΙ, οι μαθητές ενδυναμώνουν την κριτική σκέψη και την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων. Καθώς μελετούν τις ΑΙ εφαρμογές, οι μαθητές αποκτούν μια πληρέστερη εικόνα των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων αυτής της τεχνολογίας, δημιουργώντας έτσι καλύτερες βάσεις για την αντιμετώπιση προβλημάτων. Η διδασκαλία της τεχνητής νοημοσύνης στο δημοτικό σχολείο, δίνει μια πρώτη εικόνα στους μαθητές, για τον τρόπο λειτουργίας του πραγματικού κόσμου. Ο διεπιστημονικός τρόπος εκμάθησης τονίζει την καθολική χρησιμότητα των τεχνολογιών Τεχνητής Νοημοσύνης σε μια πληθώρα εφαρμογών όπως η μελέτη της κλιματικής αλλαγής, η έρευνα για την ανάπτυξη νέων εμβολίων και θεραπευτικών σχημάτων, η αποκρυπτογράφηση κειμένων και συμβόλων, η αυτόματη πλοήγηση μέσω ευφών μηχανών κτλ. Αυτό βοηθά τους μαθητές να αποκτήσουν μια συνολική εικόνα των δυνατοτήτων της τεχνητής νοημοσύνης και το πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίλυση απτών προβλημάτων σε οποιοδήποτε επιστημονικό πεδίο (Zhai et al., 2021).

Ο διεπιστημονικός τρόπος μάθησης της τεχνητής νοημοσύνης στο δημοτικό, δημιουργεί μια ισχυρή βάση για τη δια βίου μάθηση βοηθώντας τους μαθητές να αναγνωρίσουν τη σύνδεση διαφορετικών επιστημονικών κλάδων στις ανάγκες του πραγματικού κόσμου. Η ολιστική προσέγγιση των εφαρμογών της τεχνητής νοημοσύνης στα μαθήματα του σχολείου, βοηθάει στη συνειδητοποίηση του πόσο σημαντική είναι η ΑΙ τεχνολογία στην κοινωνική εξέλιξη. Με την ανάπτυξη αυτών των δεξιοτήτων, οι μαθητές αποκτούν μόνιμες γνώσεις και ικανότητες που τους βοηθούν για την μετέπειτα επαγγελματική και κοινωνική τους διαδρομή. Η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία των δημοτικών σχολείων προετοιμάζει τους μαθητές για ένα μέλλον όπου η τεχνητή

νοημοσύνη θα είναι ο πυλώνας της κοινωνικής εξέλιξης. Η εξοικείωση των μαθητών με εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης πάνω σε διάφορα θέματα των επιστημών, τους εξοπλίζει με τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες, ώστε μπορέσουν να προσαρμοστούν στην ταχέως μεταβαλλόμενη αγορά εργασίας και να συμβάλουν στην εξέλιξη της τεχνολογίας (Zhai et al., 2021).

1.1.2 Προετοιμασία μαθητών για μελλοντική σταδιοδρομία

Εισάγοντας την τεχνητή νοημοσύνη στο δημοτικό σχολείο, οι μαθητές μπορούν από τα πρώτα βήματα της σχολικής τους πορείας, να δουν τις πιθανές κατευθύνσεις που μπορούν να ακολουθήσουν σχετικά με τις τεχνολογίες ΑΙ. Η αλληλεπίδραση με αυτές, μπορεί να τους εξάψει το ενδιαφέρον να ασχοληθούν επαγγελματικά σε τομείς αιχμής όπως είναι η μηχανική μάθηση, η ρομποτική, η ανάλυση δεδομένων και η ανάπτυξη λογισμικού. Καθώς η ζήτηση για ειδικούς της τεχνητής νοημοσύνης αυξάνεται συνεχώς, η εκπαίδευση των μαθητών στα βασικά χαρακτηριστικά της τεχνητής νοημοσύνης είναι κομβική για την προετοιμασία τους στην αγορά εργασίας. Σε αυτήν την ενότητα, μελετιούνται τα οφέλη που έχει η εκπαίδευση στις τεχνολογίες ΑΙ, όσον αφορά ανάπτυξη δεξιοτήτων για το μέλλον και την σταδιοδρομία των μαθητών (Zhai et al., 2021).

Ένα βασικό πλεονέκτημα της διδασκαλίας της τεχνητής νοημοσύνης στα δημοτικά σχολεία, είναι ο ενθουσιασμός και η έμπνευση που μπορεί να αποκτήσουν οι μαθητές, διαμορφώνοντας σε μεγάλο βαθμό την μελλοντική τους σταδιοδρομία. Καθώς ασχολούνται με κατηγορίες της τεχνητής νοημοσύνης, όπως είναι η μηχανική μάθηση, τα νευρωνικά δίκτυα, η ρομποτική, η ανάλυση δεδομένων και η ανάπτυξη λογισμικού, αποκτούν μια βαθύτερη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η τεχνητή νοημοσύνη επηρεάζει τον βιομηχανικό τομέα και κατ' επέκταση την μελλοντική κοινωνία. Όσο πιο νωρίς οι μαθητές έρθουν σε επαφή με τις τεχνολογίες ΑΙ, τόσο καλύτερα θα προετοιμαστούν για το μέλλον, τόσο εργασιακά όσο και κοινωνικά. Η εκπαίδευση των μαθητών σχετικά με την τεχνητή νοημοσύνη στο δημοτικό σχολείο, τους προετοιμάζει ως επαγγελματίες. Λόγω της αυξανόμενης ζήτησης που προβλέπεται στα επαγγέλματα που σχετίζονται με τεχνολογίες

Τεχνητής Νοημοσύνης οι μαθητές εξοπλίζονται από μικρή ηλικία με τις απαραίτητες ικανότητες και γνώσεις, ώστε να είναι άρτια καταρτισμένοι στην ταχέως μεταβαλλόμενη αγορά εργασίας. Η πρόωπη ενασχόληση με τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης, βοηθάει τους μαθητές να ερευνήσουν για το τί πραγματικά θέλουν να ασχοληθούν επαγγελματικά, και επίσης τους δίνει τα απαραίτητα εφόδια ώστε να μην αποκοπούν τεχνολογικά από τις εξελίξεις.

Με τη διδασκαλία της τεχνητής νοημοσύνης στα δημοτικά σχολεία, είναι εφικτή η δημιουργία ενός ειδικευμένου εργατικού δυναμικού σε τεχνολογίες αιχμής. Μάλιστα πολλά προγράμματα προσφέρουν μεταπτυχιακές σπουδές για καλύτερη εξειδίκευση σε τομείς ΑΙ όπως η μηχανική μάθηση, τα νευρωνικά δίκτυα, η ρομποτική, η ανάλυση δεδομένων και η ανάπτυξη λογισμικού. Η επένδυση στην εκπαίδευση τεχνητής νοημοσύνης από μικρή ηλικία, μπορεί να διασφαλίσει ότι θα υπάρχουν αρκετοί εξειδικευμένοι επαγγελματίες για να ανταποκριθούν στην αυξανόμενη ανάγκη για εργασία σε θέσεις σχετικές με την τεχνητή νοημοσύνη. Η εκπαίδευση των τεχνολογιών ΑΙ στα δημοτικά σχολεία βοηθάει τους μαθητές να αποκτήσουν δεξιότητες που θα τους συντροφεύουν δια βίου καθώς επίσης και απαραίτητες γνώσεις για την καλύτερη προσαρμογή σε ένα ταχέως εξελισσόμενο εργασιακό χώρο. Η αλληλεπίδραση των μαθητών με εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης τους βοηθά να αναπτύξουν μια βαθύτερη κατανόηση των εφαρμογών ΑΙ στην κοινωνία καθώς και των δυνατοτήτων που έχει στη διαμόρφωση μιας πληθώρας επιστημονικών πεδίων (Zhai et al., 2021).

Η ανάγκη για εξειδικευμένο προσωπικό που αφορά την τεχνητή νοημοσύνη γίνεται ολοένα και πιο υψηλή. Συνεπώς η διδασκαλία της τεχνητής νοημοσύνης στα δημοτικά σχολεία μπορεί να συμβάλει στην κάλυψη αυτού του κενού, εξοπλίζοντας του μαθητές με τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες για την επαγγελματική σταδιοδρομία τους σε τεχνολογίες αιχμής. Ενθαρρύνοντας τους μαθητές να συνεχίσουν τις σπουδές πάνω σε τομείς που έχουν άμεση σχέση με την τεχνητή νοημοσύνη, διασφαλίζεται μια σταθερή ροή εξειδικευμένου προσωπικού που θα ανταποκρίνεται στην αυξανόμενη ζήτηση στους κλάδους τεχνολογίας και έρευνας. Αυτή η πρόωπη εκπαίδευση της τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη ενός πιο ανταγωνιστικού και καινοτόμου εργατικού δυναμικού. Η

εισαγωγή των τεχνολογιών Τεχνητής Νοημοσύνης στα δημοτικά σχολεία μπορεί να ενισχύσει την καινοτομία και δημιουργικότητα των παιδιών. Συγκεκριμένα, οι μαθητές ενημερώνονται για την εφαρμογές που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη όπως είναι στη μηχανική μάθηση, στη ρομποτική, στη διάγνωση και πρόληψη ασθενειών, στην κυβερνοασφάλεια, στην υπολογιστική όραση και στην αναγνώριση προσώπου μεταξύ άλλων. Αυτή η ενασχόληση των μαθητών στις τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης σε μικρή ηλικία, βοηθάει στην δημιουργία εξειδικευμένου μελλοντικού προσωπικού, που θα μπορεί να αξιοποιηθεί για την εξέλιξη της τεχνολογίας σε όλους τους τομείς που είναι απαραίτητοι στην κοινωνία (Zhai et al., 2021).

1.1.3 Ενίσχυση της Επαγγελματικής Ανάπτυξης των Εκπαιδευτικών

Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία των δημοτικών σχολείων, βοηθά όχι μόνο τους μαθητές αλλά και τους ίδιους τους εκπαιδευτικούς να βελτιώσουν τις επαγγελματικές τους δεξιότητες. Με την κατανόηση των εννοιών και την εξοικείωση με τις εφαρμογές των τεχνολογιών AI, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να ενημερωθούν πληρέστερα για τις προεκτάσεις αυτής της τεχνολογίας καθώς και το τις χρήσης αυτής για την ενίσχυση της διδασκαλίας και τη μάθηση. Αυτή η γνώση δίνει τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να σχεδιάζουν πιο ελκυστικά και διαδραστικά τα μαθήματα τους και να ενσωματώνουν τρόπους εκμάθησης που σχετίζονται με την τεχνητή νοημοσύνη, ωφελώντας τελικά τη συνολική εκπαιδευτική εμπειρία των μαθητών τους. Σε αυτήν την ενότητα, διερευνώνται τα πλεονεκτήματα της εκπαίδευσης μέσω τεχνητής νοημοσύνης για τους δασκάλους και αναλύονται οι τρόποι εμπλουτισμού της επαγγελματικής τους ανάπτυξης καθώς και η ενίσχυση των δεξιοτήτων τους, για την αποδοτικότερη υποστήριξη των μαθητών (Nazaretsky et al., 2022).

Επίσης, η εισαγωγή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση των δημοτικών σχολείων, μπορεί να ωφελήσει τους εκπαιδευτικούς, βελτιώνοντας τις γνώσεις και την κατανόηση τους για τις έννοιες και τις εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης. Καθώς οι δάσκαλοι μαθαίνουν για το πώς οι τεχνολογίες Τεχνητής

Νοημοσύνης μπορούν να αναβαθμίσουν τη διδασκαλία και τη μάθηση, μπορούν να σχεδιάζουν τα μαθήματα με ένα πιο διαδραστικό και ενδιαφέρον τρόπο, για την βελτίωση της μαθησιακής εμπειρίας. Μέσω της κατανόησης της Τεχνητής νοημοσύνης και των χρήσεων της, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να βελτιώσουν τα μαθήματά τους για να τα κάνουν πιο ελκυστικά και αποτελεσματικά. Καθώς μαθαίνουν περισσότερα για το πώς η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να επηρεάσει τη διδασκαλία και τη μάθηση, οι δάσκαλοι μπορούν να δημιουργήσουν πιο εξατομικευμένες και διαδραστικές εμπειρίες για τους μαθητές τους, οι οποίες θα ωφεληθούν τη συνολική τους εκπαίδευση κάνοντας συνάμα το μάθημα πιο ευχάριστο και κατανοητό (Nazaretsky et al., 2022).

Η χρήση των τεχνολογιών Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση των δημοτικών σχολείων, ενισχύει τη συνεργασία και την επαγγελματική εξέλιξη μεταξύ των εκπαιδευτικών. Καθώς εξοικειώνονται με τις ορολογίες και εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να μοιράζονται τις γνώσεις και τις εμπειρίες τους. Αυτή η συνεργατικότητα, οδηγεί στην δημιουργία πιο καινοτόμων και αποτελεσματικών μεθόδων διδασκαλίας για όλους τους δασκάλους. Αυτή η συλλογική προσπάθεια, βελτιώνει τις επαγγελματικές ικανότητες των εκπαιδευτικών και επίσης δημιουργεί ένα υποστηρικτικό περιβάλλον μάθησης για δασκάλους και τους μαθητές συνολικά. Καθώς η τεχνολογία της τεχνητής νοημοσύνης προχωρά με γοργούς ρυθμούς, καθίσταται επιτακτική η εισαγωγή της τεχνητής νοημοσύνης στα δημοτικά σχολεία. Έτσι δίνεται η ευκαιρία στους εκπαιδευτικούς να αναπτύξουν τις γνώσεις και δεξιότητες τους γύρω από τις τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης, ούτως ώστε να προετοιμαστούν κατάλληλα στο μεταβαλλόμενο εκπαιδευτικό σύστημα. Αυτή η εκπαίδευση βοηθά τους δασκάλους να συνεισφέρουν στην εξέλιξη της διδασκαλίας στην εκπαίδευση και να αντιμετωπίσουν τυχόν προκλήσεις στο μέλλον (Nazaretsky et al., 2022).

Ένα άλλο πλεονέκτημα της ενσωμάτωσης των τεχνολογιών Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση, σχετίζεται με την γεφύρωση του χάσματος μεταξύ δασκάλων και μαθητών. Καθώς δάσκαλοι και μαθητές αποκτούν μια κοινή βάση γνώσεων όσον αφορά τις τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης, μπορούν να επικοινωνήσουν καλύτερα με τους μαθητές και έτσι να προσαρμόσουν διδασκαλία

βάση της ανατροφοδότησης που παίρνουν από αυτούς. Από την εκμάθηση των εννοιών και εφαρμογών της τεχνητής νοημοσύνης, οι δάσκαλοι αναπτύσσουν μια κουλτούρα συνεχούς μάθησης και βελτίωσης. Η συνεχής επαγγελματική εξέλιξη των δασκάλων, συνεισφέρει στο να γίνουν πιο ανοιχτοί σε νέες ιδέες και καινοτόμες στρατηγικές διδασκαλίας, ωφελώντας τελικά την συνολική εκπαιδευτική διαδικασία των μαθητών τους (Nazaretsky et al., 2022). Συνοψίζοντας, η ενασχόληση με τις τεχνολογίες ΑΙ, επιτρέπει στους δασκάλους να γίνουν υπεύθυνοι ψηφιακοί πολίτες και να μπορούν να προσαρμοστούν στις απαιτήσεις της ψηφιακής εποχής. Το αντίστοιχο ισχύει και για τους μαθητές όπου η εκμάθηση των τεχνολογιών ΑΙ από μικρή ηλικία, επιτρέπει την δημιουργία μιας εκσυγχρονισμένης και ψηφιακά ενημερωμένης γενιάς, με άρτια καταρτισμένο προσωπικό για τις εργασίες του μέλλοντος.

1.2 Σκοπός και στόχοι της μελέτης

Η μελέτη στοχεύει να διερευνήσει τους τρόπους με τους οποίους η διδασκαλία της τεχνητής νοημοσύνης στα δημοτικά σχολεία της Ελλάδας, μπορεί να επηρεάσει τους μαθητές, τους δασκάλους και τη συνολική εκπαιδευτική διαδικασία. Βασικός σκοπός της εργασίας είναι η αναφορά των ελλείψεων που υπάρχουν στη βιβλιογραφία, σχετικά με την εκπαίδευση της τεχνητής νοημοσύνης στα δημοτικά σχολεία, ειδικά στην Ελλάδα, καθώς επίσης και κάλυψη αυτών των κενών με σχετικές προτάσεις. Εξετάζοντας τις επιπτώσεις των τεχνολογιών ΑΙ στην εκπαίδευση και κατ' επέκταση στους μαθητές, η μελέτη επιδιώκει να προσφέρει πολύτιμες γνώσεις για τους ερευνητές, τους εκπαιδευτικούς καθώς και τους νομοθέτες του εκπαιδευτικού συστήματος.

1.2.1 Πρωτοβάθμια εκπαίδευση

Αρχικά, η παρούσα μελέτη εστιάζει στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Η πρωτοβάθμια εκπαίδευση παίζει καθοριστικό ρόλο στη γενικότερη γνωστική και κοινωνική ανάπτυξη και ωρίμανση των παιδιών. Ειδικότερα, η πρωτοβάθμια

εκπαίδευση αποτελεί το θεμέλιο λίθο πάνω στον οποίο χτίζεται όλο το ακαδημαϊκό μέλλον των μαθητών καθώς και η ανάπτυξη των προσωπικοτήτων τους, των δεξιοτήτων τους αλλά και η γενική προοπτική της ζωής τους (Boissiere, 2004). Παρακάτω αναφέρονται οι λόγοι επιλογής του πεδίου της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στα πλαίσια αυτής της μελέτης. Αρχικά, η πρωτοβάθμια εκπαίδευση προσφέρει μία βάση θεμελιωδών και απαραίτητων γνώσεων και δεξιοτήτων που οι μαθητές χρειάζονται για επιτύχουν μελλοντικά στις σπουδές τους. Στα πλαίσια των πρώτων έξι τάξεων του δημοτικού σχολείου οι μαθητές αρχίζουν να μαθαίνουν σημαντικές δεξιότητες όπως η γραφή, η ανάγνωση, η μαθηματική λογική, πεδία που θα τα βοηθήσουν όχι μόνο στην ακαδημαϊκή τους πορεία αλλά και στην καθημερινή ζωή τους. Ως αποτέλεσμα, οι μαθητές αναπτύσσουν μία βάση ικανοτήτων να διαχειρίζονται διάφορες πολύπλοκες καταστάσεις αλλά και δύσκολα προβλήματα που θα τα οδηγήσουν ευκολότερα στην ανάβασή τους μελλοντικά στα ανώτερα επίπεδα εκπαίδευσης. Επιπρόσθετα, κατά τη διάρκεια της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης οι μαθητές ενισχύει τη γνωστική ανάπτυξη των παιδιών. Μέσω των μαθημάτων αλλά και των δραστηριοτήτων αλληλεπίδρασης οι μαθητές μαθαίνουν να χρησιμοποιούν τη κριτική τους σκέψη αλλά και να κάνουν συνδέσεις μεταξύ διαφορετικών τμημάτων πληροφοριών. Αυτές οι δεξιότητες μπορούν να τους βοηθήσουν να επιτύχουν σε διάφορους τομείς της καθημερινής τους και ακαδημαϊκής τους ζωής (Boissiere, 2004).

Εκτός από τη γνωστική και ακαδημαϊκή ανάπτυξη των μαθητών στα πλαίσια της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης διαμορφώνεται σε πολύ σημαντικό βαθμό και η κοινωνική και συναισθηματική ανάπτυξη των παιδιών. Κατά τη διάρκεια αυτής της σχολικής περιόδου τα παιδιά μαθαίνουν δεξιότητες κοινωνικής αλληλεπίδρασης με τους συμμαθητές τους. Οι δεξιότητες αυτές αφορούν κυρίως στην επικοινωνία, τη συνεργασία αλλά και την επίλυση συγκρούσεων (Boissiere, 2004). Η συμμετοχή των παιδιών σε ομαδικές δραστηριότητες και συνεργατικά έργα μελέτης και μάθησης οι μαθητές μαθαίνουν να διαχειρίζονται τις διάφορες κοινωνικές καταστάσεις αποτελεσματικά. Επιπρόσθετα, μέσω της αλληλεπίδρασης με τους συμμαθητές και τους εκπαιδευτικούς τα παιδιά μαθαίνουν να αναγνωρίζουν και να διαχειρίζονται τα συναισθήματά τους. Ακόμα, οι κοινωνικές δεξιότητες οι οποίες αποκτώνται κατά

τη διάρκεια της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης είναι απαραίτητα για τη σύναψη και διατήρηση ουσιαστικών σχέσεων καθόλη τη διάρκεια της ζωής των ατόμων σε διάφορα πεδία όπως είναι αυτό της φιλίας και του εργασιακού πλαισίου. Επίσης, οι δεξιότητες αυτές μπορούν να προετοιμάσουν τα παιδιά για τη μελλοντική αγορά εργασίας. Ο εργασιακός τομέας πλέον έχει γίνει αρκετά απαιτητικός και δεξιότητες όπως η συνεργατικότητα, η αποτελεσματική επικοινωνία και η προσαρμοστικότητα είναι πολύτιμες.

Επιπρόσθετα, στα πλαίσια της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης τα παιδιά αποκτούν δεξιότητες που αφορούν στη πειθαρχία και την αίσθηση ευθύνης. Στα πλαίσια της σχολικής τάξης τα παιδιά χρειάζεται να μπουν σε ένα πρόγραμμα, να ακολουθούν οδηγίες και να ολοκληρώνουν τις εργασίες τους στην ώρα που πρέπει. Με αυτό τον τρόπο αναπτύσσεται η ατομική αλλά και συλλογική υπευθυνότητά τους. Ακόμα, μέσω της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης τα παιδιά έρχονται σε μία πρώτη επαφή με τις διαφορετικές κουλτούρες, ιδέες και αντιλήψεις. Στα πρώτα σχολικά χρόνια τα παιδιά μέσω των μαθημάτων της ιστορίας, της γεωγραφίας και της λογοτεχνίας έρχονται σε μία πρώτη επαφή με τις ιδέες του κόσμου καθώς και πως αυτές έχουν διαμορφωθεί ανά τους αιώνες. Με αυτό τον τρόπο ενισχύεται η γνώση αλλά και η κατανόηση μεταξύ των διαφορετικών πολιτισμών. Τέλος, ο τρόπος βιώματος εκ μέρους των παιδιών των πρώτων σχολικών ετών μπορεί να επηρεάσει καθοριστική τη συναισθηματική και ψυχική τους υγεία. Ειδικότερα, ένα θετικό σχολικό περιβάλλον μπορεί να συμβάλλει στην ενίσχυση της αυτοπεποίθησης, αυτοεκτίμησης και της ψυχολογικής ανθεκτικότητάς τους (Boissiere, 2004). Επομένως, η πρωτοβάθμια εκπαίδευση αποτελεί τον πυλώνα όχι μόνο της εκπαίδευσης των μαθητών αλλά και τη διαμόρφωση της προσωπικότητάς τους.

1.2.2 Το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα

Η Ελλάδα είναι μία χώρα με ένα βαθιά εδραιωμένο εκπαιδευτικό σύστημα το οποίο παρέχει ένα εξαιρετικό περιβάλλον για τη διερεύνηση του αντίκτυπου χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα έχει τις ρίζες του στην ιστορία και τον πολιτισμό,

καθιστώντας το ένα ουσιαστικό πλαίσιο για τη μελέτη της ενσωμάτωσης των τεχνολογιών ΑΙ στην εκπαίδευση. Επιπρόσθετα, η Ελλάδα έχει κατά καιρούς αντιμετωπίσει διάφορες προκλήσεις στον εκπαιδευτικό της τομέα, όπως η έλλειψη καινοτομίας και η ανάγκη για πιο αποτελεσματικές μεθόδους διδασκαλίας. Αυτή η μελέτη λοιπόν, αποσκοπεί να διερευνήσει τα πιθανά οφέλη της χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης στα ελληνικά δημοτικά σχολεία και τον ρόλο της στον εκσυγχρονισμό του εκπαιδευτικού συστήματος (Kelpanides et al., 2016).

Η τεχνητή νοημοσύνη είναι μια τεχνολογία αιχμής που μπορεί να αλλάξει ριζικά διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένης και της εκπαίδευσης. Όσον αφορά τα δημοτικά σχολεία, η τεχνητή νοημοσύνη έχει τη δυνατότητα να φέρει επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές μαθαίνουν και αλληλοεπιδρούν με το εκπαιδευτικό περιεχόμενο. Με την ενσωμάτωση εργαλείων και μεθόδων, που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη, στο πρόγραμμα σπουδών των μαθητών, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να δημιουργήσουν ένα πιο ελκυστικό και διαδραστικό περιβάλλον μάθησης που καλύπτει τις ανάγκες των μαθητών του 21^{ου} αιώνα. Κάνοντας το μάθημα πιο ενδιαφέρον, οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν πολλές σημαντικές δεξιότητες όπως αυτή της κριτικής σκέψης, της δημιουργικότητας καθώς και της επίλυσης προβλημάτων, οι οποίες είναι απαραίτητες για τη μελλοντική τους επιτυχία. Με τη σωστή προσέγγιση, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να προσφέρει καινοτόμες ευκαιρίες, στους μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, για μάθηση και ανάπτυξη (Kelpanides et al., 2016).

Επιπλέον, η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στα δημοτικά σχολεία μπορεί να συνεισφέρει στη σύνδεση των παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας με τη σύγχρονη τεχνολογική πρόοδο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι μαθητές να μπορούν να προσαρμοστούν πιο ομαλά στην εξελισσόμενη αγορά εργασίας και να αποκτήσουν τις απαραίτητες γνώσεις ώστε να αποτελούν μέρος του ειδικευμένου εργατικού δυναμικού ικανού να αντιμετωπίσει τις μελλοντικές προκλήσεις. Ένα άλλο χαρακτηριστικό της ενσωμάτωσης της τεχνητής νοημοσύνης στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση είναι ότι μπορεί να βοηθήσει στην ανάπτυξη νέων μεθόδων διδασκαλίας για την αντιμετώπιση των δυσκολιών στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, όπως για παράδειγμα η έλλειψη καινοτομίας και η ανάγκη για πιο αποδοτική διδασκαλία.

Συνεπώς οι εκπαιδευτικοί με την κατάλληλη χρήση των εφαρμογών ΑΙ, θα μπορούν να βελτιώσουν τις δεξιότητες τους, να παράγουν διαδραστικό και ευχάριστο μαθησιακό υλικό, καθώς επίσης και να είναι ενήμεροι για τις εξελίξεις στην εκπαίδευση (Kelpanides et al., 2016).

1.2.3 Προκλήσεις και Ευκαιρίες στο Ελληνικό Εκπαιδευτικό Σύστημα

Ένα βασικό ζήτημα του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος είναι η έλλειψη καινοτομίας λόγω των ξεπερασμένων και απαρχαιωμένων μεθόδων διδασκαλίας. Αυτή η αδυναμία ενσωμάτωσης των νέων τεχνολογιών έχει δημιουργήσει ένα στάσιμο περιβάλλον που μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τη συμμετοχή των μαθητών και την ικανότητα τους να αναπτύξουν βασικές δεξιότητες για τον σύγχρονο κόσμο. Παρακάτω παρατίθενται περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με αυτήν την αδυναμία ενσωμάτωσης των νέων τεχνολογιών στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα:

Αρχικά, το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα έχει βασιστεί κυρίως σε παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας όπως οι συμβατικές διαλέξεις και η απομνημόνευση της ύλης. Αυτές οι μέθοδοι δεν βοηθούν τους μαθητές να αναπτύξουν δεξιότητες όπως η κριτική σκέψη, η δημιουργικότητα και η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων. Αυτές οι απαρχαιωμένες μέθοδοι εκμάθησης δημιουργούν παθητικούς μαθητές, οι οποίοι αποστηθίζουν τις πληροφορίες κατά την παράδοση του μαθήματος, χωρίς να έχουν ενεργό ρόλο (Kelpanides et al., 2016). Επίσης, το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα αργεί συστηματικά να αφομοιώσει τις νέες τεχνολογίες και ψηφιακά εργαλεία, που θα μπορούσαν να βελτιώσουν τη μάθηση και να την κάνουν πιο ενδιαφέρουσα και διαδραστική για τους μαθητές. Επίσης η ελλιπής χρήση της τεχνολογίας στην διδασκαλία, δεν επιτρέπει στους μαθητές να εξοικειωθούν με τις νέες ψηφιακές τεχνολογίες με αποτέλεσμα να δυσκολεύονται να προσαρμοστούν στην ταχέως εξελισσόμενη αγορά εργασίας (Kelpanides et al., 2016).

Ακόμα, υπάρχει έλλειψη της διαδραστικής μάθησης. Τα ελληνικά σχολεία που βασίζονται συχνά στην παραδοσιακή διδακτική προσέγγιση, στερούνται των διαδραστικών στοιχείων εκμάθησης. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν την ύλη του μαθήματος και παράλληλα να αναπτύξουν πραγματικό ενδιαφέρον για μάθηση. Αντίθετα, ο διαδραστικός τρόπος διδασκαλίας βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα σύνθετους ορισμούς και ορολογίες, να εφαρμόσουν αυτά που έχουν μάθει σε πραγματικές συνθήκες, καθώς επίσης και να αναπτύξουν την συνεργατικότητα με τους συμμαθητές τους. Αποτέλεσμα αυτού του τρόπου διεξαγωγής των μαθημάτων, είναι ένας πιο ελκυστικός και αποτελεσματικός τρόπος μάθησης (Kelpanides et al., 2016).

Ένα μεγάλο μειονέκτημα συνιστά επίσης η περιορισμένη πρόσβαση σε πόρους. Η υποχρηματοδότηση στο χώρο της παιδείας, είναι ένα από τα σημαντικότερα εμπόδια για τον εκσυγχρονισμό του εκπαιδευτικού συστήματος. Τα σχολεία συχνά στερούνται χρηματοδότησης και εξοπλισμού, γεγονός που καθιστά δύσκολο να παρέχουν στους μαθητές και τους δασκάλους τα εργαλεία που χρειάζονται για να υποστηρίξουν μια πιο καινοτόμο και διαδραστική μαθησιακή εμπειρία. Αυτό το γεγονός περιορίζει τις επιλογές των εκπαιδευτικών όσον αφορά την δοκιμή νέων και πιο αποτελεσματικών μεθόδων διδασκαλίας. Συνεπώς η έλλειψη χρηματοδότηση διαιωνίζει τις απαρχαιωμένες μεθόδους εκμάθησης και λειτουργεί ως ανασταλτικός παράγοντας για την πρόοδο του εκπαιδευτικού συστήματος (Kelpanides et al., 2016). Ακόμα, η Ελλάδα, σε σχέση με τον πληθυσμό της, παράγει πολλούς ταλαντούχους ερευνητές και εκπαιδευτές, οι οποίοι αναζητώντας καλύτερες ευκαιρίες, μισθό και συνθήκες εργασίας, φεύγουν στο εξωτερικό. Αυτό οδηγεί την Ελλάδα σε έλλειψη εξειδικευμένου προσωπικού σε πολλούς τομείς συμπεριλαμβανομένου και του τομέα της εκπαίδευσης. Η έλλειψη άρτια καταρτισμένων εκπαιδευτών, καθιστά ακόμα πιο δύσκολη την εφαρμογή καινοτόμων μεθόδων διδασκαλίας που θα μπορούσαν να εκσυγχρονίσουν το σύστημα εκπαίδευσης (Kelpanides et al., 2016).

Οι παραδοσιακές και απαρχαιωμένες μέθοδοι διδασκαλίας που χρησιμοποιούνται στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, μπορεί να προκαλέσουν την χαμηλή συμμετοχή των μαθητών. Αυτό οφείλεται αφενός γιατί οι μαθητές μπορεί

να θεωρήσουν δυσνόητο το μάθημα και αφετέρου να μην αναπτύξουν πραγματικό ενδιαφέρον για αυτό. Η αποκοπή και αδιαφορία των μαθητών από τα μαθήματα, τους οδηγεί σε χαμηλότερες ακαδημαϊκές επιδόσεις και μειωμένη πιθανότητα να μπορέσουν να εισαχθούν στην τριτοβάθμια εκπαίδευση σε μια σχολή σχετική με τα ενδιαφέροντά τους (Kelpanides et al., 2016). Επομένως, η εισαγωγή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση των δημοτικών σχολείων, μπορεί σε μεγάλο βαθμό να αντιμετωπίσει αυτές τις προκλήσεις και να συμβάλει στον εκσυγχρονισμό του εκπαιδευτικού συστήματος. Επίσης, η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα θα μπορούσε να αποτελέσει θεμέλιο λίθο στην προσπάθεια της χώρας να συμβαδίσει με τις εξελίξεις της τεχνολογίας και της εκπαίδευσης στο παγκόσμιο στερέωμα. Με την εφαρμογή καινοτόμων μεθόδων διδασκαλίας που βασίζονται στις τεχνολογίες AI, τα ελληνικά σχολεία πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης μπορούν να δημιουργήσουν ένα ελκυστικό και διαδραστικό περιβάλλον εκμάθησης που θα ανταγωνίζεται τα αντίστοιχα σχολεία του εξωτερικού.

1.3 Αναμενόμενα Αποτελέσματα και Συνεισφορές

Η μελέτη εξετάζει τους τρόπους με τους οποίους η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να αναβαθμίσει την εκπαιδευτική διαδικασία στα ελληνικά δημοτικά σχολεία. Τα αποτελέσματα αναμένεται να παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες που μπορούν να βοηθήσουν τους δασκάλους, τους ερευνητές καθώς και τους νομοθέτες του εκπαιδευτικού συστήματος, να κατανοήσουν τα πιθανά οφέλη αλλά και τις προκλήσεις της ενσωμάτωσης της τεχνητής νοημοσύνης στα δημοτικά σχολεία. Κατανοώντας καλύτερα τα πλεονεκτήματα της εκπαίδευσης της τεχνητής νοημοσύνης: Η μελέτη αποσκοπεί να εξετάσει διεξοδικά τα πλεονεκτήματα που μπορεί να φέρει η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση των δημοτικών σχολείων στην Ελλάδα. Τα πλεονεκτήματα περιλαμβάνουν ενισχυμένη συμμετοχή των μαθητών κατά την παράδοση, καλύτερη μαθησιακή απόδοση και ανάπτυξη κομβικών δεξιοτήτων όπως η κριτική σκέψη, η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και η δημιουργικότητα. Κατανοώντας αυτά τα οφέλη, εκπαιδευτικοί και νομοθέτες,

μπορούν να κάνουν τις κατάλληλες κινήσεις για την ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Η εργασία εξετάζει επίσης τις πιθανές προκλήσεις και περιορισμούς που αφορούν τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στα δημοτικά σχολεία. Τέτοια εμπόδια μπορεί να περιλαμβάνουν προβλήματα με τις σχολικές υποδομές, τη υποχρηματοδότηση, την ελλιπή κατάρτιση των εκπαιδευτικών καθώς και την ανάγκη για κατάλληλο εκπαιδευτικό εξοπλισμό βασισμένο στην τεχνητή νοημοσύνη. Εντοπίζοντας αυτές τις προκλήσεις, οι εμπλεκόμενοι μπορούν να κάνουν τις απαραίτητες κινήσεις και να αναπτύξουν τις κατάλληλες στρατηγικές ώστε να εξασφαλίσουν μια ομαλή μετάβαση από την παραδοσιακή στην μοντέρνα εκπαίδευση που βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη. Ακόμα, τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης αναμένεται να βοηθήσουν τους νομοθέτες στην Ελλάδα να σχεδιάσουν και να εφαρμόσουν πολιτικές που θα ενσωματώνουν την τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση των δημοτικών σχολείων. Αυτά τα αποτελέσματα περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, την κατανομή πόρων, την κατάρτιση των εκπαιδευτών καθώς και τη θέσπιση κατευθυντήριων γραμμών για την αποτελεσματική χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση. Ένα ακόμα πιθανό αποτέλεσμα αυτής της μελέτης, είναι η συνεισφορά στις υπάρχουσες γνώσεις σχετικά με την τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση, που μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση της παγκόσμιας κατανόησης των πιθανών πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων των τεχνολογιών ΑΙ στα δημοτικά σχολεία. Τα αποτελέσματα αυτά θα μπορούσαν να οδηγήσουν στη δημιουργία βέλτιστων πρακτικών και κατευθυντήριων γραμμών που μπορούν να εφαρμοστούν σε διαφορετικές χώρες και σχολικά συστήματα.

Συνοψίζοντας, η μελέτη για την ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στα ελληνικά δημοτικά σχολεία αναμένεται να προσφέρει πολύτιμες γνώσεις στους εκπαιδευτικούς, τους ερευνητές αλλά και στους νομοθέτες του εκπαιδευτικού συστήματος, σχετικά με τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων όσον αφορά τις τεχνολογίες ΑΙ στην εκπαίδευση. Από τα συμπεράσματα των πιθανών πλεονεκτημάτων και προκλήσεων της εκπαίδευσης που βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη, οι εκπαιδευτικοί αναμένεται να μπορούν να αναβαθμίσουν τον τρόπο

διδασκαλίας των ελληνικών σχολείων πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης ώστε να είναι ανταγωνιστικά και έτοιμα να αντιμετωπίσουν μελλοντικές προκλήσεις.

1.4 Ερευνητικά ερωτήματα

Τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας μελέτης διαμορφώνονται ως εξής:

- Σε ποιο βαθμό οι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης κάνουν χρήση εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης;
- Ποια είναι τα οφέλη της χρήσης Τεχνητής Νοημοσύνης στους μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης;

1.5 Περιορισμοί μελέτης

Παρόλο που η παρούσα μελέτη μπορεί να δώσει ιδιαίτερα σημαντικά αποτελέσματα και με αυτό τον τρόπο να συμβάλλει καθοριστικά στην ήδη υπάρχουσα γνώση της χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στη πρωτοβάθμια εκπαίδευση είναι σημαντικό να αναγνωριστεί ότι παρουσιάζει και ορισμένους περιορισμούς. Αρχικά, ένας από τους κυρίαρχους περιορισμούς της συγκεκριμένης μελέτης είναι η δυσκολία γενίκευσης των αποτελεσμάτων σε ένα εύρος διαφορετικών εκπαιδευτικών περιβαλλόντων και επιπέδων. Η πλειοψηφία των μελετών που συμπεριλήφθηκαν στη μελέτη είχαν εστιάσει σε σχολικούς πληθυσμούς από διαφορετικά κοινωνικοοικονομικά υπόβαθρα ή από διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές γεγονός το οποίο επηρεάζει το βαθμό που τα εξαχθέντα αποτελέσματα μπορούν να αφορούν και τον ευρύτερο σχολικό πληθυσμό. Επιπρόσθετα, οι διαφοροποιήσεις μεταξύ των διαφορετικών εκπαιδευτικών συστημάτων, των εκπαιδευτικών πολιτικών και της διαθεσιμότητας των εκπαιδευτικών πόρων αποτελούν παράγοντες οι οποίοι μπορεί να επηρεάσουν σε μεγάλο βαθμό την αποτελεσματικότητα και το βαθμό εφαρμογής τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Επιπρόσθετα σημαντικός περιορισμός που συνήθως επηρεάζει τις μελέτες βιβλιογραφικής επισκόπησης είναι η πιθανότητα μεροληπτικής δημοσίευσης. Πιο

συγκεκριμένα αυτός ο τύπος μεροληψίας περιλαμβάνει την αύξηση της πιθανότητας δημοσίευσης μίας μελέτης η οποία έχει εγείρει στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα (Pannucci & Wilkins, 2010). Στα πλαίσια της εφαρμογής της Τεχνητής Νοημοσύνης στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση αυτού του είδους της μεροληψίας μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την αντίληψη της χρησιμότητας της Τεχνητής Νοημοσύνης. Πιο συγκεκριμένα, οι μελέτες που έχουν υποδείξει θετικά αποτελέσματα από τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση ή των παρεμβάσεων της είναι πιο πιθανό να γίνουν αποδεκτά για δημοσίευση σε περιοδικά με κριτές. Το γεγονός αυτό μπορεί να οδηγήσει στην υπερεκπροσώπηση των μελετών οι οποίες έχουν παράγει θετικά αποτελέσματα ενώ αυτές από τις οποίες έχουν προκύψει αρνητικά αποτελέσματα ή προβληματισμοί σχετικά με τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης παραμένουν αδημοσίευτες και στο περιθώριο. Έτσι, υπάρχει πιθανότητα οι μελέτες που συμπεριλαμβάνονται στη παρούσα μελέτη να αποτελούν κυρίως μελέτες που έχουν παράγει θετικά αποτελέσματα γεγονός που δίνει μία πιθανά μη ολοκληρωμένη ή ακόμα και λανθασμένη εικόνα για την αποτελεσματικότητα της χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στη πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Επιπρόσθετα των παραπάνω το γεγονός ότι η γλώσσα που χρησιμοποιήθηκε για την παρούσα εργασία μπορεί επίσης να έχει συμβάλλει στη μεροληψία δημοσίευσης. Ειδικότερα, η παρούσα μελέτη συμπεριέλαβε έρευνες οι οποίες είχαν διεξαχθεί κυρίως στην αγγλική γλώσσα καθώς και έρευνες οι οποίες είχαν δημοσιευθεί σε επιστημονικά περιοδικά με κριτές (peer-reviewed journals). Λόγω αυτού του γεγονότος πιθανώς αποκλείστηκαν μελέτες που έχουν διεξαχθεί σε άλλες γλώσσες ή σε εναλλακτικές μορφές, όπως πρακτικά συνεδρίων, τεχνικές εκθέσεις ή διατριβές. Αυτή η μεροληψία μπορεί να οδηγήσει στην ελαχιστοποίηση της διαφορετικότητας των αντιλήψεων σχετικά με την εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στη πρωτοβάθμια εκπαίδευση και πιθανώς στον αποκλεισμό μελετών σε άλλη γλώσσα που μπορεί να είχαν παράγει σημαντικά αποτελέσματα. Με αυτόν τον τρόπο η παρούσα βιβλιογραφική μελέτη μπορεί να αδυνατεί να καταγράψει όλο το φάσμα των ευρημάτων και εμπειριών που σχετίζονται με την αποτελεσματικότητα της τεχνητής νοημοσύνης στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Επιπρόσθετος περιορισμός της παρούσας μελέτης είναι ότι η βιβλιογραφική επισκόπηση πιθανώς αδυνατεί να μελετήσει σημαντικές πτυχές της ηθικής όσον αφορά τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Ειδικότερα, η εστίαση της παρούσας μελέτης ήταν κυρίως στη θετική επίδραση της Τεχνητής Νοημοσύνης χωρίς να αναλύονται οι πιθανοί κίνδυνοι και τα μειονεκτήματα που πιθανώς απορρέουν από αυτή. Πιθανά μειονεκτήματα που πηγάζουν από τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης περιλαμβάνουν το απόρρητο των δεδομένων, η αλγοριθμική προκατάληψη και το ψηφιακό χάσμα (...). Η μη αντιμετώπιση των κινδύνων αυτών η παρούσα βιβλιογραφία μπορεί να μην αποτελεί πηγή γνώσης σχετικά με την κατανόηση των προκλήσεων που συνδέονται με τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη πρωτοβάθμιας εκπαίδευση. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να εμποδιστεί η υπεύθυνη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στο εκπαιδευτικό πεδίο. Επομένως, παρόλο που τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όσον αφορά τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη πρωτοβάθμιας εκπαίδευση είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη οι περιορισμοί όπως ζητήματα που σχετίζονται με τη γενίκευση των αποτελεσμάτων, τη μεροληψία δημοσίευσης, τις μεθοδολογικές ελλείψεις και τα ζητήματα ηθικής.

2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Εισαγωγή στην Τεχνητή Νοημοσύνη

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) είναι ένας διεπιστημονικός κλάδος που ασχολείται με την ανάπτυξη μηχανών που έχουν την ικανότητα να προσομοιώνουν την ανθρώπινη νοημοσύνη (Zhang & Lu, 2021). Αποτελεί το σημείο τομής ενός συνόλου επιστημών όπως η πληροφορική, η φυσική, η ηλεκτρονική μηχανική και μηχανική υπολογιστών, η νευρολογία, η ψυχολογία και η γλωσσολογία. Η ανάπτυξη της TN εδράζει στη φιλοδοξία ανάπτυξης «ευφυών» μηχανών, ευφυών πρακτόρων όπως ονομάζονται, που να είναι ικανές να εκτελέσουν εργασίες, να επιλύσουν προβλήματα κάθε φύσης και να μπορούν να προσαρμοστούν δυναμικά στον περιβάλλοντα χώρο μιμούμενα την ανθρώπινη συμπεριφορά και νόηση (Zhang & Lu, 2021). Αυτό επιτυγχάνεται αναπτύσσοντας στις ευφυείς μηχανές κατάλληλους αλγόριθμους οι οποίοι μπορούν να αποκτήσουν ανθρώπινες γνωστικές λειτουργίες όπως για παράδειγμα η μάθηση, ο λογικός συλλογισμός, η επίλυση προβλημάτων, η κριτική σκέψη, η αντίληψη και η κατανόηση της γλώσσας και των συμβόλων. Βασική επιδίωξη της TN είναι η ανάπτυξη μηχανών που όχι μόνο αυτοματοποιούν εργασίες ρουτίνας μέσω συνεχών επαναλήψεων, αλλά μπορούν να επιδεικνύουν νοημοσύνη που τους επιτρέπει να αναλύουν σύνθετα σενάρια και καταστάσεις, να μαθαίνουν από τα λάθη τους και την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον και να εξελίσσονται με την πάροδο του χρόνου ακριβώς όπως ο ανθρώπινος εγκέφαλος (Zhang & Lu, 2021).

