



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Εκπαίδευση STEM και Συστήματα Εκπαιδευτικών Ρομποτικών Διατάξεων»

Διπλωματική Εργασία

«Ο ρόλος της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση και η συνδρομή της στην Εκπαίδευση
STEM»

«The role of Artificial Intelligence in Education and its contribution to STEM Education»

Γκουντάνη Δήμητρα

Επιβλέπουσα: Κωνσταντίνα Στεφανίδου

Αθήνα, Οκτώβριος 2024

© ΕΚΠΑ, 2023

Η παρούσα Εργασία καθώς και τα αποτελέσματα αυτής, αποτελούν συνιδιοκτησία του ΠΤΔΕ-ΕΚΠΑ και του φοιτητή, ο καθένας από τους οποίους έχει το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης, αναπαραγωγής και αναδιανομής τους (στο σύνολο ή τμηματικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, σε κάθε περίπτωση αναφέροντας τον τίτλο και το συγγραφέα της Εργασίας καθώς και το όνομα του ΠΤΔΕ-ΕΚΠΑ όπου εκπονήθηκε.



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

«Ο ρόλος της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση και η
συνδρομή της στην Εκπαίδευση STEM»

Γκουντάνη Δήμητρα

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπουσα:

Κωνσταντίνα
Στεφανίδου

Ε.ΔΙ.Π
ΠΤΔΕ
ΕΚΠΑ

Συν-Επιβλέπων:

Κωνσταντίνος
Σκορδούλης

Καθηγητής
ΠΤΔΕ
ΕΚΠΑ

Συν-Επιβλέπουσα:

Ιωάννα
Κατσιαμπούρα
Επικ. Καθηγήτρια

ΠΤΔΕ
ΕΚΠΑ

Αθήνα, Οκτώβριος 2024

«Αφιερωμένη στην μαμά μου»

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας την παρούσα Διπλωματική εργασία, θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς ευχαριστίες μου σε όλους όσους βοήθησαν τόσο για το πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας όσο και κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Πιο συγκεκριμένα, την επιβλέπουσα της παρούσας διπλωματικής Κωνσταντίνα Στεφανίδου και τους συνεπιβλέποντες καθηγητές Κωνσταντίνο Σκορδούλη και Ιωάννα Κατσιαμπούρα.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την μητέρα μου, στην οποία είναι και αφιερωμένη η παρούσα διπλωματική, που στάθηκε δίπλα μου σε όλη την διάρκεια των σπουδών στα όμορφα και στα άσχημα γεγονότα που συνέτρεχαν μαζί με τις σπουδές μου. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα αδέλφια, τον Γρηγόρη, την Γεωργία και την Βασιλική που ήταν, και εκείνοι, η κινητήριος δύναμή μου για να ολοκληρώσω το παρόν ΠΜΣ και με υποστήριζαν σε όλη την διάρκεια των σπουδών.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω το συγκεκριμένο ΠΜΣ που μέσα από αυτό γνώρισα εξαιρετικά άτομα. Ειρήνη Π., Μαρία Μ., Ειρήνη Ασ. και Χριστίνα Β. σας ευχαριστώ που με βοηθήσατε να χτίσουμε μαζί όμορφες αναμνήσεις από το μεταπτυχιακό.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερος όλους τους/τις φίλους/φίλες μου που μου στάθηκαν τόσο στα εύκολα αλλά ακόμα περισσότερο στα δύσκολα.

Περίληψη

Η παρούσα εργασία εξετάζει, τον ρόλο της Τεχνητής Νοημοσύνης (TN) στην εκπαίδευση καθώς και την συνδρομή της στην εκπαίδευση STEM. Γενικότερα, με την ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας, η TN φαίνεται να είναι ένα ισχυρό εργαλείο που δίνει την δυνατότητα να μετασηματιστεί η μαθησιακή εμπειρία. Αυτό είναι δυνατόν να συμβεί μέσα από την προσαρμογή της διδασκαλίας στις ανάγκες των μαθητών, προσφέροντας συνεχή ανατροφοδότηση και βελτίωση της απόδοσής τους μέσω προσαρμοστικών μαθησιακών περιβαλλόντων.

Η εργασία χωρίζεται σε πέντε κεφάλαια, όπου το καθένα εστιάζει σε διαφορετικές πτυχές της TN στην εκπαίδευση STEM. Στο πρώτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται οι θεωρητικές έννοιες που είναι αναγκαίες για την καλύτερη κατανόηση της εργασίας. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρονται οι προοπτικές που προσφέρει η TN στην εκπαίδευση STEM.

Στο τρίτο και τέταρτο κεφάλαιο, αναφέρονται συγκεκριμένα λογισμικά TN, που χρησιμοποιούν προσαρμοστικά συστήματα μάθησης και τα εργαλεία ανάλυσης για να προσφέρουν μία εξατομικευμένη εμπειρία μάθησης. Επίσης, αναφέρονται τα εκπαιδευτικά αποτελέσματα και οι μέθοδοι αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας της TN. Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο, αναφέρονται οι μελλοντικές εξελίξεις της TN στην εκπαίδευση καθώς και οι προκλήσεις και τα ηθικά ζητήματα που έχουν προκύψει.

Συμπερασματικά, η εργασία παρουσιάζει την δυνατότητα που προσφέρει η TN στην εκπαίδευση STEM, για να την ενισχύσει και να προσφέρει μαθησιακές λύσεις σε μαθητές που έχουν μαθησιακά κενά, αλλά και τις προκλήσεις που καλείται να αντιμετωπίσει για να είναι η ενσωμάτωσή της δίκαιη και ασφαλής.

Λέξεις – Κλειδιά

Τεχνητή Νοημοσύνη, STEM, Εκπαίδευση, Προκλήσεις, Πλεονεκτήματα, Λογισμικά, Προσαρμοστική Μάθηση, Μηχανική Μάθηση, Αξιολόγηση, Ηθική.

Abstract

This paper examines the role of AI in education as well as its contribution to STEM education. More generally, with the rapid development of technology, AI appears to be a powerful tool that enables the transformation of the learning experience. This can happen through adapting teaching to the needs of students, offering continuous feedback and improving their performance through adaptive learning environments.

The paper is divided into five chapters, each focusing on different aspects of INT in STEM education. In the first two chapters, the theoretical concepts necessary for a better understanding of the work are presented, while in the second chapter, the perspectives offered by TN in STEM education are also mentioned.

In the third and fourth chapters, specific AI software is mentioned, which uses adaptive learning systems and analytics tools to offer a personalized learning experience. Also, the educational results and methods of evaluating the effectiveness of TN are mentioned. In the fifth and final chapter, the future developments of AI in education are reported as well as the challenges and ethical issues that have arisen.

In conclusion, the work presents the possibility offered by TN in STEM education, to strengthen it and offer learning solutions to students who have learning gaps, but also the challenges that must be faced in order for its integration to be fair and safe.

Keywords

Artificial Intelligence, STEM, Education, Challenges, Benefits, Software, Adaptive Learning, Machine Learning, Evaluation, Ethics.

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	5
Περίληψη.....	6
Περιεχόμενα	8
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια	10
Εισαγωγή	1
1. Βασικές Έννοιες	4
1.1 Τεχνητή Νοημοσύνη: Ιστορική Αναδρομή, Ορισμός και Βασικές Αρχές.....	4
1.2 Τεχνητή Νοημοσύνη στην Εκπαίδευση	6
1.3 Τα οφέλη της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση	10
2. Η εισαγωγή της TN στην εκπαίδευση STEM	12
2.1 Εκπαίδευση STEM: Ορισμοί και Σημασία	12
2.2 Πρόοδος και Προκλήσεις της TN στην Εκπαίδευση STEM.....	15
2.3 Ηθικά Ζητήματα TN στην Εκπαίδευση STEM.....	18
3. Περιπτώσεις Εφαρμογών TN στην Εκπαίδευση	21
3.1 Λογισμικά TN στην εκπαίδευση	22
3.2 Χρήση αυτοματοποιημένων εκπαιδευτικών συστημάτων και εργαλείων στην εκπαίδευση STEM	27
3.3 Εικονική και Επαυξημένη πραγματικότητα με TN στην STEM Εκπαίδευση.....	31
4. Αποτελεσματικότητα της TN στην εκπαίδευση STEM	34
4.1 Αποτελέσματα χρήσης TN και Λογισμικών	34
4.2 Αλγόριθμοι Ανάλυσης και Αξιολόγησης με TN.....	36
4.3 Προκλήσεις Αξιολόγησης	37
5. Μελλοντικές Εξελίξεις και Συμπεράσματα της TN στην Εκπαίδευση STEM	38
5.1 Βασικά Σημεία Ερευνών	38
5.2 Ερωτήματα Μελλοντικών Ερευνών.....	39
5.3 Ηθικά Ζητήματα TN	41
5.4 Συμπεράσματα	42
Βιβλιογραφία.....	43

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

Ακολουθούν κάποια παραδείγματα:

ΔΕ	Διπλωματική Εργασία
ΘΕ	Θεματική Ενότητα
TN	Τεχνητή Νοημοσύνη
MM	Μηχανική Μάθηση
ML	Machine Learning
DL	Deep Learning
AI	Artificial Intelligence
AR	Augmented Reality
VR	Virtual Reality
STEM	Science Technology Engineering Mathematics
IoT	Internet of Things

Εισαγωγή

Το θέμα της παρούσας διπλωματικής αφορά την επιρροή της Τεχνητής Νοημοσύνης στον τομέα της Εκπαίδευσης και πιο συγκεκριμένα στην Εκπαίδευση STEM. Η TN αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες και επαναστατικές τεχνολογικές εξελίξεις του 21^{ου} αιώνα, που έχει επηρεάσει αρκετούς τομείς, μεταξύ των οποίων βρίσκεται και ο τομέας της εκπαίδευσης. Πιο συγκεκριμένα, έχει δώσει νέες προοπτικές στο τρόπο που γίνεται η διδασκαλία αλλά και στον τρόπο που μαθαίνουν οι μαθητές αφού τους παρέχονται εργαλεία που βελτιώνουν την μάθηση, την αξιολόγηση και προσφέρουν εξατομικευμένη μάθηση. Η συνδρομή της TN στην εκπαίδευση STEM είναι σημαντική αφού της δίνει την δυνατότητα να αναβαθμίσει την μαθησιακή διδασκαλία με τέτοιο τρόπο που δεν ήταν εύκολα εφικτός. Ειδικότερα, δίνει την δυνατότητα προσαρμογής της εκπαίδευσης στις ατομικές ανάγκες των μαθητών, βελτιώνει την κατανόηση πολύπλοκων εννοιών και αναπτύσσει δεξιότητες κριτικής σκέψης και επίλυσης προβλημάτων.

Η ενσωμάτωση της TN στην εκπαίδευση STEM καλύπτει ένα μεγάλο εύρος χρήσης τεχνολογικών επιτευγμάτων. Με άλλα λόγια, δεν περιορίζεται μόνο στη χρήση των αλγορίθμων που σχετίζονται με την κατανόηση της προόδου των μαθητών, περιλαμβάνει και την ανάπτυξη αυτόματων συστημάτων που εστιάζουν στην αξιολόγηση. Επίσης, περιλαμβάνει και τη χρήση της επαυξημένης και της εικονικής πραγματικότητας για την προσομοίωση πειραμάτων, όποτε αυτά χρειάζονται. Τέλος, περιλαμβάνει και την εφαρμογή ανάλυσης δεδομένων που σχετίζονται με την συνεχή παρακολούθηση και βελτίωση της μαθησιακής απόδοσης. Όλες αυτές οι νέες τεχνολογίες, ενισχύουν την μαθησιακή εμπειρία και την κάνουν πιο ελκυστική και διαδραστική για τους μαθητές αφού μπορεί να προσαρμοστεί στο προφίλ του κάθε μαθητή.

Βασικό πλεονέκτημα της TN στην εκπαίδευση είναι η δυνατότητα παροχής εξατομικευμένης μάθησης. Η χρήση των αλγορίθμων της TN δίνουν την δυνατότητα προσαρμογής της μαθησιακής εμπειρίας βάσει των επιδόσεων και των αναγκών που έχει ο εκάστοτε μαθητής. Με άλλα λόγια, η TN επιτρέπει στους μαθητές να μαθαίνουν με τον δικό τους ρυθμό, να καλύπτουν τυχόν μαθησιακά κενά και να αναπτύσσουν πιο αποτελεσματικά τις δεξιότητές τους μέσω της προσαρμοσμένης μάθησης. Επιπλέον, η αξιοποίηση της TN

βοηθά και τους εκπαιδευτικούς έτσι ώστε να παρακολουθούν καλύτερα την πρόοδο των μαθητών και να προσαρμόζουν την διδακτική τους στα δεδομένα που χρειάζεται ο μαθητής.

Όπως κάθε νέα τεχνολογία, έτσι και η ΤΝ στην εκπαίδευση πέρα από τα πλεονεκτήματα που την συνοδεύουν, την ακολουθούν και μία σειρά προκλήσεων. Πιο συγκεκριμένα, είναι αναγκαίο να υπάρξει προσεκτική διαχείριση στα ζητήματα περί ηθικής και ιδιωτικότητας αφού η ΤΝ βασίζεται στην συλλογή και την ανάλυση δεδομένων που αφορούν τον κάθε μαθητή προσωπικά. Επιπλέον, η αδυναμία πρόσβασης στα εκπαιδευτικά συστήματα της ΤΝ και η ύπαρξη αλγοριθμικής προκατάληψης είναι μερικά από τα ζητήματα που χρειάζεται να αντιμετωπιστούν έτσι ώστε να διασφαλιστούν ισότιμες ευκαιρίες πρόσβασης και εξέλιξης όλων των μαθητών.

Στο 1^ο Κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, παρουσιάζονται οι βασικές έννοιες της ΤΝ και η ιστορική της εξέλιξη. Επίσης, γίνεται και αναφορά στην σημαντική της συνεισφορά στον τομέα της εκπαίδευσης. Στο 2^ο Κεφάλαιο παρουσιάζεται πιο αναλυτικά η εκπαίδευση STEM και αναφέρεται η σημασία, η πρόοδος που έχει σημειωθεί ως τώρα καθώς και οι προκλήσεις που καλείται να αντιμετωπίσει σχετικά με την εφαρμογή της ΤΝ.

Στο 3^ο Κεφάλαιο παρουσιάζονται και αναλύονται μερικά λογισμικά ΤΝ που χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση STEM. Τα λογισμικά αυτά συμπεριλαμβάνουν προσαρμοστικές πλατφόρμες μάθησης, αυτόματα εκπαιδευτικά συστήματα και εργαλεία ανάλυσης δεδομένων. Ειδικότερα, στο συγκεκριμένο κεφάλαιο αναφέρονται μερικά παραδείγματα, όπως το Carnegie Learning και το DreamBox Learning, τα οποία χρησιμοποιούν την ΤΝ για να προσαρμόσουν τη μάθηση, σε πραγματικό χρόνο, στις ανάγκες του μαθητή.