Το πεδίο της TN αντλεί και χρησιμοποιεί γνώσεις από ένα διεπιστημονικό σύνολο επιστημονικών προσεγγίσεων όπως η επιστήμη των υπολογιστών, τα μαθηματικά, η φυσική και η γνωστική ψυχολογία μεταξύ άλλων. Για την ανάπτυξη συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης απαιτείται μεγάλη υπολογιστική ισχύς για την χρήση αλγορίθμων και στατιστικών μοντέλων, με σκοπό την απόκτηση ουσιαστικής γνώσης. Ένας κλάδος της TN που βασίζεται στην στατιστική ανάλυση είναι η μηχανική μάθηση. Τα συστήματα που βασίζονται στη μηχανική μάθηση μπορούν να μαθαίνουν από δεδομένα και μοτίβα, και να εξαγάγουν συμπεράσματα ακόμα και σε άγνωστα δεδομένα, χωρίς ρητό προγραμματισμό (Miller, 2019). Η μηχανική μάθηση

βασίζεται σε μεθόδους μαθηματικής βελτιστοποίησης και στην εξόρυξη δεδομένων. Η βαθιά μάθηση αποτελεί μία μετεξέλιξη της μηχανικής μάθησης και βασίζεται στη χρήση νευρωνικών δικτύων για την μάθηση μέσω αναπαράστασης. Ο τρόπος μάθησης είναι παρόμοιος με αυτόν του ανθρώπινου εγκεφάλου. Ο όρος 'βαθιά' αναφέρεται στη χρήση πολλαπλών επιπέδων για την επεξεργασία σύνθετων αναπαραστάσεων για την αναγνώριση εικόνας και ομιλίας (Brunton και συν., 2020).

Η ΤΝ μπορεί να έχει εφαρμογή σε ένα εύρος επιστημονικών αλλά και τεχνολογικών πεδίων αναδιαμορφώνοντας, αναβαθμίζοντας και αυτοματοποιώντας σε καθοριστικό βαθμό την ποιότητα και τα αποτελέσματα των εργασιών σε κάθε τομέα (Zhang & Lu, 2021). Περιοχές που βρίσκει εφαρμογή, ενδεικτικά, η ΤΝ :

- ☐ *Επίλυση προβλημάτων*
- ☐ *Απόδειξη Θεωρημάτων,*
- ☐ *Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας,*
- ☐ *Τεχνητή Όραση,*
- ☐ *Μηχανική Μάθηση*
- ☐ *Σχεδιασμός Ενεργειών και Χρονοπρογραμματισμός,*
- ☐ *Αυτόνομα Robot,*
- ☐ *Έμπειρα Συστήματα και Συστήματα Γνώσης.*
- ☐ *Ευφυείς πράκτορες (agents)*
- ☐ *Ευφυείς υπηρεσίες διαδικτύου και σημασιολογικό διαδίκτυο (semantic web)*
- ☐ *Προσαρμοζόμενα και εξελισσόμενα ευφυή συστήματα.*

Στο χώρο της υγείας η ΤΝ χρησιμοποιείται για την ανάλυση ιατρικών εικόνων, την ανακάλυψη νέων φαρμάκων καθώς και την επιλογή εξατομικευμένων θεραπευτικών σχημάτων. Στον χώρο της αυτοκινητοβιομηχανίας, η ΤΝ

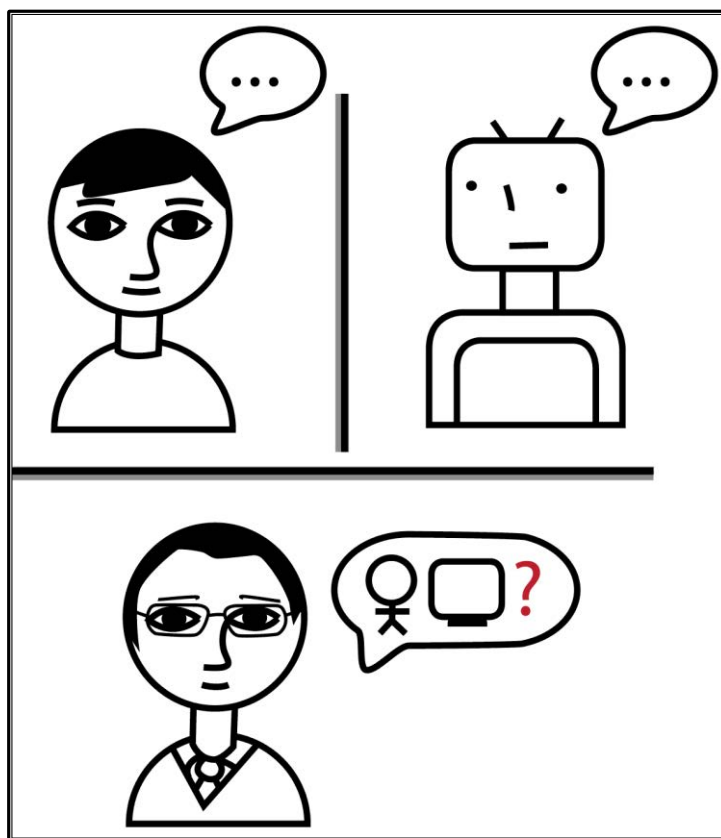
χρησιμοποιείται στην ανάπτυξη βοηθών κατά την οδήγηση, ενισχύοντας την αυτόνομη οδήγηση, κάνοντας εκτίμηση του κινδύνου, και παρακολουθώντας την οδηγική συμπεριφορά του οδηγού. Στο χώρο της ψυχαγωγίας και του εμπορίου, τα chatbots και οι εικονικοί βοηθοί βοηθούν στην εξυπηρέτηση των πελατών και στο φιλτράρισμα των διαφημίσεων βάσει των ατομικών προτιμήσεων. Επίσης η ΤΝ χρησιμοποιείται και στον περιβαλλοντολογικό τομέα, όπως στην παρακολούθηση της κλιματικής αλλαγής, την ρύπανση του περιβάλλοντος και την βέλτιστη κατανομή των πόρων (π.χ. Abduljabbar και συν., 2019· Das και συν., 2015· Li και συν., 2017· Nichols και συν., 2019· Sun και συν., 2020).

Πρέπει ωστόσο να τονισθούν εμπόδια και ανησυχίες σχετικά με την ΤΝ. Υπάρχει προβληματισμός σχετικά με την διαφύλαξη του απορρήτου και το γεγονός ότι τα συστήματα αυτά δεν έχουν ηθικούς φραγμούς όπως συμβαίνει με την περίπτωση εμπλοκής του ανθρώπου. Μία άλλη ανησυχία σχετίζεται με την αντικατάσταση του ανθρώπινου δυναμικού από ευφυείς μηχανές, αυξάνοντας έτσι την ανεργία. Η αυτοματοποίηση των εργασιών ενδέχεται να δημιουργήσει μια γενιά ανθρώπων που δεν θα έχουν εργασιακά κίνητρα καθώς οι μηχανές θα μπορούν να τους αντικαταστήσουν. Τέλος, οι μηχανές δεν έχουν αναπτύξει την δημιουργικότητα που έχει ο άνθρωπος εγκέφαλος και την ικανότητα που έχει να σκέφτεται μη συμβατικά (Safdar και syn., 2020).

Συμπερασματικά, η εξέλιξη της τεχνητής νοημοσύνης έχει ενώσει ερευνητές και επαγγελματίες από διάφορους κλάδους, με σκοπό την ανάπτυξη νέων εφαρμογών και την αντιμετώπιση του ηθικού, κοινωνικού και νομικού αντίκτυπου που έχει επιφέρει. Ειδικότερα συνιστά ένα καινούργιο επιστημονικό τομέα που αφορά μια συνεχή αναζήτηση για καινοτόμες μεθόδους και εφευρέσεις, και δοκιμάζει τόσο τα ανθρώπινα όρια όσο και του τι μπορούν να πετύχουν οι μηχανές. Αυτή η αναζήτηση αφορά την τομή μεταξύ επιστήμης, τεχνολογίας και της ανθρώπινης εφευρετικότητας.

2.2 Ιστορική αναδρομή

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, σκοπός της ΤΝ, ως ιδέα, είναι η μίμηση της ανθρώπινης νοημοσύνης από τις μηχανές. Οι πρώτες αναφορές της ΤΝ ανάγονται στην αρχαιότητα όταν φιλόσοφοι και εφευρέτες έκαναν αναφορά για τεχνητές οντότητες που είχαν ανθρώπινα χαρακτηριστικά και συμπεριφορές. Με επιστημονικούς όμως όρους, η ΤΝ τοποθετείται στα μέσα του 20ού αιώνα. Ειδικότερα, θεμέλιο ανάπτυξης της ΤΝ αποτέλεσε η κατασκευή των πρώτων ηλεκτρονικών υπολογιστών. Ένας από τους πρωτοπόρους της εποχής εκείνης, ο Άλαν Τούρινγκ, ο οποίος έθεσε τις θεωρητικές βάσεις προτείνοντας το τεστ Τούρινγκ το 1950. Αυτό το τεστ είχε ως στόχο να αξιολογήσει την ικανότητα που έχει μια μηχανή στο να επιδεικνύει ανθρώπινη νοημοσύνη σε βαθμό που να μην μπορεί ένας άνθρωπος να διακρίνει αν το τεστ αυτό το έκανε μηχανή ή άνθρωπος.



Εικόνα 1. ΤΕΣΤ ΤΟΥΡΙΝΓΚ

(Πηγή : http://repfiles.kallipos.gr/html_books/93/00e-introduction.html#_idTextAnchor000,
<https://amelib.seab.gr/archive/item/3066?lang=el>)

Παρόλα αυτά, ο όρος «Τεχνητή Νοημοσύνη» ακούστηκε πρώτη φορά μία δεκαετία μετά στα πλαίσια ενός σεμιναρίου στο Dartmouth College το οποίο είχε στόχο τις πιθανότητες και δυνητικές δυνατότητες ανάπτυξης μηχανών που να μιμούνται την ανθρώπινη συμπεριφορά και νόηση. Το εν λόγω σεμινάριο θεωρείται ότι αποτέλεσε την πηγή γέννησης της ΤΝ ως ένα ακαδημαϊκό πεδίο έρευνας και εφαρμογής (Confalonieri και συν., 2021).

Τα πρώτα χρόνια της ΤΝ χαρακτηρίστηκαν από αρκετά φιλόδοξους στόχους και χρονοδιαγράμματα. Η επιστημονική κοινότητα πίστευε ότι η γενική ΤΝ, όπου οι μηχανές θα μπορούσαν να αναπαράγουν τις γνωστικές ικανότητες του ανθρώπου, είναι εφικτός στόχος για το προσεχές μέλλον. Η πρόοδος όμως ήταν αρκετά πιο αργή από την αναμενόμενη οδηγώντας στην δεκαετία του 1970 που έγινε γνωστή ως «χειμώνας της τεχνητής νοημοσύνης» λόγω της υποχρηματοδότησης και του χαμηλού ερευνητικού ενδιαφέροντος που υπήρχε για αυτό το πεδίο έρευνας (Fazal και συν., 2018). Η περίοδος αυτή αποτέλεσε απόδειξη ότι η ΤΝ έχει πολλά εμπόδια και προκλήσεις να διανύσει μέχρι να φτάσει στο επιθυμητό επίπεδο. Στα πλαίσια αυτής της περιόδου, η έρευνα για την ΤΝ εστιάστηκε στην επίλυση συγκεκριμένων προβλημάτων που ήταν πιο εύκολα στη διαχείριση τους. Έτσι γεννήθηκε η έννοια της «στενής τεχνητής νοημοσύνης» ή αλλιώς της «ασθενούς τεχνητής νοημοσύνης» τύποι που θα αναλυθούν παρακάτω. Οι ερευνητές, συνεπώς, επικεντρώθηκαν στην δημιουργία συστημάτων για την εκτέλεση συγκεκριμένων εργασιών, αντί της προσπάθειας για την συνολική αναπαραγωγή του ανθρώπινου εγκεφάλου. Αυτά τα ευφυή συστήματα μπόρεσαν να αντικαταστήσουν τον άνθρωπο σε συγκεκριμένους τομείς, και έτσι έγιναν ιδιαίτερα δημοφιλή (Ng και συν., 2020).

Η περίοδος που ακολούθησε και μέχρι την αυγή της νέας χιλιετίας το πεδίο της ΤΝ άρχισε να συγκεντρώνει εκ νέου το ερευνητικό και επιστημονικό ενδιαφέρον. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου έλαβαν χώρα σημαντικές ανακαλύψεις ειδικότερα στον τομέα της μηχανικής μάθησης γεγονός που σηματοδότησε την «αναγέννηση» του τομέα της ΤΝ. Πιο συγκεκριμένα, η ανάπτυξη των νευρωνικών δικτύων, που βασίζεται στην δομή του ανθρώπινου εγκεφάλου, άνοιξε το δρόμο για νέες δυνατότητες της ΤΝ, όπως η αναγνώριση προτύπων και η επεξεργασία

δεδομένων. Επιπρόσθετα, η ανάπτυξη του αλγόριθμου backpropagation (οπισθοδρόμηση) αποτέλεσε μία από τις σημαντικότερες μεθόδους εκπαίδευσης νευρωνικών δικτύων που επέτρεψε την ανάλυση πιο πολύπλοκων συστημάτων (Confalonieri και συν., 2021).

Η έναρξη της νέας χιλιετίας χαρακτηρίστηκε από μία επανάσταση στον τομέα της ΤΝ με την ανάπτυξη του διαδικτύου και της εμφάνιση των Μεγάλων Δεδομένων. Τα Μεγάλα Δεδομένα αφορούν το σύνολο μεγάλου όγκου δεδομένων που είναι αποθηκευμένα σε διακομιστές (servers) από όπου ένας υπολογιστής αντλεί δεδομένα (Oussous και συν., 2018). Αυτές οι τεχνολογικές εξελίξεις άνοιξαν το δρόμο στη ΤΝ και έτσι υπήρξε σημαντική πρόοδος στους αλγόριθμους μηχανικής μάθησης, ιδιαίτερα στους κλάδους της στατιστικής μάθησης και της πιθανολογικής μοντελοποίησης. Επίσης, η ΤΝ άρχισε σιγά-σιγά να εισέρχεται στον πραγματικό κόσμο με την δημιουργία των μηχανών αναζήτησης, των συστημάτων αναγνώρισης ομιλίας και των συστημάτων προτάσεων. Η περίοδος από το 2010 και μετά αποτέλεσε την περίοδο ανάπτυξης ενός τμήματος της μηχανικής μάθησης, η βαθιά μάθηση η οποία αποτελείται από νευρωνικά δίκτυα σε πολλαπλά επίπεδα και θα αναπτυχθεί περαιτέρω σε επόμενο κεφάλαιο. Οι εξελίξεις στο χώρο της υπολογιστικής όρασης, της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας και της χρήσης ΤΝ σε επιτραπέζια παιχνίδια, ανέδειξαν το αντίκτυπο της βαθιάς μάθησης στον πραγματικό κόσμο (Confalonieri και συν., 2021).

Φτάνοντας στο σήμερα, η ΤΝ έχει εισέλθει στην καθημερινότητα του ανθρώπου με διάφορους τρόπους. Για παράδειγμα, μέσω της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας, εικονικοί βοηθοί όπως ο Siri της Apple, βοηθούν στην περιήγηση του λειτουργικών συστημάτων. Επίσης, η υπολογιστική όραση βοηθάει στην ανάλυση και αναγνώριση προσώπων. Ακόμα, η ενισχυτική μάθηση επιτρέπει στις μηχανές να μαθαίνουν μέσω της αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον, αποκτώντας εμπειρία βελτιώνοντας τις μελλοντικές επιδόσεις τους, ενώ στο χώρο της αυτοκινητοβιομηχανίας η ΤΝ επέτρεψε τη δημιουργία αυτόνομων οχημάτων, ενώ στο χώρο της υγείας έχει συνεισφέρει στη διάγνωση & πρόγνωση ασθενειών καθώς και στην επεμβατική χειρουργική.

2.3 Τύποι Τεχνητής Νοημοσύνης

Σε αυτήν την ενότητα γίνεται αναφορά στους τύπους τεχνητής νοημοσύνης τόσο για την ενημέρωση του ταχέως αυτού εξελισσόμενου τομέα της τεχνολογίας καθώς και για τον αντίκτυπο που έχουν στην καθημερινότητα των ανθρώπων. Αναλύοντας τα βασικά χαρακτηριστικά της τεχνητής νοημοσύνης επιτυγχάνεται η ορθή ενημέρωση για τις δυνατότητες αλλά και τους περιορισμούς των συστημάτων αυτών. Πιο συγκεκριμένα από τους διαφορετικούς τύπους ΤΝ, η στενή ΤΝ είναι αυτή που κυριαρχεί στη σημερινή εποχή, με πολλές πρακτικές εφαρμογές όπως αναγνώριση εικόνας και προσώπου, μετάφραση γλώσσας, εικονικοί βοηθοί κ.α. (Tack, 2019). Ο απώτερος στόχος είναι η ανάπτυξη συστημάτων που βασίζονται στη γενική ΤΝ, τα οποία θα μπορούν να αναπαράγουν τις ανθρώπινες γνωστικές ικανότητες σε όλους τους τομείς. Η δημιουργία όμως αυτών των συστημάτων θέτει προκλήσεις και εγείρει ηθικούς προβληματισμούς, καθιστώντας αναγκαία την κατανόηση των συνεπειών μιας τέτοιας εξέλιξης.

Η ΤΝ επεκτείνεται πέρα των τεχνολογικών ορίων καθώς αλλάζει ριζικά τον τρόπο ζωής του ανθρώπου. Καλούνται συνεπώς οι νομοθέτες και οι πολίτες γενικότερα, να συμμετάσχουν ενεργά στη διαμόρφωση των δεοντολογικών και ρυθμιστικών πλαισίων που περιβάλλουν την ΤΝ. Καθώς η ΤΝ ενσωματώνεται ολοένα και περισσότερο στην καθημερινή ζωή των πολιτών, από την υγειονομική περίθαλψη έως τα αυτόνομα συστήματα, η λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων καθίσταται επιτακτική. Επίσης, η ενημέρωση για τους τύπους τεχνητής νοημοσύνης βοηθάει στον τρόπο σχεδιασμού των επιχειρήσεων, για την σωστή επιλογή συστημάτων που ικανοποιούν τις απαιτήσεις της εκάστοτε επιχείρησης. Τελικώς, η σωστή ενημέρωση των διαφορετικών τύπων τεχνητής νοημοσύνης είναι κομβική για την χάραξη μίας υπεύθυνης και ηθικής στάσης που θα έχει ως προτεραιότητα το κοινωνικό όφελος και παράλληλα θα ελαχιστοποιεί τους κινδύνους που σχετίζονται με την ΤΝ (Safdar και συν. 2020).

2.3.1 Στενή Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Narrow Intelligence – ANI)

Η στενή TN είναι μία κατηγορία της TN που εστιάζει σε συγκεκριμένες εργασίες και εφαρμογές. Σε αντίθεση με την γενική TN που έχει ένα ευρύ φάσμα γνωστικών δεξιοτήτων, η στενή TN είναι εξαιρετικά αποδοτική σε συγκεκριμένους τομείς με καλά καθορισμένες παραμέτρους. Αυτή η εξειδικευμένη φύση της στενής TN, την κάνει ιδανική για την εξέλιξη και δημιουργία σύγχρονων εφαρμογών και συμβάλλει καταλυτικά στην πρόοδο της τεχνολογίας και την αναμόρφωση του συνόλου των βιομηχανιών (κατασκευαστική, ψυχαγωγία, υπολογιστές, υγείας κτλ.) (Kuusi & Heinonen, 2022).

Όπως προαναφέρθηκε, η στενή TN εστιάζει σε ένα συγκεκριμένο πεδίο αυτοματοποιώντας διεργασίες όπως η μετάφραση γλώσσας, η αναγνώριση εικόνας και η σχεδίαση βιντεοπαιχνιδιών. Η υψηλή λειτουργικότητα και αποδοτικότητά της οφείλεται σε προκαθορισμένους αλγόριθμους που επιτρέπουν την ακριβή εκτέλεση διεργασιών σε ένα συγκεκριμένο τομέα. Αυτή η εστιασμένη προσέγγιση είναι εξαιρετικά βολική και αποδοτική στην επίλυση συγκεκριμένων προβλημάτων του πραγματικού κόσμου, καθιστώντας την στενή TN ως την κυρίαρχη δύναμη στις εφαρμογές που βασίζονται σε αυτή (Kuusi & Heinonen, 2022).

Μάλιστα δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που η στενή TN ξεπερνά τους ανθρώπους σε συγκεκριμένους τομείς. Για παράδειγμα, οι αλγόριθμοι επεξεργασίας φυσικής γλώσσας επιτρέπουν στους εικονικούς βοηθούς να κατανοήσουν και να ανταποκριθούν σε ανθρώπινα ερωτήματα με αξιοσημείωτη ακρίβεια. Αντιστοίχως, οι αλγόριθμοι αναγνώρισης εικόνας και προσώπου, είναι πιο αποτελεσματικοί από τον ανθρώπινο έλεγχο, παρέχοντας καλύτερη ασφάλεια και έλεγχο ταυτότητας (Kuusi & Heinonen, 2022). Η διαρκής εξέλιξη των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης έχει συμβάλλει ώστε ολοένα και περισσότερες εφαρμογές να είναι αποδοτικότερες από τον ανθρώπινο παράγοντα, καθιστώντας τα συστήματα αυτά απαραίτητα.

Η χρησιμότητα της στενής τεχνητής νοημοσύνης έγκειται σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών από την υγεία μέχρι την οικονομία και κατασκευαστική βιομηχανία. Στον χώρο της υγείας η στενή TN συνεισφέρει κατά την διαγνωστική διαδικασία,

αναλύοντας τα απεικονιστικά αποτελέσματα και εντοπίζοντας τυχόν ανωμαλίες. Χρησιμοποιείται επίσης σε προγνωστικά μοντέλα ανάλυσης, τα οποία εντοπίζουν πιθανούς κινδύνους για την υγεία και προτείνουν προληπτικές παρεμβάσεις και στοχευμένα θεραπευτικά σχήματα. Στον χώρο της χρηματοοικονομικής, αλγόριθμοι που βασίζονται στην στενή ΤΝ μπορούν να αναλύουν τις συνθήκες αγοράς και να λαμβάνουν άμεσες αποφάσεις για την μεγιστοποίηση των αποδόσεων. Στο κατασκευαστικό τομέα η στενή ΤΝ, μέσω της υπολογιστικής όρασης, ενισχύει τον ποιοτικό έλεγχο εντοπίζοντας σε πραγματικό χρόνο ελαττώματα στα προϊόντα (Kuusi & Heinonen, 2022). Πρέπει ωστόσο να τονισθούν οι αδυναμίες και περιορισμοί που έχει η στενή ΤΝ. Λόγω του πολύ συγκεκριμένου σχεδιασμού της, δεν έχει την ικανότητα της γενίκευσης ώστε να μπορεί να εφαρμοσθεί σε άλλους τομείς. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι αν ένα σύστημα που βασίζεται στην στενή ΤΝ, υπερέχει σε ένα συγκεκριμένο τομέα, δεν θα μπορεί να ανταπεξέλθει σε εργασίες εκτός των προκαθορισμένων προδιαγραφών του. Μία άλλη αδυναμία είναι η έλλειψη ικανότητας να χειρίζεται απρόβλεπτες καταστάσεις που μπορεί να προκύψουν κατά την διάρκεια εργασίας (Kuusi & Heinonen, 2022).

Συνοψίζοντας, η εκθετική πρόοδος των συστημάτων στενής ΤΝ έχει συμβάλλει στην δημιουργία και βελτίωση εφαρμογών σε διάφορους τομείς. Η συνεχής βελτίωση της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας, της υπολογιστικής όρασης και της επεξεργαστικής ισχύος αποσκοπούν στην ενίσχυση των δυνατοτήτων τέτοιων συστημάτων και αντιμετώπιση των περιορισμών που έχουν μέχρι σήμερα. Επιπρόσθετα, υπάρχει έντονο ενδιαφέρον από πλευράς ερευνητών και προγραμματιστών για την μελέτη και εφαρμογή υβριδικών μηχανημάτων που θα συνδυάζουν την στενή ΤΝ με άλλους τύπους τεχνητής νοημοσύνης, με σκοπό τη δημιουργία πιο ευέλικτων συστημάτων.

2.3.2 Γενική Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial General Intelligence – AGI)

Η γενική ΤΝ εκφράζει το απόγειο της τεχνητής νοημοσύνης φιλοδοξώντας να μεταφέρει στις μηχανές γνωστικές δεξιότητες ανάλογες με αυτές της ανθρώπινης νοημοσύνης. Σε αντίθεση με τη στενή ΤΝ που λειτουργεί σε συγκεκριμένες

εργασίες, η βασική επιδίωξη της γενικής τεχνητής νοημοσύνης είναι η εφαρμογή της σε ένα ευρύ φάσμα των γνωστικών ικανοτήτων του ανθρώπου σε διάφορους τομείς. Όραμα της γενικής τεχνητής νοημοσύνης είναι η δημιουργία μηχανών που να μπορούν να κατανοούν, να μαθαίνουν, να δημιουργούν και να προσαρμόζονται σε οποιαδήποτε πρόκληση σε αντιστοιχία με τον ανθρώπινο νου (Goertzel, 2014). Για να μπορέσει να φτάσει σε αυτό το επίπεδο η γενική ΤΝ θα πρέπει να έχει τις ίδιες ή παραπλήσιες δυνατότητες από αυτές του ανθρώπου. Αυτό περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, την κατανόηση της φυσικής γλώσσας, την αναγνώριση προτύπων και συμβόλων, την ικανότητα δημιουργίας και επίλυσης προβλημάτων καθώς και την εφαρμογή της λογικής σε όλους τους τομείς. Ενώ η στενή ΤΝ έχει σχεδιαστεί για προκαθορισμένες εφαρμογές, η γενική ΤΝ στοχεύει να ξεπεράσει αυτούς τους περιορισμούς και να επιδείξει μια μορφή νοημοσύνης που δεν είναι μόνο εξειδικευμένη και προσαρμόσιμη, αλλά ικανή και για να γενικευτεί (Goertzel, 2014). Σκοπός των ερευνητών είναι η δημιουργία συστημάτων που θα είναι ικανά να μεταφέρουν γνώσεις και δεξιότητες από έναν τομέα σε έναν άλλο, επιδεικνύοντας έτσι ένα επίπεδο γνωστικής προσαρμοστικότητας που υπερβαίνει τις τρέχουσες δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης (Goertzel, 2014).

Η υλοποίηση της γενικής ΤΝ σε παγκόσμιο επίπεδο, θα μπορούσε να φέρει επανάσταση στις βιομηχανίες κάθε είδους και να επαναπροσδιορίσει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ ανθρώπου και μηχανής. Για παράδειγμα στον χώρο της υγείας η γενική ΤΝ θα μπορούσε σε μικρό χρονικό διάστημα να αναλύσει έναν τεράστιο όγκο δεδομένων ώστε να αντλήσει πληροφορίες για πολύπλοκες ιατρικές διαγνώσεις και θεραπευτικά σχήματα, φέρνοντας επανάσταση στον κλάδο της εξατομικευμένης ιατρικής. Στον χώρο της εκπαίδευσης η γενική ΤΝ θα μπορούσε να προσαρμόσει διάφορες μεθόδους διδασκαλίας σε πραγματικό χρόνο με σκοπό τη βελτιστοποίηση της μαθητικής απόδοσης του εκάστοτε μαθητή (Goertzel, 2014).

Η εφαρμογή όμως της γενικής τεχνητής νοημοσύνης, εγείρει και σοβαρά ερωτήματα. Λόγω της ολιστικής προσέγγισης της ανθρώπινης λογικής, η γενική ΤΝ θα αντιμετωπίσει θέματα σχετικά με την κοινή λογική, την κατανόηση κειμένων από τα συμφραζόμενα, την μεταβλητότητα των απόψεων του ανθρώπινου νου, την παρορμητικότητα καθώς και της ηθικές αξίες και φραγμούς. Η απρόβλεπτη φύση

του ανθρώπου θέτει ένα σύνολο προκλήσεων καθώς τα συστήματα γενικής τεχνητής νοημοσύνης θα πρέπει να μπορούν να ανταπεξέλθουν στην ασάφεια, την ερμηνεία και τις ιδιαιτερότητες που παρουσιάζει κάθε ανθρώπινος οργανισμός. Παρόλες τις προκλήσεις όμως, ερευνητές από κλάδους όπως η φυσική, η επιστήμη υπολογιστών, η γνωστική ψυχολογία και η νευροεπιστήμη, συνεργάζονται με σκοπό την ανάπτυξη εφαρμογών της γενικής τεχνητής νοημοσύνης. Αυτή η συνεργασία είναι απαραίτητη ούτως ώστε να ξεπεραστούν οι πολύπλευρες προκλήσεις που σχετίζονται με την αναπαραγωγή της ανθρώπινης νοημοσύνης (Bostrom, 2020).

2.3.3 Τεχνητή Υπερνοημοσύνη (Artificial Super Intelligence -ASI)

Η τεχνητή υπερνοημοσύνη (TYN) εκφράζει μία θεωρητική έννοια της τεχνητής νοημοσύνης, που είναι ανώτερη της ανθρώπινης από κάθε άποψη (Radanliev και συν., 2022). Σε αντίθεση με τη γενική ΤΝ που φιλοδοξεί να ταιριάζει με τις ανθρώπινες δεξιότητες, η ΤΥΝ έχει ως στόχο να υπερβεί την ανθρώπινη νοημοσύνη συνολικά. Αυτό το υποθετικό όραμα δημιουργεί βαθιά ερωτήματα και προβληματισμούς σχετικά με τις επιπτώσεις, ηθικές και μη, που μπορεί να επιφέρει η κατασκευή μηχανών με νοημοσύνη που ξεπερνά αυτή των πιο λαμπρών επιστημονικών μυαλών.

Στην ιδανική περίπτωση μάλιστα, οι μηχανές που βασίζονται στην ΤΥΝ, αναμένεται να ξεπερνούν όχι μόνο τις ανθρώπινες γνωστικές δεξιότητες, αλλά και τον ανθρώπινο πνευματικό τομέα συνολικά. Αυτή η υποθετική υπερευφυΐα θα παρουσίαζε εξαιρετική, από κάθε άποψης, ικανότητα μάθησης, επίλυσης προβλημάτων και δημιουργίας καινοτομιών, αλλάζοντας ριζικά τον ρόλο του ανθρώπου στον κόσμο. Η υλοποίηση υπερευφυΐων μηχανών θα επέφερε αλλαγές σε όλες τις επιστήμες, από την ιατρική και την οικονομία μέχρι την πληροφορική και τον τρόπο διακυβέρνησης των εθνών. Επίσης, οι μηχανές με ΤΥΝ θα έχουν την ικανότητα να αυτοβελτιώνονται, εξελίσσοντας συνεχώς την νοημοσύνη τους χωρίς να χρειάζονται τον άνθρωπο. Αυτή η επαναλαμβανόμενη αυτοβελτίωση θα μπορούσε να οδηγήσει σε μια εκθετική αύξηση του ρυθμού βελτίωσης, ξεπερνώντας τον άνθρωπο σε ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Ειδικότερα, τέτοιου είδους

υπερευφυσίες μηχανές θα μπορούν να επιλύουν σύνθετα προβλήματα σε μικρό χρονικό διάστημα, να κάνουν επιστημονικές ανακαλύψεις και να εξελίσσουν την τεχνολογία χωρίς την ανάγκη της ανθρώπινης παρέμβασης (Radanliev και συν., 2022).

Για την επίτευξη της τεχνητής υπερνοημοσύνης, χρειάζεται η συνεργασία πολλών επιστημονικών πεδίων όπως η επιστήμη των υπολογιστών, η φυσική και η εφαρμοσμένη μηχανική, οι γνωστικές επιστήμες και οι νευροεπιστήμες. Καθώς το θεωρητικό πλαίσιο παραμένει υποθετικό και κερδοσκοπικό, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στη υπεύθυνη ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων με ισχυρά μέτρα ασφαλείας, καθώς και την επεξεργασία των ηθικών ζητημάτων που προκύπτουν για την αποφυγή πιθανών κινδύνων και την διασφάλιση των θετικών αποτελεσμάτων για τον άνθρωπο.

2.4 Τεχνικές Τεχνητής Νοημοσύνης

2.4.1 Αλγόριθμοι

Οι αλγόριθμοι είναι το επίκεντρο όλων των πληροφοριακών συστημάτων και υπολογιστών. Ένας αλγόριθμος αποτελείται από ένα σύνολο εντολών που εκτελούνται με τη σειρά που έχουν δομηθεί. Το 'διάβασμα' των εντολών σε ένα αρχείο, γίνεται από αριστερά προς τα δεξιά και από πάνω προς τα κάτω, ακριβώς όπως διαβάζεται ένα βιβλίο. Αν έπρεπε να ορίσουμε τον αλγόριθμο θα λέγαμε ότι είναι μια καλά καθορισμένη, πεπερασμένη ακολουθία εντολών που έχουν σχεδιαστεί με στόχο την επίλυση ενός συγκεκριμένου προβλήματος. Οι αλγόριθμοι χρησιμοποιούνται σε πολλούς τομείς, από την επιστήμη των υπολογιστών και τη φυσική μέχρι την βιολογία και την ιατρική. Οι εντολές εκτελούνται από υπολογιστές και μηχανές γενικότερα, και μπορούν να εφαρμοστούν για την επίλυση πάσης φύσεως προβλημάτων, τη λήψη αποφάσεων, την οργάνωση ή την ανίχνευση (Burrell & Fourcade, 2021).

Οι αλγόριθμοι κατηγοριοποιούνται με βάση το σκοπό, τη δομή ή τη χρήση τους. Η κατηγοριοποίηση βοηθά στην κατανόηση της λειτουργίας τους και την

επιλογή του κατάλληλου αλγόριθμου για την επίλυση ενός συγκεκριμένου προβλήματος. Παρακάτω περιγράφονται 3 συχνά χρησιμοποιούμενες κατηγορίες αλγορίθμων, που είναι οι αλγόριθμοι ταξινόμησης, οι αλγόριθμοι αναζήτησης και αλγόριθμοι βελτιστοποίησης.

1. **Αλγόριθμοι ταξινόμησης:** Χρησιμοποιούνται για την διατακτική ταξινόμηση μιας σειράς δεδομένων, για παράδειγμα από τον μικρότερο αριθμό στον μεγαλύτερο, αλφαβητική ταξινόμηση κτλ. Αυτοί οι αλγόριθμοι έχουν ευρεία χρήση στην επιστήμη των υπολογιστών και στην καθημερινή ζωή, καθώς πολλά επαγγέλματα αλλά και ασχολίες χρειάζονται οργάνωση των δεδομένων για την αποτελεσματική επεξεργασία και ανάλυση. Μερικές δημοφιλείς μέθοδοι ταξινόμησης είναι (Burrell & Fourcade, 2021):

Α) Ταξινόμηση φουσαλίδας: Είναι ένας απλός αλγόριθμος ταξινόμησης που συγκρίνει δύο γειτονικά στοιχεία μεταξύ τους και τα ανταλλάσσει αν η σειρά τους δεν είναι σωστή. Είναι αρκετά αποτελεσματικός για μικρά σύνολα δεδομένων, όμως λόγω της υψηλής επαναληψιμότητας, δεν συνίσταται για μεγάλα σύνολα δεδομένων καθώς έχει μεγάλο χρόνο εκτέλεσης.

Β) Γρήγορη ταξινόμηση: Ο αλγόριθμος γρήγορης ταξινόμησης είναι ένας εξαιρετικά γρήγορος τρόπος οργάνωσης δεδομένων. Αρχικά επιλέγεται ένα αρχικό στοιχείο (pivot) που υπάρχει σε ένα σύνολο δεδομένων. Στη συνέχεια το σύνολο δεδομένων διαιρείται σε δύο μικρότερες ομάδες, η μία με στοιχεία μικρότερα από το αρχικό στοιχείο και η άλλη με στοιχεία μεγαλύτερα από αυτό. Η γρήγορη ταξινόμηση είναι γνωστή για τον μικρό μέσο χρόνο εκτέλεσης, της τάξης $O(n \cdot \log(n))$, που την καθιστά ιδανική για την διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων.

Γ) Ταξινόμηση συγχώνευσης: Ο αλγόριθμος ταξινόμησης με συγχώνευση, διαιρεί επανειλημμένα ένα σύνολο δεδομένων σε μικρότερα μέρη έως ότου κάθε τμήμα περιέχει μόνο ένα στοιχείο. Στη συνέχεια, συγχωνεύει αυτά τα μικρότερα μέρη με την επιθυμητή σειρά ταξινόμησης τους. Η χρονική πολυπλοκότητα είναι της τάξης $O(n \cdot \log(n))$, καθιστώντας την μια επίσης πολύ αποδοτική επιλογή για την ταξινόμηση μεγάλου όγκου δεδομένων.

2. Αλγόριθμοι αναζήτησης: Χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό συγκεκριμένων αλφαριθμητικών στοιχείων μέσα σε μια σειρά δεδομένων. Ο χρήστης δίνει τη λέξη-κλειδί, και ο αλγόριθμος αναζήτησης βρίσκει όλες τις λέξεις μέσα στα δεδομένα, που ταιριάζουν με τη λέξη-κλειδί. Είναι κομβικής σημασίας για την ανάκτηση πληροφοριών από αρχεία και χρησιμοποιούνται σε διάφορες εφαρμογές, όπως στις βάσεις δεδομένων και στις μηχανές αναζήτησης. Μερικοί δημοφιλείς αλγόριθμοι αναζήτησης είναι (Burrell & Fourcade, 2021):

A) Γραμμική αναζήτηση: Ο αλγόριθμος γραμμικής αναζήτησης ελέγχει διαδοχικά το κάθε στοιχείο μέσα σε ένα σύνολο δεδομένων μέχρι να βρει το στοιχείο-στόχο που έχει ορίσει ο χρήστης ή να φτάσει στο τέλος της λίστας. Είναι μια απλή προσέγγιση, αλλά η χρονική της πολυπλοκότητα είναι της τάξης $O(n)$ στη χειρότερη περίπτωση, που την καθιστά μη-αποδοτική σε μεγάλα σύνολα δεδομένων. Παρόλα αυτά χρησιμοποιείται συχνά δεδομένα μικρού όγκου λόγω της απλότητας και η ευκολίας υλοποίησης της.

B) Δυαδική αναζήτηση: Η δυαδική αναζήτηση είναι ένας εξαιρετικά αποδοτικός αλγόριθμος για την αναζήτηση στοιχείων σε ταξινομημένα δεδομένα. Αυτό που κάνει είναι να διαιρεί επαναλαμβανόμενα ένα σύνολο δεδομένων στη μέση και να απορρίπτει το τμήμα που δεν περιέχει το στοιχείο-στόχο. Η διαδοχική διαίρεση του τμήματος συνεχίζεται μέχρι να βρεθεί η επιθυμητή αλφαριθμητική τιμή. Η δυαδική αναζήτηση έχει χρονική πολυπλοκότητα $O(\log(n))$, που την καθιστά μία πολύ αποδοτική μέθοδο αναζήτησης από πλευράς χρόνου. Το κύριο μειονέκτημα της είναι ότι τα δεδομένα πρέπει να είναι ταξινομημένα για να μπορεί να εφαρμοστεί.

3. Αλγόριθμοι βελτιστοποίησης: Οι αλγόριθμοι βελτιστοποίησης σχεδιάζονται με στόχο να βρίσκουν την βέλτιστη δυνατή λύση σε ένα πρόβλημα. Λειτουργούν αναδρομικά βελτιώνοντας σταδιακά μια δεδομένη λύση. Η αναδρομική λύση είναι πιο ακριβής καθώς περιέχει περισσότερα δεκαδικά ψηφία. Γενικά, ο στόχος ενός αλγορίθμου βελτιστοποίησης είναι να βρει τη βέλτιστη λύση που ελαχιστοποιεί ή μεγιστοποιεί μια δεδομένη συνάρτηση. Αυτοί οι αλγόριθμοι είναι εξαιρετικά σημαντικοί σε μία πληθώρα πεδίων και εφαρμογών, όπως η μηχανική μάθηση και η

τεχνητή νοημοσύνη. Μερικά παραδείγματα που βασίζονται σε αλγόριθμους βελτιστοποίησης είναι (Burrell & Fourcade, 2021):

A) Γενετικοί αλγόριθμοι: Οι γενετικοί αλγόριθμοι εμπνέονται από τη διαδικασία της φυσικής επιλογής και της εξέλιξης. Ξεκινούν από ένα σύνολο πιθανών λύσεων και μέσω εξέλιξης με τις λειτουργίες της φυσικής επιλογής (selection), διασταύρωσης (crossover) και μετάλλαξης (mutation), μεταφέρουν τις βέλτιστες λύσεις στην επόμενη γενιά. Η γενιά αυτή επαναλαμβάνει την διαδικασία και μεταφέρει τις βέλτιστες λύσεις στην επόμενη, κ.ο.κ. Αυτό συνεχίζεται μέχρι είτε να βρεθεί η πραγματική λύση που ψάχνουμε είτε να φτάσει ο αλγόριθμος στο μέγιστο αριθμό γενεών. Οι γενετικοί αλγόριθμοι είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι για την επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων βελτιστοποίησης με μεγάλο χώρο λύσεων.

B) *Βελτιστοποίηση Σμήνους Σωματιδίων*: Η βελτιστοποίηση σμήνους σωματιδίων (Particle Swarm Optimization), είναι ένας έξυπνος τρόπος επίλυσης σύνθετων προβλημάτων. Μιμείται την κοινωνική συμπεριφορά και ικανότητα αυτο-οργάνωσης κάποιων ειδών, όπως ένα σμήνος πουλιών ή ψαριών, όπου κάθε σωματίδιο του σμήνους αντιπροσωπεύει μια πιθανή λύση. Τα σωματίδια κινούνται πάντα προς την κατεύθυνση της καλύτερης λύσης, μαθαίνοντας από τη δική τους βέλτιστη θέση καθώς και την βέλτιστη θέση που βρέθηκε κάποιο από τα άλλα σωματίδια του σμήνους. Είναι μια ιδιαίτερα πετυχημένη μέθοδος σε προβλήματα βελτιστοποίησης πολλών μεταβλητών καθώς και προβλημάτων συνεχούς βελτιστοποίησης με μεγάλο αριθμό διαστάσεων.

Οι αλγόριθμοι είναι πλέον αναπόσπαστο μέρος της καθημερινότητας των πολιτών, καθώς τρέχουν στο παρασκήνιο των υπολογιστών και των κινητών τηλεφώνων. Σκοπός τους είναι η βελτιστοποίηση και αυτοματοποίηση διάφορων εργασιών που κάνουν την ψηφιακή εμπειρία καλύτερη. Για παράδειγμα ο τρόπος με τον οποίο αποκτούμε πρόσβαση σε πληροφορίες, ο τρόπος με τον οποίο πλοηγούμαστε στο Διαδίκτυο ή ακόμα και οι αισθητικές παρεμβάσεις που κάνουμε στο περιβάλλον εργασίας, βασίζονται σε αλγόριθμους. Παρακάτω περιγράφονται μερικές εφαρμογές που χρησιμοποιούνται στην καθημερινή μας ζωή και βασίζονται σε αλγόριθμους.

1. Μηχανές αναζήτησης: Το Διαδίκτυο δεν θα είχε αυτήν την απήχηση και ευχρηστία χωρίς τις μηχανές αναζήτησης. Η πιο γνωστή μηχανή αναζήτησης είναι η Google και βασίζεται στον αλγόριθμο PageRank, ο οποίος δημιουργήθηκε από τους ιδρυτές της Google. Αυτός ο αλγόριθμος εκχωρεί έναν συντελεστή βαρύτητας στις ιστοσελίδες με βάση το πόσο σημαντικές είναι άλλες ιστοσελίδες που συνδέονται με αυτές. Βασίζεται στην υπόθεση ότι οι πιο σημαντικοί ιστότοποι είναι πιθανότερο να έχουν περισσότερους συνδέσμους από άλλους ιστότοπους χαμηλότερης δημοφιλίας ή σπουδαιότητας. Αυτό ο αλγόριθμος, βοηθά τις μηχανές αναζήτησης να ταξινομούν τις ιστοσελίδες ανάλογα με τη συνάφεια και τη χρησιμότητά τους, διασφαλίζοντας ότι οι χρήστες λαμβάνουν ακριβή και χρήσιμα αποτελέσματα αναζήτησης (Burrell & Fourcade, 2021).

2. Μέσα κοινωνικής δικτύωσης: Οι πλατφόρμες των μέσων κοινωνικής δικτύωσης όπως το Facebook, το X (πρώην Twitter) και το Instagram, χρησιμοποιούν ειδικούς αλγόριθμους για να προσαρμόσουν τις ροές δεδομένων των χρηστών βάσει του ιστορικού τους. Για να το πετύχουν αυτό, οι αλγόριθμοι αναλύουν τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούν οι χρήστες με την πλατφόρμα, τις λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιούν στις μηχανές αναζήτησης, το ιστορικό του χρήστη, τα σχόλια που έχει αφήσει, τον χρόνο παρακολούθησης του κάθε βίντεο κτλ. Έτσι οι αλγόριθμοι αυτοί εμφανίζουν περιεχόμενο σχετικό με τις προτιμήσεις του κάθε χρήστη, με σκοπό να παραμείνουν συνδεδεμένοι και να διαβάσουν / παρακολουθήσουν σχετικό περιεχόμενο από δημιουργούς και επιχειρήσεις (διαφημιστικά μηνύματα). Με την προσαρμογή του περιεχομένου ανάλογα με τις προτιμήσεις του χρήστη, βελτιώνεται η ψηφιακή εμπειρία και η κερδοφορία της εκάστοτε πλατφόρμας (Burrell & Fourcade, 2021).

3. Ηλεκτρονικό εμπόριο και συστήματα προτάσεων: Τα διαδικτυακά καταστήματα (e-shops) όπως το Amazon, το eBay και το Netflix, χρησιμοποιούν αλγόριθμους για να προτείνουν προϊόντα και εξατομικευμένες εμπειρίες αγορών. Αυτό που κάνουν είναι να αναλύουν προηγούμενες ενέργειες, ιστορικό αγορών και αξιολογήσεις των χρηστών, για να προτείνουν προϊόντα που ενδεχομένως να τους ενδιαφέρουν. Το σημαντικότερο όφελος από τα συστήματα συστάσεων, είναι η ικανοποίηση και των δύο πλευρών. Από τη μία η εξατομικευμένη ψηφιακή εμπειρία

αφήνει ικανοποιημένους τους πελάτες και από την άλλη οι αυξημένες πωλήσεις συνεισφέρουν στην κερδοφορία της πλατφόρμας (Burrell & Fourcade, 2021).