Στο 4^ο Κεφάλαιο παρουσιάζονται τα εκπαιδευτικά αποτελέσματα της ΤΝ και η αποτελεσματικότητα της ΤΝ στην εκπαίδευση STEM. Παρουσιάζεται η αξιολόγηση των μαθητών και των εκπαιδευτικών, αναλύεται η επίδραση της ΤΝ στην απόδοση των μαθητών ενώ παράλληλα, καταγράφονται και οι προκλήσεις της αξιολόγησης ως προς την αποτελεσματικότητα των τεχνολογιών αυτών. Επίσης, αναφέρονται και οι αλγοριθμικές προσεγγίσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να βελτιωθεί η εκπαιδευτική διαδικασία.

Τέλος, το 5^ο και τελευταίο Κεφάλαιο, της διπλωματικής, εστιάζει στις μελλοντικές εξελίξεις και στα συμπεράσματα που μπορούν ασχοληθούν μελλοντικές έρευνες σχετικά με την ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαίδευση STEM. Παρά την πληθώρα των σημαντικών καινοτομιών στον τομέα της εκπαίδευσης, είναι αναγκαίο να επιλυθούν κάποια ζητήματα που

αφορούν την ορθή διαχείριση των δεδομένων. Αν και οι δυσκολίες είναι πολλές, οι προοπτικές που παρουσιάζει είναι ενθαρρυντικές καθώς η ΤΝ συμβάλλει στην δημιουργία εξατομικευμένου και αποτελεσματικού μαθησιακού περιβάλλοντος, το οποίο θα είναι ικανό να ανταποκριθεί στις ανάγκες του σύγχρονου κόσμου.

Συνολικά, η διπλωματική εργασία παρουσιάζει την σύνδεση της ΤΝ με την εκπαίδευση STEM. Από την μία πλευρά, δείχνει τις δυνατότητές της ως μαθησιακό εργαλείο που ενισχύει την μαθησιακή διαδικασία και από την άλλη πλευρά, την αντιμετωπίζει ως πρόκληση που είναι αναγκαία η προσεκτική προσέγγιση και η λήψη των κατάλληλων μέτρων για να διασφαλιστούν τα ζητήματα της ηθικής και της δίκαιης χρήσης. Έτσι, στόχος της παρούσας εργασίας είναι να εξεταστεί ο τρόπος με τον οποίο η ΤΝ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υποστηρίξει την εκπαίδευση STEM και να προτείνει λύσεις για να είναι πιο αποτελεσματική στο εκπαιδευτικό σύστημα.

1. Βασικές Έννοιες

1.1 Τεχνητή Νοημοσύνη: Ιστορική Αναδρομή, Ορισμός και Βασικές Αρχές

Η ΤΝ έχει αναπτυχθεί δραματικά και χρησιμοποιείται ολοένα και περισσότερο τον 21^ο αιώνα. Σε αυτή την εποχή της διεπιστημονικής προσέγγισης, της επιστήμης των υπολογιστών, των αυτοματισμών, της μαθηματικής λογικής και της γλωσσολογίας (Vernon, Metta & Sandini, 2007), έχουν τεθεί ερωτήματα που αφορούν την συγκεκριμένη έννοια της ΤΝ (Kirsh, 2010). Στην πραγματικότητα, από τις δεκαετίες του 1940 και του 1950, οι επιστήμονες στον τομέα των Μαθηματικών, της Μηχανικής, της Τεχνολογίας και της Φυσικής, έχουν εξερευνήσει τις δυνατότητες των τεχνητών εγκεφάλων και προσπαθούσαν με έμμεσο τρόπο να ορίσουν την ευφυΐα της μηχανής. Το 1950, παρουσιάστηκε το πρώτο μοντέλο, γνωστό ως «Turing Test», που όρισε την έννοια της «Μηχανικής Νοημοσύνης» (Turing, 2009). Σε αυτό το πλαίσιο, το 1965 στο Dartmouth College, εντοπίζεται, για πρώτη φορά ίσως, η χρήση της ΤΝ στο εργαστήριο της πανεπιστημιούπολης, όπου ο McCarthy κατάφερε και έπεισε τους συμμετέχοντες να αποδεχτούν την ιδέα της «Τεχνητής Νοημοσύνης». Με αυτό το επίτευγμα, φαίνεται να είναι η αρχή της «Χρυσής Εποχής» της ΤΝ. Με απλά λόγια, η ΤΝ στοχεύει να επεκτείνει και να αυξήσει την ικανότητα και την αποτελεσματικότητα της ανθρωπότητας σε εργασίες που αφορούν την χρήση έξυπνων μηχανών προς όφελος της κοινωνίας και της προστασίας της φύσης, με τελικό στόχο την υλοποίηση μιας κοινωνίας όπου άνθρωποι και μηχανές μπορούν να συνυπάρχουν αρμονικά μαζί (Bench-Capon & Dunne, 2007).

Λόγω της ιστορικής ανάπτυξης από το 1980, η ΤΝ έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλούς και σημαντικούς κλάδους όπως είναι η τεχνολογία, η επεξεργασία της μητρικής γλώσσας, η γνωστική και συλλογιστική επιστήμη, η ρομποτική, η θεωρία του παιχνιδιού και η μηχανική μάθηση (Marr, 1977; Nilsson, 2014). Ωστόσο, οι κλάδοι είχαν εγκαταλείψει τις μεθόδους αυτές που βασιζόνταν σε έρευνες που είχαν προταθεί πριν από 30 χρόνια. Αντιθέτως, πολλές από αυτές βασίστηκαν σε στατιστικές μεθόδους που περιλαμβάνουν μοντελοποίηση και μάθηση (Liu et al., 2018).

Με το πέρασμα των χρόνων, ΤΝ ορίζεται ως η νοημοσύνη που προέρχεται από μηχανές. Στην Τεχνολογία, το πεδίο της έρευνας της ΤΝ ορίζεται, από την ίδια, ως η μελέτη

των «έξυπνων μέσων» δηλαδή, κάθε συσκευή που μπορεί και αντιλαμβάνεται το περιβάλλον και αναλαμβάνει ενέργειες που μεγιστοποιούν την πιθανότητα επιτυχίας κάποιου στόχου. Στην καθομιλουμένη, ο όρος TN, χρησιμοποιείται από τους ανθρώπους για να περιγράψει μία μηχανή η οποία έχει την τάση να μιμείται «γνωστικές» λειτουργίες, όπως είναι η «μάθηση» και η «επίλυση προβλημάτων». Μερικές από τις δυνατότητες που συγκαταλέγονται και ταξινομούνται ως TN, περιλαμβάνουν την επιτυχή κατανόηση της ανθρώπινης ομιλίας, την ανταγωνιστικότητα σε υψηλό επίπεδο σε στρατηγικά παιχνίδια, τα αυτόνομα αυτοκίνητα καθώς και την ερμηνεία πολύπλοκων δεδομένων (Ongsulee, 2017).

Η Μηχανική Μάθηση (MM) συνδέεται με τις υπολογιστικές εργασίες, όπου δίνεται έμφαση στον σχεδιασμό και τον προγραμματισμό μέσω συγκεκριμένων αλγορίθμων. Οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται πολλές φορές αποδίδουν εύκολα και μερικές φορές μπορεί να είναι δύσκολοι ή ακόμα και ανέφικτοι. Λόγω των αλγορίθμων αυτών, η MM μπορεί να λειτουργεί χωρίς επίβλεψη. Επίσης, μπορεί να λειτουργεί ως ένα εργαλείο εκμάθησης, εύρεσης και δημιουργίας βασικών αξόνων μάθησης που αφορούν το προφίλ της συμπεριφοράς του χρήστη (Engel, 2016).