4. Υγεία και φυσική κατάσταση: Οι φορητές συσκευές, όπως οι ιχνηλάτες φυσικής κατάστασης (fitness trackers) και τα έξυπνα ρολόγια (smartwatch), βασίζονται σε αλγόριθμους για την παρακολούθηση και αξιολόγηση της σωματικής δραστηριότητας, των συνηθειών ύπνου, του καρδιακού παλμού, των αριθμών βημάτων (απόσταση που διανύθηκε) και τις θερμίδες που καταναλώθηκαν κατά τη σωματική άσκηση. Με τη χρήση αυτών των συσκευών τα άτομα μπορούν να παρακολουθούν την πρόοδο τους, να θέτουν στόχους και να λαμβάνουν στοχευμένες αποφάσεις σχετικά με την υγεία και την φυσική τους κατάσταση (Burrell & Fourcade, 2021).

5. Μεταφορά και Πλοήγηση: Το Παγκόσμιο Σύστημα Τοποθεσίας (*Global Positioning System, GPS*) επιτρέπει το εντοπισμό μιας τοποθεσίας, αντικειμένου, συσκευής οπουδήποτε πάνω στη Γη. Τα έξυπνα τηλέφωνα (smartphone) έχουν ενσωματωμένη τη λειτουργία GPS και χρησιμοποιούν αλγόριθμους για να βρουν τις πιο γρήγορες και αποτελεσματικές διαδρομές μεταξύ δύο σημείων. Μάλιστα, οι αλγόριθμοι αυτοί έχουν εξελιχθεί να λαμβάνουν υπόψη παράγοντες όπως η κυκλοφορία και το κλείσιμο δρόμων, με σκοπό την εύρεση της βέλτιστης διαδρομής. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι ο αλγόριθμος Floyd-Warshall που μπορεί να προσδιορίσει τις συντομότερες διαδρομές μεταξύ όλων των ζευγών σημείων σε ένα σταθμισμένο γράφημα. Ορισμένες καθημερινές εφαρμογές του αλγόριθμου αυτού περιλαμβάνουν τον καθορισμό της διαδρομής ενός ταξιδιού, την κατανομή των πόρων και το σχεδιασμό εκκένωσης μιας περιοχής ή ενός κτιρίου (Burrell & Fourcade, 2021).

Παρόλα τα πλεονεκτήματα, η ανάπτυξη και η υλοποίηση αλγορίθμων είναι μια πολύπλοκη διαδικασία. Ένα σημαντικό ζήτημα είναι ο αριθμός των υπολογιστικών βημάτων που πρέπει να γίνουν για την επίλυση ενός προβλήματος. Καθώς τα δεδομένα εισόδου αυξάνονται ή γενικεύονται, η πολυπλοκότητα του αλγορίθμου μπορεί να οδηγήσει σε πιο αργή επεξεργασία των δεδομένων και μεγαλύτερους χρόνους εκτέλεσης ακόμα και σε υπολογιστές με μεγάλη

επεξεργαστική ισχύ. Για την αντιμετώπιση της μεγάλης διάρκειας εκτέλεσης, σημαντική μερίδα ερευνητών και προγραμματιστών εργάζονται στον τομέα βελτιστοποίησης αλγορίθμων με στόχο να τους κάνουν πιο αποτελεσματικούς και παραμετροποιήσιμους για μεγάλα σύνολα δεδομένων.

Καθώς οι αλγόριθμοι γίνονται όλο και πιο απαραίτητοι στην καθημερινή μας ζωή, χρειάζεται μεγάλη προσοχή τόσο από τους χρήστες όσο και από αδυναμίες που μπορεί να υπάρξουν σε έναν αλγόριθμο. Μια τέτοια αδυναμία είναι η πιθανότητα εμφάνισης ακούσιων συνεπειών, ειδικά στον τρόπο με τον οποίο οι αλγόριθμοι λαμβάνουν αποφάσεις. Αυτή η αδυναμία, που καλείται αλγοριθμική μεροληψία, έχει συγκεντρώσει μεγάλο επιστημονικό ενδιαφέρον λόγω των εκτεταμένων επιπτώσεων που μπορεί να έχει στους χρήστες αλλά και στην κοινωνία γενικότερα. Η αλγοριθμική μεροληψία σχετίζεται με συστηματικά και επαναλαμβανόμενα σφάλματα ενός αλγόριθμου που οδηγούν σε μεροληπτικά αποτελέσματα, όπως η εύνοια μιας κατηγορίας ή ομάδας σε σχέση με μια άλλη, με τρόπους διαφορετικούς από την προβλεπόμενη λειτουργία του αλγορίθμου.

Συμπερασματικά, οι αλγόριθμοι αποτελούν το γρανάζι του σύγχρονου κόσμου και χρησιμοποιούνται σε πάρα πολλές καθημερινές δραστηριότητες, από επαγγελματικούς και ψυχαγωγικούς τομείς μέχρι τον χώρο της υγείας και της οικονομίας. Παρέχουν αποτελεσματικές λύσεις σε σύνθετα προβλήματα πολλών μεταβλητών και παραμέτρων και έχουν φέρει επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο επεξεργαζόμαστε, αναλύουμε και κατανοούμε τα δεδομένα. Καθώς η τεχνολογία προχωρά, οι αλγόριθμοι θα συνεχίσουν να αναπτύσσονται και να εξελίσσονται, φέρνοντας νέες λειτουργίες αλλά και προκλήσεις, τόσο για τους ερευνητές / προγραμματιστές όσο και για τους ίδιους τους χρήστες.

2.4.2 Προγνωστική Ανάλυση (Predictive Analysis)

Η προγνωστική ανάλυση είναι ένα πεδίο μελέτης που χρησιμοποιεί δεδομένα για να προβλέψει μελλοντικά γεγονότα και συμπεριφορές. Αποτελεί κατηγορία της επιχειρηματικής ανάλυσης και της επιστήμης δεδομένων και τα τελευταία χρόνια

έχει αποκτήσει εξέχουσα θέση, λόγω της εκθετικής αύξησης του όγκου των δεδομένων καθώς και της προόδου στην υπολογιστική ισχύ. Η προγνωστική ανάλυση χρησιμοποιείται κυρίως σε επιχειρήσεις και οργανισμούς, και επιτρέπει την ανάλυση ιστορικών δεδομένων και τάσεων, με σκοπό τον εντοπισμό μοτίβων που οδηγούν σε εμπεριστατωμένες προβλέψεις πάνω σε συγκεκριμένα θέματα. Τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης επηρεάζουν την εξέλιξη πολλών κλάδων, από την οικονομία και την υγειονομική περίθαλψη μέχρι το μάρκετινγκ και τις μεταφορές. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα της προγνωστικής ανάλυσης είναι ότι βασίζεται σε δεδομένα και όχι σε υποθετικά σενάρια (McCue, 2014).

Η μηχανική μάθηση είναι παρακλάδι της τεχνητής νοημοσύνης και αποτελεί το βασικό πυλώνα της προγνωστικής ανάλυσης. Αυτός ο τρόπος μάθησης επιτρέπει στα συστήματα να μαθαίνουν από τα δεδομένα και να βελτιώνονται με την πάροδο του χρόνου χωρίς να χρειάζεται να προγραμματίζονται κάθε φορά. Μιμούνται δηλαδή τον άνθρωπο που αποκτά γνώσεις μέσω καθημερινών εμπειριών. Η μηχανική μάθηση χρησιμοποιεί διάφορες τεχνικές εκμάθησης όπως η παλινδρόμηση, τα δέντρα αποφάσεων και τα νευρωνικά δίκτυα, ώστε να βρει μοτίβα και συσχετισμούς μεταξύ των δεδομένων. Μέσω αυτών των αποτελεσμάτων, η προγνωστική ανάλυση μπορεί να κάνει ακριβείς προβλέψεις για μελλοντικές καταστάσεις και συμπεριφορές (McCue, 2014).

Ο κύριος σκοπός των αλγόριθμων μηχανικής μάθησης είναι να αναγνωρίζουν μοτίβα και επαναλήψεις στα δεδομένα. Αυτό που κάνουν είναι να αναλύουν ιστορικές πληροφορίες και μαθαίνουν από αυτές. Οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης εκπαιδεύονται σε μεγάλα σύνολα δεδομένων, προσπαθώντας να βρουν συνδέσεις μεταξύ διαφορετικών μεταβλητών. Αφού εκπαιδευτούν, τα μοντέλα αυτά μπορούν να εφαρμοστούν σε νέα δεδομένα για να κάνουν προβλέψεις με βάση τα μοτίβα που έχουν ανακαλύψει, χωρίς να χρειάζεται ο επαναπρογραμματισμός τους. Χρησιμοποιούν δηλαδή τις γνώσεις και εμπειρίες που έχουν αποκτήσει για να εξάγουν αποτελέσματα πάνω σε νέα δεδομένα, ακριβώς όπως κάνει ο άνθρωπος τους.

Παρακάτω γίνεται μια σύντομη περιγραφή των τεχνικών εκμάθησης όπως η παλινδρόμηση και τα δέντρα αποφάσεων:

1. *Ανάλυση παλινδρόμησης*: Η ανάλυση παλινδρόμησης είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνική μηχανικής μάθησης, που σκοπό έχει να συσχετίσει μια εξαρτημένη μεταβλητή, με μία ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές. Χωρίζεται σε δύο υπό-κατηγορίες, την γραμμική παλινδρόμηση που προϋποθέτει μια γραμμική σύνδεση μεταξύ των εξαρτημένων μεταβλητών με την ανεξάρτητη, και την μη-γραμμική παλινδρόμηση που προϋποθέτει μια μη-γραμμική σύνδεση μεταξύ των εξαρτημένων μεταβλητών με την ανεξάρτητη. Εξετάζοντας παρελθοντικά δεδομένα, τα μοντέλα παλινδρόμησης μπορούν να προβλέψουν την τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής με βάση τις ανεξάρτητες μεταβλητές (McCue, 2014).

2. *Δέντρα αποφάσεων*: Τα δέντρα αποφάσεων είναι οπτικές αναπαραστάσεις ενός προβλήματος και των πιθανών ενδεχομένων τους. Στη μηχανική μάθηση, ταξινομούν δεδομένα κάνοντας πιο εύκολη την ανάγνωση και ανάλυση του προβλήματος, για τον άνθρωπο. Το πρόβλημα αναλύεται σε δυαδικού τύπου επιλογές, όπως ναι / όχι, ανοικτό / κλειστό κτλ. Η οπτικοποίηση των πιθανών ενδεχομένων βοηθά στην εύρεση μοτίβων που οδηγούν σε συγκεκριμένα αποτελέσματα, καθώς επίσης και στην κατανόηση των παραγόντων που συμβάλλουν για μια συγκεκριμένη απόφαση ή αποτέλεσμα (McCue, 2014)

Οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στην ποιότητα και την ποσότητα των δεδομένων που χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευσή τους. Όπως ένας δόκιμος πρέπει να εκπαιδευτεί σωστά για να γίνει καλός επαγγελματίας, έτσι και οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης χρειάζονται ποιοτικά δεδομένα για την εκπαίδευσή τους. Η ύπαρξη αντιπροσωπευτικών δεδομένων υψηλής ποιότητας είναι ζωτικής σημασίας για την πραγματοποίηση ακριβών προβλέψεων, καθώς τα μοντέλα μαθαίνουν από τα μοτίβα και τις συνδέσεις μέσα στα δεδομένα. Επίσης, σε τακτά χρονικά διαστήματα, τα μοντέλα μηχανικής εκμάθησης είναι σημαντικό να ενημερώνονται, ούτως ώστε να γίνονται πιο ακριβή στις προβλέψεις τους και πιο γρήγορα στην εύρεση λύσεων (McCue, 2014). Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο των αλγόριθμων μηχανικής μάθησης είναι ότι κατά το

στάδιο ανάπτυξης τους, επωφελούνται από τη συμμετοχή ειδικών πάνω σε διάφορους τομείς. Όταν ειδικοί σε έναν συγκεκριμένο τομέα παρέχουν τις γνώσεις και τις εμπειρίες τους, τα μοντέλα μηχανικής μάθησης μπορούν να προσαρμοστούν καλύτερα και να είναι αποδοτικότερα στην ανάλυση δεδομένων που σχετίζονται με αυτόν τον τομέα. Παρατηρείται λοιπόν ότι ο συνδυασμός της ανθρώπινης τεχνογνωσίας και των ποιοτικών δεδομένων, οδηγεί στο σχεδιασμό αλγορίθμων μηχανικής μάθησης που εξάγουν πιο ακριβείς προβλέψεις.

Μία από τις σημαντικότερες εφαρμογές της προγνωστικής ανάλυσης είναι η πρόβλεψη της συμπεριφοράς των πελατών στο χώρο του μάρκετινγκ. Από την ανάλυση δεδομένων των πελατών, όπως ιστορικό των αγορών, συνήθειες κατά την περιήγηση και προσωπικά στοιχεία, οι εταιρείες μπορούν να δημιουργήσουν μοντέλα πρόβλεψης για να εντοπίσουν μοτίβα και τάσεις, που αφορούν τις προτιμήσεις των πελατών τους. Τα αποτελέσματα αυτά, βοηθούν τις εταιρείες να προσαρμόσουν το μάρκετινγκ, να εξατομικεύσουν τις προσφορές τους και να ενισχύσουν την ικανοποίηση των πελατών, με στόχο να μεγιστοποιήσουν της πωλήσεις άρα και τα έσοδα της εταιρείας.

Η προγνωστική ανάλυση έχει επίσης σημαντική συμβολή στο χώρο της υγείας καθώς βοηθά στη βελτίωση της φροντίδας των ασθενών, στην βελτιστοποίηση κατανομής των πόρων καθώς και στην προώθηση της έρευνας στον ιατροφαρμακευτικό τομέα. Τα προγνωστικά μοντέλα μπορούν να αναλύσουν τα προφίλ των ασθενών, όπως το ιατρικό ιστορικό, τα συμπτώματα που εμφανίζουν και τα εργαστηριακά αποτελέσματα, ώστε να εντοπίσουν ασθενείς υψηλού κινδύνου και να προβλέψουν πιθανά προβλήματα υγείας. Η έγκαιρη ανίχνευση έχει διπλό όφελος, από τη μία επιτρέπει στους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης να λαμβάνουν προληπτικά μέτρα, οδηγώντας σε σημαντικά αυξημένη πιθανότητα ίασης των ασθενών, και από την άλλη το κόστος θεραπείας είναι χαμηλότερο όταν η ασθένεια διαγιγνώσκεται σε αρχικό στάδιο (McCue, 2014).

Στον τομέα των μεταφορών και διανομών προϊόντων, η προγνωστική ανάλυση έχει επίσης καθοριστικό ρόλο. Από την ανάλυση δεδομένων σχετικά με την κυκλοφορία, τις καιρικές συνθήκες και τα χρονοδιαγράμματα παράδοσης, τα

προγνωστικά μοντέλα μπορούν να βελτιστοποιήσουν τις διαδρομές, να μειώσουν το χρόνο ταξιδιού και να ελαχιστοποιήσουν τη χρήση καυσίμου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την βελτίωση των συστημάτων μεταφοράς και την παράλληλη μείωση εκπομπών του άνθρακα για την προστασία του περιβάλλοντος. Η προγνωστική ανάλυση μπορεί επίσης να μεταμορφώσει το εκπαιδευτικό σύστημα. Η ανάλυση των δεδομένων που αφορά τα προφίλ των μαθητών, όπως οι βαθμοί, η συμμετοχή τους στην τάξη, το ιατρικό ιστορικό, καθώς και το κοινωνικό και οικονομικό υπόβαθρο τους, μπορεί βοηθήσει στον εντοπισμό μαθητών που χρειάζονται επιπλέον υποστήριξη. Έτσι οι εκπαιδευτικοί μπορεί να χρησιμοποιήσουν τα αποτελέσματα αυτά για να παρέχουν εξατομικευμένες παρεμβάσεις για τους μαθητές που έχουν μεγαλύτερη ανάγκη. Επιπλέον, τα μοντέλα πρόβλεψης μπορούν να βοηθήσουν τους δασκάλους να προσαρμόσουν τις μεθόδους διδασκαλίας, βάσει του προφίλ των μαθητών, κάνοντας το μάθημα πιο ενδιαφέρον και κατανοητό (McCue, 2014).

Η έλευση του Διαδικτύου έφερε μια άνευ προηγουμένου παγκοσμιοποίηση της επικοινωνίας και του εμπορίου καθώς ιδιώτες και εταιρείες μπορούσαν εύκολα και άμεσα να κλείνουν συμφωνίες και να προβαίνουν σε αγοραπωλησίες. Για να παραμείνουν οι επιχειρήσεις και οι οργανισμοί ανταγωνιστικοί, πρέπει να αναλύουν δυναμικά ένα τεράστιο όγκο δεδομένων του Διαδικτύου, ώστε να λαμβάνουν τις καλύτερες δυνατές αποφάσεις. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω των μοντέλων προγνωστικής ανάλυσης, που επεξεργάζονται όλα αυτά τα δεδομένα και οδηγούνται σε συγκεκριμένα συμπεράσματα. Θα πρέπει ωστόσο να υπάρχει ιδιαίτερη μέριμνα στην ακρίβεια και ποιότητα των δεδομένων πάνω στα οποία τα προγνωστικά μοντέλα εκπαιδεύονται, καθώς μπορεί να οδηγηθούν σε λάθος αποφάσεις. Επίσης τα μοντέλα αυτά δεν μπορούν να λάβουν υπόψη απρόβλεπτα γεγονότα, όπως η κήρυξη πολέμου, που μπορεί να επηρεάσουν σε μεγάλο βαθμό την ακρίβεια των προβλέψεών τους. Συνεπώς, για να διασφαλιστεί η αποτελεσματικότητα και η αξιοπιστία των μοντέλων πρόβλεψης, είναι απαραίτητο να υπάρχει ένα ισχυρό σύστημα διαχείρισης δεδομένων. Αυτό σημαίνει ότι τα μοντέλα πρέπει να ενημερώνονται τακτικά και η ανάπτυξη τους να γίνεται με τη συμμετοχή ειδικών σε συγκεκριμένους τομείς. Τέλος, θα πρέπει τα μοντέλα αυτά να είναι διαφανή και εύκολα στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων, ώστε οι χρήστες να

μπορούν να τα εμπιστευθούν και να διασφαλίζεται η δίκαιη και αμερόληπτη λήψη αποφάσεων (McCue, 2014).

Συνοψίζοντας, η προγνωστική ανάλυση έχει αναδειχθεί σε ένα πολύτιμο εργαλείο που επιτρέπει την παροχή χρήσιμων πληροφοριών, από την ανάλυση ενός μεγάλου όγκου δεδομένων, σε ένα ευρύ φάσμα επιστημονικών και τεχνολογικών πεδίων. Θα πρέπει ωστόσο η χρήση της να γίνεται με προσοχή, αναγνωρίζοντας τους περιορισμούς που έχει και διασφαλίζοντας ότι χρησιμοποιείται υπεύθυνα και αμερόληπτα για την συνολική ευημερία των πολιτών.

2.4.3 Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα

Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (Artificial Neural Networks, ANN) είναι μια κατηγορία της μηχανικής μάθησης που λειτουργεί παρόμοια με τον ανθρώπινο εγκέφαλο ο οποίος αποτελείται από ένα πολύπλοκο δίκτυο συνδεδεμένων νευρώνων (Zhang et al., 2019). Τα ANN έχουν σχεδιαστεί για να επεξεργάζονται και να αναλύουν σύνθετα δεδομένα, να μαθαίνουν από αυτά και να κάνουν προβλέψεις βάση μοτίβων και τάσεων που προκύπτουν από την ανάλυση. Αυτή η επαναστατική τεχνολογία έχει διαμορφώσει σε μεγάλο βαθμό πολλούς κλάδους, από την αναγνώριση εικόνας και ομιλίας έως την επεξεργασία φυσικής γλώσσας και τα συστήματα αυτόματης πλοήγησης.

Το δομικό στοιχείο ενός τεχνητού νευρωνικού δικτύου είναι ο τεχνητός νευρώνας. Αυτοί οι τεχνητοί νευρώνες είναι ανάλογοι των βιολογικών νευρώνων του ανθρώπινου εγκεφάλου και αποτελούνται από τρία μέρη, το επίπεδο εισόδου, τη μονάδα επεξεργασίας και το επίπεδο εξόδου. Το επίπεδο εισόδου λαμβάνει δεδομένα με τη μορφή αριθμητικών τιμών, τα οποία στη συνέχεια αναλύονται από τη μονάδα επεξεργασίας του νευρώνα. Η μονάδα επεξεργασίας συνήθως εκφράζεται από μια συνάρτηση ενεργοποίησης, η οποία εφαρμόζει έναν μαθηματικό μετασχηματισμό στις τιμές εισόδου, δημιουργώντας έτσι ένα σύνολο τιμών στην έξοδο. Το σήμα εξόδου στη συνέχεια μεταβιβάζεται στον επόμενο τεχνητό νευρώνα, όπου η διαδικασία επαναλαμβάνεται (Zhang et al., 2019).

Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα αποτελούνται από πολλά επίπεδα, που το σύνολο αυτών, δημιουργεί το δίκτυο. Τα επίπεδα χωρίζονται σε επίπεδα εισόδου, επίπεδα εξόδου και κρυφά επίπεδα. Το επίπεδο εισόδου λαμβάνει τα αρχικά δεδομένα, το κρυφό επίπεδο επεξεργάζεται και προσδιορίζει τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά, ενώ το επίπεδο εξόδου παρέχει τις προβλέψεις ή τις αποφάσεις του δικτύου με βάση τις πληροφορίες που συλλέγονται από τα δεδομένα εισόδου. Υπάρχουν διάφοροι τύποι τεχνητών νευρωνικών δικτύων, με τον καθένα να έχει σχεδιαστεί για να αντιμετωπίζει συγκεκριμένα προβλήματα και τύπους δεδομένων. Παρακάτω περιγράφονται μερικοί από τους πιο συνηθισμένους τύπους ANN.

1. Τα νευρωνικά δίκτυα τροφοδότησης ή νευρωνικά δίκτυα πολυστρωματικής αντίληψης (*Feedforward Neural Networks, FNN*) είναι μια κατηγορία τεχνητών νευρωνικών δικτύων, τα οποία επεξεργάζονται τις πληροφορίες προς μία μόνο κατεύθυνση, ξεκινώντας από το επίπεδο εισόδου και προχωρώντας προς το επίπεδο εξόδου. Χρησιμοποιούνται ευρέως σε διάφορες εφαρμογές, όπως η αναγνώριση εικόνας και ομιλίας, καθώς επίσης και στην εποπτεία μαθησιακών προβλημάτων. Τα νευρωνικά δίκτυα τροφοδότησης αποτελούνται από τα επίπεδα εισόδου, τα κρυφά επίπεδα και τα επίπεδα εξόδου. Η λειτουργία αυτών των επιπέδων είναι η ίδια με αυτήν που περιεγράφηκε στα ANN (Zhang et al., 2019). Πιο συγκεκριμένα στις μαθησιακές εργασίες, τα νευρωνικά δίκτυα τροφοδότησης είναι ιδιαίτερα χρήσιμα καθώς είναι γνωστό το αναμενόμενο αποτέλεσμα (έξοδος) κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Το δίκτυο μαθαίνει προσαρμόζοντας τις συνδέσεις μεταξύ των νευρώνων, χρησιμοποιώντας μια τεχνική που ονομάζεται οπίσθια διάδοση (*backpropagation*). Αυτό που κάνει η εν λόγω μέθοδος είναι να συγκρίνει την έξοδο του δικτύου με την επιθυμητή έξοδο και στη συνέχεια προσαρμόζει τις συνδέσεις ώστε να ελαχιστοποιήσει το σφάλμα. Από τη ρύθμιση των συνδέσεων, το δίκτυο μαθαίνει από τα λάθη του και βελτιώνεται με την πάροδο του χρόνου (Zhang et al., 2019).

Το σημαντικότερο ίσως πλεονέκτημα των νευρωνικών δικτύων τροφοδότησης είναι η ικανότητά τους να διαχειρίζονται μη-γραμμικές συνδέσεις μεταξύ των δεδομένων εισόδου και εξόδου. Αυτό το χαρακτηριστικό τα καθιστά ιδανικά για την αντιμετώπιση σύνθετων προβλημάτων που δεν μπορούν να μοντελοποιηθούν

επαρκώς χρησιμοποιώντας γραμμικές τεχνικές. Ένα δεύτερο πλεονέκτημα τους έγκειται στο ότι μπορούν να εκπαιδευτούν μέσω μιας πληθώρας αλγορίθμων βελτιστοποίησης, όπως η κάθοδος κλίσης (gradient descent), η στοχαστική κάθοδος κλίσης (stochastic gradient descent), και ο προσαρμοστικός ρυθμός εκμάθησης (adaptive learning rate), οι οποίες ενισχύουν περαιτέρω την απόδοση και την ευελιξία του (Zhang et al., 2019). Παρακάτω αναφέρονται συνοπτικά μερικές εφαρμογές που βασίζονται στα νευρωνικά δίκτυα τροφοδότησης.

Η αναγνώριση εικόνας είναι μια ισχυρή εφαρμογή των νευρωνικών αυτών δικτύων. Αυτά τα δίκτυα μπορούν να αναλύσουν εικόνες, να εξάγουν σχετικά χαρακτηριστικά από αυτές, και να αναγνωρίσουν με ακρίβεια διάφορα αντικείμενα και μοτίβα. Η αναγνώριση ομιλίας είναι ένας άλλος τομέας όπου αυτά τα νευρωνικά δίκτυα τροφοδότησης υπερέχουν. Μπορούν να εκπαιδευτούν να αναγνωρίζουν και να μεταγράφουν προφορικές λέξεις, όπως για παράδειγμα στην ενεργοποίηση ψηφιακών βοηθών με φωνητική εντολή και την αυτόματη προσθήκη υπότιτλων σε βίντεο. Τα νευρωνικά αυτά δίκτυα είναι επίσης πολύτιμα για την προγνωστική ανάλυση. Μελετώντας ιστορικά δεδομένα πάνω σε ένα θέμα, τα δίκτυα αυτά μπορούν να κάνουν εύστοχες προβλέψεις και να βρουν τάσεις για μελλοντικά γεγονότα. Αυτό τα καθιστά χρήσιμα εργαλεία στα πεδία των οικονομικών, της υγειονομικής περίθαλψης, της παιδείας και άλλων κλάδων. Τέλος, αυτά τα δίκτυα μπορούν να εφαρμοστούν σε προβλήματα ταξινόμησης. Μπορούν δηλαδή να εκπαιδευτούν στην ταξινόμηση των δεδομένων εισόδου σε προκαθορισμένες κατηγορίες, όπως για παράδειγμα ο εντοπισμός ανεπιθύμητων μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή η τμηματοποίηση πελατών για σκοπούς μάρκετινγκ (Zhang et al., 2019).

Συνολικά, τα νευρωνικά δίκτυα τροφοδότησης έχουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών στον πραγματικό κόσμο λόγω της ικανότητάς τους να εξάγουν σχετικά χαρακτηριστικά και μοτίβα από ψηφιακά αρχεία, καθώς επίσης και της ικανότητας τους να κάνουν ακριβείς ταξινομήσεις και προβλέψεις μέσα από πολύπλοκα δεδομένα. Παρά την αποτελεσματικότητά τους, τα νευρωνικά δίκτυα τροφοδότησης έχουν και ορισμένους περιορισμούς. Δεν συνιστώνται στην επεξεργασία διαδοχικών δεδομένων μιας και δεν διαθέτουν μηχανισμό ανάδρασης που βρίσκεται σε ένα άλλο είδος νευρωνικού δικτύου που θα δούμε παρακάτω. Επιπλέον, είναι επιρρεπή σε

αυτό που ονομάζεται «κατάρτα της διάστασης», όπου η απόδοση των νευρωνικών δικτύων μειώνεται καθώς αυξάνεται ο αριθμός των χαρακτηριστικών εισόδου (οι διαστάσεις είναι ανάλογες του πλήθους των παραμέτρων εισόδου). Για να αντιμετωπιστεί αυτό, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τεχνικές επιλογής χαρακτηριστικών και μείωσης διαστάσεων (Zhang et al., 2019).

2. *Τα επαναλαμβανόμενα νευρωνικά δίκτυα* (Recurrent Neural Networks, RNN) είναι μια ακόμα ευρέως χρησιμοποιούμενη κατηγορία τεχνητών νευρωνικών δικτύων. Το χαρακτηριστικό που τα κάνει διαφορετικά σε σχέση με άλλα δίκτυα, είναι ο μηχανισμός ανάδρασης (feedback) που διαθέτουν, όπου τους επιτρέπει να επεξεργάζονται διαδοχικά δεδομένα. Τέτοια δεδομένα μπορεί να είναι χρονικά στοιχεία, όπως ένα κείμενο φυσικής γλώσσας, δεδομένα χρονοσειρών και ομιλίας. Τα επαναλαμβανόμενα νευρωνικά δίκτυα διατηρούν εσωτερική μνήμη όπου τους επιτρέπει να θυμούνται προηγούμενες εισόδους όταν εργάζονται με νέα δεδομένα. Αυτό τα καθιστά ιδανικά για εργασίες όπως η κατανόηση της φυσικής γλώσσας και η αναγνώριση της ομιλίας (Zhang et al., 2019).

Τα δομικά στοιχεία του επαναλαμβανόμενου νευρωνικού δικτύου είναι το επίπεδο εισόδου, το κρυφό επίπεδο και το επίπεδο εξόδου, στα οποία έχουμε ήδη αναφερθεί. Σε αντίθεση με τα τυπικά νευρωνικά δίκτυα που κινούνται μόνο προς τα εμπρός, τα RNN έχουν έναν ειδικό βρόχο ανάδρασης, ο οποίος συνδέει την έξοδο του τρέχοντος χρονικού βήματος με την είσοδο του επόμενου χρονικού βήματος. Αυτός ο μηχανισμός ανάδρασης επιτρέπει στα RNN να θυμούνται και να ενημερώνουν μια κατάσταση εσωτερικής μνήμης, η οποία καταγράφει τη συμπεριφορά των προηγούμενων εισόδων. Καθώς εισέρχονται νέα δεδομένα, το δίκτυο ενημερώνει την κατάσταση μνήμης. Αυτή η ενημέρωση, βοηθά το δίκτυο να εξετάσει ολόκληρη τη σειρά των εισόδων, ούτως ώστε να κάνει πιο ακριβείς προβλέψεις και αποφάσεις (Zhang et al., 2019).

Τα επαναλαμβανόμενα νευρωνικά δίκτυα μπορούν να εκπαιδευτούν χρησιμοποιώντας μια μέθοδο που ονομάζεται οπίσθια διάδοση μέσω του χρόνου (backpropagation through time, BPTT) και εκφράζει μια τροποποιημένη έκδοση του αλγορίθμου οπίσθιας διάδοσης. Το BPTT επιτρέπει στο σήμα σφάλματος να

διαδίδεται χρονικά προς τα πίσω. Ως συνέπεια, στο δίκτυο μπορεί να μάθει από τα λάθη του, και να προσαρμόσει τα στοιχεία σύνδεσης μεταξύ των νευρώνων με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιήσει το σφάλμα του σήματος. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η βελτίωση της απόδοσης του δικτύου με την πάροδο του χρόνου, καθιστώντας το πιο κατάλληλο για το χειρισμό διαδοχικών δεδομένων. Τα επαναλαμβανόμενα νευρωνικά δίκτυα έχουν στεφθεί με επιτυχία σε πολλές εφαρμογές. Παρατίθενται μερικές από αυτές τις εφαρμογές με μία σύντομη περιγραφή τους (Zhang et al., 2019).

1. Επεξεργασία φυσικής γλώσσας: Τα RNN μπορούν να εκπαιδευτούν ώστε να κατανοούν και να δημιουργούν ανθρώπινη γλώσσα, τα οποία συνεισφέρουν σε εφαρμογές όπως η μετάφραση γλώσσας, η ανάλυση συναισθημάτων και η σύνοψη κειμένου.
2. Αναγνώριση ομιλίας: Τα RNN μπορούν να επεξεργάζονται και να αναλύουν προφορικές λέξεις, επιτρέποντας έτσι την μεταγραφή και αναγνώριση της ομιλίας. Αυτό είναι χρήσιμο σε εφαρμογές όπως φωνητικοί βοηθοί που ενεργοποιούνται μέσω φωνής, και αυτόματη δημιουργία υπότιτλων σε βίντεο.
3. Πρόβλεψη χρονοσειρών: Τα RNN μπορούν να αναλύουν ιστορικά δεδομένα με χρονοσειρές και να κάνουν προβλέψεις για πιθανές τάσεις και αποτελέσματα. Αυτό τα καθιστά πολύτιμα εργαλεία σε τομείς όπως η οικονομία και η υγειονομική περίθαλψη μεταξύ άλλων.
4. Δημιουργία κειμένου: Τα RNN μπορούν να δημιουργήσουν νέο κείμενο με βάση ένα υπάρχον που λειτουργεί ως πρότυπο. Αυτή η ιδιότητα είναι χρήσιμη για εφαρμογές όπως η βοήθεια δημιουργικής γραφής και τα chatbots.

Παρόλο που τα επαναλαμβανόμενα νευρωνικά δίκτυα έχουν σημαντικά οφέλη για την επεξεργασία διαδοχικών δεδομένων, αντιμετωπίζουν και ορισμένους περιορισμούς. Ένα τέτοιο ζήτημα είναι το πρόβλημα της εξαφάνισης κλίσης, όπου οι κλίσεις των συναρτήσεων που χρησιμοποιούνται για την ενημέρωση του δικτύου, γίνονται εξαιρετικά μικρές ή «εξαφανίζονται» καθώς μεταδίδουν το σήμα σφάλματος προς τα πίσω στο χρόνο, κάνοντας δύσκολη την ικανότητα εκμάθησης του δικτύου.

Για να διορθωθεί αυτό, οι ερευνητές έχουν αναπτύξει τεχνικές όπως η αποκοπή κλίσης (gradient clipping), οι περιφραγμένες επαναλαμβανόμενες μονάδες (gated recurrent units) και οι μονάδες μακράς βραχυπρόθεσμης μνήμης (long short-term memory units). Οι προαναφερθέντες τεχνικές βοηθούν στη βελτίωση της σταθερότητας και της απόδοσης του δικτύου (Zhang et al., 2019).

Τα συνελικτικά νευρωνικά δίκτυα ή νευρωνικά δίκτυα συνέλιξης (Convolutional Neural Networks, CNN) είναι ένας ειδικός τύπος τεχνητών νευρωνικών δικτύων, που έχουν σχεδιαστεί για να αναλύουν οπτικά δεδομένα, όπως εικόνες και βίντεο. Τα CNN χρησιμοποιούνται κατά κόρον σε εφαρμογές υπολογιστικής όρασης και είναι πολύ αποτελεσματικά στην εξαγωγή χωρικών χαρακτηριστικών από εικόνες. Αυτό καθιστά τα CNN απαραίτητα για εργασίες όπως η ταξινόμηση και τμηματοποίηση εικόνων, ο εντοπισμός αντικειμένων σε αυτές, δημιουργία εικόνων από υπάρχουσες, ανάλυση βίντεο, αναγνώριση προσώπου καθώς και στην ιατρική απεικόνιση. Τα δομικά στοιχεία ενός συνελικτικού νευρωνικού δικτύου είναι το επίπεδο εισόδου, τα συνελικτικά επίπεδα, τα επίπεδα συγκέντρωσης και το επίπεδο εξόδου. Τα συνελικτικά επίπεδα είναι τα πιο σημαντικά μέρη των CNN, εφαρμόζουν ένα σύνολο φίλτρων που έχει την δυνατότητα εκμάθησης στα δεδομένα εισόδου. Αυτά τα φίλτρα κινούνται κατά μήκος της εισόδου, δημιουργώντας χάρτες ενεργοποίησης που καταγράφουν τα χωρικά μοτίβα και τις σχέσεις μέσα στην εικόνα (Zhang et al., 2019).

Τα επίπεδα συγκέντρωσης μειώνουν το μέγεθος και την πολυπλοκότητα των χαρτών ενεργοποίησης που δημιουργούνται από τα συνελικτικά επίπεδα. Αυτό απλουστεύει τα δεδομένα καθώς διατηρεί τις πιο σημαντικές πληροφορίες, ενώ απορρίπτει της άσχετες λεπτομέρειες. Για παράδειγμα μπορεί να βρίσκει την μέγιστη / ελάχιστη τιμή ή τον μέσο όρο των τιμών σε ένα σύνολο δεδομένων. Με τη μείωση της πολυπλοκότητας των χαρτών ενεργοποίησης, το δίκτυο γίνεται πιο αποτελεσματικό, εστιάζοντας στα βασικά χαρακτηριστικά που απαιτούνται για την εκάστοτε εργασία. Τα συνελικτικά νευρωνικά δίκτυα χρησιμοποιούν συχνά μη-γραμμικές συναρτήσεις ενεργοποίησης, όπως οι Διορθωμένες Γραμμικές Μονάδες (Rectified Linear Units), οι οποίες δίνουν μεγαλύτερη ευελιξία στο δίκτυο επιτρέποντας του να μάθει πολύπλοκα μοτίβα από τα δεδομένα. Το επίπεδο εξόδου

ενός CNN έχει συνήθως μια συνάρτηση softmax, η οποία μετατρέπει ένα διάνυσμα πραγματικών αριθμών σε μια κατανομή πιθανότητας και χρησιμοποιείται σε προβλήματα ταξινόμησης πολλαπλών κλάσεων (Zhang et al., 2019).

Σε αντιστοιχία με τα νευρωνικά δίκτυα τροφοδότησης, τα CNN μπορούν να εκπαιδευτούν χρησιμοποιώντας την τεχνική της οπίσθιας διάδοσης, που στέλνει το σήμα σφάλματος πίσω ώστε να ενημερώσει τις συνδέσεις. Αυτό επιτρέπει στο δίκτυο να μαθαίνει από τα λάθη του και να βελτιώνει την απόδοσή του με την πάροδο του χρόνου. Τα συνελκτικά νευρωνικά δίκτυα έχουν εφαρμοσθεί με επιτυχία σε πολλές παρακλάδια της υπολογιστικής όρασης. Παρακάτω αναφέρονται μερικά από αυτά μαζί με μια σύντομη περιγραφή (Zhang et al., 2019).

1. Ταξινόμηση εικόνων: Τα CNN μπορούν να αναγνωρίσουν με ακρίβεια διάφορα αντικείμενα και μοτίβα σε εικόνες εξάγοντας σχετικά χωρικά χαρακτηριστικά. Αυτό τα καθιστά χρήσιμα σε εργασίες όπως η αναγνώριση προσώπου και η ανάλυση ιατρικών απεικονίσεων που βοηθούν στις διαγνώσεις.

2. Ανίχνευση αντικειμένων: Τα CNN μπορούν να εκπαιδευτούν να εντοπίζουν και να αναγνωρίζουν συγκεκριμένα αντικείμενα μέσα σε μια εικόνα. Αυτό τα καθιστά πολύτιμα για εφαρμογές όπως η αυτόνομη οδήγηση αυτοκινήτων και ο αυτοματοποιημένος ποιοτικός έλεγχος κατά την παρασκευή προϊόντων.

3. Τμηματοποίηση εικόνας: Ένα άλλο χαρακτηριστικό των CNN είναι η διαίρεση εικόνων σε περιοχές ώστε κάθε μία να αντιπροσωπεύει ένα ξεχωριστό αντικείμενο ή κατηγορία. Αυτό είναι χρήσιμο σε εφαρμογές όπως η ανάλυση ιατρικής απεικόνισης, η αυτόνομη οδήγηση, η αναγνώριση και ανίχνευση προσώπου και η παρακολούθηση με κάμερα.

4. Ανάλυση βίντεο: Τα CNN μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ανάλυση και επεξεργασία δεδομένων βίντεο. Μερικές εφαρμογές είναι η αναγνώριση ενεργειών, η παρακολούθηση αντικειμένων και η ταξινόμηση βίντεο σε διαφορετικές κατηγορίες. Οι προαναφερθέντες εφαρμογές είναι χρήσιμες σε μηχανές αναζήτησης βίντεο και ανάλυση περιεχομένου βίντεο. Παρόλο που τα συνελκτικά νευρωνικά δίκτυα είναι εξαιρετικά αποδοτικά στην ανάλυση οπτικών δεδομένων, έχουν ωστόσο

ορισμένους περιορισμούς. Ο σχεδιασμός τους είναι κατάλληλος για δεδομένα 2 διαστάσεων (π.χ. εικόνες) και δεν έχουν εξίσου καλή απόδοση με δεδομένα 3 διαστάσεων ή άλλους τύπους εισόδου. Επίσης, τα CNN είναι απαιτούν αρκετά μεγάλη επεξεργαστική ισχύ και μνήμη, ιδιαίτερα σε εφαρμογές μεγάλης κλίμακας που εκφράζονται από μεγάλο όγκο δεδομένων.

Τα βαθιά νευρωνικά δίκτυα (Deep Neural Networks, DNN) είναι ένας από τους πιο δημοφιλείς τύπους τεχνητών νευρωνικών δικτύων, που αποτελούνται από πολλαπλά κρυφά επίπεδα. Η ιεραρχική δομή που έχουν, τους επιτρέπει να μαθαίνουν πιο σύνθετες και αφηρημένες αναπαραστάσεις δεδομένων καθώς επεξεργάζονται πληροφορίες από την είσοδο στην έξοδο. Τα DNN υπερέρχουν στον χειρισμό δεδομένων υψηλών διαστάσεων και έχουν επιτύχει εντυπωσιακά αποτελέσματα σε τομείς όπως η αναγνώριση εικόνας και ομιλίας, η επεξεργασία φυσικής γλώσσας και τα αυτόνομα αυτοκίνητα. Τα βαθιά νευρωνικά δίκτυα είναι αποτελεσματικά επειδή μπορούν να αναγνωρίσουν περίπλοκες συνδέσεις στα δεδομένα. Έχοντας πολλαπλά επίπεδα, το δίκτυο πρώτα μαθαίνει τα απλά χαρακτηριστικά και στη συνέχεια τα συνδυάζει σε πιο σύνθετα μοτίβα σε βαθύτερα επίπεδα. Αυτό επιτρέπει στα DNN να εξαγάγουν όλο και πιο εξελιγμένα μοτίβα και σχέσεις από την είσοδο, με αποτέλεσμα καλύτερη απόδοση σε διάφορες εργασίες. Η τεχνική της οπίσθιας διάδοσης χρησιμοποιείται και στα βαθιά νευρωνικά δίκτυα και επιτρέπει στο δίκτυο να μάθει από τα λάθη του και να γίνει καλύτερο με την πάροδο του χρόνου (Zhang et al., 2019).

Τα βαθιά νευρωνικά δίκτυα έχουν αποδειχθεί εξαιρετικά αποτελεσματικά σε διάφορες εφαρμογές του πραγματικού κόσμου. Μερικές από αυτές περιγράφονται παρακάτω.

1. Αναγνώριση εικόνας: Τα DNN μπορούν να κατανοήσουν πολύπλοκες οπτικές αναπαραστάσεις, επιτρέποντάς τους να αναγνωρίζουν και να ταξινομούν με ακρίβεια διάφορα αντικείμενα και μοτίβα σε αυτές. Αυτό το χαρακτηριστικό των DNN οδήγησε σε σημαντικές εξελίξεις σε τομείς όπως η αναγνώριση προσώπου, η ανάλυση ιατρικής απεικόνισης και η αυτόνομη οδήγηση.

2. Αναγνώριση ομιλίας: Επεξεργάζοντας και αναλύοντας προφορικές λέξεις, τα βαθιά νευρωνικά δίκτυα μπορούν να μεταγράψουν και να αναγνωρίσουν την ομιλία. Αυτές οι ιδιότητες είναι χρήσιμες σε εφαρμογές, όπως βοηθοί που ενεργοποιούνται με φωνητικές εντολές και αυτόματες λεζάντες σε βίντεο.

3. Επεξεργασία φυσικής γλώσσας: Τα DNN μπορούν να εκπαιδευτούν ώστε να επεξεργάζονται και να δημιουργούν την ανθρώπινη διάλεκτο. Το χαρακτηριστικό χρησιμεύει σε εφαρμογές όπως είναι η μετάφραση γλώσσας, η ανάλυση συναισθημάτων και η σύνοψη κειμένου.

4. Αυτόνομη οδήγηση: Ένα άλλο πλεονέκτημα των DNN είναι ότι μπορούν να επεξεργάζονται, σε πραγματικό χρόνο, τα οπτικά δεδομένα που λαμβάνονται από τους αισθητήρες του οχήματος. Αυτή η δυναμική ανάλυση των δεδομένων επιτρέπει την αυτόνομη οδήγηση αυτοκινήτων που μπορούν να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις και να πλοηγούνται με ασφάλεια.

Παρόλη την ευρεία εφαρμοσιμότητα των βαθιών νευρωνικών δικτύων σε πολλούς τομείς, αντιμετωπίζουν επίσης και ορισμένες προκλήσεις. Ένα εμπόδιο είναι η αυξημένη επεξεργαστική ισχύ και μνήμη που απαιτείται για την ανάλυση των δεδομένων. Ένα άλλο ζήτημα είναι αυτό της υπερπροσαρμογής, όπου το δίκτυο εξειδικεύεται πάρα πολύ στα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν κατά την εκπαίδευση, και δεν αποδίδει καλά σε νέες πληροφορίες. Υπάρχει έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον για την ανάπτυξη τεχνικών ώστε να κάνουν τα βαθιά νευρωνικά δίκτυα πιο σταθερά και αποτελεσματικά στην ανάλυση νέων δεδομένων. Αυτό που κάνει η οπίσθια διάδοση είναι να συγκρίνει την πραγματική τιμή της εξόδου του δικτύου με την επιθυμητή τιμή της εξόδου, η οποία επιθυμητή τιμή συνήθως εκφράζει τον στόχο για τα δεδομένα εισόδου. Η διαφορά μεταξύ της πραγματικής εξόδου και της επιθυμητής εξόδου είναι το σφάλμα. Εφόσον υπολογιστεί το σήμα σφάλματος, αποστέλλεται στη συνέχεια προς τα πίσω μέσω του δικτύου, ξεκινώντας από το επίπεδο εξόδου και πηγαίνοντας στο επίπεδο εισόδου (Zhang et al., 2019).

Η διαδικασία οπίσθιας διάδοσης, υπολογίζει τη κλίση της συνάρτησης απώλειας σε σχέση με τα στοιχεία σύνδεσης μεταξύ των νευρώνων. Αυτή η κλίση

υποδεικνύει την κατεύθυνση και το μέγεθος των αλλαγών που απαιτούνται για την ελαχιστοποίηση της συνάρτησης απώλειας και τη βελτίωση της απόδοσης του δικτύου. Γενικά όσο πιο μεγάλη είναι η κλίση, τόσο πιο έντονες πρέπει να είναι οι αλλαγές που πρέπει να γίνουν, ώστε το σφάλμα να ελαχιστοποιηθεί. Από τις πληροφορίες κλίσης, το δίκτυο κάνει τις απαραίτητες κινήσεις στα στοιχεία σύνδεσης ούτως ώστε να μειώσει το σφάλμα και να φέρει την έξοδο πιο κοντά στο επιθυμητό αποτέλεσμα.

Η οπίσθια διάδοση είναι μια αναδρομική διαδικασία που επαναλαμβάνεται αρκετές φορές στα δεδομένα εκπαίδευσης. Με κάθε επανάληψη, το δίκτυο προσαρμόζει λίγο καλύτερα τα στοιχεία σύνδεσης και έτσι βελτιώνει σιγά-σιγά την κατανόησή του για τα μοτίβα και κρυφές σχέσεις που μπορεί να υπάρχουν στα δεδομένα. Με την πάροδο του χρόνου, το δίκτυο μαθαίνει να παρέχει πιο ακριβή και αξιόπιστα αποτελέσματα, είτε αυτά αφορούν προβλέψεις είτε ταξινομήσεις δεδομένων.

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της οπίσθιας διάδοσης είναι η ικανότητά που έχει να διαχειρίζεται σύνθετες και μη-γραμμικές σχέσεις μέσα στα δεδομένα. Προσαρμόζοντας τα στοιχεία σύνδεσης μεταξύ των νευρώνων, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα μπορούν να μάθουν να μοντελοποιούν περίπλοκα μοτίβα και σχέσεις που μπορεί να είναι δύσκολο να αποτυπωθούν χρησιμοποιώντας συμβατικές στατιστικές μεθόδους. Αυτή η ευελιξία και προσαρμοστικότητα των τεχνητών νευρωνικών δικτύων, τα καθιστά ένα ισχυρό εργαλείο για την αντιμετώπιση μιας πληθώρας προβλημάτων σε διάφορους τομείς.

Πολλές βιομηχανίες έχουν εξελιχθεί λόγω της ενσωμάτωσης των τεχνητών νευρωνικών δικτύων στους υπολογιστές, δίνοντας τους την ικανότητα να επεξεργάζονται και να αναλύουν πολύπλοκα δεδομένα με αξιοσημείωτη ακρίβεια. Αυτή η εξέλιξη οδήγησε στην πρόοδο διαφόρων πεδίων, από τον χώρο της υγείας και τα οικονομικά μέχρι την αυτοκινητοβιομηχανία και την βιομηχανία ψυχαγωγίας. Στο χώρο την απεικονιστικής ιατρικής τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα είναι ζωτικής σημασίας καθώς μπορούν να προβλέψουν τα αποτελέσματα των ασθενών, να ανιχνεύσουν πολύ μικρές ανωμαλίες σε εικόνες όπου το ανθρώπινο μάτι δεν μπορεί

να διακρίνει, καθώς επίσης και να βελτιστοποιήσουν θεραπευτικά σχήματα. Αναλύοντας δεδομένα ασθενών, όπως το ιατρικό ιστορικό, τα εργαστηριακά αποτελέσματα και τα αρχεία θεραπειάς, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα μπορούν να ανιχνεύσουν μοτίβα και σχέσεις που μπορεί να μην είναι προφανείς ακόμα και από έμπειρους γιατρούς. Τα αποτελέσματα από αυτήν την ανάλυση μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη ανάπτυξη εξατομικευμένων σχεδίων θεραπείας, την παρακολούθηση της προόδου των ασθενών καθώς και την προσαρμογή των θεραπειών για τη βελτίωση της συνολικής φροντίδας του ασθενούς (Zhang et al., 2019).

Στον χώρο της φαρμακοβιομηχανίας, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα μπορούν να επιταχύνουν σημαντικά την εύρεση νέων φαρμάκων. Από την ανάλυση ενός μεγάλου όγκου δεδομένων που σχετίζεται με χημικές ενώσεις και τις επιπτώσεις που έχουν στον άνθρωπο, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα μπορούν να προβλέψουν την αποτελεσματικότητα και την ασφάλεια των υποψηφίων φαρμάκων. Αυτό μπορεί να μειώσει δραματικά το χρόνο και το κόστος της παραδοσιακής διαδικασίας ανάπτυξης φαρμάκων. Ο χρηματοοικονομικός κλάδος είναι ένας ακόμα χώρος που έχει ωφεληθεί αισθητά από τη χρήση τεχνητών νευρωνικών δικτύων. Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα έχουν εφαρμοστεί σε διάφορες εργασίες όπως η ανίχνευση απάτης, η αξιολόγηση του κινδύνου εταιρειών και επενδυτικών προϊόντων, καθώς και η πρόβλεψη των τάσεων της χρηματιστηριακής αγοράς. Όσον αφορά την ανίχνευση απάτης, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα μπορούν να αναλύσουν μοτίβα στις οικονομικές συναλλαγές και τη συμπεριφορά των πελατών με στόχο να εντοπίσουν δυνητικά παράνομες ή ανήθικες δραστηριότητες. Αυτό βοηθά τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα να προστατεύουν τα περιουσιακά στοιχεία των πελατών τους, καθώς επίσης και το κύρος τους (Zhang et al., 2019).

Όσον αφορά την αξιολόγηση κινδύνου, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα μπορούν να επεξεργάζονται και να αναλύουν μεγάλους όγκους χρηματοοικονομικών δεδομένων με σκοπό να αξιολογούν την πιστοληπτική ικανότητα των δανειοληπτών, να προβλέπουν την πιθανότητα αθέτησης των υποχρεώσεών τους, καθώς και να παρέχουν πληροφορίες για τη λήψη ενημερωμένων αποφάσεων δανεισμού. Η ανάλυση αυτή βοηθά τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα στην καλύτερη διαχείριση των

κινδύνων για την έκδοση δανείων όπως επίσης και στην αποδοτικότερη χρήση των πόρων. Τέλος, όσον αφορά τα επενδυτικά προϊόντα και γενικότερα την τάση της χρηματιστηριακής αγοράς, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα μπορούν να αναλύσουν ιστορικά δεδομένα αγοράς, άρθρα ειδήσεων και εφημερίδων, καθώς και έγκυρους ψηφιακούς ιστότοπους, για να μπορέσουν να προβλέψουν τις μελλοντικές κινήσεις της αγοράς. Αν και η χρηματιστηριακή αγορά είναι αδύνατο να προβλεφθεί με απόλυτη επιτυχία καθώς βασίζεται αρκετά στον ψυχολογικό παράγοντα, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα διασταυρώνουν ιστορικά γεγονότα και παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες ώστε ο κίνδυνος να είναι αισθητά μειωμένος (Zhang et al., 2019).

Παρόλα τα σημαντικά πλεονεκτήματα και εφαρμογές των τεχνητών νευρωνικών δικτύων, θα πρέπει να αναφερθούν οι αδυναμίες και περιορισμοί τους. Τα δίκτυα αυτά μπορούν μερικές φορές να υπερπροσαρμοσθούν στα δεδομένα εκπαίδευσης, με αποτέλεσμα να δυσκολεύονται στην εξαγωγή συμπερασμάτων που προέρχονται από νέες πληροφορίες. Για τον μετριασμό αυτής της αδυναμίας είναι απαραίτητη η τακτική επικύρωση και η δοκιμή των μοντέλων. Ένα άλλο ζήτημα έγκειται στην διαφάνεια αυτών των δικτύων και στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων που εξάγουν. Πρέπει να είναι ξεκάθαρος ο τρόπος με τον οποίο λειτουργούν τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, καθώς επίσης ο τρόπος αναπαράστασης των αποτελεσμάτων που θα πρέπει να έχει τέτοια δομή ώστε να μπορεί να ερμηνευτεί εύκολα από τους χρήστες (Zhang et al., 2019).

Συνοψίζοντας, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα είναι μια κατηγορία μηχανικής μάθησης που μιμείται τη δομή και τις λειτουργίες του ανθρώπινου εγκεφάλου. Τα δίκτυα αυτά μπορούν να επεξεργάζονται και να αναλύουν σύνθετα και μεγάλου όγκου δεδομένα, να μαθαίνουν από αυτά, και παίρνουν τις κατάλληλες αποφάσεις ή να κάνουν επιτυχείς προβλέψεις. Η τεράστια προσαρμοστικότητα που έχουν βρίσκει εφαρμογή σε μια πληθώρα επιστημονικών πεδίων, όπως στην ιατρική και την φαρμακοβιομηχανία, την αυτόματη πλοήγηση, την οικονομία κ.α. Καθώς διανύουμε την εποχή της πληροφορίας, με όλο και περισσότερα δεδομένα να παράγονται καθημερινά, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα θα διαδραματίζουν ολοένα και πιο κομβικό ρόλο στη διαμόρφωση του μέλλοντος της ανθρωπότητας. Πρέπει ωστόσο η χρήση τους να γίνεται με σύνεση και υπευθυνότητα, αναγνωρίζοντας τους

περιορισμούς τους και διασφαλίζοντας ότι εφαρμόζονται με αμερόληπτο τρόπο, για το ευρύτερο καλό της κοινωνίας.

2.5 Τομείς εφαρμογής της Τεχνητής Νοημοσύνης

Αν και η ΤΝ ξεκίνησε ως μία, ενδεχομένως και ουτοπική, ιδέα, πλέον έχει διεισδύσει σε πολλούς τεχνολογικούς τομείς αναδιαμορφώνοντας τον τρόπο εργασίας, αλληλεπίδρασης και γενικά της καθημερινότητας των πολιτών. Όλοι αυτοί οι τομείς επωφελούνται των καινοτόμων εφαρμογών της ΤΝ και εκμεταλλεύονται την νοημοσύνη των μηχανών για να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα, την παραγωγικότητα αλλά και την ικανότητα επίλυσης κάθε μορφής προβλημάτων. Παρακάτω αναλύονται της εφαρμογές που βασίζονται στη ΤΝ (Motschnig-Pitrik, 1995).

Στον τομέα της υγείας η ΤΝ άνοιξε νέους ορίζοντες στο χώρο της διάγνωσης, της θεραπείας και της εξατομικευμένης ιατρικής. Οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης μπορούν να επεξεργάζονται απεικονιστικά αποτελέσματα, από ακτίνες-Χ και MRI, με πολύ υψηλή ακρίβεια βοηθώντας στην έγκαιρη ανίχνευση ασθενειών. Τα προγνωστικά μοντέλα ανάλυσης, μπορούν να εντοπίζουν πιθανούς κινδύνους για την υγεία, επιτρέποντας προληπτικές παρεμβάσεις και εξατομικευμένα σχέδια θεραπείας. Η ενσωμάτωση της ΤΝ στη γονιδιωματική, επιταχύνει την αλληλουχία του DNA και διευκολύνει την εξατομικευμένη ιατρική, επιτρέποντας την προσαρμογή θεραπευτικών σχημάτων σε μεμονωμένα γενετικά προφίλ (Motschnig-Pitrik, 1995).

Στον χρηματοοικονομικό τομέα η ΤΝ χρησιμοποιείται για την βελτιστοποίηση λήψης αποφάσεων, τη διαχείριση επενδυτικών κινδύνων, και τη ενίσχυση της εμπειρίας των πελατών σε χρηματιστηριακές πλατφόρμες. Με τους αυτόματους επενδυτές είναι εφικτή η ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων και η άμεση εκτέλεση συναλλαγών, χωρίς να απαιτείται η παρουσία του χρήστη για την ανάλυση της τάσης της αγοράς ή την αγοραπωλησία προϊόντων. Τα συστήματα ανίχνευσης απάτης, βασίζονται στην ΤΝ για τον εντοπισμό ύποπτων κινήσεων, μοτίβων και επαναλήψεων με στόχο την προστασία των χρηματοοικονομικών

συναλλαγών και την ελαχιστοποίηση του κινδύνου. Τέλος, οι εικονικοί οικονομικοί βοηθοί, που υποστηρίζουν την επεξεργασία φυσικής γλώσσας, απλοποιούν σημαντικά την περιήγηση του πελάτη με την πλατφόρμα, προσφέροντας εξατομικευμένες οικονομικές συμβουλές (Motschnig-Pitrik, 1995)..

Στον χώρο της εκπαίδευσης, η ΤΝ έχει φέρει σημαντικές βελτιώσεις και καινοτομίες στη μαθησιακή διαδικασία και στις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές, καθώς και στα εκπαιδευτικά αποτελέσματα. Οι προσαρμοστικές πλατφόρμες μάθησης βασίζονται σε αλγόριθμους ΤΝ που σκοπό έχουν να προσαρμόσουν το εκπαιδευτικό περιεχόμενο της ανάγκης του εκάστοτε μαθητή, κάνοντας έτσι πιο εύκολη και οικεία την διαδικασία της μάθησης. Σε πολλά από αυτά τα συστήματα έχουν ενσωματωθεί ειδικές μαθητικές περιπτώσεις, για παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες ή ΑμΕΑ. Υπάρχουν τα έξυπνα συστήματα διδασκαλίας που επεξεργάζονται τα δεδομένα που σχετίζονται με την απόδοση των μαθητών και εντοπίζουν πτυχές που μπορούν να βελτιωθούν, παρέχοντας στοχευμένη υποστήριξη στους μαθητές. Τέλος, η επεξεργασία φυσικής γλώσσας κάνει εφικτή την αυτόματη βαθμολόγηση και ανατροφοδότηση, απελευθερώνοντας χρόνο από της εκπαιδευτικούς που τους επιτρέπει να αφιερώνουν περισσότερο χρόνο στη βελτίωση διεξαγωγής των μαθημάτων και την καθοδήγηση των μαθητών.

Στην αυτοκινητοβιομηχανία, η ΤΝ είναι συνώνυμη του όρου ‘αυτονομία’ στα οχήματα. Οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης αναλύουν τα περιβαλλοντικά δεδομένα μέσω αισθητήρων, επιτρέποντας στα οχήματα να κινούνται σε πολύπλοκους χώρους, να αναγνωρίζουν εμπόδια και να λαμβάνουν αποφάσεις σε πραγματικό χρόνο. Για παράδειγμα, τα συστήματα προειδοποίησης αλλαγής λωρίδας χρησιμοποιούν αισθητήρες για να ανιχνεύσουν πότε ένα όχημα κινδυνεύει να βγει εκτός πορείας και προσαρμόζουν ανάλογα το τιμόνι. Με το σύστημα παρακολούθησης της κίνησης των ματιών είναι δυνατό να ανιχνευθεί η περίπτωση μέθης ή ουσιών κατά την οδήγηση, αποφεύγοντας έτσι πιθανά ατυχήματα. Με την προγνωστική συντήρηση συστημάτων, την ανάλυση κραδασμών, την ακουστική παρακολούθηση, την τεχνολογία υπέρυθρων, την ανάλυση λαδιών και την ανάλυση κυκλώματος κινητήρα, βελτιστοποιείται η απόδοση του οχήματος μειώνοντας της βλάβες και ενισχύοντας την ασφάλεια. Τέλος, τα έξυπνα συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας,

βασίζονται στην ΤΝ για την βελτιστοποίηση της ροής της κυκλοφορίας, τη μείωση της συμφόρησης και εν γένει την αναβάθμιση της συνολικής αστικής κυκλοφορίας (Motschnig-Pitrik, 1995).

Η εξυπηρέτηση πελατών είναι ακόμα ένας τομέας που έχει γνωρίσει άνθιση λόγω της ΤΝ. Τα chatbot και οι εικονικοί βοηθοί μπορούν να επεξεργάζονται τη φυσική γλώσσα και να παρέχουν άμεσες και εξατομικευμένες απαντήσεις σε ερωτήματα πελατών. Τα συστήματα προτάσεων, χρησιμοποιούν το ιστορικό των πελατών για να παρέχουν στοχευμένες προτάσεις προϊόντων, βελτιώνοντας έτσι την εμπειρία και ικανοποίηση των χρηστών. Τέλος, τα εργαλεία ανάλυσης συναισθήματος βασίζονται στην ΤΝ για να αναλύσουν τα συναισθήματα των πελατών, από κριτικές που έχουν κάνει στην πλατφόρμα ή στα κοινωνικά δίκτυα, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στην επιχείρηση να εξελιχθεί βάσει των προτιμήσεων των πελατών της (Motschnig-Pitrik, 1995).

Στον χώρο της ψυχαγωγίας η ΤΝ χρησιμοποιείται για τη δημιουργία νέου υλικού, στοχευμένων προτάσεων και εξελιγμένων εφέ για καλύτερη εμπειρία. Για παράδειγμα αλγόριθμοι ΤΝ αναλύουν τις επιλογές των θεατών και προτείνουν εξατομικευμένο περιεχόμενο. Μέσω της βαθιάς μάθησης, είναι εφικτός ο σχεδιασμός ρεαλιστικών χαρακτήρων και η δημιουργία ειδικών εφέ σε ταινίες και βιντεοπαιχνίδια. Ακόμα και στο χώρο της μουσικής εργαλεία που βασίζονται στην ΤΝ, συνθέτουν τραγούδια και ήχους βάσει των προτιμήσεων των χρηστών και τα ιστορικά μουσικά της δεδομένα (Motschnig-Pitrik, 1995).

Στον κατασκευαστικό τομέα, η ΤΝ χρησιμοποιείται για τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών παραγωγής, την προγνωστική συντήρηση και τον ποιοτικό έλεγχο των προϊόντων. Οι βιομηχανίες χρησιμοποιούν ευφυή ρομπότ και αυτοματισμούς για την βελτίωση της απόδοσης, του ρυθμού παραγωγής και την μείωση σφαλμάτων. Τα μοντέλα προγνωστικής συντήρησης, αναλύουν τα δεδομένα του εξοπλισμού ώστε να προβλέψουν μελλοντικές φθορές, συντελώντας στην σωστή συντήρηση των μηχανημάτων και την ελαχιστοποίηση του χρόνου διακοπής λειτουργίας. Μέσω συστημάτων υπολογιστικής όρασης είναι εφικτός ο δυναμικός ποιοτικός έλεγχος των προϊόντων αποφεύγοντας έτσι τυχόν ελαττώματα και κατασκευαστικές αποκλίσεις (Motschnig-Pitrik, 1995).

Στον αγροτικό τομέα, η ΤΝ έχει συμβάλλει στην ανάπτυξη της γεωργίας και τη παρακολούθηση των καλλιεργειών. Αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης επεξεργάζονται δορυφορικές εικόνες, καιρικά δεδομένα και εδαφικές συνθήκες για να βελτιστοποιήσουν τα χρονοδιαγράμματα φύτευσης, την άρδευση και τη διαχείριση των καλλιεργειών. Η χρήση των drones, που βασίζεται στην υπολογιστική όραση, συμβάλλει αισθητά στην εποπτεία και συλλογή δεδομένων, βελτιώνοντας έτσι τις μεθόδους που ακολουθούνται στην γεωργία (Motschnig-Pitrik, 1995).

Ο σημαντικότερος ίσως τομέας, είναι η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην βιωσιμότητα, στη διατήρηση του περιβάλλοντος και της βιοποικιλότητας. Εφαρμογές ΤΝ συμβάλλουν στη μοντελοποίηση του κλίματος, την βελτιστοποίηση των φυσικών πόρων και εν γένει στην περιβαλλοντική παρακολούθηση. Αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης επεξεργάζονται τα δεδομένα από δορυφόρους για την παρακολούθηση της αποψίλωσης των δασών, της βιοποικιλότητας καθώς και την πρόβλεψη φυσικών καταστροφών. Όλα αυτά τα δεδομένα παρέχουν εξαιρετικά σημαντικές πληροφορίες για την διατήρηση της ζωής στη Γη.

3 ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

3.1 Ιστορική ανασκόπηση ανάπτυξης της χρήσης τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση

Η χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης (TN) στο χώρο της εκπαίδευσης έχει διανύσει ένα ιστορικό ταξίδι που αντανakλά την ταχύτητα ανάπτυξης της τεχνολογίας και του τρόπου που αυτή μπορεί να αποβεί ωφέλιμη και να βελτιώσει το μαθησιακό αλλά και διδακτικό αποτέλεσμα. Οι απαρχές της χρήσης της TN στο πεδίο της εκπαίδευσης μπορούν να εντοπιστούν στα μέσα του 20ου αιώνα, όταν επιστήμονες με σημαντικό έργο διερεύνησαν τον τρόπο εφαρμογής της TN στο μαθησιακό πεδίο. Ένα παράδειγμα αποτελεί ο B.F. Skinner, ο οποίος κατά τις δεκαετίες του 1950 και του 1960 ξεκίνησε να μελετά τις αρχές του συμπεριφορισμού στη διδασκαλία μηχανών θέτοντας με αυτόν τον τρόπο τα θεμέλια για την αυτοματοποίηση διδακτικών διαδικασιών (Roll & Wylie, 2016). Πιο συγκεκριμένα, αυτές οι μηχανές είχαν σχεδιαστεί να παρέχουν έναν καθορισμένο τρόπο διδασκαλίας ενισχύοντας την εκπαιδευτική διαδικασία μέσω της ανατροφοδότησης η οποία περιλάμβανε ενισχύσεις και τιμωρίες (Skinner, 1961). Ο απώτερος στόχος δημιουργίας αυτών των μηχανών ήταν η ανάπτυξη ενός δυναμικού διδακτικού συστήματος όπου οι μαθητές θα μπορούσαν να εμπλακούν στη μαθησιακή διαδικασία με τον δικό τους ρυθμό και θα είχαν άμεση ανατροφοδότηση για την ορθότητα των απαντήσεων τους. Παρόλο που το επίπεδο ανάπτυξης της τεχνολογίας δεν επέτρεπε τότε την άμεση πραγματοποίηση αυτού του στόχου, η προσπάθεια του Skinner είναι η πρώτη και πιο φιλόδοξη απόπειρα αξιοποίησης της τεχνολογίας για την αναβάθμιση της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Ειδικότερα, άνοιξε νέους ορίζοντες για τη σύνδεση τεχνολογίας και εκπαίδευσης και έθεσε τις βάσεις για τις προόδους που σημειώθηκαν κατά τη διάρκεια των επόμενων δεκαετιών.

Η δεκαετία του 1980 αποτέλεσε μία περίοδο σταθμό για την εφαρμογή της TN στο πεδίο της εκπαίδευσης, καθώς έκαναν την εμφάνιση τους τα ευφυή συστήματα διδασκαλίας (intelligent tutoring systems, ITS). Αυτά τα συστήματα διέφεραν σημαντικά από τις πρώτες προσπάθειες δημιουργίας διδακτικών μηχανών

καθώς εστίαζαν στην παροχή εξατομικευμένων προγραμμάτων μάθησης με μεγάλες δυνατότητες παραμετροποίησης με σκοπό την κάλυψη των διαφορετικών αναγκών του κάθε μαθητή. Ένα τέτοιο παράδειγμα ήταν το πρόγραμμα MYCIN που, ενώ αρχικά είχε σχεδιαστεί για την διάγνωση βακτηριακών λοιμώξεων στο χώρο της ιατρικής, η υψηλή ικανότητα προσαρμογής του και ανάλυσης των απαντήσεων των χρηστών, έθεσε τις βάσεις για την έρευνα εξατομικευμένης μάθησης και στο χώρο της εκπαίδευσης (Cumming, 1998). Ένα επιπρόσθετο παράδειγμα αποτέλεσε το πρόγραμμα Dendral που, αν και είχε σχεδιαστεί για την χημική ανάλυση μορίων, συνέβαλε καταλυτικά στη δημιουργία ολοκληρωμένων συστημάτων και συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη. Αυτά τα πρώτα «έξυπνα» διδακτικά συστήματα υπέδειξαν τη δυνατότητα ύπαρξης διδακτικού υλικού του οποίου η δημιουργία βασιζόταν στα μοναδικά χαρακτηριστικά κάθε μαθητή γεγονός που βελτίωσε σημαντικά την αποτελεσματική μαθησιακή διαδικασία.

Η δεκαετία του 1990 ήταν επίσης μια σημαντική περίοδος εξέλιξης της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση, αφενός λόγω του έντονου ερευνητικού ενδιαφέροντος και αφετέρου λόγω της βελτίωσης της ισχύς των υπολογιστών. Το σημαντικότερο επίτευγμα αυτής της δεκαετίας ήταν η εισαγωγή της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας (natural language processing, NLP) και των προηγμένων αλγόριθμων μηχανικής μάθησης που έπαιζαν κομβικό ρόλο στην ενίσχυση των εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση (Jones, 1994). Η ενίσχυση της υπολογιστικής ισχύος, βοήθησε τους ερευνητές και τους προγραμματιστές να μελετήσουν και να σχεδιάσουν πιο σύνθετες εκπαιδευτικές εφαρμογές που να είναι ακόμα πιο αποδοτικές και να ανταποκρίνονται καλύτερα στις ανάγκες του εκάστοτε μαθητή.

Επίσης, η ενσωμάτωση της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας σε εκπαιδευτικές εφαρμογές, βοήθησε τα συστήματα ΤΝ όχι μόνο να μπορούν να κατανοήσουν την γλώσσα ενός έθνους, αλλά και να ανταποκριθούν στην ανθρώπινη ομιλία με τρόπο άμεσο και διαδραστικό. Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό των προηγμένων αλγόριθμων μηχανικής μάθησης στην εκπαίδευση, ήταν η ικανότητα να προσαρμόζονται και να εξελίσσονται με βάση τις αλληλεπιδράσεις τους με τους

χρήστες. Είχαν έτσι τη δυνατότητα αυτο-βελτίωσης χωρίς την αναβάθμιση του λογισμικού τους (Jones, 1994). Ένα τέτοιο παράδειγμα ήταν το AutoTutor, ένα ευφυές σύστημα διδασκαλίας που υποστήριζε συνομιλία με φυσική γλώσσα, που αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο του Μέμφις. Το AutoTutor παρείχε διαδραστικές εικόνες με τις οποίες οι μαθητές κατανοούσαν φαινόμενα με τρόπο ευχάριστο και δημιουργικό. Το σύστημα μπορούσε να περιεργαστεί τις απαντήσεις των μαθητών, να παρέχει σχετική ανατροφοδότηση, και να προσαρμόζει τις απαντήσεις του βάση της προόδου των μαθητών (Graesser et al., 2004). Το AutoTutor υπήρξε αδιαμφισβήτητο ένα από τα χαρακτηριστικότερα παραδείγματα των δυνατοτήτων της τεχνητής νοημοσύνης στο χώρο της εκπαίδευσης. Έτσι, πέραν της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας και των σχετικών εφαρμογών, η δεκαετία του 1990 χαρακτηρίστηκε και από την ενσωμάτωση της ΤΝ σε συστήματα διαχείρισης μάθησης καθώς και την ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού γεγονός που τοποθέτησε τη διδασκαλία και μάθηση εκτός αιθουσών διδασκαλίας.

Η έναρξη της δεκαετίας του 2000 αποτέλεσε μία από τις πιο σημαίνουσες περιόδους εδραίωσης της ένταξης της ΤΝ στο πεδίο της εκπαίδευσης η οποία υπογραμμίστηκε από την ταχεία ανάπτυξη του διαδικτύου. Ειδικότερα, αυτή την περίοδο αναπτύχθηκαν οι διαδικτυακές πλατφόρμες μάθησης αλλά και η αύξηση των δεδομένων που διακινούνταν μέσω αυτών (Cumming, 1998). Η εμφάνιση των συστημάτων διαχείρισης μάθησης (Learning Management Systems - LMS) αποσκοπούσε στην βελτίωση των εμπειριών διδασκαλίας και μάθησης. Οι διαδικτυακές πλατφόρμες μάθησης, μέσω της ελεύθερης πρόσβασης στον τεράστιο όγκο πληροφοριών του διαδικτύου, προσαρμόζονταν καλύτερα στις ανάγκες του κάθε μαθητή και παρείχαν εξατομικευμένη βοήθεια. Επιπρόσθετα, η ανάλυση δεδομένων μέσω της ΤΝ, αποτέλεσε ένα σπουδαίο εργαλείο για τους εκπαιδευτικούς ώστε να μπορούν να αποκτήσουν γνώσεις σχετικά με την απόδοση και τις προτιμήσεις των μαθητών, γεγονός που συνέβαλε στην ευκολότερη τη λήψη αποφάσεων που σχετίζονται με την διδασκαλία (Cumming, 1998).

Μία επιπρόσθετη καινοτομία της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση η οποία έλαβε χώρα κατά τη δεκαετία του 2000, ήταν η δημιουργία των Μαζικών Ανοικτών Διαδικτυακών Μαθημάτων (Massive Open Online Courses - MOOCs),

που έφερε επανάσταση στο χώρο της διαδικτυακής εκπαίδευσης. Ο εκδημοκρατισμός της γνώσης σε παγκόσμιο επίπεδο, έδωσε την ευκαιρία σε όλα τα άτομα να έχουν ελεύθερη πρόσβαση στη γνώση και την πληροφορία ανεξαρτήτως γεωγραφικών και εθνικών συνθηκών (Kennedy, 2013). Τα MOOCs έκαναν χρήση των τεχνολογιών ΤΝ ώστε να βελτιστοποιήσουν την εξατομικευμένη διδασκαλία η οποία απευθύνεται στο ευρύ κοινό. Για να γίνει αυτό εφικτό, χρησιμοποιήθηκαν αλγόριθμοι ΤΝ για την επεξεργασία και ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων από μαθητές, με στόχο την δημιουργία κατάλληλου περιεχομένου που κάνει την παράδοση απλή και κατανοητή (Kennedy, 2013). Διαδικτυακές εκπαιδευτικές πλατφόρμες όπως για παράδειγμα η Coursera και η edX χρησιμοποιούν μέχρι σήμερα την ΤΝ για να προτείνουν μαθήματα, να προβλέψουν τις προτιμήσεις των μαθητών και να βελτιστοποιήσουν τον τρόπο παράδοσης των μαθημάτων (Kennedy, 2013). Επομένως, διαπιστώνεται ότι η χρήση της ΤΝ και του διαδικτύου, όχι μόνο εξέλιξε τον τρόπο διεξαγωγής της διδασκαλίας, αλλά δημιούργησε καινούργιους τρόπους εκμάθησης και διδασκαλίας πέραν των παραδοσιακών μοντέλων.

3.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης στο σχολικό πλαίσιο

Η είσοδος της ΤΝ στο σχολικό πλαίσιο αναμορφώνει ριζικά τον τρόπο αξιολόγησης και διεξαγωγής της διδασκαλίας γεγονός που οδηγεί στον εκουγχρονισμό της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Ταυτόχρονα όμως δημιουργεί προκλήσεις που καλείται η επιστημονική κοινότητα, η πολιτεία και οι εκπαιδευτικοί να διαχειριστούν. Παρακάτω αναφέρονται μερικά από τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της ΤΝ στα σχολεία. Ένα από τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα που έφερε η εφαρμογή της ΤΝ στην εκπαίδευση είναι η πρόσβαση στην εξατομικευμένη μάθηση. Κύριο χαρακτηριστικό της εξατομικευμένης μάθησης είναι η διάρθρωση και προσαρμογή τους εκπαιδευτικού υλικού και της εκπαιδευτικής διαδικασίας στις μοναδικές ανάγκες κάθε μαθητή (Tahiru, 2021). Επομένως, η ΤΝ βελτίωσε σημαντικά το μαθησιακό έργο που μέχρι σήμερα ήταν δύσκολο να εξατομικευθεί βάσει των αναγκών των μαθητών μέσω των παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας, καλύπτοντας έτσι ένα ευρύ φάσμα μαθησιακών

αναγκών στην ίδια τάξη. Πιο συγκεκριμένα, οι αλγόριθμοι TN μπορούν να επεξεργαστούν και να αναλύσουν τα δυνατά και αδύναμα σημεία των εκπαιδευομένων, προσαρμόζοντας τον τρόπο διδασκαλίας στις ιδιαιτερότητες του εκάστοτε μαθητή.

Επίσης, οι πλατφόρμες μάθησης βασίζονται στην ανάλυση μίας πληθώρα δεδομένων ώστε να δημιουργήσουν ένα ατομικό προφίλ που θα εκφράζει με ορθό τρόπο τις προτιμήσεις, ιδιαιτερότητες και σχολικές επιδόσεις του κάθε μαθητή. Τέτοιου είδους δεδομένα μπορεί να περιλαμβάνουν τα αποτελέσματα των μέχρι τώρα αξιολογήσεων (τεστ, κουίζ κ.α.), τον χρόνο που χρειάζεται ο μαθητής για την ολοκλήρωση συγκεκριμένων εργασιών, ακόμα και τις ιδιαιτερότητες ή δυσκολίες που μπορεί να έχει ένας μαθητής (δυσλεξία, ΔΕΠΥ, κτλ.) (Chen et al., 2020). Από την ανάλυση των δεδομένων, ο αλγόριθμος μπορεί να συμπεράνει τους τομείς που ο μαθητής αποδίδει ικανοποιητικά και εκείνους που χρειάζονται περισσότερη προσοχή. Έτσι η πλατφόρμα μπορεί να προσαρμόσει σε πραγματικό χρόνο το περιεχόμενο και τρόπο διδασκαλίας της κάθε θεματικής ενότητας. Για παράδειγμα, όταν ένας μαθητής σημειώνει πολύ καλή επίδοση σε μία συγκεκριμένη θεματική ενότητα, η πλατφόρμα τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να αυξήσει το επίπεδο δυσκολίας, παρέχοντας πιο σύνθετο μαθησιακό υλικό, κάνοντας πιο δύσκολες ερωτήσεις ή χρησιμοποιώντας επιστημονική ορολογία, με σκοπό την καλύτερη εξοικείωση και ανάπτυξη του μαθητή στο συγκεκριμένο θέμα (Chen et al., 2020). Από την άλλη πλευρά, όταν ο μαθητής παρουσιάζει χαμηλή επίδοση, η πλατφόρμα μπορεί να παρέχει επιπλέον βοήθεια, εναλλακτικές εξηγήσεις του θέματος, καθώς και καθορισμένες ασκήσεις και παραδείγματα με σκοπό την καλύτερη κατανόηση του διδακτικού υλικού.

Ο ρυθμός διδασκαλίας είναι ένα επιπρόσθετο βασικό πλεονέκτημα της τεχνητής νοημοσύνης έναντι των παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας και εκπαίδευσης. Ο εκπαιδευτικός μιας τάξης ακολουθεί ένα σταθερό ρυθμό διδασκαλίας που συνήθως συμβαδίζει με τον μέσο ρυθμό της τάξης. Αυτό όμως, έχει ως αποτέλεσμα οι καλύτεροι μαθητές να μένουν πίσω ενώ οι πιο αδύναμοι να μην μπορούν να ακολουθήσουν το ρυθμό διδασκαλίας. Δημιουργείται έτσι μία τάξη πολλών και διαφορετικών ταχυτήτων από την οποία εντέλει ελάχιστοι μαθητές

επωφελούνται πραγματικά. Αντίθετα, οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης είναι σε θέση να προσαρμόζουν τον ρυθμό διδασκαλίας στην ταχύτητα που έχει ανάγκη ο κάθε μαθητής. Έτσι διασφαλίζεται ότι ο κάθε μαθητής θα κατανοήσει σωστά τις έννοιες και ορισμούς της κάθε ενότητας πριν προχωρήσει σε πιο εξειδικευμένα θέματα και ορολογίες (Roll & Wylie, 2016). Επομένως, ο εκπαιδευτικός έχει μία βάση δεδομένων που συγκεντρώνει σε πραγματικό χρόνο τα χαρακτηριστικά του κάθε μαθητή γεγονός που τον βοηθά στον σχεδιασμό στοχευμένων παρεμβάσεων και μηχανισμών υποστήριξης, ελαχιστοποιώντας τις αρνητικές επιπτώσεις της όποιας μαθησιακής δυσκολίας που μπορεί να σταθεί εμπόδιο στην ακαδημαϊκή επιτυχία.

Ένα ακόμα βασικό πλεονέκτημα της εφαρμογής της TN στο εκπαιδευτικό πεδίο είναι προώθηση της συμπεριληπτικής εκπαίδευσης. Η συμπεριληπτική εκπαίδευση περιγράφεται ως μια εκπαιδευτική φιλοσοφία και πρακτική που στοχεύει στην ενσωμάτωση και την αποδοχή της διαφορετικότητας των μαθητών εντός του τυπικού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος (Lewis, 2018). Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της βελτίωσης προσβασιμότητας αλλά και υποστήριξης των μαθητών με ειδικές μαθησιακές ανάγκες. Τα εκπαιδευτικά προγράμματα που βασίζονται στην TN ενσωματώνουν χαρακτηριστικά που ανταποκρίνονται στις ειδικές μαθησιακές ανάγκες των παιδιών με αναπηρίες. Ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα μίας τέτοιας εφαρμογής είναι η μετατροπή της ομιλίας σε κείμενο. Τα προγράμματα αυτά μετατρέπουν τον προφορικό λόγο σε γραπτό και αποτελούν ένα εναλλακτικό μέσο αλληλεπίδρασης για μαθητές με προβλήματα ακοής αλλά και για μαθητές οι οποίοι επωφελούνται σε μεγαλύτερο βαθμό από την οπτικοποίηση της πληροφορίας όπως αυτοί που έχουν μαθησιακές δυσκολίες (Lewis, 2018). Έτσι κατά τη διάρκεια μιας διάλεξης, συζήτησης ή παρουσίασης, αυτοί οι μαθητές μπορούν να συμμετέχουν στη διαδικασία σε πραγματικό χρόνο με αποτέλεσμα τη σημαντική βελτίωση της μαθησιακής εμπειρίας.

Μία επιπρόσθετη εφαρμογή της TN που βοηθά στην προαγωγή της συμπεριληπτικής εκπαίδευσης είναι αυτή που αφορά στη μετάφραση γλωσσών. Τέτοια προγράμματα μπορούν να μεταφράζουν το εκπαιδευτικό υλικό σε πραγματικό χρόνο και ως εκ τούτου ελαχιστοποιούν στην ουσία τα γλωσσικά εμπόδια που προκύπτουν στις περιπτώσεις που η μητρική γλώσσα ορισμένων

μαθητών είναι διαφορετική από τη γλώσσα διδασκαλίας. Αυτό το χαρακτηριστικό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στις περιπτώσεις που οι διαλέξεις έχουν παγκόσμια εμβέλεια ή όταν το εκπαιδευτικό ίδρυμα φιλοξενεί μαθητές από όλο τον κόσμο. Επίσης, σημαντική είναι η ΤΝ στη δημιουργία εφαρμογών για τις περιπτώσεις μαθητών με προβλήματα όρασης, καθώς υπάρχουν προγράμματα που μπορούν να υποστηρίξουν την μετατροπή κειμένου σε ομιλία και να παρέχουν ακουστικές ενδείξεις για την ομαλή περιήγηση των μαθητών στις λειτουργίες του προγράμματος (Lewis, 2018).

Επιπρόσθετο πλεονέκτημα της ΤΝ συνιστά η παγκόσμια προσβασιμότητα στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η εμφάνιση του Διαδικτύου και η χρήση της ΤΝ στην εξ' αποστάσεως εκπαίδευση, έφερε επανάσταση στην παγκόσμια προσβασιμότητα στην εκπαίδευση μέσω ποιοτικών διαδικτυακών πλατφόρμων μάθησης, όπως για παράδειγμα τα MOOCs. Αυτό συνέβαλλε θετικά στην παγκοσμιοποίηση και τον εκδημοκρατισμό της εκπαίδευσης, εκμηδενίζοντας τα γεωγραφικά εμπόδια και δίνοντας ευκαιρίες εκπαίδευσης σε άτομα που θα ήταν αδύνατον να συμμετέχουν στη μαθησιακή διαδικασία στα πλαίσια μίας παραδοσιακής τάξης (Fauvel et al., 2018). Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στις διαδικτυακές πλατφόρμες μάθησης επιτρέπει την συνεχή αξιολόγηση της απόδοσης των μαθητών και την παροχή εξατομικευμένων προγραμμάτων μάθησης. Βάσει των προτιμήσεων, της απόδοσης και των ιδιοτεροτήτων του εκάστοτε μαθητή, αυτές οι πλατφόρμες προσαρμόζουν το περιεχόμενο και την δομή του μαθήματος με σκοπό να είναι πιο κατανοητό και αποτελεσματικό για τον κάθε συμμετέχοντα.

Ένα άλλο πλεονέκτημα της τεχνητής νοημοσύνης είναι η ασύγχρονη διδασκαλία που επιτρέπει σε μαθητές από διαφορετικές ζώνες ώρας και γεωγραφικές περιοχές, να παρακολουθούν τις διαλέξεις τις ώρες που μπορούν ή επιθυμούν (Fauvel et al., 2018). Ο ευέλικτος αυτός χαρακτήρας της ασύγχρονης εκπαίδευσης επιτρέπει σε άτομα με αυστηρά χρονοδιαγράμματα (π.χ. εργαζόμενοι ή άτομα που κατοικούν σε δυσπρόσιτες περιοχές), να έχουν πρόσβαση σε εκπαιδευτικό υλικό υψηλής ποιότητας χωρίς τους περιορισμούς του παραδοσιακού προγράμματος της τάξης. Επιπρόσθετα, οι τεχνολογίες ΤΝ επιτρέπουν την μετάφραση διαλέξεων και σεμιναρίων σε πολλές γλώσσες καταρρίπτοντας γλωσσικά εμπόδια και κάνοντας το

υλικό προσβάσιμο στο ευρύ κοινό. Αυτό το χαρακτηριστικό είναι εξαιρετικά σημαντικό για άτομα που μιλούν διαφορετικές γλώσσες, αλλά έχουν κοινά εκπαιδευτικά ενδιαφέροντα. Επίσης, οι πλατφόρμες αυτές επιτρέπουν την ταυτόχρονη συμμετοχή ενός μεγάλου όγκου μαθητών χωρίς να επιδεινώνεται η ποιότητα μαθήματος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα άτομα που βρίσκονται σε απομακρυσμένες ή φτωχές περιοχές που δεν έχουν ούτε τις κατάλληλες υποδομές ούτε εκπαιδευτές με άρτια τεχνογνωσία, να μπορούν να συμμετέχουν ενεργά και να γίνονται μέλη μίας παγκόσμιας μαθησιακής κοινότητας (Fauvel et al., 2018).

Παρά την πληθώρα των θετικών αλλαγών που έχουν λάβει χώρα με την έλευση των εφαρμογών ΤΝ στην εκπαίδευση, υπάρχουν και σοβαροί προβληματισμοί που προκύπτουν από τη χρήση της. Ένα από τα σημαντικότερα μειονεκτήματα της εφαρμογής της ΤΝ στην εκπαίδευση είναι η έλλειψη ανθρώπινης αλληλεπίδρασης ειδικότερα στα πλαίσια της εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης. Στη μέχρι τώρα παραδοσιακή τάξη η δια ζώσης επαφή και αλληλεπίδραση μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών ενίσχυε τις σχέσεις μεταξύ τους αλλά και το ακαδημαϊκό αποτέλεσμα καθώς υπάρχει άμεση αντίδραση στις τυχόν απορίες των μαθητών με την ανάπτυξη διαλόγου. Αυτή η σύνδεση μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών που λαμβάνει χώρα στην τυπική τάξη, συμβάλλει στην δημιουργία ενός υποστηρικτικού περιβάλλοντος μάθησης, όπου οι μαθητές αισθάνονται άνετα να μοιραστούν τις σκέψεις τους και να αναζητήσουν καθοδήγηση (Khanzode & Sarode, 2020). Το γεγονός αυτό προσδίδει στις παραδοσιακές τυπικές τάξεις ένα σαφές μαθησιακό αλλά και κοινωνικό πλεονέκτημα. Επίσης, ιδίως στις περιπτώσεις μικρών μαθητών, οι εκπαιδευτικοί λειτουργούν ως πρότυπα συμπεριφοράς μάθησης και ως μέντορες θέτοντας τις βάσεις πάνω στις οποίες οι μαθητές θα διαμορφώσουν τον χαρακτήρα τους, μεταλαμπαδεύοντας αξίες και καθοδήγηση για την προσωπική και επαγγελματική τους ανάπτυξη. Αυτό το χαρακτηριστικό απουσιάζει από τις πλατφόρμες τεχνητής νοημοσύνης που είναι απρόσωπες και δεν έχουν αισθήματα.

Ένα άλλο μειονέκτημα της έλλειψης ανθρώπινης αλληλεπίδρασης είναι ο αντίκτυπος που αυτή μπορεί να έχει στην ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων των μαθητών. Οι παραδοσιακές τάξεις, εκτός από γνώση, προσφέρουν στους μαθητές

ευκαιρίες συνεργασίας για την δόμηση εργασιών και παρουσιάσεων, την ανάπτυξη φιλίας και σχέσεων και γενικά την δημιουργία κοινωνικών δεξιοτήτων που εκτείνονται πέραν της ακαδημαϊκής γνώσης και αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι μίας κοινωνίας. Παρατηρείται λοιπόν ότι ενώ οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να βελτιώσουν το γνωσιακό μέρος της εκπαιδευτικής διαδικασίας, αποτυγχάνουν στην προαγωγή της κοινωνική ανάπτυξης η οποία λαμβάνει χώρα σε μεγαλύτερο βαθμό στα πλαίσια της ανθρώπινης επικοινωνίας (Khanzode & Sarode, 2020). Αυτό δημιουργεί προβληματισμό σχετικά με πιθανή απομόνωση και αντικοινωνική συμπεριφορά των μαθητών που αλληλοεπιδρούν κυρίως με συστήματα μάθησης που βασίζονται στην ΤΝ, γεγονός που τους ωθεί στην ελαχιστοποίηση της συμμετοχή τους σε ομαδικές δραστηριότητες που προάγουν την συνεργατικότητα και την επικοινωνία.