Το Deep Learning, γνωστό ως δομημένη ή ιεραρχική μάθηση, είναι η μελέτη των τεχνητών νευρωνικών δικτύων (artificial neural network) και συνδέεται με την αλγοριθμική μηχανική μάθηση. Το DL είναι ένα μέρος από μία ευρύτερη οικογένεια της MM που βασίζεται σε μαθησιακές αναπαραστάσεις δεδομένων. Μία παρατήρηση, σε μία εικόνα, μπορεί να αναπαρασταθεί με πολλούς τρόπους όπως ένα διάγραμμα τιμών έντασης ανά pixel, ή σε κάτι πιο ελεύθερο όπως, το σύνολο των ακμών ή το σχήμα. Κάποιες από τις αναπαραστάσεις είναι καλύτερες από άλλες στην απλοποίηση της μαθησιακής εργασίας, όπως είναι η αναγνώριση προσώπου ή η έκφραση του προσώπου (Glauner, 2015). Μία από τις υποσχέσεις που δίνει το DL είναι η αντικατάσταση των χειροκίνητων αλγορίθμων με αυτόματους ή ημιαυτόματους και κατηγοριοποιημένη εξαγωγή δεδομένων (Song & Lee, 2013).

1.2 Τεχνητή Νοημοσύνη στην Εκπαίδευση

Η γνώση της ΤΝ στην εκπαίδευση είναι απαραίτητη, γιατί με τον τρόπο αυτό ενισχύεται η κατανόηση των μαθητών για το τι είναι η ΤΝ, καλλιεργεί το ενδιαφέρον των μαθητών για την ΤΝ, αναπτύσσει τις δεξιότητες που αφορούν την υπολογιστική σκέψη των μαθητών ενώ παράλληλα καλλιεργεί και τα ταλέντα που σχετίζονται με την ΤΝ. Έτσι, η ΤΝ στην εκπαίδευση επιταχύνει τη μεταρρύθμιση και την κατάρτιση των μαθητών, των μοντέλων και των μεθόδων διδασκαλίας μέσω της τεχνολογίας της ΤΝ, με τον τρόπο αυτό χτίζει ένα νέο εκπαιδευτικό σύστημα που περιλαμβάνει την ευφυή και διαδραστική μάθηση. Οι διάφορες μελέτες που εξετάζουν την ΤΝ στην εκπαίδευση αφορούν, δεδομένα για τις χρονολογίες 1970-2020 (Bozkurt, Kilgore & Crosslin, 2021). Σε αυτά τα δεδομένα, παρατηρήθηκε μία αύξηση των δημοσιεύσεων τα τελευταία χρόνια και δημιουργήθηκε η ανάγκη να συνεχιστεί και τα επόμενα χρόνια η έρευνα αυτή, αυξάνοντας με αυτό τον τρόπο το ενδιαφέρον που έχει να κάνει με την εφαρμογή της εκπαίδευσης της ΤΝ.

Έχει δοθεί προσοχή στην ανάδειξη νέων τρόπων διδασκαλίας πέρα από το παραδοσιακό μοντέλο. Σύμφωνα με Roll & Wylie (2016), οι ευκαιρίες και οι προκλήσεις στον τομέα της ΤΝ στην εκπαίδευση έχουν αντιμετωπιστεί. Όπως επίσης, οι παιδαγωγικές πρακτικές και η μάθηση που αφορούν την ΤΝ έχουν εκπονηθεί σε άλλες εργασίες. Η έκρηξη των μεγάλων δεδομένων και η ΤΝ έχουν αναλυθεί για τον τρόπο με τον οποίο η τεχνολογία συνέβαλε σε αυτή την επανάσταση καθώς και τις νέες ευκαιρίες και προκλήσεις που είναι δυνατό να επιφέρει (Luan et al., 2020). Πολλοί υποστήριξαν έναν εις βάθος διάλογο μεταξύ των υποστηρικτών της "ψυχρής" τεχνολογίας, δηλαδή εκείνης που θα αποξενώσει τον μαθητή και εκπαιδευτικό και της "θερμής" τεχνολογίας, η οποία έχει ως στόχο την καλύτερη και μεγαλύτερη κατανόηση και αλληλεπίδραση μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών.

Οι μελετητές έχουν επικεντρωθεί στον αντίκτυπο που έχει η ΤΝ στην εκπαίδευση. Σε έρευνες που έχουν γίνει, έχει υποστηριχθεί ότι η ΤΝ έχει ασκήσει μία σημαντική επιρροή στην εκπαίδευση, ιδιαιτέρως στον τομέα της διοίκησης, της διδασκαλίας καθώς και της μάθησης στον τομέα της εκπαίδευσης (Chen, Chen & Lin, 2020). Δεδομένου ότι η ΤΝ επέτρεψε την προσαρμογή και την εξατομίκευση του εκπαιδευτικού υλικού στις ανάγκες αλλά και στις δυνατότητες των μαθητών, έχει την ικανότητα να προσφέρει ακόμα και βελτιωμένες μαθησιακές εμπειρίες στους μαθητές (Huang & Qiao, 2022).

Στο επίκεντρο διαφόρων μελετών ήταν ο σχεδιασμός προγραμμάτων σπουδών που χρησιμοποιούσαν ΤΝ. Οι Chiu & Chai (2020) ασχολήθηκαν κυρίως με το πρόγραμμα σπουδών ΤΝ για τα σχολεία της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Σε αυτή τη μελέτη παρουσιάστηκαν, οι απόψεις των εκπαιδευτικών οι οποίοι είχαν ασχοληθεί ελάχιστα με την διδασκαλία της ΤΝ, καθώς και με την έκφραση βασικών σκέψεων για την προετοιμασία, εφαρμογή και συνεχή αναβάθμιση των προγραμμάτων σπουδών ΤΝ που αφορούν τα σχολεία της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Στη μελέτη αυτή, τα ευρήματα που βρέθηκαν σχετίζονταν με τον σχεδιασμό των προγραμμάτων σπουδών και χωρίστηκαν σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία αφορούσε τα προγράμματα σπουδών που σχεδιάζονταν από τους ίδιους τους εκπαιδευτικούς και η δεύτερη κατηγορία αφορούσε τα προγράμματα σπουδών που δημιουργούνταν από τους υπεύθυνους των προγραμμάτων αυτών.

Στη μελέτη των Lin & Tsai (2021), αναφέρθηκε μία νέα μορφή εκμάθησης της ΤΝ στην τεχνολογία με χρήση τεχνολογιών επαυξημένης πραγματικότητας που αναφέρθηκε παραπάνω. Η συγκεκριμένη μελέτη έδειξε ότι, ο προτεινόμενος τρόπος μάθησης από την ΤΝ στην εκπαίδευση μπορεί να αυξήσει την πρόθεση των μαθητών για μάθηση καθώς, και την θετική επίδραση που είχε στην ενίσχυση των δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης, στην επίλυση προβλημάτων, στην κατανόηση της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας, καθώς και στον σχεδιασμό νέων εφαρμογών.

1.2.1 Εξατομικευμένη και Προσαρμοστική μάθηση με Τεχνητή Νοημοσύνη

Η Εξατομικευμένη Μάθηση συμπεριλαμβάνει μία γενική εικόνα των μαθητών η οποία σχετίζεται, κατά κύριο λόγο, με τον τρόπο που διεξάγεται μία διδασκαλία βασισμένη στις ανάγκες αλλά και στις προτιμήσεις του μαθητή και την ταχύτητα μάθησής του. Από την άλλη πλευρά, η Προσαρμοστική Μάθηση συλλέγει δεδομένα που αφορούν την διαδικασία μάθησης του μαθητή και στη συνέχεια αναλύοντας τα δεδομένα αυτά, προσαρμόζει τη διδασκαλία στο τρόπο και στο χρόνο που χρειάζεται ο κάθε μαθητής να κατανοήσει την εκάστοτε έννοια ή λογική. Τα δύο αυτά είδη μάθησης θα αναλυθούν στην συνέχεια.

Η Εξατομικευμένη Μάθηση αφορά μία πληθώρα διδακτικών προγραμμάτων που αφορούν την ταχύτητα μάθησης και τις μεθόδους διδασκαλίας που έχουν την δυνατότητα να βελτιώσουν σύμφωνα με τις ανάγκες του κάθε μαθητή (Bailey, 2019). Η εμπειρία είναι

προσαρμοσμένη ανάλογα με τις προτιμήσεις και τα συγκεκριμένα ενδιαφέροντα που έχει ο εκάστοτε μαθητής. Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα TN μπορεί να προσαρμοστεί στο μαθησιακό ρυθμό του ατόμου και να συνεχίσει να παρέχει πιο σύνθετες εργασίες με στόχο την επιτάχυνση της διαδικασίας εκμάθησης. Επομένως, μαθητές που αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόηση μπορούν να συνεχίσουν να μαθαίνουν μόνοι τους βήμα βήμα. Ο Holetescu σχεδίασε και ανέπτυξε το MOOC (Massive Open Online Course) ένα ρομπότ που ονομάστηκε Buddy και είχε τη δυνατότητα να διδάσκει και να παρέχει στους μαθητές στοχευμένους, εξατομικευμένους πόρους μάθησης (Holotescu & Grosseck, 2018). Ο Bayne έχει δημιουργήσει έναν, επίσης, έξυπνο βοηθό διδασκαλίας τον Botty ο οποίος μπορεί να βοηθά τους εκπαιδευτικούς διδακτική διαδικασία και να κάνουν πιο αποτελεσματικές της διδακτικές δραστηριότητες στην τάξη (Bozkurt, Kilgore & Crosslin, 2018). Αυτά τα εκπαιδευτικά προγράμματα βοηθούσαν με πολλούς τρόπους την διδακτική διαδικασία όπως είναι η αυτόματη διόρθωση της εργασίας, η ηλεκτρονική απάντηση ερωτήσεων και η έξυπνη αξιολόγηση (Li, Jin & Yufei, 2016).

Στην Προσαρμοστική μάθηση, η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιείται σταδιακά για τη συλλογή και την ανάλυση των δεδομένων που σχετίζονται με μαθησιακά δεδομένα των μαθητών και τείνει να περιγράψει τα μοτίβα μάθησης και τα χαρακτηριστικά του κάθε μαθητή, ενώ στη συνέχεια, προσαρμόζει αυτόματα το περιεχόμενο της διδασκαλίας, της λειτουργίας καθώς και τον ρυθμό που ταιριάζει καλύτερα στις ανάγκες του (Wu, 2019). Όσο περνά ο χρόνος, τα δεδομένα αυτά συλλέγονται και σταδιακά αυξάνονται, κάνοντας με αυτό τον τρόπο πιο "έξυπνη" και πιο ακριβή την προσαρμογή στην μάθηση των μαθητών. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται ένας κύκλος, που οι μαθητές με μαθησιακή αποτελεσματικότητα θα είναι ολοένα και περισσότεροι, το αποτέλεσμα θα είναι όλο ένα και καλύτερο και θα τους ενισχύσει επίσης και το κομμάτι της εμπιστοσύνης. Το 2011 ιδρύθηκε μία εταιρεία, που είναι γνωστή ως Smart Sparrow, η οποία έχει έδρα στις Ηνωμένες Πολιτείες και την Αυστραλία και ασχολείται με την ανάπτυξη της προσαρμοστικής διδασκαλίας καθώς και τα εργαλεία που είναι χρήσιμα για τα σχολεία και τους δασκάλους (Farmer et al., 2020).

Τα προϊόντα τους αποτελούν την πλατφόρμα που ενσωματώνει τη σχεδίαση προγραμμάτων σπουδών, την διαδικτυακή μάθηση, την ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο, την προσαρμοστική μάθηση, την ανάλυση μεγάλων δεδομένων, διαδικτυακή συνεργατική μάθηση και την έξυπνη καθοδήγηση. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα εργαλεία και την βιβλιοθήκη περιεχομένου στην ηλεκτρονική πλατφόρμα

με στόχο τη σχεδίαση μαθημάτων καθώς και κάθε μέρος της διδακτικής διαδικασίας στην οποία μπορούν να προστεθούν στοιχεία αλληλεπίδρασης με τους μαθητές, ώστε οι μαθητές να μπορούν να κατακτήσουν τη γνώση μέσω της ολοκλήρωσης κάποιων "καθηκόντων" στο μάθημα Yufeia, Saleh, Jiahui & Abdullah, 2020.

Μέσω των αλληλεπιδράσεων το σύστημα μπορεί να συλλέγει δεδομένα μάθησης των μαθητών ανά πάσα στιγμή, να παρακολουθεί την πρόοδο των μαθητών, και να ανακαλύπτουν τα σημεία συμφόρησης και τις δυσκολίες της μάθησης των μαθητών, με αυτόν τον τρόπο ανατροφοδότησης αλλά και ενίσχυσης σε πραγματικό χρόνο. Για τα μικρότερα παιδιά, ορισμένες εταιρείες έχουν προσθέσει το gamification σε συστήματα προσαρμοστικής μάθησης για να γίνει με αυτό τον τρόπο η μάθηση πιο διασκεδαστική. Η Αμερικανική εταιρεία "DreamBox Learning" μειώνει από το πρόγραμμα του gamification το πρόγραμμα σπουδών μαθηματικών στο δημοτικό σχολείο και σχεδιάζει μία πλατφόρμα για την εκμάθηση μαθηματικών μέσα από τα παιχνίδια (Jani, Muszali, Nathan, & Abdullah & Muszali, 2018). Αυτή η πλατφόρμα βασίζεται στην απόδοση των μαθητών κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού καθώς και την πλατφόρμα αλληλεπίδρασης και πρακτικής, σταδιακά με το να προωθεί την εκμάθηση των μαθηματικών στους μαθητές. Με τον τρόπο αυτό, προσαρμόζει το περιεχόμενο των ασκήσεων ανάλογα με την πρόοδο των μαθητών, έτσι ώστε οι μαθητές να κατανοούν το περιεχόμενων των μαθηματικών χωρίς να τους δημιουργείται το αίσθημα του άγχους.

1.3 Τα οφέλη της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Τα πλεονεκτήματα των εφαρμογών της ΤΝ στην εκπαίδευση είναι τεράστια και ποικίλουν. Για παράδειγμα προγράμματα που εκτελούνται αποτελεσματικά από έναν υπολογιστή θα μπορούσαν να εκτελεστούν αποτελεσματικά και από έναν άνθρωπο. Με βάση την έρευνα που σχετίζεται με την χρήση της τεχνολογίας στον τομέα της ΤΝ, στη συνέχεια θα περιγράψουν πέντε τομείς στους οποίους οι μέθοδοι της ΤΝ μπορούν να προσφέρουν μία επιπλέον βοήθεια για τη μάθηση όσο και για τις διδακτικές δραστηριότητες (Watts, 2019).