Ένας επιπρόσθετος προβληματισμός που έχει προκύψει ειδικά τα τελευταία χρόνια είναι αυτός του απορρήτου των προσωπικών στοιχείων μαθητών και εκπαιδευτικών. Η χρήση εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία απαιτεί τη συλλογή, επεξεργασία και ανάλυση ενός μεγάλου όγκου προσωπικών δεδομένων των μαθητών. Ειδικότερα, όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως, οι εκπαιδευτικοί μέσω των εφαρμογών και προγραμμάτων ΤΝ συλλέγουν και εποπτεύουν τις ακαδημαϊκές επιδόσεις, τις προτιμήσεις και τα εν γένει χαρακτηριστικά του εκάστοτε μαθητή. Η διαχείριση αυτού του τεράστιου όγκου προσωπικών δεδομένων είναι σημαίνουσας σημασίας και εγείρει ανησυχία για ενδεχόμενη κακή χρήση των πληροφοριών αυτών, μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση ή και ανεπαρκή προστασία τους (Khanzode & Sarode, 2020). Μάλιστα όσο περισσότερο οι μαθητές χρησιμοποιούν αυτές τις πλατφόρμες, τόσο περισσότερα δεδομένα που αφορούν προσωπικά τους στοιχεία, ακαδημαϊκά αρχεία και πρότυπα συμπεριφοράς, αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων. Συνεπώς για την προστασία ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων απαιτούνται αυστηρά μέτρα ασφαλείας για τη διαφύλαξη του απορρήτου των μαθητών.

Ένα άλλο σημαντικό ζήτημα σχετίζεται με τη διαφάνεια της διαδικασίας διαχείρισης των προσωπικών δεδομένων των μαθητών εκ μέρους του σχολικού πλαισίου αλλά και την παροχή συναίνεσης για τη διαχείρισή τους εκ μέρους των

γονέων των μαθητών. Οι γονείς και κηδεμόνες των μαθητών, ιδίως αν δεν είναι τεχνολογικά γραμματισμένοι, ενδέχεται να μην γνωρίζουν πλήρως τον τρόπο με τον οποίο συλλέγονται, χρησιμοποιούνται και κοινοποιούνται τα δεδομένα που αφορούν στα παιδιά τους (Khanzode & Sarode, 2020). Για αυτόν τον λόγο η σαφής και ξεκάθαρη ενημέρωσή τους για τον τρόπο συλλογής και χρήσης δεδομένων είναι κομβικής σημασίας για τη διασφάλιση ότι, γονείς και κηδεμόνες συναινούν σε αυτές τις πρακτικές. Ο έλεγχος πρόσβασης στα ψηφιακά αρχεία των μαθητών είναι ένας επιπρόσθετος τομέας που θα πρέπει να φροντίζεται εκ μέρους των σχολικών ιδρυμάτων. Τόσο τα εκπαιδευτικά ιδρύματα όσο και οι πάροχοι των διαδικτυακών υπηρεσιών πρέπει να εφαρμόζουν αυστηρά μέτρα ασφαλείας για την προστασία των δεδομένων από κυβερνοεπιθέσεις ή ακόμα και από κατά λάθος διαρροές. Για παράδειγμα μέσω κρυπτογράφησης επιτυγχάνεται η κωδικοποίηση των ευαίσθητων πληροφοριών καθιστώντας έτσι εξαιρετικά δύσκολη την συλλογή πληροφοριών από μη εξουσιοδοτημένα άτομα, καθώς απαιτείται η γνώση του κλειδιού για την αποκρυπτογράφηση τους. Τέλος, ένα ακόμα ζήτημα σχετίζεται με τον τρόπο δόμησης των αλγορίθμων διδασκαλίας. Για παράδειγμα μπορεί ένας αλγόριθμος να ευνοεί συγκεκριμένες ομάδες και να διακρίνει συγκεκριμένα στερεότυπα βάσει των οποίων προάγεται μία διδασκαλία η οποία χαρακτηρίζεται από προκαταλήψεις. Ως εκ τούτου, η προστασία του απορρήτου σχετίζεται όχι μόνο με την ασφάλεια των δεδομένων, αλλά και με τη διασφάλιση ότι η δόμηση των αλγορίθμων θα είναι δίκαιη, αντικειμενική και διαφανής (Khanzode & Sarode, 2020).

Ένας ακόμα παράγοντας εγείρει σημαντικούς προβληματισμούς για τη χρήση της ΤΝ στην εκπαίδευση. Η αλόγιστη χρήση της ΤΝ στην εκπαίδευση μπορεί να αποτελέσει ανασταλτικό παράγοντα στην ανάπτυξη τόσο της κριτικής σκέψης όσο και των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων για τους μαθητές. Ενώ η μετριοσμένη χρήση των προγραμμάτων ΤΝ προσφέρει πολύτιμη υποστήριξη και γνώση στους μαθητές, η υπερβολική χρήση τους μπορεί να εμποδίσει τους μαθητές να αναπτύξουν θεμελιώδεις δεξιότητες όπως η αυτόνομη σκέψη, η αξιολόγηση της εγκυρότητας μιας πληροφορίας και η μεθοδολογία επίλυσης προβλημάτων (Khanzode & Sarode, 2020). Μια άμεση συνέπεια των παραπάνω είναι η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης για την ανάκτηση κάθε είδους πληροφορίας διακόπτοντας έτσι την ανάπτυξη των ερευνητικών και αναλυτικών δεξιοτήτων τους. Αυτή η

ευκολία εύρεσης πληροφοριών αποθαρρύνει τους μαθητές από την ενεργή αναζήτηση, την σύγκριση πληροφοριών από διαφορετικές πηγές και τον κριτικό έλεγχο όσον αφορά την εγκυρότητα τους. Επομένως, γίνεται αντιληπτό ότι πρέπει να υπάρξει μία ισορροπία ώστε να διασφαλιστεί ότι τα προγράμματα τεχνητής νοημοσύνης θα διευκολύνουν την πρόσβαση στη γνώση χωρίς να περιορίζουν παράλληλα την ανάπτυξη απαραίτητων δεξιοτήτων για την άρτια επαγγελματική και κοινωνική κατάρτιση των μαθητών.

Ένα άλλο ζήτημα αφορά την αυτοματοποιημένη επίλυση προβλημάτων από προγράμματα ΤΝ. Οι μαθητές, χρησιμοποιώντας προγράμματα ΤΝ όπως είναι το ChatGPT μπορούν να βρουν απαντήσεις άμεσα σε οποιοδήποτε ερώτημά τους. Η λήψη όμως της λύσης χωρίς καθόλου να καταβάλουν κάποια προσπάθεια, χάνουν την ευκαιρία να εξασκήσουν τη σκέψη τους και να μάθουν από τα λάθη τους μέσω δοκιμών. Είναι λοιπόν σημαντικό οι μαθητές να ενθαρρύνονται στην επίλυση προβλημάτων χωρίς τη χρήση τεχνητής νοημοσύνης. Μία άλλη συνέπεια της συνεχούς και αποκλειστικής χρήσης των προγραμμάτων ΤΝ, είναι η μείωση των γνωστικών δεξιοτήτων των μαθητών (Khanzode & Sarode, 2020). Επιπρόσθετα, στις περιπτώσεις που ένα πρόγραμμα ΑΙ έχει πιο εκπαιδευτικό ρόλο, υπάρχει κίνδυνος οι μαθητές να έχουν παθητική στάση απέναντι στο μαθησιακό υλικό και τη μαθησιακή διαδικασία από ότι ενεργή συμμετοχή. Αυτή η παθητικότητα κατανάλωσης πληροφοριών αποτελεί έναν ακόμα ανασταλτικό παράγοντα για την ανάπτυξη των δεξιοτήτων που προαναφέρθηκαν. Τέλος θα πρέπει να αναφερθεί ότι, σε ακραίες περιπτώσεις, η εξάρτηση από την τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να δημιουργήσει εθισμό οδηγώντας τα άτομα σε ψυχολογικές παθήσεις όπως η κατάθλιψη. Συνοψίζοντας, η άμεση αλληλεπίδραση με καθηγητές και συμμαθητές ευνοεί την ανάπτυξη των επικοινωνιακών και κοινωνικών δεξιοτήτων κάτι που δεν είναι εφικτό σε περιβάλλοντα μάθησης που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη (Khanzode & Sarode, 2020).

3.2.1 Επιρροή της τεχνητής νοημοσύνης στο μαθησιακό αποτέλεσμα

Η επιρροή της χρήσης εφαρμογών ΤΝ στην εκπαιδευτική διαδικασία αποτελεί ένα θέμα το οποίο έχει συγκεντρώσει το ερευνητικό ενδιαφέρον κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών όπου η χρήση τους έχει αυξηθεί σημαντικά. Ένας παράγοντας που έχει διερευνηθεί σε μεγάλο βαθμό είναι η ακαδημαϊκή επίδοση και πως αυτή επηρεάζεται από τη ΤΝ. Οι μελέτες που έχουν διεξαχθεί σε αυτό τον τομέα δείχνουν ότι η χρήση ΤΝ στη τάξη μπορεί να έχει σημαντικά ακαδημαϊκά οφέλη για τους μαθητές. Για παράδειγμα, μία από τις σημαντικότερες συνεισφορές της τεχνητής νοημοσύνης στην διδασκαλία, είναι η ικανότητα προσαρμογής στο προφίλ του κάθε μαθητή και η χρήση εξατομικευμένων προγραμμάτων διδασκαλίας. Πλατφόρμες μάθησης που βασίζονται σε αλγόριθμους ΑΙ, μπορούν να προσαρμόσουν το εκπαιδευτικό περιεχόμενο στις ατομικές ανάγκες του εκάστοτε μαθητή βάσει του μαθητικού του προφίλ. Πληθώρα διεξαχθεισών μελετών έχει δείξει ότι η συμπερίληψη εφαρμογών ΤΝ και κατ' επέκταση η δημιουργία εξατομικευμένων μαθησιακών προγραμμάτων βελτιώνει τον τρόπο κατανόησης και αυξάνει το μαθησιακό κίνητρο των μαθητών, γεγονός που τους βοηθά να επιτυγχάνουν υψηλότερες ακαδημαϊκές επιδόσεις.

Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές επωφελούνται σημαντικά από τον προσαρμοσμένο στις ανάγκες τους ρυθμό μάθησης με στοχευμένες παρεμβάσεις και ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο. Ένα παράδειγμα αποτελεί το πρόγραμμα ASSISTments το οποίο αφορά σε ένα σύστημα το οποίο έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να δίνει άμεση ανατροφοδότηση στους μαθητές κατά τη διάρκεια που αυτοί εργάζονται σε κάποιο μαθησιακό έργο ενώ παράλληλα παρέχει και στους εκπαιδευτικούς τα δεδομένα από τις απαντήσεις των μαθητών. Το πρόγραμμα αρχικά σχεδιάστηκε ώστε να εφαρμόζεται στο μάθημα των μαθηματικών αλλά πλέον η χρήση τους έχει επεκταθεί και σε άλλα μαθήματα. Μελέτες που έχουν μελετήσει την επιρροή αυτού του προγράμματος στην ακαδημαϊκή επίδοση των μαθητών υποδεικνύουν ότι οι μαθητές που χρησιμοποιούσαν αυτό το πρόγραμμα παρουσίασαν υψηλότερου βαθμού εμπλοκής στη μαθησιακή διαδικασία και κατ' επέκταση καλύτερη μαθησιακή επίδοση εν συγκρίσει με τις παραδοσιακές μεθόδους μάθησης (Heffernan & Heffernan, 2014).

Ένα άλλο παράδειγμα αποτελεί η μελέτη των Gligorea et al. (2023) που αποτέλεσε μία μελέτη επισκόπησης της βιβλιογραφίας προκειμένου να εξεταστεί η επιρροή της χρήσης προσαρμοστικών αλγορίθμων μάθησης στο ακαδημαϊκό αποτέλεσμα. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι αυτοί οι αλγόριθμοι έχουν καίριο ρόλο στη μαθησιακή εμπειρία των μαθητών. Ειδικότερα, βρέθηκε ότι βοηθούν σημαντικά στην ενίσχυση της αφοσίωσης των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία και κατ' επέκταση στη βελτίωση της απόδοσής τους. Μάλιστα, σε ορισμένες από τις μελέτες που επισκοπήθηκαν αναφέρονταν ότι οι μαθητές σημείωσαν υψηλές βαθμολογίες σε διαγωνίσματα. Επιπρόσθετη μελέτη των Delgado et al. (2020) διερεύνει την χρήση εφαρμογών ΤΝ στα πλαίσια του μαθήματος της αγγλικής γλώσσας. Τα αποτελέσματα υπέδειξαν ότι οι εφαρμογές αυτές αποτέλεσαν πολύτιμους βοηθούς στη μαθησιακή διαδικασία καθώς λειτούργησαν συμπληρωματικά της διδασκαλίας του εκπαιδευτικού και προσάρμοσαν το διδακτικό υλικό στις ανάγκες των μαθητών. Πιο συγκεκριμένα, βοήθησαν τους μαθητές όχι μόνο να κατανοήσουν το διδακτικό υλικό αλλά και να είναι υπεύθυνοι για τη μάθησή τους. Ένα ακόμα παράδειγμα αποτελεί η μελέτη των Daugherty et al. (2022) οι οποία είχε ως στόχο τη διερεύνηση της επιρροής των προσαρμοστικών πλατφορμών μάθησης στην ακαδημαϊκή επίδοση των μαθητών. Βρέθηκε ότι η χρήση αυτών των τεχνολογιών ήταν ιδιαίτερος ωφέλιμη καθώς προσαρμοζε το διδακτικό υλικό στις ανάγκες των μαθητών και αυτό το γεγονός οδήγησε όχι μόνο στη σημαντική βελτίωση της μαθησιακής επίδοσης των μαθητών αλλά και στον αυξημένο βαθμό αυτοπεποίθησης και ενδιαφέροντος σχετικά με το συγκεκριμένο μάθημα. Επιπρόσθετα, η μελέτη των Das et al. (2023) η οποία υιοθέτησε ένα μεικτό ερευνητικό σχεδιασμό αναλύοντας ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα τα οποία συλλέχθηκαν από ένα μεγάλο αριθμό εκπαιδευτικών και μαθητών διαφορετικών σχολείων και μαθησιακών επιπέδων. Στόχος της ήταν η διερεύνηση της επιρροής των προσαρμοστικών προγραμμάτων ΤΝ στο μαθησιακό αποτέλεσμα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι αυτά τα προγράμματα βελτίωσαν σημαντικά το μαθησιακό κίνητρο των μαθητών αλλά και την ακαδημαϊκή επίδοσή τους.

Επίσης, η χρήση τεχνολογιών ΤΝ στην εκπαίδευση ανοίγει το δρόμο σε μία πληθώρα καινοτόμων μεθόδων μάθησης όπως η χρήση διαδραστικών προσομοιώσεων και πινάκων, η εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα, καθώς και η εφαρμογή

«έξυπνων» συστημάτων διδασκαλίας. Η χρήση των παραπάνω μεθόδων δημιουργεί περιβάλλοντα που διεγείρουν το ενδιαφέρον και υποστηρίζουν τη βιωματική μάθηση για την βαθύτερη κατανόηση σύνθετων εννοιών και ορολογιών. Διεξαχθείσες μελέτες έχουν δείξει ότι τέτοιου είδους μαθησιακά περιβάλλοντα συνδέονται με αυξημένες ακαδημαϊκές επιδόσεις των μαθητών ιδίως σε μαθήματα τα οποία επιτρέπουν τη χρήση αυτών των προγραμμάτων όπως για παράδειγμα ένα εικονικό εργαστήριο φυσικής. Για παράδειγμα, οι Al-Ansi et al. (2023) διερεύνησαν ένα σύνολο 1536 μελετών οι οποίες διερεύνησαν τη συμβολή των εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα τελευταία χρόνια υπάρχει σημαντική αύξηση της χρήσης των συγκεκριμένων εφαρμογών στα πλαίσια της διδακτικής και μαθησιακής πρακτικής οι οποίες ωφελούν σημαντικά την ακαδημαϊκή επίδοση των μαθητών.

Επιπρόσθετη μελέτη από τους Asad et al. (2021) η οποία αποτέλεσε και αυτή μελέτη επισκόπησης 26 άρθρων που διερεύνησαν την επιρροή της εφαρμογής των προγραμμάτων επαυξημένης πραγματικότητας στη μαθησιακή εμπειρία των μαθητών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα συγκεκριμένα προγράμματα ωφελούν πολλαπλά το μαθησιακό αποτέλεσμα καθώς λειτουργούν ως μαθησιακά μοντέλα ενώ ενισχύουν σημαντικά τις γνωστικές και κοινωνικές δεξιότητες των μαθητών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος βιωματικής μάθησης που συμβάλλει σημαντικά στη βελτίωση της ακαδημαϊκής επίδοσης των μαθητών. Μία ακόμα μελέτη από τους Kee et al. (2023) διεξάχθηκε με στόχο τη διερεύνηση ενός τεχνολογικού προγράμματος βιωματικής μάθησης επαυξημένης πραγματικότητας. Πιο συγκεκριμένα, διερευνήθηκε η εμπειρία φοιτητών πανεπιστημίου σχετικά με το συγκεκριμένο εκπαιδευτικό πρόγραμμα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το πρόγραμμα αυτό είχε σημαντική επιρροή στη συμμετοχή αλλά και απόδοση των φοιτητών. Ακόμα, η μελέτη των Ouyang et al. (2022) αποτέλεσε μία μελέτη επισκόπησης ερευνών οι οποίες διερεύνησαν την επιρροή της ΤΝ στο ακαδημαϊκό αποτέλεσμα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα προγράμματα ΤΝ που προσάρμοζαν το διδακτικό υλικό ανάλογα με τις δυνατότητες των μαθητών παρουσίασαν θετική συσχέτιση με τη βελτιωμένων ακαδημαϊκών επιδόσεων των μαθητών. Πιο συγκεκριμένα, μέσω της χρήσης αυτών των προγραμμάτων δημιουργήθηκε ένα πιο

αποτελεσματικό μαθησιακό περιβάλλον ακόμα και για τους μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες.

Επιπρόσθετα, με τη χρήση αλγόριθμων ΑΙ, υπάρχει άμεση ανταπόκριση τόσο της διαδικασίας αξιολόγησης όσο και την έγκαιρης ανατροφοδότησης. Η αυτοματοποίηση των συστημάτων βαθμολόγησης και η δυνατότητα δυναμικής αξιολόγησης και εποπτείας, επιτρέπουν στους εκπαιδευτικούς να παρέχουν άμεση και στοχευμένη ανατροφοδότηση στους μαθητές. Από μελέτες που έχουν γίνει, έχει διαπιστωθεί ότι η έγκαιρη ανατροφοδότηση συμβάλλει θετικά στην κατανόηση εννοιών και ορισμών καλύπτοντας άμεσα τυχόν κενά και ασάφειες γεγονόσ που βοηθά σημαντικά στην ενίσχυση της ακαδημαϊκής απόδοσης των μαθητών. Ακόμα, η ανάλυση δεδομένων από τα προγράμματα ΤΝ, επιτρέπει τον εντοπισμό των μαθησιακών κενών των μαθητών και των θεματικών ενοτήτων που απαιτούν πρόσθετη προσοχή. Οι εκπαιδευτικοί λαμβάνοντας υπόψη αυτά τα δεδομένα μπορούν να παρέμβουν άμεσα και στοχευμένα ώστε να καλύψουν τα κενά του κάθε μαθητή πριν αυτά γιγαντωθούν. Μελέτες που έχουν διεξαχθεί δείχνουν ότι όσο πιο στοχευμένες και έγκαιρες είναι οι παρεμβάσεις, τόσο πιο εύκολα καλύπτονται τα μαθησιακά κενά βελτιώνοντας την συνολική ακαδημαϊκή απόδοση των μαθητών. Επίσης, έχει βρεθεί ότι η ανάλυση των μαθησιακών κενών μέσω των προγραμμάτων ΑΙ, αποτελεί ένα από τα πιο αποδοτικά μέτρα πρόληψης της σχολικής αποτυχίας (Kabudi et al., 2021).

3.2.2 Επιρροή της τεχνητής νοημοσύνης στην ποιότητα διδασκαλίας

Τα οφέλη της χρήσης της ΤΝ στην εκπαίδευση δεν περιορίζονται μόνο στους μαθητές αλλά και στους ίδιους τους εκπαιδευτικούς. Ειδικότερα, τα προγράμματα ΤΝ ενσωματώνουν εργαλεία που επιτρέπουν στους καθηγητές να σχεδιάσουν αποδοτικά πλάνα μαθημάτων, να καθορίσουν τις ατομικές ανάγκες των μαθητών και να εξατομικεύσουν τον τρόπο διδασκαλίας σε μορφή που είναι απλή και κατανοητή για τον μαθητή. Η δυναμική προσαρμογή των αλγόριθμων τεχνητής νοημοσύνης ανάλογα με τις δεξιότητες των μαθητών, βοηθάει του εκπαιδευτές να ξεχωρίσουν τα δυνατά και αδύνατα σημεία του κάθε μαθητή και να κινηθούν αναλόγως με στόχο

την βαθύτερη κατανόηση εννοιών και την κάλυψη κενών. Μελέτες που έχουν γίνει καταδεικνύουν ότι η χρήση των σύγχρονων εκπαιδευτικών εργαλείων που βασίζονται στην ΑΙ, συμβάλλουν στην βελτίωση και την αποτελεσματικότητα των διδακτικών πρακτικών.

Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης ενισχύουν την ποιότητα διδασκαλίας μέσω της άμεσης αξιολόγησης και ανατροφοδότησης που προσφέρουν. Η αυτοματοποίηση της βαθμολόγησης για παράδειγμα, ελευθερώνει χρόνο στους εκπαιδευτικούς ώστε να μπορούν να εστιάσουν σε άλλα κρίσιμα θέματα όπως είναι εκπαιδευτικός σχεδιασμός και η συμμετοχή των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία ανεξαρτήτων δεξιοτήτων και ικανοτήτων. Το προηγούμενο έχει διαπιστωθεί και από μελέτες που δείχνουν ότι η απελευθέρωση χρόνου επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να αφιερώνουν περισσότερο χρόνο σε ουσιαστική επικοινωνία και αλληλεπίδραση με τους μαθητές, γεγονός που ενισχύει την ποιότητα της διδακτικής πρακτικής. Για παράδειγμα, η μελέτη των Magliano και Graesser (2012) διερεύνησε την επιρροή των προγραμμάτων ΤΝ στην αυτοματοποίηση της αξιολόγησης ερωτήσεων που έχουν δημιουργηθεί από τους εκπαιδευτικούς σχετικές με το μάθημα. Τα αποτελέσματα υπέδειξαν ότι τα συγκεκριμένα προγράμματα όχι μόνο αποτέλεσαν έναν πολύ αποτελεσματικό τρόπο βαθμολόγησης των απαντήσεων των μαθημάτων αλλά και ένα τρόπο μέσω του οποίου οι εκπαιδευτικοί εξοικονομούν ωφέλιμο διδακτικό χρόνο ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην ανάπτυξη διαδραστικών και εξατομικευμένων μεθόδων διδασκαλίας γεγονός που κατ' επέκταση μπορεί να ωφελήσει σημαντικά την ποιότητα και αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας. Ακόμα, η μελέτη των Owan et al. (2023) διερεύνησε τη χρήση των τεχνικών ΤΝ στην αξιολόγηση των μαθητών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα και την ακρίβεια των διαδικασιών αξιολόγησης. Επιπρόσθετα, ο χρόνος που εξοικονομείται από τη διαδικασία βαθμολόγησης αναγνωρίστηκε από τους ερευνητές ως ένα σημαντικό πλεονέκτημα καθώς επέτρεψε στους εκπαιδευτικούς να διαθέσουν τον χρόνο και να κατευθύνουν τις προσπάθειές τους σε πιο αποτελεσματικές διδακτικές πρακτικές.

Επιπρόσθετη μελέτη των González-Calatayud et al. (2021) διερεύνησαν την επιρροή της αυτόματης διόρθωσης μέσω προγραμμάτων ΤΝ στους εκπαιδευτικούς

και τους μαθητές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης για την αξιολόγηση των μαθητών μείωσε τον φόρτο εργασίας των εκπαιδευτικών καθώς η διαδικασία της βαθμολόγησης, αυτοματοποιήθηκε. Επιπρόσθετα, οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι είχαν περισσότερο χρόνο για να ασχοληθούν ουσιαστικά με τους μαθητές, παρέχοντάς τους στοχευμένη υποστήριξη και καθοδήγηση. Ακόμα, η μελέτη των Polak et al. (2022) είχε ως στόχο τη διερεύνηση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών όσον αφορά την εφαρμογή της ΤΝ στις τάξεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί θεωρούν τη χρήση της ΤΝ ως ιδιαίτερα ωφέλιμη ειδικότερα για τη διαδικασία αξιολόγησης των μαθητών καθώς μέσω αυτών των προγραμμάτων εξοικονομούν σημαντικό χρόνο. Επιπρόσθετα, οι εκπαιδευτικοί εξέφρασαν ότι η αποδοτικότητα που αποκτήθηκε μέσω της χρήσης αυτών των προγραμμάτων τους επέτρεψε να επικεντρωθούν στην προσαρμογή των εκπαιδευτικών στρατηγικών προκειμένου να καλύψουν τις διαφορετικές ανάγκες των μαθητών τους.

3.3 Εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση

3.3.1 Ευφυή συστήματα διδασκαλίας (Intelligent Tutoring Systems)

Τα ευφυή συστήματα διδασκαλίας (Intelligent Tutoring Systems, ITS) είναι εκπαιδευτικές τεχνολογίες αιχμής που σκοπό έχουν την παροχή εξατομικευμένης μαθησιακής εμπειρίας, με τρόπο ανάλογο με αυτόν της συμβατικής διδασκαλίας. Πιο συγκεκριμένα τα ευφυή συστήματα διδασκαλίας βασίζονται σε διάφορες κατηγορίες της τεχνητής νοημοσύνης όπως η επεξεργασία φυσικής γλώσσας, η μηχανική μάθηση και η αναπαράσταση γνώσης. Ο συνδυασμός όλων αυτών των χαρακτηριστικών, οδηγεί σε μια δυναμική μαθησιακή εμπειρία, που προσαρμόζεται στις ανάγκες του κάθε μαθητή. Τα ITS αναλύουν την αλληλεπίδραση των μαθητών με αυτά, και εντοπίζουν αδυναμίες και κενά με σκοπό της κάλυψή τους και την βελτίωση της προόδου τους. Ο τρόπος που το κάνουν είναι να επεξεργάζονται τα δεδομένα του μαθητή, και να προσαρμόζουν το περιεχόμενο, τον τρόπο παρουσίασης και το επίπεδο δυσκολίας, ανάλογα με το προφίλ του μαθητή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η διδασκαλία να γίνεται πιο κατανοητή και ενδιαφέρουσα, έχοντας ένα

επίπεδο δυσκολίας ικανό να τους κρατάει σε εγρήγορση, αλλά όχι πολύ υψηλό που θα τους αποθαρρύνει (Graesser et al., 2012).

Η εξατομικευμένη ανατροφοδότηση είναι ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των ευφυών συστημάτων διδασκαλίας. Αυτό είναι αδύνατο να εφαρμοστεί στις παραδοσιακές τάξεις όπου οι δάσκαλοι κάνουν μάθημα σε ένα μεγάλο σύνολο μαθητών και δεν μπορούν χρονικά να εστιάσουν στις ανάγκες του κάθε μαθητή ξεχωριστά. Αντίθετα τα ITS παρέχουν άμεση και εξατομικευμένη ανατροφοδότηση σχετικά με την απόδοση, τα λάθη και γενικά την πρόοδο του μαθητή στην ύλη του μαθήματος. Μέσω της ανατροφοδότησης και της προσαρμογής, ο μαθητής είναι σε θέση να διορθώσει τα λάθη του, να αναγνωρίσει τυχόν λανθασμένες αντιλήψεις ή ασάφειες, και να αναπτύξει μια βαθύτερη κατανόηση του θέματος. Ένα εξίσου σημαντικό χαρακτηριστικό των ITS είναι η δυνατότητα τους να κάνουν χρήση τεχνολογιών αιχμής, όπως η εικονική ή επαυξημένη πραγματικότητα, ώστε να εξάψουν το ενδιαφέρον των μαθητών. Προσαρμόζοντας αυτά τα χαρακτηριστικά στις προτιμήσεις του κάθε μαθητή, τα ITS δημιουργούν μια πιο ευχάριστη και καθηλωτική εμπειρία μάθησης. Ως αποτέλεσμα, οι μαθητές μπορούν να παραμείνουν αφοσιωμένοι στο περιεχόμενο του μαθήματος για περισσότερο χρόνο, έχοντας παράλληλα καλύτερη απόδοση. Επιπλέον, η διαδραστική φύση των ITS, μπορεί να ενισχύσει την αίσθηση αυτονομίας της μαθησιακής διαδικασίας, μιας και οι μαθητές είναι έχουν ενεργή συμμετοχή μεταβάλλοντας την διεξαγωγή του μαθήματος ανάλογα με τις επιδόσεις τους (Graesser et al., 2012).

Τα ευφυή συστήματα διδασκαλίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης, από το δημοτικό σχολείο μέχρι το πανεπιστήμιο, ακόμα και για την επαγγελματική κατάρτιση μέσω σεμιναρίων. Στο δημοτικό και στο γυμνάσιο, τα ITS μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να αναπτύξουν βασικές δεξιότητες, όπως είναι η σωστή ανάγνωση και ορθογραφία, τα μαθηματικά και οι βασικές αριθμητικές πράξεις, η εξοικείωση με τους υπολογιστές και την πληροφορική καθώς και η κατανόηση της φυσικής μέσω διαδραστικών εικονικών πειραμάτων. Η εξατομικευμένη διδασκαλία και άμεση ανατροφοδότηση των ITS, μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να ξεπεράσουν τις όποιες δυσκολίες μπορεί να εμφανίσουν

κατά την μαθησιακή διαδικασία. Ιδίως στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση, όπου οι μαθητές αποκτούν βασικές δεξιότητες σε θετικές, τεχνολογικές και θεωρητικές επιστήμες, τα ITS είναι εξαιρετικά σημαντικά καθώς τους παρέχουν τις βάσεις για την μελλοντική τους εξειδίκευση στην τριτοβάθμια εκπαίδευση και την επαγγελματική τους σταδιοδρομία (Graesser et al., 2012).

Με την κατανόηση των μαθησιακών αναγκών του κάθε μαθητή, τα ITS μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να ξεπεράσουν δυσκολίες και κενά που μπορεί να προκύψουν κατά την παράδοση του μαθήματος. Για παράδειγμα, πολλοί μαθητές δυσκολεύονται στα μαθηματικά με ορισμένες έννοιες και μεθόδους επίλυσης προβλημάτων. Τα ITS μπορούν να εντοπίσουν αυτά τα εμπόδια και να προσφέρουν στοχευμένη βοήθεια σε κάθε μαθητή, ώστε να μπορέσουν να ξεπεράσουν αυτές τις προκλήσεις και να μπορούν να συμμετέχουν ενεργά στο μάθημα. Στις θεωρητικές επιστήμες, όπως για παράδειγμα οι γλωσσικές τέχνες, τα ευφυή συστήματα διδασκαλίας μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να βελτιώσουν τις ικανότητές τους στην ανάγνωση, τη γραφή και την κριτική σκέψη. Αναλύοντας το προφίλ του κάθε μαθητή, τα ITS μπορούν να προσαρμόσουν τη διδασκαλία στις ατομικές προτιμήσεις και ανάγκες του καθενός, ώστε το μάθημα να γίνει πιο ελκυστικό και ευχάριστο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την βελτιστοποίηση της απόδοσης των μαθητών που αναπτύσσουν δεξιότητας βαθιάς κατανόησης και κριτικής σκέψης πάνω σε λογοτεχνικά έργα και κείμενα (Graesser et al., 2012).

Όσον αφορά τις τεχνολογικές και θεωρητικές επιστήμες, τα ευφυή συστήματα διδασκαλίας βοηθούν τους μαθητές να αποκτήσουν γερές βάσεις σε τομείς όπως τα μαθηματικά, η φυσική, η βιολογία και η χημεία. Αυτό μπορεί να γίνει μέσω διαδραστικών πειραμάτων και παραδειγμάτων για την κατανόηση ορολογιών και ανάπτυξη μεθοδολογίας για την επίλυση προβλημάτων. Ως συνέπεια οι μαθητές αποκτούν βαθύτερη κατανόηση των προαναφερθέντων επιστημονικών πεδίων, που τους βοηθά στην μετέπειτα ακαδημαϊκή και επαγγελματική τους πορεία. Στο χώρο της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, τα ευφυή συστήματα διδασκαλίας μπορούν να συνεισφέρουν στη ενίσχυση της συνολικής μαθησιακής εμπειρίας των φοιτητών. Τα συστήματα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να συμπληρώσουν τον συμβατικό τρόπο διδασκαλίας ή ακόμα και να αντικαταστήσουν ορισμένα εφαρμοσμένα

μαθήματα που βασίζονται στην ικανότητα επίλυσης προβλημάτων, όπως στους τομείς της μηχανικής, της φυσικής, των μαθηματικών και της επιστήμης υπολογιστών. Επιπλέον, η χρήση των ITS επιτρέπει στους φοιτητές να εξασκηθούν και να βελτιώσουν τις δεξιότητές τους σε ένα ασφαλές και υποστηρικτικό περιβάλλον, προετοιμάζοντας τους καλύτερα για τις ανάγκες του πραγματικού κόσμου (Graesser et al., 2012).

Ένα συχνό μειονέκτημα των πανεπιστημίων είναι ότι, ενώ προσφέρουν εξαιρετική θεωρητική γνώση, εστιάζουν ελλιπώς στην πρακτική εξάσκηση των φοιτητών που είναι απολύτως απαραίτητη στην αγορά εργασίας. Τα ITS μπορούν να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος παρέχοντας στους φοιτητές μια πλατφόρμα που τους επιτρέπει να αναπτύξουν και να βελτιώσουν τις δεξιότητές τους σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον εκμάθησης. Αυτό μάλιστα μπορεί να είναι ιδιαίτερα ωφέλιμο σε τεχνολογικούς και εφαρμοσμένους τομείς όπως η μηχανική και η επιστήμη των υπολογιστών, όπου η πρακτική εξειδίκευση είναι ζωτικής σημασίας. Ένα άλλο πλεονέκτημα των ευφυών συστημάτων διδασκαλίας στην τριτοβάθμια εκπαίδευση είναι η ικανότητά τους να παρέχουν στους φοιτητές άμεση ανατροφοδότηση. Λόγω του μεγάλου φόρτου εργασίας των καθηγητών στα πανεπιστήμια, οι φοιτητές μπορεί να μην λαμβάνουν έγκαιρα σχόλια σχετικά με απορίες που μπορεί να έχουν, αλλά και την ανατροφοδότηση ως προς την πρόοδο τους στο μάθημα. Σε συνδυασμό μάλιστα με το γεγονός ότι τα μαθήματα είναι 6 μηνών και όχι ενός έτους που είναι στα σχολεία, μπορεί να λειτουργήσει ανασταλτικά δυσκολεύοντας την κατανόηση και αποθαρρύνοντας τους φοιτητές από την παρακολούθηση του μαθήματος. Τα ITS μπορούν να παρέχουν άμεση και εξατομικευμένη ανατροφοδότηση σχετικά με την απόδοση, τα λάθη και την πρόοδο των φοιτητών, βοηθώντας τους να κατανοήσουν την διδακτέα ύλη και να μην αποκοπούν από το μάθημα (Graesser et al., 2012).

Αναλύοντας το προφίλ του κάθε φοιτητή, τα ITS μπορούν να βοηθήσουν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων που είναι απαραίτητες για μια πληθώρα εφαρμογών του πραγματικού κόσμου. Για παράδειγμα, στο πεδίο της φυσικής και της μηχανικής, οι φοιτητές μπορούν να κάνουν εικονικά πειράματα και να σχεδιάζουν μηχανικά μοντέλα ώστε να ελέγχουν την απόδοσή τους. Στην χημεία μπορούν να κάνουν

εικονικές χημικές αντιδράσεις και να βλέπουν δυναμικά τα αποτελέσματα της αντίδρασης. Στην επιστήμη των υπολογιστών μπορούν να χρησιμοποιούν τα ITS για να βελτιώσουν τις ικανότητες τους στον προγραμματισμό και στην επίλυση αλγοριθμικών προβλημάτων. Όλες αυτές οι δυνατότητες των ITS βοηθούν τους φοιτητές στην αυτοπεποίθηση τους, καθώς μαθαίνουν να εργάζονται αυτόνομα, και τους προσφέρουν πρακτική εμπειρία που είναι απαραίτητη στην αγορά εργασίας (Graesser et al., 2012). Αντίστοιχα, στον χώρο της ιατρικής, τα ευφυή συστήματα διδασκαλίας μπορούν να προσομοιώνουν ασθένειες και καταστάσεις υγείας, προκαλώντας τους φοιτητές να τις διαγνώσουν και να τις αντιμετωπίσουν. Αυτή η διαδραστική και πρακτική εξάσκηση βοηθά τους φοιτητές να αναπτύξουν τις διαγνωστικές και θεραπευτικές τους δεξιότητες σε ένα ασφαλές και ελεγχόμενο περιβάλλον.

Πέραν του χώρου της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, τα ευφυή συστήματα διδασκαλίας μπορούν να είναι εξαιρετικά χρήσιμα για την επαγγελματική κατάρτιση και ανάπτυξη ατόμων που, είτε είναι επαγγελματίες και επιθυμούν να παραμείνουν ενημερωμένοι στις απαιτήσεις του κλάδου τους, είτε επιθυμούν να παρακολουθήσουν σεμινάρια για να αποκτήσουν δεξιότητες σε έναν νέο τομέα. Αυτό που κάνουν λοιπόν τα ITS είναι να παρέχουν εξατομικευμένες και προσαρμοσμένες εμπειρίες μάθησης σε επαγγελματίες, με σκοπό να αποκτήσουν νέες δεξιότητες ή να ενημερωθούν σχετικά με τις εξελίξεις στον κλάδο τον οποίο ανήκουν. Ως αποτέλεσμα τα άτομα αυτά γίνονται αποδοτικότεροι στην εργασία τους και αναπτύσσουν δεξιότητες και σε άλλους επαγγελματικούς τομείς.

Εκτός από τη βελτίωση εκμάθησης των μαθητών και φοιτητών, τα ευφυή συστήματα διδασκαλίας μπορούν επίσης να παρέχουν πολύτιμες γνώσεις σε εκπαιδευτικούς και ερευνητές. Αναλύοντας τις δυσκολίες, την πρόοδο και τον ρυθμό μάθησης, τα συστήματα αυτά δημιουργούν ένα λεπτομερές προφίλ του κάθε μαθητή. Αυτό βοηθάει τους εκπαιδευτικούς να έχουν σαφή εικόνα των αναγκών του κάθε μαθητή ώστε να κάνουν τις ανάλογες παρεμβάσεις, καθώς επίσης και τους ερευνητές για τα στατιστικά δεδομένα που τους προσφέρει. Επίσης από αυτά τα δεδομένα μπορούν να εντοπιστούν και να διορθωθούν ατέλειες του προγράμματος

σπουδών, καθώς επίσης και κενά ή ασάφειες της διδακτέας ύλης (Graesser et al., 2012).

Από τα προηγούμενα είναι ξεκάθαρη η σπουδαιότητα των ευφυών συστημάτων διδασκαλίας σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες αλλά και στον επαγγελματικό τομέα. Υπάρχουν όμως αδυναμίες και προκλήσεις των συστημάτων αυτών που πρέπει να σημειωθούν. Μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις είναι η δημιουργία περιεχομένου υψηλής ποιότητας που καλύπτει συνολικά ένα θέμα και παράλληλα ανταποκρίνεται στις διαφορετικές ανάγκες μαθητών. Για την επίτευξη αυτού του διττού σκοπού, απαιτείται τα ITS να μπορούν να κατανοήσουν σε βάθος τόσο της θεματική περιοχή όσο και τον βέλτιστο τρόπο με τον οποίο ο κάθε μαθητής μαθαίνει καλύτερα. Αυτό είναι αρκετά σύνθετο και απαιτείται χρόνος και μεγάλος όγκος δεδομένων, μέχρι τα ITS να μπορέσουν να φτάσουν σε αυτό το επίπεδο.

Μια άλλη πρόκληση των ITS, είναι η δημιουργία υψηλής ποιότητας εκπαιδευτικού υλικού που από τη μία θα είναι προσαρμοσμένο στις ανάγκες του κάθε μαθητή, και από την άλλη θα είναι απλό και κατανοητό διεγείροντας το ενδιαφέρον του μαθητή. Για την επίτευξη των παραπάνω τα ITS πρέπει να έχουν την απαραίτητη εξειδίκευση πάνω στο αντικείμενο του μαθήματος, και επιπλέον να έχουν καλές γνώσεις παιδαγωγικών προσεγγίσεων για την αποτελεσματική προσαρμογή του μαθήματος. Ένα άλλο εμπόδιο, που αφορά κυρίως τις μη αναπτυσσόμενες χώρες, αφορά την προσβασιμότητα σε ITS τεχνολογίες. Φτωχές κοινωνίες που δεν έχουν πόρους και κατάλληλες υποδομές, είναι αδύνατο να κάνουν χρήση αυτών των συστημάτων. Από τη στιγμή που η παιδεία είναι κοινωνικό αγαθό, θα πρέπει να διασφαλιστεί ότι τα ευφυή συστήματα διδασκαλίας θα είναι οικονομικά προσιτά ακόμα και σε φτωχά έθνη, καθώς επίσης ότι θα υπάρχουν και οι κατάλληλες υποδομές να τα υποστηρίξουν (Graesser et al., 2012). Για παράδειγμα χώρες στις οποίες τα σχολεία έχουν εξαιρετικά περιορισμένους πόρους, η δημιουργία (αγορά εξοπλισμού) και η διατήρηση (συντήρηση μηχανημάτων, ανανέωση άδειας χρήσης) ενός ευφυούς συστήματος διδασκαλίας μπορεί να είναι απαγορευτικά δαπανηρή. Επίσης η απαιτούμενη τεχνολογία μπορεί να μην είναι διαθέσιμη σε αυτές τις περιοχές, για παράδειγμα να μην υπάρχει πρόσβαση στο Διαδίκτυο. Η επίλυση αυτών των προβλημάτων προσβασιμότητας είναι επιτακτική ανάγκη ώστε όλοι οι

μαθητές να έχουν τις ίδιες ευκαιρίες μόρφωσης και εκπαίδευσης, σε όλο τον κόσμο. Για να ξεπεραστούν αυτές οι προκλήσεις πρέπει να υπάρξει συντονισμός σε παγκόσμιο επίπεδο, ώστε να αναπτυχθούν αποτελεσματικές στρατηγικές για τη δημιουργία υψηλής ποιότητας περιεχομένου ITS, που να είναι προσβάσιμο και προσιτό για όλο τον κόσμο. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει τη συνεργασία μεταξύ εκπαιδευτικών και ειδικών τεχνολογίας από πολλές χώρες του κόσμου, με σκοπό την αναβάθμιση των ITS για την παραγωγή περιεχομένου που να είναι ακριβές και προσαρμόσιμο σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο πληθυσμό. Επιπρόσθετα θα πρέπει να διερευνηθούν πιθανοί τρόποι χρηματοδότησης των σχολείων που δεν διαθέτουν τους απαραίτητους πόρους ώστε να γεφυρωθεί του χάσμα προσβασιμότητας (Graesser et al., 2012).

Συνοψίζοντας, τα ευφυή συστήματα διδασκαλίας μπορούν να φέρουν επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές μαθαίνουν και αλληλεπιδρούν με το εκπαιδευτικό περιεχόμενο. Αξιοποιώντας τις δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης και της εκπαιδευτικής ψυχολογίας, τα ευφυή συστήματα διδασκαλίας μπορεί να παρέχουν διαδραστικούς τρόπους εκμάθησης που προσαρμόζονται στις ανάγκες του εκάστοτε μαθητή. Οι εφαρμογές που έχουν τα συστήματα αυτά, εκτείνονται σε όλο το εκπαιδευτικό φάσμα, από το σχολείο μέχρι το πανεπιστήμιο, καθώς επίσης και για την επαγγελματική κατάρτιση ατόμων στον εργασιακό τομέα. Καθώς τα ευφυή συστήματα διδασκαλίας εξελίσσονται συνεχώς και εισχωρούν ολοένα και περισσότερο στην εκπαίδευση, η αντιμετώπιση της ελλιπούς προσβασιμότητας σε αναπτυσσόμενες και δυσπρόσιτες περιοχές, είναι ζωτικής σημασίας για να διασφαλιστεί ότι όλοι οι μαθητές θα έχουν ίσες μαθησιακές και επαγγελματικές ευκαιρίες.