Το πρώτο πλεονέκτημα σχετίζεται με την αξιολόγηση των μαθητών και των εκπαιδευτικών η οποία είναι αυτοματοποιημένη. Στην αυτοματοποιημένη βαθμολόγηση καταγράφεται η συμπεριφορά του εκπαιδευτικού που καλείται να βαθμολογήσει τα φύλλα απαντήσεων που υποβάλλουν οι μαθητές. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να αξιολογήσει τις γνώσεις τους καθώς, και τον τρόπο που επεξεργάζονται και αναλύουν τις απαντήσεις τους. Αυτός ο τρόπος βαθμολόγησης, βοηθά τους εκπαιδευτικούς να κάνουν εύστοχα σχόλια και να δημιουργούν, με έναν πιο εύκολο τρόπο, εξατομικευμένα σχέδια διδασκαλίας για τον εκάστοτε μαθητή.

Δεύτερον, διενεργεί συνεχείς επαναλήψεις που στοχεύουν στην κατανόηση της γνώσης. Ένας Πολωνός εφευρέτης μέσω μιας εφαρμογής, βασίζεται στην επίδραση της επανάληψης από απόσταση. Η εφαρμογή παρακολουθεί τι μαθαίνει ένας χρήστης και πόσο συχνά κάνει επαναλήψεις. Αναφέροντας τις τεχνικές που χρησιμοποιεί η ΤΝ, η εφαρμογή είναι σε θέση να ανακαλύψει πότε ένας χρήστης είναι πιο πιθανό να ξεχάσει κάτι και του προτείνει ασκήσεις εμπέδωσης για να θυμηθεί το περιεχόμενο αυτό μέσω της επανάληψης (Wolf, 2008).

Τρίτον η συνεχής ανατροφοδότηση για τους δασκάλους, με τη βοήθεια της μηχανικής μάθησης και τεχνικές επεξεργασίας φυσικής γλώσσας, βελτιώνουν ακόμα περισσότερο την ποιότητα των αξιολογήσεων των μαθητών. Για παράδειγμα, ένα chatbot είναι ικανό και μπορεί να συνδέει απόψεις μέσω μιας διεπαφής διαλόγου, παρόμοια με έναν πραγματικό συνεντευκτή όμως με μία μικρότερη ποσότητα εργασίας που απαιτείται από το χρήστη. Επιπλέον, κάθε συνομιλία μπορεί να είναι προσαρμοσμένη ανάλογα με την προσωπικότητα του μαθητή και τις απαντήσεις που έδωσε. Ένα chatbot μπορεί ακόμα και να διατυπώσει τους λόγους για κάποιες συγκεκριμένες απόψεις.

Τέταρτον, για να υποστηριχθούν οι εκπαιδευτικοί στην διαδικασία της διδασκαλίας, μπορούν να χρησιμοποιήσουν τους ψηφιακούς βοηθούς. Για παράδειγμα, στη Γεωργία και πιο

συγκεκριμένα στο μάθημα της τεχνολογίας που βασίζεται στη γνώση της TN (Knowledge-Based Artificial Intelligence (KBAI), οι μαθητές συνεργάστηκαν με μία νέα εκπαιδευτικό που είχε βοηθητικό ρόλο, η οποία θα λειτουργούσε υποστηρικτικά στην βασική εκπαιδευτικό, που το όνομά της ήταν Jill Watson (Goel & Polepeddi, 2016), η οποία ασχολήθηκε, κυρίως, με την διαδικτυακή συζήτηση forum, διαφορετικών προσφορών στην τάξη αυτή από την άνοιξη του 2016. Η συγκεκριμένη βοηθός είχε συγκεκριμένο χαρακτήρα και αυτός ήταν να απαντά αυτόνομα σε εισαγωγές εργασιών των μαθητών, σε κλασικές ερωτήσεις, σε συχνές ερωτήσεις που προέκυπταν και ανέβαζε ανακοινώσεις σε εβδομαδιαία βάση για την ενημέρωση των μαθητών.

Πέμπτον, ο Watts κατάφερε να εισάγει στην πανεπιστημιακή κοινότητα το γνωστικό σύστημα που χρησιμοποιείται στις τεχνολογίες των υπολογιστών της IBM Watson (University, 2015). Με λίγα λόγια, οι φοιτητές στο Πανεπιστήμιο του Deakin ζήτησαν από την IBM Watson 1600 ερωτήσεις την εβδομάδα για να μάθουν τις λεπτομέρειες της ζωής στην πανεπιστημιούπολη και το πλαίσιο της μελέτης. Στους 12 μήνες εφαρμογής του προγράμματος αυτού αλλά και της βελτιωμένης ποιότητας, σε ό,τι αφορά την τεχνογνωσία των φοιτητών στο Deakin, αυτή η πρωτοποριακή λύση είχε να χειριστεί περισσότερες από 55000 ερωτήσεις από μαθητές. Επιπλέον, το σχολείο προχώρησε στην ευρύτερη χρήση του Watson, που διερευνούν τις δυνατότητές του και προσαρμόζοντας το σύστημα να κατανοεί νέες πηγές των πληροφοριών.

2. Η εισαγωγή της ΤΝ στην εκπαίδευση STEM

2.1 Εκπαίδευση STEM: Ορισμοί και Σημασία

Η εκπαίδευση STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) θεωρείται ως μια από τις πιο σημαντικές εκπαιδευτικές πρωτοβουλίες του 21^{ου} αιώνα. Αφού είναι σχεδιασμένη να εξοπλίζει τους μαθητές με δεξιότητες και γνώσεις που είναι απαραίτητες για την αντιμετώπιση παγκόσμιων προκλήσεων. Επιπλέον, η εκπαίδευση STEM βρίσκεται στο επίκεντρο της εκπαιδευτικής πολιτικής σε πολλές χώρες του κόσμου (Xie, Fang & Shauman, 2015). Η σημασία του STEM είναι σημαντική αφού εκτείνεται από την ατομική ενδυνάμωση έως τη συλλογική πρόοδο, με τον τρόπο αυτό προωθεί την καινοτομία, την οικονομική ανάπτυξη και την κοινωνική δικαιοσύνη.

Η εκπαίδευση STEM δεν διαθέτει έναν ορισμό ο οποίος είναι αποδεκτός από το σύνολο, γεγονός που δημιουργεί μία εννοιολογική ασάφεια. Σύμφωνα με τους Xie, Fang & Shauman (2015), η εκπαίδευση STEM ορίζεται ως ένα σύνολο γνωστικών πεδίων και ως μία εκπαιδευτική προσέγγιση. Πιο συγκεκριμένα, τα γνωστικά πεδία του STEM περιλαμβάνουν τη Φυσική, τα Μαθηματικά, τη Μηχανική και την Τεχνολογία. Όλα αυτά τα πεδία θεωρούνται κεντρικά για την τεχνολογική πρόοδο και την επιστημονική κατανόηση (Xie & Killewald, 2012). Στην εκπαιδευτική προσέγγιση το STEM προσπαθεί να ενσωματώσει γνώσεις και πρακτικές από διάφορα πεδία που σχετίζονται με την επίλυση σύνθετων προβλημάτων και την ενθάρρυνση της διεπιστημονικής συνεργασίας και της κριτικής σκέψης.