3.3.2 Αυτοματοποιημένα Συστήματα Αξιολόγησης (Automated Assessment Systems, AAS)

Τα τελευταία χρόνια, οι νέες τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης έχουν αλλάξει ριζικά τον τομέα της εκπαίδευσης. Τα αυτοματοποιημένα συστήματα αξιολόγησης (Automated Assessment Systems, AAS) έχουν γίνει ένα πολύτιμο εργαλείο για τους εκπαιδευτικούς, τους μαθητές και τα σχολεία γενικότερα. Αυτά

τα συστήματα χρησιμοποιούν την τεχνητή νοημοσύνη, την επεξεργασία φυσικής γλώσσας και την μηχανική μάθηση για να απλοποιήσουν τη διαδικασία αξιολόγησης. Αυτό που κάνουν είναι να παρέχουν εξατομικευμένη ανατροφοδότηση στους μαθητές και να προσφέρουν πληροφορίες στους δασκάλους σχετικά με την επίδοση του κάθε μαθητή. Έτσι ο ρόλος των AAS είναι διπλός, από τη μια βοηθούν τους μαθητές βελτιώνοντας την μαθησιακή τους εμπειρία, και από την άλλη αποτελούν ένα πολύτιμο εργαλείο για τους εκπαιδευτικούς σχετικά με την αξιολόγηση της επίδοσης των μαθητών και την ανατροφοδότηση που μπορούν να τους παρέχουν (Turner et al., 2023).

Όπως τα ευφυή συστήματα διδασκαλίας, έτσι και τα αυτοματοποιημένα συστήματα αξιολόγησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλο το φάσμα των εκπαιδευτικών βαθμίδων, καθώς επίσης και για την επαγγελματική κατάρτιση ατόμων. Αυτά τα συστήματα μπορούν να αξιολογήσουν μια πληθώρα δεξιοτήτων, όπως τον γραπτό και προφορικό λόγο, την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και την κριτική σκέψη. Με την αυτοματοποίηση της διαδικασίας αξιολόγησης, τα συστήματα αυτά εξοικονομούν πολύτιμο χρόνο και προσπάθεια στους εκπαιδευτικούς, που τους επιτρέπει να επικεντρωθούν σε άλλες εκπαιδευτικές υποχρεώσεις όπως η βελτίωση της ποιότητας διδασκαλίας και η εξατομικευμένη υποστήριξη των μαθητών (Turner et al., 2023). Ένα πλεονέκτημα των αυτοματοποιημένων συστημάτων αξιολόγησης είναι η άμεση ανατροφοδότηση που παρέχουν στους μαθητές. Για παράδειγμα μετά από κάποιο διαγώνισμα οι μαθητές πρέπει να περιμένουν αρκετά μεγάλο διάστημα μέχρι ο δάσκαλος να διορθώσει τα γραπτά και να τους ενημερώσει για τα αποτελέσματα. Αντίθετα τα AAS αξιολογούν άμεσα τις απαντήσεις, παρέχοντας ανατροφοδότηση σχετικά με τα λάθη, της παραλήψεις, αλλά και τα σημεία που χρειάζονται περισσότερη μελέτη. Αυτή η άμεση ανατροφοδότηση βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν τα λάθη τους, χωρίς να αναστέλλεται η πρόοδος τους περιμένοντας να λάβουν τα αποτελέσματα των εξετάσεων.

Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό των AAS είναι η δυνατότητα να παρέχουν εξατομικευμένη καθοδήγηση και σχόλια. Αναλύοντας τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές αλληλεπιδρούν και αποδίδουν στο μάθημα, τα συστήματα αυτά

εντοπίζουν τις θεματικές περιοχές που ο μαθητής έχει δυσκολίες, και παρέχουν επιπλέον υποστήριξη σε αυτόν. Αυτή η στοχευμένη παροχή βοήθειας και καθοδήγησης, βοηθά τους μαθητές να καλύψουν τα κενά και τις όποιες αδυναμίες, ώστε να βελτιώσουν τη σχολική τους επίδοση. Όσον αφορά τους εκπαιδευτικούς, τα αυτοματοποιημένα συστήματα αξιολόγησης μπορούν να κάνουν τις διορθώσεις και αξιολογήσεις με αποτέλεσμα οι εκπαιδευτικοί να εξοικονομούν πολύτιμο χρόνο, ιδίως σε τάξεις με μεγάλο αριθμό μαθητών. Ο περισσότερος διαθέσιμος χρόνος επιτρέπει στους δασκάλους επικεντρώνονται περισσότερο στους μαθητές για την παροχή καλύτερης καθοδήγησης και επιπρόσθετης υποστήριξης, ιδίως για τους πιο αδύναμους μαθητές (Turner et al., 2023).

Με την δυνατότητα των AAS να δημιουργούν ολοκληρωμένα προφίλ των μαθητών, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να εντοπίσουν συνήθειες και μοτίβα που αφορούν την απόδοση των μαθητών. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, οι δάσκαλοι μπορούν να προσαρμόζουν τον τρόπο διδασκαλίας τους ώστε να ανταποκρίνονται καλύτερα στις ανάγκες των μαθητών. Για παράδειγμα, από τα δεδομένα που εξάγονται από τα AAS, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να ενημερώνονται για τα δυνατά και αδύνατα σημεία των μαθητών τους, την συμμετοχή τους, όπως και την αποτελεσματικότητα των μεθόδων διδασκαλίας που εφαρμόζουν. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμεύσουν στη βελτίωση του τρόπου διδασκαλίας των εκπαιδευτικών και της ενημέρωσης του προγράμματος σπουδών, οδηγώντας τελικά σε ενίσχυση της απόδοσης των μαθητών αλλά και την αναβάθμιση του εκπαιδευτικού συστήματος (Turner et al., 2023).

Παρόλα τα πλεονεκτήματα των αυτοματοποιημένων συστημάτων αξιολόγησης, η εφαρμογή τους αντιμετωπίζει αρκετές προκλήσεις. Ένα βασικό εμπόδιο είναι η ανάπτυξη περιεχομένου υψηλής ποιότητας που εκφράζει με σαφήνεια την ύλη του μαθήματος και ταυτόχρονα καλύπτει τις διάφορες μαθησιακές ανάγκες και ιδιαιτερότητες του εκάστοτε μαθητή. Για να επιτευχθεί αυτή η ισορροπία, απαιτείται βαθιά κατανόηση του θεματικού πεδίου αλλά και άριστες γνώσεις εκπαιδευτικής ψυχολογίας για την κατάλληλη προσέγγιση στις ανάγκες του κάθε μαθητή. Μια άλλη δυσκολία έγκειται στη διασφάλιση της προσβασιμότητας

και της οικονομικής προσιτότητας των AAS, ειδικά στις μη αναπτυσσόμενες χώρες και σε δυσπρόσιτες περιοχές (Turner et al., 2023).

Για την αντιμετώπιση των προαναφερθέντων δυσκολιών, θα πρέπει να γίνουν συντονισμένες προσπάθειες, από πολλά έθνη, για τη δημιουργία υψηλής ποιότητας περιεχομένου AAS που θα καλύπτει όσο το δυνατόν μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού, και που θα είναι παράλληλα προσβάσιμο και οικονομικά προσιτό για όλους. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού, θα πρέπει να συνεργαστούν πολλά εκπαιδευτικά ιδρύματα καθώς και ειδικοί προγραμματιστές σε συστήματα τεχνητής νοημοσύνης, ώστε να δημιουργήσουν μια πλατφόρμα που θα έχει βαθιά γνώση του αντικειμένου σπουδών και ταυτόχρονα θα είναι προσαρμόσιμη στα μοναδικά χαρακτηριστικά του κάθε μαθητή. Όσον αφορά την δυσκολία προσβασιμότητας και οικονομικής προσιτότητας, θα πρέπει να υπάρξουν ευκαιρίες χρηματοδότησης και συνεργασιών μεταξύ πολλών εκπαιδευτικών ιδρυμάτων, έτσι ώστε να μην αποκλείονται από την μαθησιακή διαδικασία μαθητές που ζουν σε φτωχές ή δυσπρόσιτες περιοχές.

Συνοπτικά, τα αυτοματοποιημένα συστήματα αξιολόγησης έχουν τη δυνατότητα να εξελίσσουν ριζικά την εκπαιδευτική διαδικασία, καθώς μπορούν να παρέχουν εξατομικευμένες οδηγίες και άμεση ανατροφοδότηση για τους μαθητές, αλλά και πολύτιμες γνώσεις για την βελτίωση του τρόπου διδασκαλίας των εκπαιδευτικών. Η επίλυση των προκλήσεων που αφορούν την πρόσβαση και το κόστος αυτών των συστημάτων, θα μπορούσαν να καταστήσουν τα AAS αναπόσπαστο μέρος της εκπαιδευτικού συστήματος. Καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται, η ενσωμάτωση των AAS σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες γίνεται όλο και πιο αναγκαία, οδηγώντας σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα προετοιμάζοντας τους μαθητές για τη μελλοντική τους σταδιοδρομία.

3.3.3 Συστήματα Αναγνώρισης Προσώπου (Facial Recognition Systems)

Υπάρχει μια εκθετική ανάπτυξη των συστημάτων αναγνώρισης προσώπου (Facial Recognition Systems, FRS) τα τελευταία χρόνια. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν προηγμένους αλγόριθμους για την αναγνώριση και επαλήθευση

ατόμων, αναλύοντας τα χαρακτηριστικά του προσώπου τους. Η ραγδαία εξέλιξη των FRS, συνεισφέρει μεταξύ άλλων στην ενίσχυση της ασφάλειας και εξατομίκευση των εμπειριών, σε διάφορους κλάδους και τομείς. Όσον αφορά την ασφάλεια, τα FRS χρησιμοποιούνται σε μια πληθώρα εφαρμογών, όπως στον έλεγχο των ατόμων που εισέρχονται σε κτίρια, στον έλεγχο που γίνεται στα αεροδρόμια και στην επαλήθευση της ψηφιακής ταυτότητας σε ηλεκτρονικές συναλλαγές. Αυτά τα συστήματα μπορούν να εντοπίσουν με ακρίβεια συγκεκριμένα άτομα, γεγονός που τα καθιστά ιδανικά στην αποτροπή της μη-εξουσιοδοτημένης πρόσβασης, στη διατήρηση της δημόσιας ασφάλειας, αλλά και στη διευκόλυνση του ελέγχου ταυτότητας. Τα FRS μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και για καθημερινές ασχολίες των πολιτών, όπως το ξεκλείδωμα τηλεφώνων μέσω αναγνώρισης προσώπου, η πραγματοποίηση πληρωμών και η εξατομίκευση του μάρκετινγκ με βάση την ταυτότητα ενός ατόμου (Kortli et al., 2020).

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα των συστημάτων αναγνώρισης προσώπου είναι το υψηλό επίπεδο ασφάλειας και ακρίβειας που παρέχουν κατά την επαλήθευση της ταυτότητας των ατόμων. Οι παραδοσιακές μέθοδοι αναγνώρισης, όπως η χρήση κωδικού πρόσβασης και το PIN, μπορεί να είναι ευάλωτες στην πειρατεία ή κλοπή. Ωστόσο, τα FRS βασίζονται στα μοναδικά χαρακτηριστικά που έχει το πρόσωπο κάθε ατόμου, τα οποία είναι εξαιρετικά δύσκολο να αντιγραφούν ή να παραποιηθούν, καθιστώντας τα συστήματα αυτά μια πολύ πιο ασφαλή επιλογή για την επαλήθευση ταυτότητας. Αυτή η βελτιωμένη ασφάλεια είναι εξαιρετικά σημαντική σε απόρρητα περιβάλλοντα, όπως κυβερνητικά κτίρια, τράπεζες, πυρηνικά εργοστάσια, αποθήκες ενέργειας και φαρμάκων κ.α. (Kortli et al., 2020).

Πέραν της κυβερνητικής / εταιρικής ασφάλειας, τα συστήματα αναγνώρισης προσώπου διευκολύνουν του απλούς πολίτες στις καθημερινές αλληλεπιδράσεις τους με την ψηφιακή τεχνολογία. Για παράδειγμα, η τεχνολογία αναγνώρισης προσώπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το ξεκλείδωμα κινητών τηλεφώνων, των τάμπλετ ή φορητών υπολογιστών, εξαλείφοντας την ανάγκη να θυμούνται οι χρήστες σύνθετους κωδικούς πρόσβασης ή PIN. Αυτή η ευκολία εισόδου, συνεπάγεται σε μια βελτιωμένη εμπειρία χρήστη και αποδοχής αυτών των τεχνολογιών (Kortli et al., 2020).

Ένα άλλο χαρακτηριστικό των συστημάτων αναγνώρισης προσώπου είναι η δυνατότητα που έχουν να αλλάζουν τον τρόπο με τον οποίο οι επιχειρήσεις αλληλεπιδρούν με τους πελάτες τους. Τα συστήματα αυτά επεξεργάζονται μη-λεκτικά χαρακτηριστικά όπως οι εκφράσεις του προσώπου, των χειλιών και οι κινήσεις των ματιών, βοηθώντας τις εταιρείες να κατανοήσουν σε βάθος τις προτιμήσεις και τα συναισθήματά των πελατών. Ως αποτέλεσμα, είναι σε θέση να παρέχουν πιο εξατομικευμένο και ελκυστικό περιεχόμενο, οδηγώντας σε αυξημένη ικανοποίηση των πελατών, αυξάνοντας έτσι την κερδοφορία. Πέραν της ασφάλειας και της ευχρηστίας, τα συστήματα αναγνώρισης προσώπου έχουν πολύτιμη εφαρμογή στην υγειονομική περίθαλψη και την ευημερία των ασθενών. Για παράδειγμα μπορούν να παρακολουθούν ζωτικά σημεία των ασθενών και να ενημερώνουν τους γιατρούς σε περίπτωση δυσλειτουργίας. Μπορούν επίσης να παρακολουθούν την ανάρρωση τους και να προτείνουν εξατομικευμένα θεραπευτικά σχήματα, ανάλογα με το προφίλ του κάθε ασθενή. Μια άλλη εφαρμογή σχετίζεται με την ανάλυση των εκφράσεων του προσώπου των ασθενών, επιτρέποντας στους γιατρούς και το νοσηλευτικό προσωπικό να κατανοήσουν καλύτερα τα συναισθήματα των ασθενών και να προσαρμόσουν ανάλογα την περίθαλψη τους (Kortli et al., 2020). Παρόλο που τα συστήματα αναγνώρισης προσώπου έχουν πολλά πλεονεκτήματα, υπάρχουν αρκετές δυσκολίες στην εφαρμογή τους. Ένα θεμελιώδες ζήτημα είναι η ανησυχία παραβίασης του απορρήτου και της μη-εξουσιοδοτημένης πρόσβασης στα προσωπικά δεδομένα των πολιτών. Η αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων, απαιτεί πολιτικές και νομοθετικές πρωτοβουλίες με σαφείς κατευθυντήριες γραμμές και ρυθμιστικά πλαίσια, που θα διασφαλίζει την υπεύθυνη χρήση αυτών των συστημάτων και θα προστατεύει το απόρρητο των χρηστών.

Μια άλλη πρόκληση είναι η ανάγκη συνεχής βελτίωσης της ακρίβειας και αξιοπιστίας των συστημάτων αναγνώρισης προσώπου. Καθώς τα συστήματα αυτά διαδίδονται σε όλο τον κόσμο, είναι σημαντικό να λειτουργούν εξίσου αποτελεσματικά για όλα τα άτομα ανεξαρτήτως χρώματος δέρματος, ηλικίας και φύλου. Αυτό απαιτεί τη συνέχιση συνεργασίας μεταξύ ερευνητών και ειδικών προγραμματιστών σε ΑΙ τεχνολογίες, ώστε οι αλγόριθμοι των συστημάτων αναγνώρισης προσώπου να γίνονται όλο και αποδοτικότεροι λαμβάνοντας υπόψη όλα τα εξωτερικά χαρακτηριστικά των πολιτών (Kortli et al., 2020).

Συνοπτικά, τα συστήματα αναγνώρισης προσώπου έχουν τη δυνατότητα να μεταμορφώσουν πολλούς κλάδους και βιομηχανίες καθώς και την καθημερινότητα των πολιτών. Αυτό είναι εφικτό μέσω της αναβαθμισμένης ασφάλειας που προσφέρουν και τις καλύτερης εξατομικευμένης εμπειρίας. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στα ζητήματα που προκύπτουν σχετικά με το απόρρητο, την ακρίβεια και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, τα ζητήματα αυτά μπορούν να αντιμετωπιστούν, ούτως ώστε η αναγνώριση προσώπου να αποτελέσει ένα πολύτιμο εργαλείο για τη δημιουργία μιας πιο ασφαλούς και εξατομικευμένης κοινωνίας, τόσο για τους ανθρώπους όσο και τους εταιρικούς / κυβερνητικούς οργανισμούς.

3.3.4 Συστήματα Έγκαιρης Προειδοποίησης (Early Warning Systems, EWS)

Τα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης (Early Warning Systems, EWS) στο χώρο της εκπαίδευσης έχουν σχεδιαστεί για τον εντοπισμό μαθητών που μπορεί να διατρέχουν υψηλό κίνδυνο υποαπόδοσης, να παρουσιάζουν προβλήματα στη συμπεριφορά τους ή να αντιμετωπίζουν κοινωνικές και συναισθηματικές πιέσεις. Τα συστήματα αυτά ενημερώνουν τους εκπαιδευτικούς έτσι ώστε να παρέχουν έγκαιρη υποστήριξη στους μαθητές με τις κατάλληλες παρεμβάσεις όπου απαιτείται. Σκοπός των EWS είναι η ελαχιστοποίηση των ποσοστών εγκατάλειψης του μαθήματος ή/και του σχολείου, καθώς επίσης και η υποστήριξη σε μαθητές που αισθάνονται αβοήθητοι ή πιεσμένοι. Αυτό έχει ως συνέπεια τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος χωρίς αποκλεισμούς παρέχοντας στο εκπαιδευτικό προσωπικό πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την σχολική και κοινωνική ανάπτυξη των μαθητών (Kelman & Glantz, 2014).

Για να μπορέσουν να φτιάξουν του προφίλ κινδύνου ενός μαθητή, τα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης συλλέγουν και εξετάζουν ένα μεγάλο όγκο δεδομένων, όπως η συχνότητα παρακολούθησης και συμμετοχής στο μάθημα, βαθμολογίες και βαθμούς εξετάσεων, αναφορές τυχόν πειθαρχικών παραπτωμάτων και κοινωνικούς και συναισθηματικούς δείκτες. Στη συνέχεια αυτές οι πληροφορίες αναλύονται με σκοπό για τον εντοπισμό μοτίβων και τάσεων που μπορεί να

σηματοδοτούν πιθανούς κινδύνους για τον μαθητή ή/και τους συμμαθητές και δασκάλους του. Τα αποτελέσματα που εξάγουν τα συστήματα αυτά, βοηθούν καταλυτικά τους εκπαιδευτικούς και το σχολικό προσωπικό γενικότερα, στην λήψη των κατάλληλων παρεμβάσεων για την αντιμετώπιση αυτών των κινδύνων (Kelman & Glantz, 2014). Εντοπίζοντας έγκαιρα τους μαθητές που βρίσκονται σε κίνδυνο, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να τους δώσουν την κατάλληλη υποστήριξη και δαπανήσουν τους απαραίτητους πόρους ώστε οι μαθητές να ξεπεράσουν αυτές τις προκλήσεις και να μην αποκοπούν από τις σπουδές τους. Αυτή η προληπτική προσέγγιση, διορθώνει το πρόβλημα όσο βρίσκεται ακόμη σε αρχικό στάδιο, με συνέπεια οι μαθητές να μην αποκόβονται από τα μαθήματα τους, οδηγώντας τελικά σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα και υψηλότερους ρυθμούς αποφοίτησης.

Ένα άλλο πλεονέκτημα των συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης έγκειται στην προώθηση της δικαιοσύνης και της ίσης ένταξης όλων των μαθητών στην εκπαίδευση. Τα συστήματα αυτά μπορούν να εντοπίζουν μαθητές που είναι περιθωριοποιημένοι ή που δεν υποστηρίζονται επαρκώς, και συμβάλουν στην κάλυψη των όποιων κενών έχουν καθώς και στη διασφάλιση ότι όλοι οι μαθητές θα έχουν πρόσβαση στους πόρους και στον εξοπλισμό που είναι απαραίτητος για την επιτυχία τους. Η εστίαση στην ισότητα και την δικαιοσύνη, μπορεί να δημιουργήσει ένα πιο φιλόξενο και υποστηρικτικό περιβάλλον μάθησης για όλους τους μαθητές, ανεξάρτητα από το κοινωνικο-οικονομικό τους υπόβαθρο ή την ψυχική κατάσταση τους (Kelman & Glantz, 2014). Επιπλέον, τα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης μπορούν να βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς και το διοικητικό προσωπικό να λαμβάνουν τις βέλτιστες αποφάσεις σχετικά με τον καταμερισμό των πόρων και την αξιολόγηση του προγράμματος σπουδών. Τα EWS έχουν τη δυνατότητα να αναλύουν διαφορετικά είδη παρεμβάσεων και στρατηγικών υποστήριξης και να προσδιορίζουν ποιες από αυτές τις προσεγγίσεις αναμένεται να έχουν τα καλύτερα αποτελέσματα, βάσει του προφίλ των μαθητών, και ποια θεματικά πεδία χρειάζονται περισσότερη προσοχή. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν βελτιώσουν το πρόγραμμα σπουδών, καθώς και τις μεθόδους διδασκαλίας των εκπαιδευτικών.

Θα πρέπει ωστόσο να τονισθεί ότι για την αποτελεσματική εφαρμογή των συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης στα σχολεία, θα πρέπει να υπάρχουν σαφείς

οδηγίες και πρωτόκολλα για τη συλλογή και χρήση των δεδομένων, καθώς και την προστασία του απορρήτου των μαθητών. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι τα συστήματα αυτά θα πρέπει να ενημερώνονται συχνά για την κάλυψη κενών ασφαλείας που μπορεί να δώσουν πρόσβαση σε μη-εξουσιοδοτημένα άτομα, καθώς επίσης και την εκπαίδευση του εκπαιδευτικού προσωπικού σχετικά με την ορθολογική χρήση των EWS και την ασφαλή διαχείριση των δεδομένων για την προστασία του απορρήτου των μαθητών. Τέλος, είναι σημαντικό, μαθητές και εκπαιδευτικοί, να παρέχουν τακτικά ανατροφοδότηση στους προγραμματιστές αυτών των συστημάτων, ούτως ώστε να διασφαλίζεται ότι τα συστήματα αυτά εξελίσσονται βάσει των πραγματικών αναγκών της σχολικής κοινότητας, χωρίς να αποκλείονται συγκεκριμένες ομάδες.

Συνοψίζοντας, τα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης μπορούν να αναβαθμίσουν ριζικά τον χώρο της εκπαίδευσης, εντοπίζοντας έγκαιρα μαθητές που διατρέχουν υψηλό κίνδυνο υποαπόδοσης, είναι περιθωριοποιημένοι ή βρίσκονται υπό κοινωνική και συναισθηματική πίεση. Από τα αποτελέσματα των συστημάτων αυτών, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να βοηθήσουν αυτούς τους μαθητές σχεδιάζοντας πιο αποτελεσματικά και δίκαια περιβάλλοντα μάθησης. Καθώς τα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης εξελίσσονται και γίνονται πιο αποδοτικά και ασφαλή, είναι θέμα χρόνου να αποτελούν τον βασικό πυλώνα για την σχολική και επαγγελματική επιτυχία των μαθητών.

3.3.5 Chatbots

Τα chatbots είναι προγράμματα υπολογιστών που έχουν σχεδιαστεί για να μιμούνται την ανθρώπινη συνομιλία μέσω ανταλλαγής κειμένου ή φωνής. Υπάρχουν διάφοροι τύποι chatbots, όπως για την υποστήριξη πελατών σε ηλεκτρονικά καταστήματα (e-shops) και σε συναλλαγές πάσης φύσεως, για παράδειγμα σε τράπεζες. Λόγω των μεγάλων δυνατοτήτων της τεχνητής νοημοσύνης, τα chatbots έχουν αρχίσει να ενσωματώνονται και στον χώρο της εκπαίδευσης. Τα εργαλεία αυτά μπορούν να ενισχύσουν το ενδιαφέρον παρακολούθησης του μαθήματος, να κάνουν πολύ πιο εύκολη και ευχάριστη την περιήγηση, αλλά και να προσφέρουν εξατομικευμένη βοήθεια και άμεση ανατροφοδότηση (Adamoroulou &

Moussiades, 2020). Τα chatbots μπορούν να ενσωματωθούν σε εκπαιδευτικές πλατφόρμες και ιστότοπους καθώς επίσης και σε εφαρμογές κινητών τηλεφώνων, ούτως ώστε οι μαθητές να μπορούν να κάνουν χρήση του εκπαιδευτικού υλικού από οποιοδήποτε σημείο και να μπορούν να συνομιλούν με τους συμμαθητές και δασκάλους εύκολα και άμεσα. Επίσης, μπορούν να απαντούν σε ερωτήσεις, να παρέχουν καθοδήγηση σχετικά με τις εργασίες και να προσφέρουν συμβουλές μελέτης. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά βοηθάνε στην άμεση επικοινωνία μεταξύ μαθητών και δασκάλων, διασφαλίζοντας ότι οι μαθητές λαμβάνουν την υποστήριξη που χρειάζονται όποτε απαιτείται (Adamopoulou & Moussiades, 2020).

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της χρήσης των chatbots στην εκπαίδευση, είναι η ικανότητά τους να ενισχύουν τη συμμετοχή των μαθητών. Αυτό γίνεται με την παροχή στοχευμένων απαντήσεων, άμεσης ανατροφοδότησης σε ερωτήσεις και διαδραστικές δραστηριότητες μάθησης. Διεγείροντας τον ενδιαφέρον των μαθητών, επιτυγχάνεται μεγαλύτερη συμμετοχή, βελτιωμένη κατανόηση της διδακτέας ύλης και τελικά καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα. Επιπρόσθετα τα chatbots μπορούν να παρέχουν συνεχόμενη υποστήριξη στους μαθητές όλο το εικοσιτετράωρο, οποιαδήποτε ημέρα. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για μαθητές που μπορεί να χρειάζονται επιπλέον βοήθεια εκτός των κανονικών ωρών διδασκαλίας, όπως για παράδειγμα άτομα με αναπηρίες, εργαζόμενοι μαθητές ή άτομα που ζουν σε διαφορετικές ζώνες ώρας σε περίπτωση που το μάθημα είναι εξ' αποστάσεως. Αυτή η συνεχής υποστήριξη διασφαλίζει ότι όλοι οι μαθητές θα έχουν τις ίδιες ευκαιρίες επιτυχίας, διαμορφώνοντας τις ώρες διαβάσματος όπως τους εξυπηρετεί (Adamopoulou & Moussiades, 2020). Επιπλέον, τα chatbots γνωρίζουν σιγά-σιγά τους μαθητές βελτιώνοντας την μαθησιακή τους εμπειρία. Αυτό γίνεται μέσω της ανάλυσης του τρόπου αλληλεπίδρασης και εκμάθησης των μαθητών μέσω της ψηφιακής πλατφόρμας. Από τα αποτελέσματα αυτά, τα chatbots μπορούν να προτείνουν εξατομικευμένο υλικό μελέτης, ακόμη και χρονοδιαγράμματα για την κάλυψη της ύλης. Αυτή η εξατομίκευση βοηθά τους μαθητές στην ανάπτυξη των οργανωτικών δεξιοτήτων και να θέτουν στόχους με σκοπό να μην μείνουν πίσω στα μαθήματα τους και να πετύχουν τους ακαδημαϊκούς τους στόχους.

Εκτός της βοήθειας που προσφέρουν στους μαθητές, τα chatbots αποτελούν ένα χρήσιμο εργαλείο και για τους εκπαιδευτικούς. Μπορούν να αυτοματοποιήσουν μερικά από τα διοικητικά καθήκοντα των εκπαιδευτικών και να παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την απόδοση και τη συμμετοχή των μαθητών στην τάξη. Για παράδειγμα, τα chatbots μπορούν να αυτοματοποιήσουν εργασίες όπως είναι η βαθμολόγηση εργασιών / διαγωνισμάτων, η απάντηση σε απλές ερωτήσεις και η παρακολούθηση της προόδου των μαθητών. Αυτό απελευθερώνει πολύτιμο χρόνο στους εκπαιδευτικούς, οι οποίοι μπορούν να επικεντρωθούν σε άλλα ζητήματα, όπως η βελτίωση διδασκαλίας των μαθημάτων, η ανάπτυξη του προγράμματος σπουδών και η παροχή εξατομικευμένης ανατροφοδότησης στους μαθητές (Adamopoulou & Moussiades, 2020).

Η εφαρμογή των chatbots στην εκπαίδευση απαιτεί προσεκτική εξέταση σημαντικών παραγόντων. Πρώτον, θα πρέπει να διασφαλίζεται το απόρρητο και η ασφάλεια δεδομένων που σχετίζονται με τους μαθητές. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι οι αλληλεπιδράσεις των chatbots με τους μαθητές, πρέπει να συμμορφώνονται με τους νόμους περί ασφάλειας και προστασίας δεδομένων του εκάστοτε έθνους. Δεύτερον, τα chatbots πρέπει να είναι με τέτοιο τρόπο σχεδιασμένα ώστε να είναι προσβάσιμα και φιλικά για όλους τους μαθητές, ακόμα και σε άτομα με αναπηρίες. Τρίτον, οι απαντήσεις των chatbots θα πρέπει να είναι προσαρμοσμένες ώστε να αντικατοπτρίζουν το πολιτιστικό και σχολικό πλαίσιο, σεβόμενα τις πολιτιστικές παραδόσεις του κάθε έθνους. Λαμβάνοντας υπόψη τους παραπάνω παράγοντες, τα chatbots μπορούν να παρέχουν ασφαλή υποστήριξη στους μαθητές, χωρίς να αντιβαίνουν στους νομοθετικούς ή πολιτιστικούς κανόνες της εκάστοτε χώρας.

Συνοπτικά, τα chatbots έχουν τη δυνατότητα να μεταμορφώσουν τον χώρο της εκπαίδευσης, ενισχύοντας τη συμμετοχή των μαθητών και βελτιώνοντας την απόδοσή τους. Μέσω της άμεσης και εξατομικευμένης βοήθειας που μπορούν να παρέχουν, διασφαλίζεται ότι όλοι οι μαθητές έχουν ίσες ευκαιρίες επιτυχίας. Η εφαρμογή τους όμως θα πρέπει να γίνει με προσοχή, λαμβάνοντας υπόψη τους πολιτιστικούς παράγοντες και την ασφάλεια απορρήτου των μαθητών. Καθώς η τεχνολογία προχωρά και η τεχνητή νοημοσύνη εξελίσσεται, η ενσωμάτωση των chatbots στην εκπαίδευση γίνεται όλο και αποδοτικότερη, οδηγώντας σε

βελτιωμένες μαθησιακές εμπειρίες και καλύτερη προετοιμασία για την επαγγελματική σταδιοδρομία των μαθητών.

3.3.6 Εφαρμογές αξιολόγησης και βαθμολόγησης

Η τεχνητή νοημοσύνη έχει τη δυνατότητα να αλλάξει ριζικά τον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί αξιολογούν και βαθμολογούν τις εργασίες των μαθητών. Αξιοποιώντας τα εργαλεία που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη, οι δάσκαλοι μπορούν να αυτοματοποιήσουν τη διαδικασία βαθμολόγησης, να αποκτήσουν πολύτιμες γνώσεις για την απόδοση και συμμετοχή των μαθητών, καθώς επίσης και να παρέχουν πιο εστιασμένη ανατροφοδότηση. Μια εφαρμογή που βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη και σχετίζεται με την αξιολόγηση και βαθμολόγηση των μαθητών, είναι τα συστήματα προσαρμοστικής δοκιμής (adaptive testing systems, ADS). Τα συστήματα αυτά βασίζονται στη μηχανική μάθηση και μπορούν να προσαρμόζουν σε πραγματικό χρόνο τις ερωτήσεις ενός διαγωνίσματος, στο επίπεδο γνώσης του κάθε μαθητή. Αυτός ο τρόπος εξέτασης παρέχει μια πιο ακριβή αξιολόγηση των δεξιοτήτων και της κατανόησης των μαθητών και ταυτόχρονα μειώνει τον χρόνο και την προσπάθεια που απαιτείται κατά την εξέταση. Αυτή η εξατομικευμένη προσέγγιση βοηθά τους εκπαιδευτικούς να εντοπίσουν θεματικές ενότητες όπου οι μαθητές χρειάζονται επιπλέον υποστήριξη και να δράσουν ανάλογα προς την κάλυψη των κενών (Sánchez-Prieto et al., 2020).

Επίσης μέσω της ανάλυσης των δεδομένων των μαθητών, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να προβλέψει την πρόοδο τους. Αυτό γίνεται μέσω της εξέτασης των βαθμών, της συμμετοχής και παρακολούθησης στο μάθημα και του τρόπου δόμησης και σύνταξης των εργασιών και διαγωνισμάτων. Από την ανάλυση των παραπάνω, τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να εντοπίσουν μαθητές που χρειάζονται επιπλέον βοήθεια, ενημερώνοντας τους εκπαιδευτικούς ώστε να επεμβούν έγκαιρα και να αποτρέψουν τους μαθητές από το να μείνουν πίσω ή να χάσουν το ενδιαφέρον τους για μάθηση. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί επίσης να βοηθήσει στην βαθμολόγηση εργασιών ανοιχτού τύπου και εργασιών που είναι δύσκολο να αξιολογηθούν χρησιμοποιώντας συμβατικές μεθόδους. Για παράδειγμα

τα εργαλεία αυτά μπορούν να αναλύουν διάφορα σημεία μιας εργασίας όπως η δημιουργικότητα, η κριτική σκέψη και οι δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων. Αυτό παρέχει στους εκπαιδευτικούς μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για τις ικανότητες και επιδόσεις του κάθε μαθητή (Sánchez-Prieto et al., 2020).

Θα πρέπει όμως να τονισθούν και μερικά ζητήματα που προκύπτουν από τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην αξιολόγηση και βαθμολόγηση των μαθητών. Τέτοια ζητήματα αφορούν τη διασφάλιση του απορρήτου, την ασφάλεια των μαθητικών δεδομένων, καθώς και τη μεροληπτική δικαιοσύνη των προγραμμάτων αυτών. Για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, απαιτείται η ασφαλής αποθήκευση και διαχείριση των δεδομένων των μαθητών, ο σχεδιασμός διαφανών συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης, καθώς και η τακτική αξιολόγηση και αναβάθμιση των αλγορίθμων με σκοπό τη εξάλειψη της προκατάληψης και τη διασφάλιση δίκαιης βαθμολόγησης. Συνοψίζοντας, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να αλλάξει ριζικά τον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί αξιολογούν και βαθμολογούν τις εργασίες των μαθητών. Τα κύρια πλεονεκτήματα της σχετίζονται με τη βελτιωμένη ακρίβεια, την αποτελεσματικότητα και την παροχή εξατομικευμένων προγραμμάτων. Μέσω της αξιοποίησης της Τεχνητής Νοημοσύνης οι εκπαιδευτικοί μπορούν να αυτοματοποιήσουν τη διαδικασία βαθμολόγησης, να αποκτήσουν πολύτιμες γνώσεις για την απόδοση των μαθητών και να παρέχουν πιο στοχευμένη ανατροφοδότηση σε αυτούς. Καθώς η τεχνητή νοημοσύνη συνεχίζει να εξελίσσεται, η εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών στην αξιολόγηση και βαθμολόγηση, γίνεται όλο και πιο αναγκαία, ελευθερώνοντας χρόνο στους εκπαιδευτικούς και βελτιώνοντας την συνολική εμπειρία των μαθητών.

4 ΜΕΘΟΛΟΓΙΑ

4.1 Σχεδιασμός μελέτης

Η παρούσα μελέτη υιοθέτησε την ερευνητική προσέγγιση της βιβλιογραφικής επισκόπησης. Η βιβλιογραφική επισκόπηση συνιστά όχι μόνο ένα πολύ σημαντικό στοιχείο οποιουδήποτε ερευνητικού σχεδιασμού αλλά παράλληλα αποτελεί και ένα θεμελιώδες ερευνητικό εργαλείο σε μελέτες που πραγματοποιούνται σε διάφορα επιστημονικά πεδία. Ειδικότερα, η βιβλιογραφική επισκόπηση περιγράφεται ως η συστηματική μελέτη και σύνθεση των αποτελεσμάτων της υπάρχουσας επιστημονικής βιβλιογραφίας σχετικής με ένα συγκεκριμένο θέμα ή ερευνητικό ερώτημα (Snyder, 2019). Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι ιδιαιτέρως σημαίνουσα καθώς δίνει την ευκαιρία στον ερευνητή να προάγει την εις βάθος κατανόηση της ήδη υπάρχουσας γνώσης στο επιστημονικό πεδίο ενδιαφέροντος, να αναγνωρίσει κενά στην ήδη διεξαχθείσα βιβλιογραφία όπως επίσης και να καθορίσει και σχεδιάσει την πορεία της δικής του μελέτης.

Πιο συγκεκριμένα, η ερευνητική προσέγγιση της βιβλιογραφικής επισκόπησης αποτελεί τον πυλώνα πάνω στον οποίο «χτίζεται» η νέα ερευνητική δραστηριότητα. Η ενδελεχής εξέταση των μέχρι σήμερα διεξαχθεισών μελετών και των θεωριών που έχουν αναπτυχθεί οι ερευνητές μπορούν να αποκτήσουν σημαντική γνώση της εξέλιξης και διαμόρφωσης των ιδεών στο επιστημονικό πεδίο που τους ενδιαφέρει, να κατανοήσουν τις βασικές έννοιες και τις συζητήσεις και να δημιουργήσουν μια σταθερή θεωρητική βάση για την ερευνητική δουλειά τους. Μία λεπτομερής και ενδελεχής βιβλιογραφική έρευνα υποδεικνύει την εξοικείωση του ερευνητή με την ήδη υπάρχουσα γνώση. Επιπρόσθετα, διασφαλίζει το γεγονός ότι η έρευνα που πρόκειται να διεξαχθεί θα στηριχθεί στο ευρύτερο πνευματικό πλαίσιο που έχει τεθεί από προηγούμενες μελέτες. Με αυτό τον τρόπο συμβάλλει στη συνεχή επιστημονική συζήτηση και προαγωγή της γνώσης. Ακόμα, η βιβλιογραφική επισκόπηση παίζει καθοριστικό ρόλο στην υποβοήθηση του ερευνητή ώστε να αναγνωρίσει πιθανά ζητήματα που δεν έχουν καλυφθεί ακόμα ερευνητικά αλλά και πιθανές ασάφειες ή αντιφάσεις που διέπουν την μέχρι σήμερα διεξαχθείσα βιβλιογραφία (Snyder, 2019). Αυτή η διαδικασία βοηθά σε σημαντικό βαθμό τον

ερευνητή να καθορίσουν τα ερευνητικά τους ερωτήματα αλλά και να συμβάλλουν μέσω της δικής τους έρευνας στη διασφάλιση νέων προοπτικών στο επιστημονικό πεδίο ενδιαφέροντος.

Ακόμα, μέσω της μεθόδου της βιβλιογραφικής επισκόπησης δίνεται στον ερευνητή η ευκαιρία να μελετήσει και να συνθέσει τα αποτελέσματα διαφορετικών πηγών επιστημονικής πληροφορίας (Snyder, 2019). Το γεγονός αυτό μπορεί να διασφαλίσει την αναγνώριση κύριων μοτίβων πληροφορίας και νοήματος που δεν θα μπορούσαν πιθανώς να αναγνωριστούν μέσω της μελέτης μεμονωμένων μελετών. Επίσης, μέσω της σύνθεσης αυτής μπορεί να ενισχύσει την ενδεδειγμένη γνώση όσον αφορά στο θέμα ενδιαφέροντος του ερευνητή αλλά και παράλληλα να αναπτύξει διαφορετικές θεωρητικές αποχρώσεις. Επιπρόσθετα, η μέθοδος της βιβλιογραφικής επισκόπησης επιτρέπει την κριτική αξιολόγηση των μεθοδολογικών προσεγγίσεων που έχουν χρησιμοποιηθεί στις ήδη διεξαχθείσες μελέτες. Μέσω της κριτικής αυτής αξιολόγησης αξιολογούνται τα πλεονεκτήματα αλλά και οι περιορισμοί της κάθε μελέτης. Έτσι, ο ερευνητής προάγει έναν πιο ενδεδειγμένη και λεπτομερή σχεδιασμό της δικής του μελέτης ενώ παράλληλα ενισχύεται η βαθύτερη κατανόησή του για τα δυνατά και αδύναμα στοιχεία διαφορετικών ερευνητικών μεθοδολογιών.

4.2 Διαδικασία αναζήτησης μελετών

Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο η διεξαγωγή της μεθόδου της βιβλιογραφικής επισκόπησης συνήθως περιλαμβάνει μια συστηματική διαδικασία που έχει ως στόχο την ενδεδειγμένη κατανόηση των αποτελεσμάτων της υπάρχουσας βιβλιογραφίας. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει μία σειρά σταδίων. Αρχικά, ο ερευνητής θέτει μία σειρά ξεκάθαρων ερευνητικών ερωτημάτων που θα κατευθύνουν την πορεία της βιβλιογραφικής επισκόπησης. Τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας μελέτης αφορούν σε συγκεκριμένα ζητήματα της εφαρμογής της Τεχνητής Νοημοσύνης στη πρωτοβάθμια εκπαίδευση όπως είναι η επίδραση της στην ακαδημαϊκή επίδοση των μαθητών, οι ρόλοι των εκπαιδευτικών αλλά και την εφαρμογή εκπαιδευτικών και διδακτικών πρακτικών. Κατόπιν του ορισμού των ερευνητικών ερωτημάτων της μελέτης ο ερευνητής ξεκίνησε την

αναζήτηση μελετών σε ένα εύρος βάσεων δεδομένων επιστημονικής βιβλιογραφίας, σε βιβλία, επιστημονικά περιοδικά και πρακτικά συνεδρίων. Για την αναζήτηση της βιβλιογραφίας στα πλαίσια της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω βάσεις δεδομένων: ScienceDirect, JSTOR, Google Scholar, ProQuest Education Journals και SAGE Journals. Για την αναζήτηση της κατάλληλης βιβλιογραφίας χρησιμοποιήθηκαν όροι και λέξεις κλειδιά όπως «AI in education», “primary education”, και “technology integration in education”.

Κατόπιν της συλλογής των σχετικών μελετών ξεκίνησε μια ενδελεχής διαδικασία αξιολόγησης της καταλληλότητας της κάθε μελέτης για τη συμπερίληψή της στην παρούσα μελέτη. Αυτή η διαδικασία περιλάμβανε την αξιολόγηση των τίτλων και των περιλήψεων της κάθε μελέτης προκειμένου να προσδιοριστεί εάν πληρούν τα προκαθορισμένα κριτήρια ένταξης που είχαν τεθεί από τον ερευνητή. Από τη στιγμή που η κάθε μελέτη αναγνωρίστηκε η μελέτη ως κατάλληλη προκειμένου να συμπεριληφθεί στη μελέτη ξεκίνησε η διαδικασία εξαγωγής δεδομένων και σύνθεσής τους. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας ο ερευνητής εξήγαγε τις κυρίαρχες πληροφορίες από κάθε επιλεγμένη μελέτη συμπεριλαμβανομένων του σκοπού και των στόχων της κάθε μελέτης, τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, τα κύρια χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων κάθε μελέτης, τον τρόπο εφαρμογής της Τεχνητής Νοημοσύνης στη πρωτοβάθμιας εκπαίδευση, τον τρόπο με τον οποίο αναλύθηκαν και εξήχθησαν τα αποτελέσματα καθώς και τα κύρια αποτελέσματα κάθε μελέτης. Τα δεδομένα αυτά που συλλέχθηκαν από κάθε μελέτη συνδέθηκαν στη συνέχεια προκειμένου να διακριθούν κυρίαρχα μοτίβα αποτελεσμάτων. Μέσω αυτής της σύνθεσης ο ερευνητής της παρούσας μελέτης απέκτησε μία εις βάθος κατανόηση της υπάρχουσας γνώσης για τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στις τάξεις του δημοτικού σχολείου.

Επιπρόσθετα της σύνθεσης των αποτελεσμάτων των συλλεχθέντων μελετών διεξήχθη από τον ερευνητή μία διαδικασία κατά την οποία έγινε μία κριτική αποτίμηση της μεθοδολογικής σχολαστικότητας και ακρίβειας της κάθε μελέτης. Η διαδικασία αυτή περιλάμβανε την αξιολόγηση της εγκυρότητας και αξιοπιστίας της κάθε μελέτης καθώς και τη δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων στον

ευρύτερο πληθυσμό. Ακόμα αξιολογήθηκε ο τρόπος συλλογής των συμμετεχόντων καθώς και των δεδομένων καθώς και ο τρόπος ανάλυσής τους. Με αυτό τον τρόπο αξιολογήθηκε η συνολική ερευνητική ποιότητα της κάθε μελέτης.

Πολύ σημαντικό ρόλο στην αναζήτηση των κυρίαρχων μοτίβων ερευνητικών αποτελεσμάτων έπαιξε η διαπίστωση των ερευνητικών κενών ως βάση για τη διεξαγωγή μελλοντικών μελετών. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας ο ερευνητής εξέτασε συστηματικά τη συλλεχθείσα βιβλιογραφία προκειμένου να αναγνωρίσει ζητήματα, πληθυσμούς αλλά και μεθοδολογίες που δεν έχουν λάβει την απαραίτητη προσοχή από την επιστημονική κοινότητα ερευνητικά και χρειάζεται περεταίρω διερεύνηση. Τα ερευνητικά κενά που διαπιστώθηκαν αφορούσαν αναπάντητα ερευνητικά ερωτήματα, υπό εξερεύνηση πτυχές της εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση ή ευκαιρίες για μεθοδολογική πρόοδο.

4.3 Κριτήρια επιλογής και αποκλεισμού μελετών

Πριν τη διεξαγωγή της διαδικασίας αξιολόγησης της καταλληλότητας της κάθε μελέτης ορίστηκαν από τον ερευνητή ορισμένα κριτήρια βάσει των οποίων θα γινόταν η τελική επιλογή της κάθε μελέτης. Τα κριτήρια συμπερίληψης περιγράφονται ως οι παράμετροι που υποδεικνύουν ποιες είναι οι μελέτες οι οποίες είναι κατάλληλες για τη συμμετοχή στη διαδικασία βιβλιογραφικής επισκόπησης, ενώ τα κριτήρια αποκλεισμού αναφέρονται στις παραμέτρους βάσει των οποίων κάποια μελέτη θα πρέπει να αποκλειστεί από αυτή τη διαδικασία (Meline, 2006).

Όσον αφορά τα κριτήρια συμπερίληψης, ο σκοπός και οι στόχοι κάθε μελέτης θα έπρεπε να αφορούν άμεσα τη χρήση, τον αντίκτυπο ή τις επιπτώσεις της Τεχνητής Νοημοσύνης σε περιβάλλοντα πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Μέσω αυτού του κριτηρίου διασφαλίστηκε ότι οι επιλεχθείσες μελέτες ήταν άμεσα σχετικές με το σκοπό και τους στόχους της παρούσας μελέτης. Επιπρόσθετο κριτήριο επιλογής μελετών αποτέλεσε η χρονολογία δημοσίευσης της κάθε μελέτης. Οι επιλεχθείσες μελέτες διεξήχθησαν τα τελευταία επτά χρόνια. Το γεγονός αυτό διασφάλισε ότι τα

δεδομένα κάθε μελέτης θα υποδείκνυαν τις τελευταίες εξελίξεις στον τομέα της εκπαίδευσης. Ακόμα, ο ερευνητής φρόντισε ώστε να συμπεριλάβει μελέτες οι οποίες είχαν υιοθετήσει πληθώρα μεθοδολογικών προσεγγίσεων όπως αμιγώς πειραματικών, ποσοτικών και ποιοτικών. Με αυτό τον τρόπο διασφαλίστηκε μία πιο ολιστική κατανόηση του τρόπου εφαρμογής και επιρροής της χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στη πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Ένα ακόμα κριτήριο επιλογής μελετών ήταν ότι αυτές θα έπρεπε να περιλαμβάνουν ως συμμετέχοντες όπως μαθητές, εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αλλά και γονείς. Με αυτό τον τρόπο διασφαλίστηκε ότι η βιβλιογραφία που επιλέχθηκε αφορά στο κοινό το οποίο αφορά η μελέτη. Επιπρόσθετα, επιλέχθηκαν μελέτες οι οποίες είχαν διεξαχθεί σε διαφορετικά γεωγραφικά σημεία και διαφορετικά εκπαιδευτικά ιδρύματα προκειμένου να διασφαλιστεί ότι υπάρχει ένα εύρος αντιλήψεων και εμπειριών σχετικά με τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Στον αντίποδα, τα κριτήρια αποκλεισμού για την παρούσα μελέτη αποτέλεσαν οι έρευνες οι οποίες εστίαζαν στη δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια εκπαίδευση. Επιπρόσθετο κριτήριο αποκλεισμού ήταν η μη εστίαση της μελέτης στην εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στο πεδίο της εκπαίδευσης. Έτσι, μελέτες οι οποίες αφορούσαν στην εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στο πεδίο της υγείας και της επιστήμης γενικότερα, αποκλείστηκαν από τη παρούσα μελέτη. Ένα ακόμα κριτήριο αποκλεισμού μελετών αποτέλεσε η μη επάρκειά τους σε λεπτομέρεια ή σαφήνεια σχετικά με τη χρήση της τεχνολογίας ΑΙ στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Για παράδειγμα μελέτες οι οποίες περιείχαν ασαφείς ή διφορούμενες μεθοδολογίες, ανεπαρκή μεγέθη δειγμάτων ή έλλειψη σαφήνειας σχετικά με τις παρεμβάσεις ή τις τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης που χρησιμοποιούνται, αποκλείστηκαν από την ανάλυση. Επίσης, μελέτες οι οποίες δεν είχαν δημοσιευτεί σε περιοδικά με κριτές επίσης αποκλείστηκαν από τη μελέτη. Τέλος, οι μελέτες στις οποίες η πρόσβαση ήταν αδύνατη όπως επίσης και διπλές μελέτες ή περιττές δημοσιεύσεις επίσης αποκλείστηκαν από τη διαδικασία ανάλυσης.

4.4 Ανάλυση και σύνθεση δεδομένων

Κατόπιν της συστηματικής ανάλυσης και εξαγωγής δεδομένων των μελετών που αφορούσαν στην εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση ακολούθησε η σύνθεση των αποτελεσμάτων. Η συγκεκριμένη διαδικασία περιλάμβανε διάφορα βήματα οργάνωσης, ερμηνείας και σύνθεσης των δεδομένων προκειμένου να εξαχθούν ουσιαστικά ευρήματα και επιπτώσεις. Αρχικά, τα συλλεχθέντα δεδομένα από κάθε μελέτη οργανώθηκαν και κατηγοριοποιήθηκαν προκειμένου να διευκολυνθεί η μετέπειτα ανάλυσή τους. Τα δεδομένα κατηγοριοποιήθηκαν σύμφωνα με το θέματα τους ή τις μεταβλητές που ήταν σχετικές με την παρούσα μελέτη. Η δόμηση των δεδομένων με ένα συνεκτικό τρόπο, ο ερευνητής μπόρεσε να αναγνωρίσει ομοιότητες, διαφορές και σχέσεις μεταξύ των δεδομένων στη βιβλιογραφία.

Κατόπιν της οργάνωσης των δεδομένων ο ερευνητής προχώρησε στη σύνθεση των αποτελεσμάτων από τις διάφορες μελέτες προκειμένου να παραχθούν τα κυρίαρχα μοτίβα νοήματος. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αυτής ο ερευνητής προχώρησε σε σύγκριση και αντιπαραβολή των αποτελεσμάτων μεταξύ των διαφορετικών μελετών, προσδιορίζοντας συγκλίνουσες ή αποκλίνουσες αποδείξεις και συνθέτοντας διαφορετικά ευρήματα σε συνεκτικές αφηγήσεις ή θεωρητικά πλαίσια.

5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 Συχνότητα χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στις τάξεις πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης

Η ανάλυση και η σύνθεση των αποτελεσμάτων των μελετών υποδεικνύουν ότι οι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης χρησιμοποιούν σε όλο και μεγαλύτερο βαθμό τη Τεχνητή Νοημοσύνη στη διδακτική και μαθησιακή διαδικασία. Βάσει των μελετών που αναλύθηκαν οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν τη Τεχνητή Νοημοσύνη μέσω διαφόρων τρόπων και εφαρμογών προκειμένου να υποστηρίξουν και να ενισχύσουν το μάθημά τους. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελούν οι εφαρμογές προσωποποιημένης μάθησης. Ειδικότερα, οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν ψηφιακές πλατφόρμες προκειμένου να αναλύσουν την επίδοση του κάθε μαθητή και να δώσουν την κατάλληλη για τις δυνατότητές τους ανατροφοδότηση. Με αυτό τον τρόπο οι εκπαιδευτικοί μπορούν να αντιμετωπίσουν διάφορα μαθησιακά κενά που μπορεί να έχει ο κάθε μαθητής (Gligorea et al., 2023· Kabudi et al., 2021· Muñoz et al., 2022).

Επιπρόσθετο αποτέλεσμα της παρούσας μελέτης ήταν ότι οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης προκειμένου να δημιουργήσουν μαθησιακά περιβάλλοντα που να είναι μαθητοκεντρικά. Για παράδειγμα, η χρήση των προσομοιώσεων εικονικής πραγματικότητας (virtual reality – VR), των ψηφιακών εκπαιδευτικών παιχνιδιών και των διαδραστικών πολυμέσων δίνουν την ευκαιρία στους εκπαιδευτικούς να εμπλέξουν τους μαθητές σε πρακτικές μαθησιακές εμπειρίες (Al-Ansi et al., 2023· Tiwari et al., 2023). Αυτές οι τεχνολογίες αποτελούν ένα επιπρόσθετο εκπαιδευτικό βοήθημα για τους εκπαιδευτικούς τα οποία λειτουργούν επιπροσθέτως των παραδοσιακών μεθόδων εκπαίδευσης και διδασκαλίας και προσφέρουν τη δυνατότητα αλληλεπιδραστικών εκπαιδευτικών διαδικασιών. Με αυτό τον τρόπο ενισχύεται η ενεργή συμμετοχή των μαθητών αλλά και η καλύτερη κατανόηση των διδασκόμενων εννοιών. Επιπρόσθετα, τα chatbots αλλά και οι ψηφιακοί εκπαιδευτικοί προσφέρουν άμεση υποστήριξη και καθοδήγηση στους μαθητές κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας (Yang, 2022). Για παράδειγμα, οι Scaradozzi et al (2015) διεξήγαγαν μία μελέτη με στόχο

την ανάπτυξη εφαρμογής Τεχνητής Νοημοσύνης η οποία θα μπορούσε να βοηθήσει τους μαθητές στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων, γνώσης τεχνολογίας και υπολογιστικής επιστήμης. Στα πλαίσια της μελέτης η ρομποτική εφαρμογή συμπεριλήφθηκε στη διδακτέα ύλη του προγράμματος των μαθηματικών και της φυσικής. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές βελτίωσαν σημαντικά τις γνωστικές δεξιότητες τους σε θέματα τεχνολογίας. Εκτός όμως αυτού βελτιώθηκαν σημαντικά και οι συνεργατικές δεξιότητες των μαθητών εφόσον στα πλαίσια του προγράμματος χρειάστηκε να υπάρξει συνεργασία μεταξύ μαθητών.

Επίσης, οι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης χρησιμοποιούν εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης προκειμένου να αυτοματοποιήσουν τα διοικητικά τους καθήκοντα και να μπορέσουν να διαχειριστούν το φόρτο εργασίας τους. Πιο συγκεκριμένα, οι μελέτες αποδεικνύουν ότι οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης για βαθμολόγηση και αξιολόγηση, ανάλυση δεδομένων αξιολόγησης και τη δημιουργία αναφορών προόδου (Agarry et al., 2022). Με αυτό τον τρόπο οι εκπαιδευτικοί μπορούν αποτελεσματικά να διαχωρίσουν το πρόγραμμά τους και να αφιερώσουν περισσότερο χρόνο στην προσωποποιημένη υποστήριξη των μαθητών με αποτέλεσμα την ενίσχυση της παραγωγικότητας της τάξης. Επιπρόσθετα, οι μελέτες υποδεικνύουν ότι οι εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης που αφορούν στη διαχείριση της τάξης βοηθούν τους εκπαιδευτικούς να οργανώσουν την καταγραφή της συχνότητας παρουσίας των μαθητών στη τάξη, τη συμπεριφορά αλλά και την επίδοσή τους (Hagag et al., 2023).

Συμπερασματικά, οι μελέτες αποδεικνύουν ότι οι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης χρησιμοποιούν τις εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης με πολλούς και διάφορους τρόπους προκειμένου να ενισχύσουν την εκπαιδευτική διαδικασία στα πλαίσια της τάξης. Από τις εφαρμογές προσωποποιημένης μάθησης και μαθητοκεντρικής διδασκαλίας μέχρι και τη χρήση εφαρμογών για τη διοικητική διαχείριση, η χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στη δημιουργία ενός βέλτιστου μαθησιακού αποτελέσματος.

5.2 Η επιρροή της χρήσης Τεχνητής Νοημοσύνης στην ακαδημαϊκή επίδοση των μαθητών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης

Τα αποτελέσματα των ερευνών που συμπεριλήφθηκαν στη συγκεκριμένη μελέτη υποδεικνύουν ότι η χρήση εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να έχει καθοριστική επιρροή στην ακαδημαϊκή απόδοση των μαθητών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Το κυρίαρχο αποτέλεσμα των μελετών αυτών είναι ότι αυτές οι εκπαιδευτικές εφαρμογές έχουν θετική επιρροή στην ακαδημαϊκή επίδοση των μαθητών σε ένα εύρος μαθημάτων και μαθησιακών πεδίων. Για παράδειγμα οι εφαρμογές προσωποποιημένης μάθησης μπορεί να βοηθήσουν τους μαθητές να βελτιώσουν σημαντικά την απόδοσή τους. Για παράδειγμα, έχει βρεθεί ότι οι μαθητές οι οποίοι συμμετείχαν σε προγράμματα προσωποποιημένης μάθησης στα πλαίσια της τάξης παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στην επίδοσή τους στα διάφορα διαγωνίσματα και δοκιμασίες εν συγκρίσει με τους συμμαθητές τους οι οποίοι συμμετείχαν σε ένα παραδοσιακά σχεδιασμένο μαθησιακό περιβάλλον (Das et al., 2023).

Επιπρόσθετη συμβολή της χρήσης των εφαρμογών προσωποποιημένης μάθησης είναι ότι συμβάλλει στην αύξηση της εμπλοκής των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία. Ειδικότερα, οι μαθητές που συμμετέχουν σε προγράμματα προσωποποιημένης μάθησης παρουσιάζουν αυξημένη αυτοπεποίθηση στις μαθησιακές δυνατότητές τους αλλά και μεγαλύτερο κίνητρο μάθησης. Για παράδειγμα μελέτη βρήκε ότι η προσωποποιημένη μάθηση παίζει καθοριστικό ρόλο στη γενικότερη μαθησιακή εμπειρία των μαθητών γεγονός το οποίο οδήγησε στη βελτίωση της συμμετοχής των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία και κατ' επέκταση τη βελτίωση της ακαδημαϊκής τους επίδοσης (Graf, 2023). Επιπρόσθετη μελέτη υποδεικνύει επίσης ότι η χρήση εφαρμογών προσωποποιημένης μάθησης μπορεί να αποτελέσει μία πολύτιμη λύση στην ύπαρξη ακαδημαϊκών ανισοτήτων στα πλαίσια της τάξης. Ειδικότερα, οι Hashim et al. (2023) βρήκαν ότι παρόλο που πολλοί από τους μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν τις διδασκόμενες έννοιες η χρήση των εφαρμογών προσωποποιημένης μάθησης τους βοήθησαν σημαντικά όχι μόνο στην κατανόηση του διδακτικού υλικού αλλά και στη βελτίωση του βαθμού συμμετοχής τους στη μαθησιακή διαδικασία και κατ' επέκταση στη σχολική τους

επίδοση. Επομένως, φαίνεται το μετασχηματιστικό δυναμικό της εξατομικευμένης μάθησης για την προώθηση μιας νοοτροπίας ανάπτυξης και την καλλιέργεια μαθητών δια βίου.

Πολύ σημαντικό ρόλο στη βελτίωση του βαθμού συμμετοχής των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία αλλά της επίδοσής τους παίζει η υιοθέτηση διαδραστικών και ελκυστικών μαθησιακών εμπειριών, όπως η παιχνιδοποίηση και οι προσαρμοστικοί μηχανισμοί ανάδρασης. Αυτά τα συστήματα παρακινούν τους μαθητές να συμμετέχουν ενεργά στην εκπαίδευσή τους και να επιμείνουν σε απαιτητικές εργασίες. Για παράδειγμα, η μελέτη των Thimmanna et al. (2024) βρήκε ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ της προσωποποιημένης μάθησης που βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη και της βελτιωμένης ακαδημαϊκής απόδοσης, δέσμευσης και αλλά και διατήρησης του μαθησιακού ενδιαφέροντος. Επιπρόσθετα, η χρήση εκπαιδευτικών παιχνιδιών με βάση τη Τεχνητή Νοημοσύνη έχει βρεθεί ότι ενισχύουν με έμμεσο και άμεσο τρόπο την ακαδημαϊκή επίδοση των μαθητών μέσω τη δημιουργίας διαδραστικών και ενδιαφερόντων μαθησιακών εμπειριών. Για παράδειγμα, η μελέτη των Li et al. (2024) υπέδειξε ότι η χρήση των εκπαιδευτικών εφαρμογών παιχνιδιού επηρεάζει θετικά το κίνητρο των μαθητών για μάθηση. Ένα επιπρόσθετο αποτέλεσμα που βρέθηκε στη συγκεκριμένη μελέτη είναι ότι ο βαθμός εμπλοκής των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία συσχετιζόταν θετικά με το κίνητρο μάθησης των μαθητών. Ακόμα, η δημιουργία ενός ψηφιακού και αλληλεπιδραστικού περιβάλλοντος έπαιξε καθοριστικό ρόλο στη σχέση μεταξύ της χρήσης ψηφιακών παιχνιδιών και τη μαθησιακή εμπλοκή των μαθητών. Με άλλα λόγια, η θετική επιρροή των εκπαιδευτικών ψηφιακών παιχνιδιών μέσα στα πλαίσια της τάξης ενισχύεται περισσότερο στα πλαίσια ενός ψηφιακού μαθησιακού περιβάλλοντος.

Ένας επιπρόσθετος τομέας στον οποίο βρέθηκε να έχει σημαντική επιρροή η χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στα πλαίσια της τάξης είναι η ανάπτυξη της κριτικής σκέψης αλλά και της κατανόησης πολύπλοκων εννοιών. Μέσω των ψηφιακών εκπαιδευτικών παιχνιδιών παρέχεται στους μαθητές προσωποποιημένη μάθηση η οποία προσαρμόζεται ανάλογα με τις ανάγκες τους και τις δεξιότητές τους. Οι μελέτες που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα βιβλιογραφική επισκόπηση έχουν

δείξει συστηματικά ότι οι μαθητές οι οποίοι συμμετέχουν σε τέτοια εκπαιδευτικά παιχνίδια παρουσιάζουν σημαντική βελτίωση στη κατανόηση του διδασκόμενου υλικού και της κριτικής τους σκέψης. Για παράδειγμα, βρέθηκε ότι τα εκπαιδευτικά εργαλεία που βασίζονται στη Τεχνητή Νοημοσύνη μπορούν να παρέχουν στους μαθητές ευκαιρίες για να μπορέσουν να εξασκήσουν τον τρόπο επίλυσης προβλημάτων και μάθησης βάσει διερεύνησης. Πιο συγκεκριμένα, Οι εικονικές προσομοιώσεις και τα σενάρια που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη παρουσιάζουν στους μαθητές σύνθετα, πραγματικά προβλήματα που απαιτούν από αυτούς να αναλύσουν πληροφορίες, να αξιολογήσουν στοιχεία και να δημιουργήσουν δημιουργικές λύσεις. Για παράδειγμα, η μελέτη των Wagan et al. (2023) υπέδειξε ότι οι μαθητές που συμμετέχουν σε μαθησιακά περιβάλλοντα στα οποία γίνεται χρήση εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης παρουσιάζουν σημαντική βελτίωση των δεξιοτήτων κριτικής σκέψης συμπεριλαμβανομένων των δεξιοτήτων αναγνώρισης μοτίβων καθώς και της διαδικασίας λογικών συμπερασμάτων. Ένας επιπρόσθετος σημαντικός ρόλος που βρέθηκε να παίζει η χρήση εφαρμογών της Τεχνητής Νοημοσύνης στη κριτική σκέψη των μαθητών αφορά στην παροχή εξατομικευμένης ανατροφοδότησης. Η παροχή αυτής της ανατροφοδότησης στους μαθητές διευκολύνει την ανάπτυξη μίας ενεργούς μαθησιακής διαδικασίας όπου οι μαθητές είναι και νιώθουν υπεύθυνοι για τη μαθησιακή τους απόδοση. Παράλληλα, μέσω αυτής της ανατροφοδότησης οι μαθητές καθοδηγούνται ώστε να αναπτύξουν πιο αποτελεσματική διαδικασία σκέψης και λήψης αποφάσεων.

Ένας επιπρόσθετος παράγοντας που κάνει τα ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια βάσει της χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης αποτελεσματικά όσον αφορά την ακαδημαϊκή επίδοση των μαθητών είναι η δυνατότητά τους να προσαρμόζονται στις δυνατότητες των μαθητών σε πραγματική και άμεση ώρα. Οι αλγόριθμοι πίσω από αυτές τις εφαρμογές έχουν τη δυνατότητα να αναλύσουν τις απαντήσεις των μαθητών προσαρμόζοντας παράλληλα και το βαθμό δυσκολίας, το περιεχόμενο αξιολόγησης και το ρυθμό μάθησης τους. Με αυτό τον τρόπο διασφαλίζεται ότι οι μαθητές μαθαίνουν με το ρυθμό που τους αρμόζει αλλά και ότι δέχονται την κατάλληλη μαθησιακή υποστήριξη καθώς προοδεύουν στη χρήση του ψηφιακού παιχνιδιού. Για παράδειγμα, οι Tüzün et al. (2019) διεξήγαγαν μία μελέτη όπου

χρησιμοποιήθηκε ένα ψηφιακό εκπαιδευτικό περιβάλλον για τη διδασκαλία γεωγραφίας σε μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Τα παιδιά εξετάστηκαν μέσω δοκιμασιών πριν και μετά τη συμμετοχή τους στο μάθημα. Τα αποτελέσματα υπέδειξαν ότι οι μαθητές παρουσίασαν σημαντική βελτίωση μετά τη συμμετοχή τους στο ψηφιακό αυτό παιχνίδι. Επιπρόσθετα, αυξήθηκε σημαντικά το μαθησιακό τους κίνητρο αλλά και το ενδιαφέρον τους για το μάθημα σε σύγκριση με πριν τη συμμετοχή τους στο παιχνίδι. Μέσω του παιχνιδιού μπορούσαν αν λάβουν άμεση ανατροφοδότηση γεγονός που τους βοήθησε να ενισχύσουν το ενδιαφέρον τους και κατ' επέκταση την επίδοσή τους.

Ένας επιπρόσθετος τρόπος με τον οποίο τα ψηφιακά παιχνίδια που έχουν σχεδιαστεί μέσω Τεχνητής Νοημοσύνης συμβάλλουν στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης είναι ότι συνήθως παρουσιάζουν στους μαθητές ευκαιρίες να επιλύσουν δύσκολα προβλήματα ή σενάρια τα οποία απαιτούν την ενεργή νοητική συμμετοχή τους, τις ήδη υπάρχουσες γνώσεις και δεξιότητές τους και τη δυνατότητά τους να επιλύουν προβλήματα. Μέσω της μεθόδου της δοκιμής και πλάνης καθώς και του πειραματισμού και της συνεργατικότητας πολλές φορές οι μαθητές βοηθούνται στο αναπτύξουν σημαντικές γνωστικές δεξιότητες που με τη σειρά τους είναι απαραίτητες στην ακαδημαϊκή επίδοση. Ένα αποτέλεσμα που προέκυψε από τις έρευνες που συμπεριλήφθηκαν στη παρούσα μελέτη είναι ότι οι μαθητές σε διδακτικά προγράμματα που έχουν σχεδιαστεί βάσει Τεχνητής Νοημοσύνης παρουσιάζουν σημαντική βελτίωση στην ακαδημαϊκή επίδοση λόγω των γνωστικών δεξιοτήτων που αναπτύσσονται κατά τη ψηφιακή μαθησιακή διαδικασία. Για παράδειγμα, οι Akman και Çakır (2023) διεξήγαγαν μία πειραματική μελέτη όπου αξιολογήθηκε η επίδοση των μαθητών στο μάθημα των μαθηματικών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές δημοτικού που συμμετείχαν στην πειραματική ομάδα παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στην ακαδημαϊκή τους επίδοση αλλά και στο μαθησιακό τους κίνητρο. Επίσης, μέσω των προβλημάτων διατηρήθηκε σημαντικά η θέληση συμμετοχής τους στο μάθημα.

Επιπρόσθετα, οι εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης έχουν βρεθεί να επηρεάζουν την ακαδημαϊκή επίδοση των μαθητών μέσω της άμεσης ανατροφοδότησης που λαμβάνουν. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για τις περιπτώσεις

μαθητών που παρακολουθούν μέσω διαδικτυακής μάθησης (online learning). Για παράδειγμα, οι Pardamean et al. (2022) διενήργησαν μία μελέτη η οποία είχε στόχο τη δημιουργία ενός μοντέλου αξιολόγησης της επίδοσης μαθητών δημοτικού σχολείου σε ένα διαδικτυακό μάθημα. Μέσω αυτού του μοντέλου δόθηκε στους μαθητές προτεινόμενο υλικό μελέτης το οποίο είχε διαμορφωθεί ανάλογα με τις δυνατότητες των μαθητών. Κατόπιν αξιολογήθηκαν οι γνώσεις των μαθητών στο μάθημα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η επίδοση των μαθητών βελτιώθηκε σημαντικά στο μάθημα.

5.3 Η επιρροή της χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στους μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες στα πλαίσια της τυπικής τάξης

Ένα επιπρόσθετο αποτέλεσμα που προέκυψε από τη μελέτη των συμπεριλαμβανομένων ερευνών είναι ότι η χρήση των εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να λειτουργήσουν αποτελεσματικά στην υποβοήθηση και κατ' επέκταση συμπερίληψη των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες στην τυπική σχολική τάξη πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Ειδικότερα, βρέθηκε ότι η προσωποποιημένη εκπαίδευση που προσφέρεται μέσω των εφαρμογών αυτών έχουν τη δυνατότητα να προσαρμοστούν στις μαθησιακές ανάγκες των μη νευροτυπικών μαθητών. Για παράδειγμα, οι Ng et al. (2022) διεξήγαγαν μία μελέτη κατά την οποία στα πλαίσια της ανάπτυξης του γραμματισμού των μαθητών χρησιμοποίησαν μία εφαρμογή Τεχνητής Νοημοσύνης που αφορούσε στη συγγραφή ψηφιακών ιστοριών. Κατόπιν της διδασκαλίας διαπιστώθηκε ακόμα και οι μαθητές μη τυπικής ανάπτυξης που συμμετείχαν στο μάθημα μέσω της εφαρμογής Τεχνητής Νοημοσύνης μπόρεσαν να παράγουν μία ιστορία. Γενικότερα, οι ερευνητές κατέληξαν στο ότι η εν λόγω εφαρμογή βοήθησε σημαντικά στη βελτίωση του γραμματισμού όλων των μαθητών της τάξης.

Επίσης, μέσω της παρούσας βιβλιογραφικής επισκόπησης των μελετών υποδεικνύεται ότι συγκεκριμένες εφαρμογές μπορεί να συμβάλλουν θετικά στη συμπερίληψη των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες. Για παράδειγμα, συγκεκριμένες ρομποτικές εφαρμογές δημιουργούνται αποκλειστικά για αυτό το

λόγο. Για παράδειγμα οι Athanaselis et al. (2014) διεξήγαγαν μία μελέτη με στόχο τη βελτίωση της αναγνωστικής ικανότητας των μαθητών με δυσλεξία. Ειδικότερα, χρησιμοποιήθηκε μία εφαρμογή αναγνώρισης λόγου στα πλαίσια μία εκπαιδευτικής πλατφόρμας για μαθητές με δυσλεξία. Ειδικότερα, η συγκεκριμένη εφαρμογή δεν είχε στόχο μόνο την πρόσβαση των μαθητών σε αναγνωστικό υλικό αλλά και την υποβοήθησή τους στο να αναπτύξουν τις κατάλληλες αναγνωστικές δεξιότητες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές οι οποίοι χρησιμοποίησαν τη συγκεκριμένη εφαρμογή μπόρεσαν να βελτιώσουν το ρυθμό ανάγνωσης αλλά και τη γενικότερη αναγνωστική τους ικανότητα σε σύγκριση με την παρελθοντική τους επίδοση.

Επίσης, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης υποδεικνύουν ότι η ανάπτυξη εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης σχεδιάζεται και εφαρμόζεται σε συγκεκριμένα εκπαιδευτικά πλαίσια και απευθύνεται σε συγκεκριμένο πληθυσμό -στόχο. Ειδικότερα, οι περισσότερες εφαρμογές χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση των μαθητών με Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος. Πιο συγκεκριμένα, οι εφαρμογές αυτές φαίνεται πως συμβάλλουν σημαντικά στην ανάπτυξη των κοινωνικών και επικοινωνιακών δεξιοτήτων των μαθητών αυτών, εκεί δηλαδή που υπάρχει και η μεγαλύτερη δυσκολία. Για παράδειγμα, οι Hughes et al. (2022) διεξήγαγαν μία μελέτη όπου σχεδιάστηκε μία εφαρμογή Τεχνητής Νοημοσύνης μέσω της οποίας οι μαθητές με ΔΑΦ θα μπορούν να αναπτύξουν τις γνωστικές τους δεξιότητες στα πεδία της επιστήμης, της τεχνολογίας και των μαθητικών. Επιπρόσθετα, μέσω αυτής της εφαρμογής οι μαθητές με ΔΑΦ θα μπορούσαν να αναπτύξουν και τις κοινωνικές τους δεξιότητες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όχι μόνο οι μαθητές βελτιώθηκαν κοινωνικά και γνωστικά αλλά η χρήση της εφαρμογής αποδείχτηκε ως ένας πολύ χρήσιμος τρόπος διαχείρισης της συμπεριφοράς αυτών των μαθητών αλλά και της εμπλοκής τους στη μαθησιακή διαδικασία.

Επιπρόσθετα, η μελέτη των Arshad et al. (2020) είχε ως στόχο την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της χρήσης ρομποτικών εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης στη μαθησιακή διαδικασία μαθητών με ΔΑΦ. Στα πλαίσια της μελέτης δημιουργήθηκε μία εφαρμογή η οποία δίδασκε μαθηματικές έννοιες στους μαθητές. Μαθητές με ΔΑΦ συμμετείχαν στη διδακτική διαδικασία μέσω της παραδοσιακής μεθόδου και μέσω της χρήσης της εφαρμογής. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η

συμμετοχή των μαθητών μέσω της εφαρμογής τα ωφέλησαν σημαντικά. Πιο συγκεκριμένα, βρέθηκε ότι υπήρξε μία θετική αύξηση στην κατανόηση του περιεχομένου του μαθήματος αλλά και μία βελτίωση στο μαθησιακό κίνητρο των μαθητών. Εκτός από την αξιολόγηση των μαθητών στα πλαίσια της μελέτης αξιολογήθηκε και η άποψη των εκπαιδευτικών για τη χρήση της εφαρμογής στα πλαίσια της τάξης. Οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι η εφαρμογή Τεχνητής Νοημοσύνης συνέβαλε στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων προσοχής και εστίασης ενδιαφέροντος, βοήθησε σημαντικά στη κοινωνική αλληλεπίδραση των μαθητών στα πλαίσια του μαθήματος και τέλος μέσω της χρήσης της εφαρμογής δημιουργήθηκε ένα ευχάριστο και ενδιαφέρον μαθησιακό περιβάλλον.

Μία ακόμα μελέτη των Jimenez et al. (2017) πραγματοποίησαν μία μελέτη περίπτωσης όπου ένας εκπαιδευτικός και ένας μαθητής πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης με ΔΑΦ αλληλοεπίδρασαν στα πλαίσια του μαθήματος με μία ρομποτική εφαρμογή Τεχνητής Νοημοσύνης. Στα πλαίσια αυτής της αλληλεπίδρασης το ρομπότ ζητούσε από το μαθητή να τον διδάξει για κάποια ζητήματα. Με αυτό τον τρόπο παρακινούσε το μαθητή να αλληλοεπιδράσει μαζί του. Επίσης, το ρομπότ επαναλάμβανε λανθασμένα μία πρόταση που του δίδασκε ο μαθητής παρακινώντας τον να το διορθώσει και έτσι να μάθει μέσω αυτής τη διαδικασίας. Μέσω αυτής της μελέτης διαπιστώθηκε ότι η συμβολή των ρομποτικών εφαρμογών είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τους μαθητές με ΔΑΦ. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξε και η μελέτη των Qidwai et al (2020) που είχε ως στόχο τη διερεύνηση του ρόλου των εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης ως βοηθός στο έργο του εκπαιδευτικού σε μαθητές με ΔΑΦ. Πιο συγκεκριμένα, στα πλαίσια της μελέτης δημιουργήθηκε ένα ανθρωποειδές ρομπότ το οποίο είχε προγραμματιστεί για να αλληλεπιδρά μέσω παιχνιδιού με τους μαθητές με ΔΑΦ ενώ παράλληλα να τους διδάσκει ένα εύρος συμπεριφορών. Οι μαθητές αλληλοεπίδρασαν στα πλαίσια του μαθήματος με το ρομπότ αλλά παράλληλα και συμμετείχαν και σε παραδοσιακό μάθημα μόνο με τον εκπαιδευτικό τους για ορισμένες εβδομάδες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μέσω της συμμετοχής των μαθητών στην αλληλεπίδραση με το ρομπότ οι μαθητές παρουσίασαν σημαντική βελτίωση της μαθησιακής τους ικανότητας στο να μαθαίνουν κοινωνικά αποδεκτές συμπεριφορές.

5.4 Χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης και εκπαίδευση των εκπαιδευτικών

Ένα επιπρόσθετο αποτέλεσμα της παρούσας μελέτης είναι η σημαντικότητα εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σε θέματα Τεχνητής Νοημοσύνης. Μέσω των μελετών διαφάνηκε ότι οι εκπαιδευτικοί χρειάζονται περισσότερη υποστήριξη για την αποτελεσματική ενσωμάτωση των εφαρμογών της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδακτική πρακτική. Ειδικότερα, οι μελέτες υποδεικνύουν ότι είναι ιδιαίτερα σημαντική η παροχή των απαραίτητων γνώσεων και δεξιοτήτων στους εκπαιδευτικούς προκειμένου να βελτιστοποιήσουν όσο το δυνατόν περισσότερο τη μαθησιακή διαδικασία. Ένα από τα πιο σημαντικά ευρήματα είναι ότι τα ολοκληρωμένα και προσαρμοσμένα στις ανάγκες εκπαιδευτικά προγράμματα μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά την αυτοπεποίθηση και την ικανότητα τους να διαχειρίζονται εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης. Για παράδειγμα, η μελέτη των Kitcharoen et al. (2024) εξέτασε την αποτελεσματικότητα ενός προγράμματος εξειδίκευσης εκπαιδευτικών σε ζητήματα Τεχνητής Νοημοσύνης. Οι συμμετέχοντες εκπαιδευτικοί έλαβαν μέρος στο πρόγραμμα εκπαίδευσης για δύο ημέρες ενώ εξετάστηκε η γνώση τους και η ικανότητές τους στην εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στη τάξη πριν και μετά την εξειδίκευση. Τα αποτελέσματα υπέδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί βελτίωσαν σημαντικά τις γνώσεις τους σε ζητήματα Τεχνητής Νοημοσύνης. Επιπρόσθετα, βάσει των μελετών η συνεχής επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών αποτελούν σημαντικό παράγοντα για την επιτυχημένη εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στη τάξη. Ειδικότερα, οι μελέτες δείχνουν ότι η παροχή της κατάλληλης εκπαίδευσης και υποστήριξης στους εκπαιδευτικούς είναι σημανίνοσα προκειμένου να προσαρμόσουν τις γνώσεις τους στη Τεχνητή Νοημοσύνη

Ένα επιπρόσθετο αποτέλεσμα της παρούσα μελέτης είναι ότι η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών σε ζητήματα Τεχνητής Νοημοσύνης δεν αφορά μόνο στις γνώσεις τους για τα δεδομένα και πως αυτά λειτουργούν αλλά ένα πολύ σημαντικό ζήτημα που θα πρέπει να γνωρίζουν είναι οι ηθικές και παιδαγωγικές εφαρμογές της χρήσης της κατά την εκπαιδευτική διαδικασία. Ειδικότερα, τα εκπαιδευτικά προγράμματα χρειάζεται να καλύπτουν ένα εύρος θεμάτων σχετικά με τεχνικά ζητήματα της

Τεχνητής Νοημοσύνης ώστε να διασφαλιστεί ότι μπορούν αποτελεσματικά να εμπλέξουν τη Τεχνητή Νοημοσύνη στο μάθημά τους. Αυτή η διαδικασία χρειάζεται να καλύπτει την οικειοποίηση των εκπαιδευτικών με τα εκπαιδευτικά εργαλεία και τις πλατφόρμες Τεχνητής Νοημοσύνης και του τρόπου χειρισμού τους για την ενίσχυση της μαθησιακής εμπειρίας. Παρόλα αυτά, τα εκπαιδευτικά προγράμματα χρειάζεται να καλύπτουν και τα παιδαγωγικά ζητήματα που προκύπτουν με τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στα πλαίσια της τάξης. Πιο συγκεκριμένα, οι εκπαιδευτικοί χρειάζεται να μάθουν πως η Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει στην προσωποποίηση της μάθησης στις ανάγκες των μαθητών, στη διαφοροποιημένη διδασκαλία, στη παροχή έγκαιρης και ακριβούς ανατροφοδότησης και στην ενίσχυση του μαθησιακού κινήτρου των μαθητών. Επίσης, οι εκπαιδευτικοί χρειάζεται να ενισχύσουν και να εμπλουτίσουν τις διδακτικές τους μεθόδους ώστε να μπορούν να καλύψουν τις διαφορετικές ανάγκες των μαθητών όλης της τάξης. Τέλος, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να γνωρίζουν για την ηθική πλευρά χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης. Πιο συγκεκριμένα, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να εξειδικευθούν σε θέματα ιδιωτικότητας δεδομένων, την ασφάλειά τους και τη διασφάλιση της εμπιστευτικότητας όλων των δεδομένων των μαθητών. Επίσης, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να γνωρίζουν τους πιθανούς κινδύνους που απορρέουν από τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης και πως να διαχειρίζονται αυτούς τους κινδύνους με τον κατάλληλο τρόπο. Τέλος, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να κατέχουν τη γνώση και τις δεξιότητες προκειμένου να μπορούν να αξιολογήσουν κάθε εργαλείο Τεχνητής Νοημοσύνης και να επιλέξουν το κατάλληλο ανάλογα με τις μαθησιακές ανάγκες και να σχεδιάσουν τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να το χρησιμοποιήσουν για την επίτευξη των μαθησιακών στόχων του μαθήματος.

6 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στόχος της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση της χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στις τάξεις πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης και σύνθεσης των συμπεριληφθησών μελετών υπέδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης κατά τη διδακτική διαδικασία. Επίσης, η Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί να έχει σημαντική ωφέλεια για την ακαδημαϊκή επίδοση των μαθητών και το βαθμό μαθησιακού κινήτρου. Τέλος, βρέθηκε ότι οι εκπαιδευτικοί πρέπει να εξειδικευτούν σε θέματα Τεχνητής Νοημοσύνης προκειμένου να μπορούν να την εφαρμόσουν αποτελεσματικά μέσα στη τάξη.

6.1 Χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην τάξη πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης

Ένα κύριο αποτέλεσμα της παρούσας μελέτης είναι ότι ολοένα και περισσότερο οι εκπαιδευτικοί προσπαθούν να ενσωματώσουν στη διδακτική πρακτική και τη γενικότερη μαθησιακή διαδικασία τις εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης. Ο βαθμός χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στη σχολική τάξη έχει αποτελέσει πεδίο εντατικής έρευνας την τελευταία δεκαετία. Οι μέχρι τώρα διεξαχθείσες μελέτες υποδεικνύουν ότι η χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης ενώ χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο στις τάξεις ο βαθμός αυτός διαφέρει μεταξύ διαφορετικών σχολικών ιδρυμάτων, περιοχών και τύπων εκπαιδευτικών ιδρυμάτων. Υπάρχουν πολλοί και διαφορετικοί παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν το βαθμό υιοθέτησης των εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης στη σχολική τάξη όπως ο βαθμός πρόσβασης σε εκπαιδευτικούς πόρους, η οικειοποίηση των εκπαιδευτικών με τη τεχνολογία, οι παιδαγωγικές αντιλήψεις των εκπαιδευτικών καθώς και η γενική υποστήριξη που παρέχεται στους εκπαιδευτικούς από το διευθυντή και το εκπαιδευτικό ίδρυμα εν γένει.

Η πρόσβαση των εκπαιδευτικών σε σημαντικούς πόρους και υποστηρικτικές εκπαιδευτικές πηγές αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που

μπορεί να επηρεάσουν το βαθμό υιοθέτησης της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία. Τέτοιες πηγές είναι η καλή σύνδεση στο διαδίκτυο, συσκευές όπως υπολογιστές, laptop και tablets, καθώς και οι κατάλληλες εφαρμογές λογισμικού. Η ύπαρξη ή μη αυτών των πηγών είναι καθοριστικής σημασίας για την επίτευξη ενός αποτελεσματικού μαθήματος μέσω χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης. Έτσι, τα σχολεία των οποίων οι εκπαιδευτικοί μπορούν να έχουν πρόσβαση σε τέτοιες πηγές έχουν περισσότερη δυνατότητα να ενσωματώσουν τη Τεχνητή Νοημοσύνη στα πλαίσια τη τάξης. Αντίθετα, σχολεία των οποίων οι εκπαιδευτικοί δεν έχουν ικανή πρόσβαση σε τέτοιες πηγές θα δυσκολευτούν αρκετά να μπορέσουν να υιοθετήσουν τη χρήση εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας.

Ένας επιπρόσθετος παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει σημαντικά το βαθμό ενσωμάτωσης των εφαρμογών της Τεχνητής Νοημοσύνης στη τάξη είναι η ετοιμότητα και ικανότητα των εκπαιδευτικών στη χρήση τους. Οι εκπαιδευτικοί οι οποίοι παρουσιάζουν μία έντονη ικανότητα διαχείρισης των ψηφιακών δεδομένων και εφαρμογών συνήθως παρουσιάζουν μεγαλύτερη θέληση για να χρησιμοποιήσουν νέα εργαλεία στα πλαίσια της διδακτικής διαδικασίας και κατ' επέκταση να χρησιμοποιήσουν πιο αποτελεσματικά τις εφαρμογές αυτές προς όφελος των μαθητών. Αντίθετα οι εκπαιδευτικοί οι οποίοι δεν είναι οικειοποιημένοι με τις νέες τεχνολογίες είναι πιθανότερο να έχουν δισταγμό στην υιοθέτηση της χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στη τάξη και να επαφίονται σε πιο παραδοσιακού τρόπους διδασκαλίας (Holstein et al., 2019).

Ένας ακόμα παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει το βαθμό υιοθέτησης Τεχνητής Νοημοσύνης στη σχολική τάξη είναι οι παιδαγωγικές αντιλήψεις των εκπαιδευτικών. Οι εκπαιδευτικοί οι οποίοι εστιάζουν περισσότερο σε μία μαθητοκεντρική μαθησιακή προσέγγιση είναι πιο πιθανό να υιοθετήσει εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης οι οποίες να προσφέρουν προσωποποιημένη μάθηση και με αυτό τον τρόπο υποστηρίζουν τη διαφοροποιημένη μάθηση. Επίσης, η υποστήριξη που λαμβάνουν οι εκπαιδευτικοί από το εκπαιδευτικό ίδρυμα στο οποίο εργάζονται παίζει καθοριστικό ρόλο στην υιοθέτηση εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης αλλά και τη γενικότερη ενσωμάτωση της τεχνολογίας στη σχολική και εκπαιδευτική

διαδικασία. Τα σχολεία των οποίων η κουλτούρα υποστηρίζει την καινοτομία στην εκπαίδευση συνήθως είναι πιο ανοικτή στην ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών στην εκπαιδευτική πράξη. Αυτά τα σχολεία συνήθως παρέχουν στους εκπαιδευτικούς τους ευκαιρίες επαγγελματικής εξέλιξης, διαθέτουν χρηματοδότηση για επενδύσεις τεχνολογίας και σχεδιάζουν σαφείς κατευθυντήριες γραμμές για τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης που είναι σε καλύτερη θέση για να αξιοποιήσουν αποτελεσματικά αυτές τις τεχνολογίες (Chen et al., 2020). Ακόμα, σημαντικό ρόλο παίζει ο ρόλος του σχολικού ηγέτη του εκπαιδευτικού ιδρύματος. Αν ο σχολικός ηγέτης είναι πιο θετικά διακείμενος στην ενσωμάτωση της τεχνολογίας στη διδακτική πρακτική τότε είναι περισσότερες οι πιθανότητες οι εκπαιδευτικοί να λάβουν την απαραίτητη υποστήριξη που χρειάζονται προκειμένου να εφαρμόσουν αποτελεσματικά τη Τεχνητή Νοημοσύνη στα πλαίσια της τάξης.

Υπάρχουν αρκετές μελέτες που έχουν διερευνήσει ποιες εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης χρησιμοποιούνται από τους εκπαιδευτικούς στα πλαίσια της σχολικής εκπαιδευτικής διαδικασίας. Τα αποτελέσματα έχουν υποδείξει στην πλειοψηφία τους οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν σε μεγάλο βαθμό προσαρμοστικά συστήματα μάθησης, τα οποία εξατομικεύουν τη διδασκαλία με βάση τις ατομικές ανάγκες και τις μαθησιακές προτιμήσεις των μαθητών. Επιπρόσθετα τα «ευφυή» συστήματα διδασκαλίας, οι εικονικοί εκπαιδευτικοί βοηθοί αλλά και οι παιγνιώδεις εκπαιδευτικές εφαρμογές έχουν επίσης βρει τις θέσεις τους στην εκπαιδευτική διαδικασία με το να βοηθούν σημαντικά τους εκπαιδευτικούς στο διδακτικό και μαθησιακό έργο τους. Οι μέχρι τώρα διεξαχθείσες μελέτες έχουν υποδείξει ότι οι εκπαιδευτικοί υιοθετούν ένα εύρος τρόπων χρησιμοποίησης των τεχνολογιών Τεχνητής Νοημοσύνης στα πλαίσια της διδακτικής πρακτικής και του σχεδιασμού της διδακτικής ύλης. Για παράδειγμα, οι εκπαιδευτικοί φαίνεται ότι χρησιμοποιούν ψηφιακά εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης και τις ψηφιακές πλατφόρμες προκειμένου να διευκολύνουν τη διαφοροποιημένη διδασκαλία, να καλύψουν τις διαφορετικές ανάγκες των μαθητών τους και να προσφέρουν μία μαθησιακή εμπειρία η οποία να είναι προσαρμοσμένη στις δυνατότητες των μαθητών τους (Chen & Chen, 2022). Επίσης, οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν τη Τεχνητή Νοημοσύνη για την αξιολόγηση των μαθητών τους, την παρακολούθηση της προόδου

τους αλλά και την παράδοση άμεσης ανατροφοδότησης για βελτίωση των δεξιοτήτων τους. Ακόμα, οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν προσομοιώσεις εικονικής πραγματικότητας, chatbots και εφαρμογές επεξεργασίας της φυσικής γλώσσας προκειμένου να δημιουργήσουν ένα μαθησιακό περιβάλλον που να είναι ευχάριστο και να παρακινεί τους μαθητές να εμπλακούν στη μαθησιακή διαδικασία αλλά και να επιδράσουν αποτελεσματικά μεταξύ τους στα πλαίσια ενός εκπαιδευτικού έργου στα πλαίσια του μαθήματος.