Η εκπαιδευτική προσέγγιση του STEM διαφέρει σε κάθε εκπαιδευτική βαθμίδα. Στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δίνει περισσότερη βαρύτητα στην θεμελίωση βασικών δεξιοτήτων που σχετίζονται με τα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες. Στην Δευτεροβάθμια και την Ανώτατη εκπαίδευση, η εκπαίδευση STEM είναι πιο στοχευμένη, πιο εξειδικευμένη. Με άλλα λόγια, χρησιμοποιεί εφαρμογές που περιλαμβάνουν τη μηχανική, την τεχνολογία αλλά και τεχνολογικές καινοτομίες (Xie & Shauman, 2003).

Η εκπαίδευση STEM παίζει σημαντικό ρόλο στην τεχνολογική καινοτομία, όπως και στην οικονομική ευημερία και κοινωνική ισότητα. Πιο αναλυτικά, η τεχνολογική καινοτομία αποτελεί μία κινητήρια δύναμη που στοχεύει στην ανάπτυξη τεχνολογιών που βρίσκονται στο επίκεντρο. Δηλαδή, οι απόφοιτοι του STEM ασχολούνται με τομείς που συμβάλλουν καθοριστικά στην διαμόρφωση του μέλλοντος όπως είναι για παράδειγμα η ΤΝ και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Xie & Killewald, 2012). Στις διεθνείς αγορές, οι χώρες που

έχουν επενδύουν συστηματικά σε εκπαιδευτικά προγράμματα που σχετίζονται με το STEM διατηρούν ενεργό το ανταγωνιστικό τους πλεονέκτημα. Σχετικά με την οικονομική ευημερία, οι θέσεις εργασίας που σχετίζονται με το STEM παρουσιάζουν αυξημένη ζήτηση, προσφέρουν ανταγωνιστικές αμοιβές και μεγαλύτερη σταθερότητα στην αγορά εργασίας (Jonathan Rothwell, 2013; Xie et al., 2015). Οι απόφοιτοι των τμημάτων STEM είναι σε θέση να ανταποκριθούν στις μεταβαλλόμενες τεχνολογικές απαιτήσεις αφού έχουν κατακτήσει τις κατάλληλες δεξιότητες. Τέλος, σχετικά με την κοινωνική ισότητα η εκπαίδευση STEM είναι ένα εργαλείο που μπορεί να βοηθήσει στην προώθηση της κοινωνικής δικαιοσύνης. Αυτό είναι εφικτό να συμβεί μέσα από προγράμματα που στοχεύουν στην ενίσχυση της πρόσβασης από μειονοτικές ομάδες στο STEM, που μπορούν να μειώσουν τις ανισότητες και να ενισχύσουν την κοινωνική κινητικότητα (Xie & Shauman, 2003).

Η σημασία της εκπαίδευσης STEM είναι αναμφισβήτητη, υπάρχουν όμως μερικές προκλήσεις που είναι απαραίτητο να αντιμετωπιστούν όπως, η εννοιολογική ασάφεια, η ανισότητα πρόσβασης και η διαφορετικότητα στα επίπεδα εκπαίδευσης. Πιο αναλυτικά, οι διάφορες ερμηνείες που επικρατούν γύρω από την εκπαίδευση STEM έχουν ως αποτέλεσμα την σύγχυση σε ό,τι σχετίζεται με τους στόχους και το περιεχόμενό της. Η αποσαφήνιση των εννοιών είναι αρκετά σημαντικοί για την διαμόρφωση πιο ανθεκτικών εκπαιδευτικών πολιτικών (Xie et al., 2015). Επιπλέον, είναι γνωστό ότι στους τομείς STEM πολλές ομάδες συνεχίζουν να υποεκπροσωπούνται, μερικές από αυτές είναι οι γυναίκες και οι μειονότητες. Αυτό συμβαίνει γιατί, η κουλτούρα και οι κοινωνικές προσδοκίες έχουν την τάση να αποθαρρύνουν τη συμμετοχή τους, δημιουργώντας ένα χάσμα ευκαιριών (Xie & Shauman, 2003). Τέλος, η διαφορές που επικρατούν στην εφαρμογή του STEM στις διάφορες βαθμίδες εκπαίδευσης, έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία προκλήσεων για την καλλιέργεια ενδιαφέροντος και την επίτευξη στόχων.

Για να ξεπεραστούν οι προκλήσεις, που αναφέρθηκαν παραπάνω, είναι αναγκαίο να γίνουν στοχευμένες παρεμβάσεις και εφαρμογές που περιλαμβάνουν την ανάπτυξη ανθεκτικών προγραμμάτων σπουδών, την υποστήριξη των γυναικών και μειονοτήτων και τις επενδύσεις σε εκπαιδευτικούς πόρους. Αναλυτικότερα, η ενίσχυση της σύνδεσης μεταξύ των πεδίων STEM καθώς και η ενσωμάτωση διεπιστημονικών προσεγγίσεων δίνουν την δυνατότητα βελτίωσης της αποτελεσματικότητας της εκπαίδευσης. Επιπλέον, είναι αναγκαία η δημιουργία προγραμμάτων τα οποία θα ενθαρρύνουν τη συμμετοχή μειονοτήτων και γυναικών στο STEM. Μέσα από τα προγράμματα αυτά θα παρέχονται υποτροφίες,

καθοδηγήσεις και υποστήριξη με κύριο στόχο την μείωση των ανισοτήτων. Για να επιτευχθούν όλα τα παραπάνω είναι αναγκαία η παροχή τεχνολογικού εξοπλισμού και κατάλληλης εκπαίδευσης για τους εκπαιδευτικούς στα προγράμματα STEM.

2.2 Πρόοδος και Προκλήσεις της ΤΝ στην Εκπαίδευσης STEM

Η ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαίδευση STEM εξελίσσεται γρήγορα, χαρακτηρίζεται ελπιδοφόρα και αναμένεται σημαντική πρόοδος και σημαντικές προκλήσεις που έχουν ως αποτέλεσμα την εξέλιξη του εκπαιδευτικού τομέα. Η τρέχουσα κατάσταση της ΤΝ στην εκπαίδευση STEM χαρακτηρίζεται από, την συνεχόμενη υιοθέτηση και την ποικιλομορφία των εφαρμογών, που έχουν ως κύριο στόχο, την ενίσχυση των διαδικασιών της διδασκαλίας και της μάθησης.

Τα τελευταία χρόνια, έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στη χρήση της ΤΝ για την ανάπτυξη περισσότερων εξατομικευμένων και προσαρμοσμένων περιβαλλόντων μάθησης. Αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να αναλύσουν μεγάλα δείγματα δεδομένων για να προσφέρουν ένα εξατομικευμένο εκπαιδευτικό περιεχόμενο, το οποίο ανταποκρίνεται στις ατομικές ανάγκες του μαθητή, ενισχύοντας, με τον τρόπο αυτό, τα μαθησιακά του αποτελέσματα. Τα εκπαιδευτικά εργαλεία που χρησιμοποιούν την ΤΝ, όπως τα «έξυπνα» συστήματα διδασκαλίας και οι προσαρμοστικές πλατφόρμες μάθησης, έδειξαν τις σημαντικές δυνατότητες στην προσφορά της εξατομικευμένης ανατροφοδότησης και υποστήριξης, βοηθώντας, έτσι, τους μαθητές στην πιο αποτελεσματική κατανόηση πολύπλοκων εννοιών STEM (Luzano, 2024).