6.2 Η επιρροή της Τεχνητής Νοημοσύνης στην ακαδημαϊκή επίδοση των μαθητών

Ένα επιπρόσθετο αποτέλεσμα της παρούσας μελέτης είναι ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη στα πλαίσια της διδακτικής και μαθησιακή διαδικασίας μπορεί να έχει σημαντικά οφέλη στη σχολική επίδοση των μαθητών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Τα συγκεκριμένο αποτέλεσμα συμφωνεί και με προηγούμενες διεξαχθείσες μελέτες. Ειδικότερα, οι μελέτες έχουν υποδείξει ότι η χρήση των εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ακαδημαϊκή επίδοση των μαθητών μίας σχολικής τάξης. Η θετική αυτή επιρροή έχει παρατηρηθεί σε διαφορετικά μαθήματα, μαθησιακούς τομείς και εκπαιδευτικά επίπεδα. Ειδικότερα, οι έρευνες υποδεικνύουν ότι τα εκπαιδευτικά εργαλεία που έχουν αναπτυχθεί βάσει Τεχνητής Νοημοσύνης τα οποία κυμαίνονται από εφαρμογές προσωποποιημένης μάθησης σε ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια και εκπαιδευτικές πλατφόρμες μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά στην επίδοση των μαθητών. Οι συγκεκριμένες τεχνολογίες συμβάλλουν στη βελτίωση της επίδοσης των μαθητών μέσω της προσαρμογής της διδασκαλίας στις ανάγκες των μαθητών, την ενίσχυση της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους και την παροχή λεπτομερούς και εστιασμένης ανατροφοδότησης.

Πιο συγκεκριμένα, η ανάπτυξη και χρησιμοποίηση των εφαρμογών προσωποποιημένης μάθησης στα πλαίσια της τάξης έχουν βρεθεί να παίζουν καθοριστικό ρόλο στη βελτίωση της επίδοσης των μαθητών. Αυτό γίνεται με έμμεσο και άμεσο τρόπο. Από τη μία πλευρά, αυτές οι εφαρμογές βοηθούν τους ίδιους τους μαθητές μέσω της ανάλυσης των δυνατοτήτων και αδυναμιών τους με απώτερο στόχο

την ενεργή συμμετοχή των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία. Από την άλλη πλευρά, αυτές οι εφαρμογές δίνουν την ευκαιρία στους εκπαιδευτικούς να προσαρμόσουν τη διδασκαλία στις ανάγκες κάθε μαθητή και κατ' επέκταση να ενισχύσει το βαθμό κατανόησης και διατήρησης του ακαδημαϊκού διδακτικού περιεχομένου από τους μαθητές. Ως αποτέλεσμα, σημειώνεται σημαντική βελτίωση στην ακαδημαϊκή επίδοσή τους (Lee et al., 2022). Παρομοίως, μέσω των ψηφιακών εκπαιδευτικών παιχνιδιών και των προσομοιώσεων Τεχνητής Νοημοσύνης δημιουργείται ένα πολύ πιο ευχάριστο και ενδιαφέρον μαθησιακό περιβάλλον το οποίο μπορεί να αιχμαλωτίσει το ενδιαφέρον των μαθητών, να διεγείρει την περιέργειά τους και να βοηθήσει στη εμβάθυνση σε περίπλοκες έννοιες μέσω της βιωματικής μάθησης (Lee et al., 2022).

Πληθώρα ερευνών μέχρι σήμερα υποδεικνύει ότι η χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να αποβεί ιδιαίτερα χρήσιμη για τους μαθητές σε ένα εύρος μαθημάτων . Για παράδειγμα, έχει βρεθεί ότι η χρήση εφαρμογών προσωποποιημένης μάθησης και οι ψηφιακές πλατφόρμες μάθησης έχουν σημαντική επιρροή στη μαθηματική επίδοση των μαθητών. Τα συγκεκριμένα εργαλεία δίνουν τη δυνατότητα στους μαθητές να εξασκούνται σε ασκήσεις και προβλήματα τα οποία είναι σχεδιασμένα για τις δυνατότητές τους με αποτέλεσμα τη πλήρη κατανόηση των διδασκόμενων εννοιών. Πιο συγκεκριμένα, οι μελέτες έχουν δείξει ότι οι μαθητές που συμμετέχουν σε διδακτικά προγράμματα τα οποία κάνουν χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία των μαθηματικών έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική βελτίωση της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων, την ανάπτυξη δεξιοτήτων μαθηματικής λογικής και την αντίληψη των μαθηματικών εννοιών εν γένει. Για παράδειγμα, οι Wardat et al. (2023) διεξήγαγαν μία μελέτη με στόχο τη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών και των εκπαιδευτικών σχετικά με τη δυνατότητα του ChatGPT ως εργαλείο διδασκαλίας μαθηματικών. Τα αποτελέσματα υπέδειξαν ότι το συγκεκριμένο εργαλείο κατέχει σημαντικές δυνατότητες και παρουσιάζει τη δυνατότητα καθοδήγησης και διδασκαλίας των μαθητών σε βασικά ζητήματα μαθηματικών εννοιών. Πιο συγκεκριμένα, το ChatGPT μπορεί να δώσει οδηγίες και υποβοήθηση στους μαθητές σε γεωμετρικές έννοιες. Επομένως, συνιστά

ένα εργαλείο που βοηθά τους μαθητές να επιτύχουν σημαντική επίδοση στο μάθημα των μαθηματικών.

Ένα επιπρόσθετο πεδίο στο οποίο έχει βρεθεί ότι η χρήση των εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης βελτιώνει την απόδοση είναι το πεδίο της γραφής και της ανάγνωσης. Ψηφιακά εργαλεία όπως οι ψηφιακές βιβλιοθήκες και οι ψηφιακές πλατφόρμες αφήγησης μπορεί να αποβούν ιδιαίτερα χρήσιμα στην υποβοήθηση των μαθητών σε αυτά τα πεδία καθώς μέσω της δημιουργίας ενός ενδιαφέροντος μαθησιακού περιβάλλοντος τους δίνεται η ευκαιρία να προβούν σε ευχάριστες δραστηριότητες όπου μπορούν να συμβάλλουν στην ανάπτυξη των γραφικών και αναγνωστικών δεξιοτήτων τους. Πιο συγκεκριμένα μέσω των συγκεκριμένων εργαλείων οι μαθητές ενισχύουν την ανάπτυξη του εύρους του λεξιλογίου τους, την αναγνωστική ευχέρειά τους και την ανάπτυξη στρατηγικών κατανόησης των διδασκόμενων γραμματικών εννοιών. Για παράδειγμα, οι Amyatun και Kholis (2023) διεξήγαγαν μία μελέτη με στόχο την υποβοήθηση μαθητών στη δημιουργία γραπτών ιστοριών μέσω της χρήσης του QuillBot AI. Οι μαθητές συμμετείχαν σε μία σειρά μαθημάτων κατά την οποία διδάχτηκαν την παραγωγή γραπτού λόγου μέσω των βημάτων του σχεδιασμού, της παραγωγής, της παρατήρησης και της ανατροφοδότησης. Οι μαθητές εξετάστηκαν στις δεξιότητές τους πριν και μετά τη συμμετοχή τους στο πρόγραμμα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η χρήση του συγκεκριμένου εργαλείου Τεχνητής Νοημοσύνης βελτίωσε σημαντικά την απόδοση των μαθητών στην παραγωγή γραπτού λόγου όπως φάνηκε από τη μεγάλη διαφορά της βαθμολογίας που έλαβαν κατόπιν της συμμετοχής τους στο πρόγραμμα εν συγκρίσει με πριν. Επίσης, η χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να ωφελήσει σημαντικά την ανάπτυξη γραφής και ανάγνωσης στους αρχάριους μαθητές μίας ξένης γλώσσας. Για παράδειγμα οι Gayed et al. (2022) διεξήγαγαν μία μελέτη όπου δημιούργησαν ένα εργαλείο Τεχνητής Νοημοσύνης για να βοηθήσει τους αρχάριους μαθητές της αγγλικής γλώσσας να υπερβούν τα εμπόδια που συνήθως συναντούν κατά την παραγωγή γραπτού λόγου. Οι μαθητές συμμετείχαν στο πρόγραμμα αυτό και κατόπιν εξετάστηκε η γνώση τους σε θέματα λεξιλογίου, γραμματικής και παραγωγής γραπτού λόγου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η χρήση των εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να αποτελούν ένα πολύτιμο βοηθό για την εκμάθηση

μίας ξένης γλώσσας ειδικά δε για τους μαθητές που χρειάζονται περισσότερη και πιο δομημένη καθοδήγηση.

Η χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης έχει βρεθεί ότι μπορεί να συμβάλλει στο βαθμό αναγνωστικής κατανόησης των μαθητών. Υπάρχουν εργαλεία τα οποία χρησιμοποιούν αλγόριθμους επεξεργασίας της φυσικής γλώσσας οι οποίοι βοηθούν τους μαθητές να αναλύσουν την συνθετότητα ενός κειμένου, να κατανοήσουν το περιεχόμενό του και να αναπτύξουν εν γένει τις δεξιότητες αναγνωστικής κατανόησης. Πολλές μελέτες υποδεικνύουν ότι οι μαθητές που κάνουν χρήση αυτών των εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης παρουσιάζουν σημαντική βελτίωση στο βαθμό κατανόηση του περιεχομένου του κειμένου, την ανάπτυξη των δεξιοτήτων κριτικής σκέψης γεγονός που οδηγεί στη συνολική βελτίωση της αναγνωστικής τους ικανότητας και κατ' επέκταση της ακαδημαϊκής τους επίδοσης. Για παράδειγμα, οι Liu et al. (2024) διεξήγαγαν μία μελέτη κατά την οποία αξιολογήθηκε η συμβολή ενός εργαλείου Τεχνητής Νοημοσύνης και πιο συγκεκριμένα ένα chatbot στη βελτίωση της αναγνωστικής κατανόησης αλλά και του κινήτρου εμπλοκής στην αναγνωστική διαδικασία. Οι μαθητές συμμετείχαν σε μία δραστηριότητα ανάγνωσης για έξι εβδομάδες και κατόπιν εξετάστηκαν στο βαθμό κατανόησης και κινήτρου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πλειοψηφία των μαθητών έδειξε ισχυρό κίνητρο συμμετοχής στη δραστηριότητα μέσω chatbot και αυτή τους η αλληλεπίδραση όχι μόνο κινητοποιήσε αλλά και διατήρησε το ενδιαφέρον τους. Αντίθετα, οι μαθητές που δε συμμετείχαν στο πρόγραμμα έδειξαν πολύ πιο μειωμένο μαθησιακό κίνητρο και βαθμό αναγνωστικής κατανόησης.

Ένα επιπρόσθετο πεδίο στο οποίο οι μαθητές σημειώνουν βελτιωμένη ακαδημαϊκή επίδοση κατόπιν της χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης είναι αυτό της τεχνολογίας και των φυσικών επιστημών. Στα πλαίσια αυτών των μαθημάτων οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης όπως τα ψηφιακά εργαστήρια και τα λογισμικά προσομοίωσης πειραμάτων επιτρέπουν στους μαθητές να πραγματοποιήσουν ψηφιακά πειράματα και να πραγματοποιήσουν πρακτικές δραστηριότητες σε ένα ψηφιακό περιβάλλον. Πολλές μελέτες υποδεικνύουν ότι η χρήση αυτών των εργαλείων προάγουν την κατανόηση των μαθητών δύσκολων και πολλές φορές αόριστων εννοιών γεγονός που οδηγεί στη βελτίωση της ακαδημαϊκής

τους επίδοσης σε αυτό το πεδίο. Για παράδειγμα, οι Hasan και Khan (2023) διεξήγαγαν μία μελέτη όπου αξιολογήθηκε η επιρροή της χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στην κατανόηση ενός μαθήματος τεχνολογίας. Μέσω της μηχανικής μάθησης οι μαθητές παρουσιάζονταν με το υλικό του μαθήματος. Τα αποτελέσματα υπέδειξαν ότι οι μαθητές κατόπιν του προγράμματος παρουσίασαν μία σημαντική βελτίωση της κατανόησης του μαθήματος.

6.3 Ο ρόλος της Τεχνητής Νοημοσύνης στη δημιουργία ενός συμπεριληπτικού σχολικού περιβάλλοντος

Ένα ακόμα αποτέλεσμα της παρούσας μελέτης είναι ότι η χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στα πλαίσια της σχολικής τάξης προάγει την ανάπτυξη ενός συμπεριληπτικού περιβάλλοντος. Πλέον, οι σχολικές τάξεις χαρακτηρίζονται από τη συνύπαρξη μαθητών τυπικής και μη τυπικής ανάπτυξης. Αυτοί οι μαθητές συνήθως αντιμετωπίζουν ένα εύρος μαθησιακών προκλήσεων και δυσκολιών που επηρεάζουν σημαντικά την ακαδημαϊκή τους επίδοση αλλά και τη γενικότερη σχολική και μαθησιακή τους ευημερία. Οι μαθησιακές δυσκολίες παρουσιάζονται με διάφορες μορφές όπως είναι η δυσλεξία, η δυσαριθμησία, η ΔΑΦ, οι αισθητηριακές δυσκολίες καθώς και δυσκολίες στην παραγωγή και αντίληψη του λόγου (Lenhard & Lenhard, 2013). Η συμπερίληψη των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες στην τυπική τάξη αντικατοπτρίζει την έναρξη μίας εποχής όπου οι μαθητές δεν διαχωρίζονται ανάλογα με τις δυνατότητές τους σε ικανούς και μη, αλλά όλοι μαζί συνυπάρχουν και αλληλοβοηθούνται με στόχο τη καλύτερη δυνατή μαθησιακή διαδικασία και των δύο μερών. Παρόλα αυτά, η εφαρμογή της συμπεριληπτικής εκπαίδευσης συναντά πολλαπλά εμπόδια ιδιαίτερα για τους εκπαιδευτικούς αλλά και τους ίδιους τους μαθητές. Από τη μία πλευρά, μία συμπεριληπτική τάξη μπορεί να βοηθήσει το μαθητή που έχει κάποια μαθησιακή δυσκολία να έχει την ευκαιρία να μάθουν ανάμεσα στους συμμαθητές τους, να διδάσκονται την ίδια ύλη και τοπ κυριότερο, να επωφελούνται από τη κοινωνική συνύπαρξη και αλληλεπίδραση με τους συμμαθητές τους. Ένα συμπεριληπτικό

μαθησιακό περιβάλλον προάγει για αυτούς του μαθητές μία αίσθηση του ανήκειν αλλά και του σεβασμού στη διαφορετικότητα.

Από την άλλη πλευρά, η κάλυψη των μοναδικών και διαφορετικών αναγκών του κάθε μαθητή με μαθησιακή δυσκολία απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό, την υιοθέτηση διαφοροποιημένης διδασκαλίας καθώς και την ύπαρξη υποστηρικτικού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος εκ μέρους του σχολικού πλαισίου. Πιο συγκεκριμένα, οι εκπαιδευτικοί χρειάζεται να αναπτύξουν στρατηγικές και μεθόδους που να μπορούν να ανταποκριθούν στις διαφορετικές ανάγκες των μαθητών τους. Παρόλα αυτά, πολλές μελέτες υποδεικνύουν ότι οι εκπαιδευτικοί, κυρίως λόγω της άγνοιάς τους σχετικά με τις μαθησιακές διαταραχές αδυνατούν να ανταπεξέλθουν στον απαιτητικό αυτό ρόλο (Lenhard & Lenhard, 2013)

Πληθώρα ερευνών που έχουν διεξαχθεί στον τομέα της Τεχνητής Νοημοσύνης υποδεικνύουν ότι η χρήση της στα πλαίσια του μαθήματος μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες όσον αφορά την πρόσβαση και το βαθμό κατανόησης των διδασκόμενων εννοιών. Η χρήση των εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης προσφέρουν καινοτόμες λύσεις και στρατηγικές προκειμένου ένας εκπαιδευτικός να μπορέσει να διαχειριστεί τη γνωστική διαφορετικότητα των μαθητών του. Μέσω των εφαρμογών αυτών οι εκπαιδευτικοί μπορούν να προσωποποιήσουν τις οδηγίες ανάλογα με τις ανάγκες κάθε μαθητή όπως επίσης να σχεδιάσει και να εφαρμόσει τις κατάλληλες εκπαιδευτικές στρατηγικές προκειμένου να βελτιώσει τη μαθησιακή εμπειρία των μαθητών του. Κύριο εύρημα των μελετών είναι ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη μέσω της προσαρμογής της διδακτικής διαδικασίας στις ανάγκες του κάθε μαθητή μπορεί να τον βοηθήσει όχι μόνο να έχει πρόσβαση στο μαθησιακό υλικό που μέσω της παραδοσιακής εκπαίδευσης πιθανώς θα στερούνταν αλλά και να αποκτήσει ένα μεγάλο μαθησιακό κίνητρο να προσπαθήσει (Koshiry et al., 2022). Έτσι ακόμα και οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες που στα πλαίσια της παραδοσιακής διδακτικής διαδικασίας συνήθως αποκλείονται, έχουν πλέον τη δυνατότητα να μαθαίνουν με τον δικό τους τρόπο, στο δικό τους χρόνο καθώς επίσης και να αποκτήσουν μία ενεργητική προσέγγιση απέναντι στη μάθηση.

Η θετική επιρροή της χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στους μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες είναι φανερή και από τα αποτελέσματα των ερευνών που υποδεικνύουν ότι οι μαθητές μη τυπικής ανάπτυξης οι οποίοι συμμετέχουν σε εκπαιδευτικά προγράμματα που κάνουν χρήση εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης παρουσιάζουν σημαντική βελτίωση σε πολλούς μαθησιακούς τομείς (Koshiry et al., 2022). Για παράδειγμα, έχει βρεθεί ότι εφαρμογές όπως τα λογισμικά αναγνώρισης ομιλίας, τα προγράμματα μετατροπής κειμένου σε ομιλία καθώς και οι συσκευές ανάγνωσης οθόνης μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές με οπτικές, ακουστικές ή/και κινητικές δυσκολίες να έχουν πρόσβαση στο εκπαιδευτικό υλικό, να συμμετέχουν στα πλαίσια των δραστηριοτήτων στα πλαίσια της τάξης και γενικότερα να εμπλακούν σε μεγαλύτερο βαθμό στη μαθησιακή διαδικασία (...). Επομένως, συμπεραίνεται πως η χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη σχολική τάξη αποτελεί ένα μέσο υπερπήδησης των εμποδίων που θέτονται από την παρουσία των μαθησιακών διαταραχών και δημιουργίας μαθησιακών ευκαιριών που σε άλλη περίπτωση θα αποτελούσε ουτοπία για αυτούς τους μαθητές .

6.4 Εξειδίκευση εκπαιδευτικών σε ζητήματα χρήσης Τεχνητής Νοημοσύνης στη τάξη

Ένα πολύ σημαντικό αποτέλεσμα που προέκυψε από την παρούσα μελέτη είναι ότι η χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη πρωτοβάθμια εκπαίδευση επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την εξειδίκευση των εκπαιδευτικών σε θέματα σχετικά με την εφαρμογή της. Ειδικότερα, τα εκπαιδευτικά προγράμματα των δασκάλων παίζουν καθοριστικό ρόλο στη δυνατότητά τους να εκμεταλλευτούν τα πλεονεκτήματα που τους δίνονται και να την εφαρμόζουν αποτελεσματικά. Η μεγάλη και απότομη αύξηση της χρήσης της τεχνολογίας στη σχολική τάξη απαιτεί την ύπαρξη γνώσεων και στρατηγικών εφαρμογής τους εκ μέρους των εκπαιδευτικών. Μελέτες που έχουν διεξαχθεί μέχρι σήμερα υποδεικνύουν το σημαντικό ρόλο που παίζουν τα προγράμματα εξειδίκευσης των εκπαιδευτικών σε ζητήματα Τεχνητής Νοημοσύνης (Vlasova et al., 2019). Παρόλα αυτά, η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών παρουσιάζουν σημαντική έλλειψη γνώσεων σχετικά με τον τρόπο χρήσης και εφαρμογής της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδακτική πρακτική. Για παράδειγμα, η

μελέτη των Kim και Kwon (2023) διεξήχθη με στόχο τη διερεύνηση των γνώσεων των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σε ζητήματα συμπερίληψης εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία καθώς και των ικανοτήτων τους στη εφαρμογή τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί δεν διέθεταν τις απαραίτητες γνώσεις είτε τεχνολογικές είτε παιδαγωγικές προκειμένου να συμπεριλάβουν τις εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης στην τάξη τους. Επίσης, στα πλαίσια αυτής της μελέτης προέκυψε ότι οι εκπαιδευτικοί χρειάζονται καθοδήγηση όσον αφορά τον σχεδιασμό εφαρμογής της Τεχνητής Νοημοσύνης αλλά και τις γνώσεις τους όσον αφορά τη διαχείριση ηλεκτρονικών δεδομένων.

Επιπρόσθετη μελέτη των Cheng και Wang (2023) διερεύνησε το βαθμό γνώσης των σχολικών ηγετών σχετικά με ζητήματα Τεχνητής Νοημοσύνης καθώς και τη σημασία τους για την αποτελεσματική ενσωμάτωση τέτοιων εφαρμογών στην εκπαιδευτική διαδικασία. Τα αποτελέσματα υπέδειξαν ότι η πλειοψηφία των διευθυντών των σχολείων δεν είχαν τις απαραίτητες ψηφιακές γνώσεις και κατ' επέκταση δυσκόλευαν σημαντικά την προσαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδακτική και μαθησιακή διαδικασία. Μία ακόμα μελέτη των Zhao et al. (2022) διεξήχθη με σκοπό τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ των γνώσεων των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης με την αποτελεσματικότητα εφαρμογής της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αποτελεσματικότητα της εφαρμογής της Τεχνητής Νοημοσύνης στη τάξη είχε άμεση και θετική συσχέτιση με το επίπεδο γνώσεων των εκπαιδευτικών σε ζητήματα Τεχνητής Νοημοσύνης. Επίσης, η μελέτη των Ayanwale et al. (2022) διερεύνησε τους παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν σημαντικά την ικανότητα των εκπαιδευτικών να συμπεριλάβουν τη Τεχνητή Νοημοσύνη στην εκπαιδευτική διαδικασία. Ειδικότερα, εξέτασαν συγκεκριμένους παράγοντες που αφορούσαν το άγχος των εκπαιδευτικών για την εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στο μάθημα, τις αντιλήψεις σχετικά με τη χρησιμότητά της που έχουν οι εκπαιδευτικοί καθώς και η αυτοπεποίθηση και ετοιμότητα των εκπαιδευτικών για να εφαρμόσουν τη Τεχνητή Νοημοσύνη στη τάξη. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι παράγοντες που σχετίζονταν με την αποτελεσματικότητα εφαρμογής της Τεχνητής Νοημοσύνης στη τάξη ήταν η ετοιμότητά του σχετικά με αυτή. Επομένως, η ανάπτυξη της ετοιμότητας των

εκπαιδευτικών μέσω της εκπαίδευσής τους κρίνεται ως απαραίτητη. Ένας παράγοντας που φαίνεται να επηρεάζει το βαθμό γνώσεων των εκπαιδευτικών για την Τεχνητή Νοημοσύνη είναι η κουλτούρα. Για παράδειγμα, η μελέτη των Vazhayil et al (2019) διερεύνισε τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με την προσαρμογή και ενσωμάτωση των εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία σε εκπαιδευτικούς στην Ινδία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί είχαν αρνητική άποψη για την ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στα πλαίσια της τάξης.

Επίσης, οι μέχρι σήμερα διεξαχθείσες μελέτες στο πεδίο της Τεχνητής Νοημοσύνης υποδεικνύουν ότι τα προγράμματα εξειδίκευσης των εκπαιδευτικών σε ζητήματα Τεχνητής Νοημοσύνης θα πρέπει να προσαρμόζονται στις μοναδικές και διαφορετικές ανάγκες τους. Ειδικότερα ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα προσαρμοσμένος τις ανάγκες των εκπαιδευτικών μπορεί να συμβάλλει στην καλύτερη δυνατή εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στα πλαίσια της διδακτικής διαδικασίας. Τα εκπαιδευτικά προγράμματα θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους της πρότερη γνώση, εμπειρία και άνεση των εκπαιδευτικών στη χρήση εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης (Vlasova et al., 2019). Μέσω αυτών των προγραμμάτων τα εκπαιδευτικά ιδρύματα μπορούν να διασφαλίσουν ότι οι εκπαιδευτικοί τους θα μπορέσουν αν λάβουν την απαραίτητη υποστήριξη και καθοδήγηση που χρειάζονται προκειμένου να είναι αποτελεσματικοί στη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης. Επίσης, αυτά τα προγράμματα μπορούν να βοηθήσουν όχι μόνο στην ενίσχυση της αυτοπεποίθησης των εκπαιδευτικών σε ζητήματα χρήσης Τεχνητής Νοημοσύνης αλλά και στην απόκτηση των απαραίτητων γνώσεων και δεξιοτήτων για την αποτελεσματική χρήσης τους στα πλαίσια της τάξης.

Παρόλο όμως που η χρήση της Τεχνητής νοημοσύνης προσφέρει σημαντικά στον τομέα της εκπαίδευσης πολλές μελέτες υποδεικνύουν τα ηθικά ζητήματα που προκύπτουν από τη χρήση της. Ζητήματα όπως το απόρρητο των δεδομένων, η αλγοριθμική μεροληψία και η διαφάνεια χρήσης των δεδομένων των μαθητών απαιτούν ισχυρές διασφαλίσεις και οδηγίες για την προστασία των δικαιωμάτων των μαθητών, τη διασφάλιση της δικαιοσύνης και τον μετριασμό των πιθανών κινδύνων που σχετίζονται με τη χρήση τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση. Πολλές μελέτες έχουν υποδείξει ότι αυτά τα ζητήματα είναι υψίστης σημασίας και οι

εκπαιδευτικοί χρειάζεται να έχουν τις απαραίτητες γνώσεις σχετικά με αυτά. Για παράδειγμα ο Celik (2023) διεξήγαγε μία μελέτη στα πλαίσια της οποίας αξιολογήθηκε η γνώση των εκπαιδευτικών σε ζητήματα ηθικής διαχείρισης των εφαρμογών της Τεχνητής Νοημοσύνης στα πλαίσια της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Κατά τη διάρκεια της μελέτης δημιουργήθηκε ένα μοντέλο βάσει του οποίου αξιολογήθηκαν οι εκπαιδευτικοί. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όσο μεγαλύτερη γνώση είχαν οι εκπαιδευτικοί όσον αφορά στη διαχείριση των εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης τόσο μεγαλύτερο βαθμό γνώσης είχαν και για τις ηθικές και παιδαγωγικές προεκτάσεις τους.

7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα μελέτη είχε ως κύριο στόχο της τη διερεύνηση της χρήσης των εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης στα πλαίσια της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης υπέδειξαν ότι η χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να έχει ένα εύρος εφαρμογών και πλεονεκτημάτων για τους μαθητές αλλά και τους εκπαιδευτικούς καθώς επίσης υπέδειξε και περιοχές που χρειάζονται περισσότερη διερεύνηση και βελτίωση. Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης έγινε προφανές ότι οι εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης διαθέτουν τεράστιες δυνατότητες να φέρουν επανάσταση στις διδακτικές και μαθησιακές πρακτικές, να προωθήσουν εξατομικευμένα περιβάλλοντα μάθησης και να ενισχύσουν την επίδοση των μαθητών σε διάφορους θεματικούς και μαθησιακούς τομείς. Οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν ένα εύρος εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης όπως συστήματα προσωποποιημένης μάθησης, προσαρμοστικές πλατφόρμες διδασκαλίας, ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια και εφαρμογές αξιολόγησης της επίδοσης των μαθητών. Όλες αυτές οι εφαρμογές έχουν προσδώσει έναν καινοτόμο χαρακτήρα στην εκπαιδευτική διαδικασία όπου οι διαφορετικές ανάγκες των μαθητών μπορούν να αντιμετωπιστούν καθώς επίσης και να υποστηριχθεί η ακαδημαϊκή ανάπτυξη και ωριμότητά τους.

Ένα από τα κυριότερα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη παρούσα μελέτη αφορά στο μετασχηματιστικό ρόλο της χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στη δημιουργία ενός πιο συμπεριληπτικού σχολείου με στόχο τη βελτίωση της σχολικής και εκπαιδευτικής εμπειρίας των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες. Για τη βοήθεια αυτών των μαθητών έχουν δημιουργηθεί εφαρμογές οι οποίες βοηθούν τα άτομα να υπερβούν τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν. Οι μελέτες που έχουν διεξαχθεί στο συγκεκριμένο πεδίο υποδεικνύουν ότι οι βοηθητικές εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης έχουν τη δυνατότητα να αντιμετωπίσουν και να διαχειριστούν τις δυνάμεις αλλά και τις αδυναμίες των μαθητών αυτών επιτυγχάνοντας καλύτερου βαθμού ακαδημαϊκή επίδοση αλλά και εμπλοκή των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία. Επιπρόσθετα, οι μελέτες υποδεικνύουν τη σημαντικότητα των εξατομικευμένων προγραμμάτων κατάρτισης εκπαιδευτικών στην ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία. Υπάρχει ανάγκη για

διαφοροποιημένες ευκαιρίες επαγγελματικής εξέλιξης προσαρμοσμένες στις προηγούμενες γνώσεις, την εμπειρία και το επίπεδο άνεσης των εκπαιδευτικών με την τεχνολογία. Μέσω αυτών των προγραμμάτων οι εκπαιδευτικοί αποκτούν όχι μόνο σημαντικές γνώσεις για τη λειτουργία και χρήση των δεδομένων αλλά και δεξιότητες αποτελεσματικής εφαρμογής της στο σχολικό περιβάλλον.

Επιπρόσθετα της ύπαρξης της θετικής επιρροής που έχει η χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη πρωτοβάθμια εκπαίδευση, μελέτες έχουν υποδείξει ότι υπάρχουν σημαντικές προκλήσεις αλλά και περιορισμοί από τη χρήση της. Αρχικά, χρειάζεται οι εκπαιδευτικοί να γνωρίζουν από τις ηθικές πτυχές που διέπουν τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στα εκπαιδευτικά πλαίσια. Δεδομένου του γεγονότος ότι η ψηφιακές εφαρμογές έχουν ενσωματωθεί και σε άλλες λειτουργίες της εκπαιδευτικής διαδικασίας όπως η καταχώρηση προσωπικών στοιχείων και δεδομένων των μαθητών και της οικογένειάς τους, ο τρόπος διαχείρισης αυτών των δεδομένων είναι υψίστης σημασίας για τη διασφάλιση της διαφάνειας της διαδικασίας αλλά και της ασφάλειας των μαθητών. Επιπρόσθετα, δυσκολίες εφαρμογής της Τεχνητής Νοημοσύνης στα σχολεία μπορεί να προέρχονται και από παράγοντες που σχετίζονται με το βαθμό πρόσβασης σε τεχνολογικές συσκευές σε εκπαιδευτικούς πόρους μπορεί να επηρεάσουν καθοριστικό το βαθμό ενσωμάτωσης των εφαρμογών αυτών στην εκπαιδευτική διαδικασία αλλά και την τελική αποτελεσματικότητά τους.

Μελλοντικές μελέτες στο συγκεκριμένο πεδίο χρειάζεται να εστιάσουν στον τρόπο με τον οποίο οι προαναφερθείσες δυσκολίες και προκλήσεις μπορούν να αντιμετωπιστούν με στόχο τη βέλτιστη δυνατή ενσωμάτωσή της στις σχολικές τάξεις. Επιπρόσθετα, μελλοντικοί ερευνητές χρειάζεται να διερευνήσουν τη μακροχρόνια επιρροή της ενσωμάτωσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία της απόδοσης των μαθητών αλλά και στη κοινωνικο-συναισθηματική ανάπτυξη. Οι μακρόχρονες μελέτες μπορούν να συμβάλλουν στην επέκταση της γνώσης σχετικά με το διαρκή και σταθερό αντίκτυπο των τεχνολογιών Τεχνητής Νοημοσύνης στη διατήρηση και τη μεταφορά της μάθησης με την πάροδο του χρόνου. Επιπλέον μελλοντικές μελέτες χρειάζεται να διερευνήσουν την αποτελεσματικότητα της χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης και των εφαρμογών της μεταξύ διαφορετικών

πληθυσμών συμπεριλαμβανομένων και αυτών με μαθησιακές δυσκολίες, αυτών που μαθαίνουν μία καινούρια γλώσσα αλλά και αυτούς που προέρχονται από διαφορετικά πολιτισμικά περιβάλλοντα.

Ακόμα, μελλοντικές έρευνες θα πρέπει να διερευνήσουν την αποτελεσματικότητα πιο καινοτόμων εφαρμογών της Τεχνητής Νοημοσύνης στο πεδίο της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης όπως είναι η επεξεργασία φυσικής γλώσσας, η μηχανική μάθηση και η εικονική πραγματικότητα, στην επέκταση των διαθέσιμων εργαλείων και των παρεμβάσεων που βασίζονται σε τεχνητή νοημοσύνη που είναι διαθέσιμα στους εκπαιδευτικούς. Επίσης, το συγκεκριμένο πεδίο χρειάζεται το σχεδιασμό και την εφαρμογή διεπιστημονικών μελετών όπου διαφορετικοί επαγγελματίες που σχετίζονται με την εκπαίδευση και την τεχνολογία όπως είναι οι εκπαιδευτικοί, οι ψυχολόγοι, οι επιστήμονες υπολογιστών αλλά και οι φορείς χάραξης εκπαιδευτικής πολιτικής μπορούν να συμβάλλουν στην ολιστική κατανόηση του τρόπου εφαρμογής αλλά και της επιρροής της Τεχνητής Νοημοσύνης στη δημιουργία ενός καινοτόμου αλλά και αποτελεσματικού μαθησιακού περιβάλλοντος.

8 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Adamopoulou, E., & Moussiades, L. (2020). Chatbots: History, technology, and applications. *Machine Learning with applications*, 2, 100006.

Agarry, R. O., Omolafe, E. V., Animashaun, V. O., & Babalola, E. O. (2022). Primary education undergraduates' competency in the use of artificial intelligence for learning in Kwara State. *ASEAN Journal of Educational Research and Technology*, 1(2), 111-118.

Akman, E., & Çakır, R. (2023). The effect of educational virtual reality game on primary school students' achievement and engagement in mathematics. *Interactive Learning Environments*, 31(3), 1467-1484.

Al-Ansi, A. M., Jaboob, M., Garad, A., & Al-Ansi, A. (2023). Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) recent development in education. *Social Sciences & Humanities Open*, 8(1), 100532.

Amyatun, R. L., & Kholis, A. (2023). Can Artificial Intelligence (AI) like QuillBot AI Assist Students' Writing Skills? Assisting Learning to Write Texts using AI. *ELE Reviews: English Language Education Reviews*, 3(2), 135-154.

Arshad, N. I., Hashim, A. S., Ariffin, M. M., Aszemi, N. M., Low, H. M., & Norman, A. A. (2020). Robots as assistive technology tools to enhance cognitive abilities and foster valuable learning experiences among young children with autism spectrum disorder. *Ieee Access*, 8, 116279-116291.

Athanaselis, T., Bakamidis, S., Dologlou, I., Argiriou, E. N., & Symvonis, A. (2014). Making assistive reading tools user friendly: A new platform for Greek dyslexic students empowered by automatic speech recognition. *Multimedia tools and applications*, 68, 681-699.

Ayanwale, M. A., Sanusi, I. T., Adelana, O. P., Aruleba, K. D., & Oyelere, S. S. (2022). Teachers' readiness and intention to teach artificial intelligence in schools. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100099.

Boissiere, M. (2004). Determinants of primary education outcomes in developing countries. *World Bank, Independent Evaluation Group (IEG), Washington, DC.*

Burrell, J., & Fourcade, M. (2021). The society of algorithms. *Annual Review of Sociology*, 47, 213-237.

Celik, I. (2023). Towards Intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. *Computers in Human Behavior*, 138, 107468.

Chen, Y., & Chen, Z. (2022). Effectiveness of artificial intelligence multimedia courseware in classroom teaching application. *Applied bionics and biomechanics*, 2022.

Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *Ieee Access*, 8, 75264-75278.

Cheng, E. C. K., & Wang, T. (2023). Leading digital transformation and eliminating barriers for teachers to incorporate artificial intelligence in basic education in Hong Kong. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5, 100171.

Das, A., Malaviya, S., & Singh, M. (2023). The Impact of AI-Driven Personalization on Learners' Performance. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 11(8), 15-22.

Gayed, J. M., Carlon, M. K. J., Oriola, A. M., & Cross, J. S. (2022). Exploring an AI-based writing Assistant's impact on English language learners. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100055.

Ghareeb Ahmed Ali, S. (2020). Using an artificial intelligence application for developing primary school pupils' oral language skills. 75(75), 67-110.

Gligorea, I., Cioca, M., Oancea, R., Gorski, A. T., Gorski, H., & Tudorache, P. (2023). Adaptive Learning Using Artificial Intelligence in e-Learning: A Literature Review. *Education Sciences*, 13(12), 1216.

Graf, A. (2023). Exploring the role of personalization in adaptive learning environments. *International Journal Software Engineering and Computer Science (IJSECS)*, 3(2), 50-56.

Graesser, A. C., Conley, M. W., & Olney, A. (2012). Intelligent tutoring systems.

Hagag, A. M., Elnaggar, M. E., & Sharaf, R. S. (2023). A Proposed Artificial Intelligence-Based System for Developing E-management Skills in Saudi Primary Schools. *ESI Preprints*, 16, 167-167.

Hasan, M. R., & Khan, B. (2023). An AI-based intervention for improving undergraduate STEM learning. *PloS one*, 18(7), e0288844.

Hashim, S., Omar, M. K., Ab Jalil, H., & Sharef, N. M. (2022). Trends on technologies and artificial intelligence in education for personalized learning: systematic literature. *Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 12(1), 884-903.

Holmes, W., & Tuomi, I. (2022). State of the art and practice in AI in education. *European Journal of Education*, 57(4), 542-570.

Holstein, K., McLaren, B. M., & Aleven, V. (2019). Co-designing a real-time classroom orchestration tool to support teacher-AI complementarity. *Grantee Submission*.

Hughes, C. E., Dieker, L. A., Glavey, E. M., Hines, R. A., Wilkins, I., Ingraham, K., ... & Taylor, M. S. (2022). RAISE: Robotics & AI to improve STEM and social skills for elementary school students. *Frontiers in Virtual Reality*, 3, 968312.

Jimenez, F., Yoshikawa, T., Furuhashi, T., Kanoh, M., & Nakamura, T. (2017). Feasibility of collaborative learning and work between robots and children with autism spectrum disorders. In *New Frontiers in Artificial Intelligence: JSAI-isAI 2015 Workshops, LENLS, JURISIN*,

AAA, HAT-MASH, TSDAA, ASD-HR, and SKL, Kanagawa, Japan, November 16-18, 2015, *Revised Selected Papers* (pp. 454-461). Springer International Publishing.

Kabudi, T., Pappas, I., & Olsen, D. H. (2021). AI-enabled adaptive learning systems: A systematic mapping of the literature. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100017.

Kelman, I., & Glantz, M. H. (2014). Early warning systems defined. *Reducing disaster: Early warning systems for climate change*, 89-108.

Kelpanides, M., Poimenidou, D., & Malivitsi, Z. (2016). Greek education. Explaining two centuries of static reproduction. *Südosteuroopa*, 64(2), 226-255.

Kim, K., & Kwon, K. (2023). Exploring the AI competencies of elementary school teachers in South Korea. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100137.

Kitcharoen, P., Howimanporn, S., & Chookaew, S. (2024). Enhancing Teachers' AI Competencies through Artificial Intelligence of Things Professional Development Training. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 18(2).

Koshiry, A. M. E., Abd El-Hafeez, T., Omar, A., & Eliwa, E. H. I. (2022). A prediction system using ai techniques to predict students' learning difficulties using LMS for sustainable development at KFU. In *Proceedings of the Computational Methods in Systems and Software* (pp. 22-36). Cham: Springer International Publishing.

Kortli, Y., Jridi, M., Al Falou, A., & Atri, M. (2020). Face recognition systems: A survey. *Sensors*, 20(2), 342.

Lee, Y. F., Hwang, G. J., & Chen, P. Y. (2022). Impacts of an AI-based cha bot on college students' after-class review, academic performance, self-efficacy, learning attitude, and motivation. *Educational technology research and development*, 70(5), 1843-1865.

Lenhard, W., & Lenhard, A. (2013). Learning difficulties. *Learning Disabilities*, 25, 33-45.

Li, Y., Chen, D., & Deng, X. (2024). The impact of digital educational games on student's motivation for learning: The mediating effect of learning engagement and the moderating effect of the digital environment. *PloS one*, 19(1), e0294350.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0294350>

Liu, C. C., Liao, M. G., Chang, C. H., & Lin, H. M. (2022). An analysis of children's interaction with an AI chatbot and its impact on their interest in reading. *Computers & Education*, 189, 104576.

McCue, C. (2014). *Data mining and predictive analysis: Intelligence gathering and crime analysis*. Butterworth-Heinemann.

Meline, T. (2006). Selecting studies for systemic review: Inclusion and exclusion criteria. *Contemporary issues in communication science and disorders*, 33(Spring), 21-27.

Muñoz, J. L. R., Ojeda, F. M., Jurado, D. L. A., Peña, P. F. P., Carranza, C. P. M., Berríos, H. Q., ... & Vasquez-Pauca, M. J. (2022). Systematic review of adaptive learning technology for learning in higher education. *Eurasian Journal of Educational Research*, 98(98), 221-233.

Motschnig-Pitrik, R. (1995). An integrating view on the viewing abstraction: Contexts and perspectives in software development, AI, and databases. *Journal of Systems Integration*, 5(1), 23-60.

Nazaretsky, T., Ariely, M., Cukurova, M., & Alexandron, G. (2022). Teachers' trust in AI-powered educational technology and a professional development program to improve it. *British journal of educational technology*, 53(4), 914-931.

Ng, D. T. K., Luo, W., Chan, H. M. Y., & Chu, S. K. W. (2022). Using digital story writing as a pedagogy to develop AI literacy among primary students. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100054.

- Pannucci, C. J., & Wilkins, E. G. (2010). Identifying and avoiding bias in research. *Plastic and reconstructive surgery*, 126(2), 619-625.
- Pardamean, B., Suparyanto, T., Cenggoro, T. W., Sudigyo, D., & Anugrahana, A. (2022). AI-based learning style prediction in online learning for primary education. *IEEE Access*, 10, 35725-35735.
- Qidwai, U., Kashem, S. B. A., & Conor, O. (2020). Humanoid robot as a teacher's assistant: helping children with autism to learn social and academic skills. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 98(3), 759-770.
- Scaradozzi, D., Sorbi, L., Pedale, A., Valzano, M., & Vergine, C. (2015). Teaching robotics at the primary school: an innovative approach. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 3838-3846.
- Sánchez-Prieto, J. C., Gamazo, A., Cruz-Benito, J., Therón, R., & García-Peñalvo, F. J. (2020). AI-driven assessment of students: Current uses and research trends. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 292-302). Cham: Springer International Publishing.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of business research*, 104, 333-339.
- Thimmanna, A. V. N. S., Naik, M. S., Radhakrishnan, S., & Sharma, A. (2024). Personalized Learning Paths: Adapting Education with AI-Driven Curriculum. *European Economic Letters (EEL)*, 14(1), 31-40.
- Turner, S. W., Judd, T., Moore, A., & Uludag, S. (2023). A Framework for an Automated Assessment System. In *2023 International Symposium on Accreditation of Engineering and Computing Education (ICACIT)* (pp. 1-6). IEEE.
- Tüzün, H., Yılmaz-Soylu, M., Karakuş, T., Inal, Y., & Kızılkaya, G. (2019). The effects of computer games on primary school students' achievement and motivation in geography learning. *Computers & education*, 52(1), 68-77.

Tiwari, C. K., Bhaskar, P., & Pal, A. (2023). Prospects of augmented reality and virtual reality for online education: a scientometric view. *International Journal of Educational Management*, 37(5), 1042-1066.

Vazhayil, A., Shetty, R., Bhavani, R. R., & Akshay, N. (2019). Focusing on teacher education to introduce AI in schools: Perspectives and illustrative findings. In *2019 IEEE tenth international conference on Technology for Education (T4E)* (pp. 71-77). IEEE.

Vlasova, E. Z., Avksentieva, E. Y., Goncharova, S. V., & Aksyutin, P. A. (2019). Artificial intelligence-The space for the new possibilities to train teachers. *Espacios*, 40(9), 17.

Wagan, A. A., Khan, A. A., Chen, Y. L., Yee, P. L., Yang, J., & Laghari, A. A. (2023). Artificial intelligence-enabled game-based learning and quality of experience: A novel and secure framework (B-AIQoE). *Sustainability*, 15(6), 5362.

Wardat, Y., Tashtoush, M. A., AlAli, R., & Jarrah, A. M. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7), em2286.

Yang, J. (2022). Perceptions of preservice teachers on AI chatbots in English education. *International Journal of Internet, Broadcasting and Communication*, 14(1), 44-52.

Zhai, X., Chu, X., Chai, C. S., Jong, M. S. Y., Istenic, A., Spector, M., ... & Li, Y. (2021). A Review of Artificial Intelligence (AI) in Education from 2010 to 2020. *Complexity*, 2021, 1-18.

Zhang, Q., Yu, H., Barbiero, M., Wang, B., & Gu, M. (2019). Artificial neural networks enabled by nanophotonics. *Light: Science & Applications*, 8(1), 42.

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(21), 14549.