Τα «έξυπνα» συστήματα διδασκαλίας αποτελούν χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής της ΤΝ στην εκπαίδευση. Τα συστήματα αυτά, χρησιμοποιούν αλγορίθμους της ΤΝ για να μιμηθούν την εξατομικευμένη προσοχή που παρέχουν οι εκπαιδευτικοί. Με την συνεχή αξιολόγηση, την μαθησιακή επίδοση και το μαθησιακό στυλ ενός μαθητή, τα «έξυπνα» συστήματα διδασκαλίας μπορούν να προσφέρουν εξατομικευμένες ασκήσεις διδασκαλίας και πρακτικής. Η εξατομικευμένη προσέγγιση έχει βρεθεί να είναι η πιο αποτελεσματική στην εκπαίδευση STEM, όπου οι μαθητές καλούνται να αντιμετωπίσουν προκλήσεις και να κατανοήσουν αφηρημένα και σύνθετα θέματα (Zawacki-Richter, Marín, Bond & Gouverneur, 2019).

Μία άλλη σημαντική εξέλιξη στην ενσωμάτωση της ΤΝ αποτελούν οι πλατφόρμες προσαρμοστικής μάθησης. Οι πλατφόρμες αυτές χρησιμοποιούν αλγορίθμους της ΜΜ για να προσαρμόσουν το επίπεδο δυσκολίας σε εκπαιδευτικό περιεχόμενο, έχοντας ως βάση την επίδοση του μαθητή. Με τον τρόπο αυτό, διασφαλίζεται ότι οι μαθητές οδηγούνται στην εμπέδωση της γνώσης μέσα από μία ευχάριστη διαδικασία εκμάθησης ενισχύοντας μία πιο ελκυστική και αποτελεσματική μαθησιακή εμπειρία. Η προσαρμοστική μάθηση έχει βοηθήσει

τους μαθητές να παραμείνουν συγκεντρωμένοι και να πετυχαίνουν καλύτερα ακαδημαϊκά αποτελέσματα (Chen, Chen & Lin, 2020).

Παρά τις εξελίξεις αυτές, η ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαίδευση STEM αντιμετωπίζει κάποιες σοβαρές προκλήσεις. Αρχικά, το ψηφιακό χάσμα, είναι εκείνο που περιορίζει την πρόσβαση στα ενισχυμένα εκπαιδευτικά εργαλεία της ΤΝ και αφορά μαθητές σε σχολεία που δεν διαθέτουν αρκετούς οικονομικούς πόρους. Αυτή η ανισότητα μπορεί να επιδεινώσει τις, ήδη υπάρχουσες, εκπαιδευτικές ανισότητες, τονίζοντας την ανάγκη για στρατηγικές που διασφαλίζουν την δίκαιη κατανομή των πόρων της ΤΝ (Moore, 2022).

Η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών ελπίζει ότι τα σχολεία μπορούν να παρέχουν την κατάλληλη υποστήριξη για να γίνει η αγορά των κατάλληλων προϊόντων και εξοπλισμού που σχετίζονται με την ΤΝ (Bo & Dan, 2022). Ωστόσο, λόγω των οικονομικών περιορισμών, δεν είναι σε θέση να καλύψουν τις ανάγκες των εκπαιδευτικών για τα εργαλεία διδασκαλίας της ΤΝ. Ειδικότερα, οι οικονομικά αδύναμες περιοχές, με σχετικά πιο ελλιπείς εκπαιδευτικές εγκαταστάσεις, στερούνται βασικές οικονομικές ενισχύσεις που αφορούν την αγορά και την συντήρηση προηγμένου εκπαιδευτικού εξοπλισμού ΤΝ (Yu & Kaixuan, 2022).

Επίσης, η αποδοχή της ΤΝ από τους εκπαιδευτικούς, στον τομέα της εκπαίδευσης, βασίζεται σε πολλούς παράγοντες. Μερικοί εκπαιδευτικοί αγωνίζονται για να ενσωματώσουν αποτελεσματικά την ΤΝ και την ΜΜ στη διδασκαλία τους. Αυτό συμβαίνει γιατί υπάρχει έλλειψη στην κατανόηση των θεμάτων εκπαίδευσης και διδασκαλίας με την χρήση εργαλείων της ΤΝ. Επιπλέον, οι εκπαιδευτικοί, μεγαλύτερης ηλικίας, οι οποίοι δεν έχουν προσαρμοστεί στην εποχή «Internet+» ενδέχεται να μην αξιοποιήσουν πλήρως τα οφέλη των εκπαιδευτικών εργαλείων της ΤΝ, αφού δεν διαθέτουν τον κατάλληλο αλφαριθμητικό για την ΤΝ, για να αξιοποιήσουν αποτελεσματικά τα έξυπνα εργαλεία στη διδασκαλία τους, γεγονός που εμποδίζει την υιοθέτησή της (Yu & Kaixuan, 2022).

Μία άλλη πρόκληση, είναι η ανάγκη δημιουργίας ισχυρών μέτρων για την διαφύλαξη του απορρήτου και της ασφάλειας των δεδομένων. Η υλοποίηση της ΤΝ και της ΜΜ στην εκπαίδευση απαιτεί, την συλλογή και ανάλυση τεράστιων ποσοτήτων των δεδομένων των μαθητών. Η προστασία, των δεδομένων αυτών, από παραβιάσεις και διασφάλιση της ηθικής χρήσης τους είναι ζωτικής σημασίας για την απόκτηση της εμπιστοσύνης εκπαιδευτικών, μαθητών και γονέων. Για να αντιμετωπιστεί η ανησυχία, σχετικά με το απόρρητο δεδομένων, απαιτείται αυστηρή εφαρμογή κανονισμών και διαφανείς πρακτικές για την διαχείριση των δεδομένων (Claes, Duff & Cutwirth, 2006).

Η παρούσα κατάσταση της ενσωμάτωσης της TN και της MM στην εκπαίδευση STEM, τονίζει την ανάγκη για εκπαίδευση των εκπαιδευτικών για την αποτελεσματική χρήση των τεχνολογιών αυτών. Πολλοί εκπαιδευτικοί μπορεί να μην κατέχουν τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες για να ενσωματώσουν στις διδακτικές τους εργαλεία TN. Ως εκ τούτου, τα προγράμματα επαγγελματικής ανάπτυξης και κατάρτισης, είναι απαραίτητα για την εκμάθηση του εξοπλισμού και της αξιοποίησης των δυνατοτήτων της TN στην εκπαίδευση, από τους εκπαιδευτικούς (Pedro, Subosa, Rivas & Valverde, 2019). Είναι απαραίτητο να αντιμετωπιστούν και να επιλυθούν οι ανησυχίες και οι αμφιβολίες των εκπαιδευτικών και να καλλιεργηθεί ένα πλαίσιο αλφαριθμητισμού για την χρήση της TN για τους εκπαιδευτικούς και να διαμορφωθεί η ευαισθητοποίηση της TN σε θέματα εκπαίδευσης, επίγνωσης των θεμάτων και των πρακτικών δεξιοτήτων (Shiqiang, Xiao & Yongjum, 2023).

Επιπλέον, η ανάπτυξη και η ανάδειξη συστημάτων TN στην εκπαίδευση είναι αναγκαίο να καθοδηγούνται από ηθικούς κανονισμούς. Ζητήματα όπως, η δικαιοσύνη, η διαφάνεια και η λογοδοσία είναι κρίσιμα για την διασφάλιση των τεχνολογιών της TN, έτσι ώστε να μην δικαιωθούν διάφορες προκαταλήψεις και ανισότητες. Οι προγραμματιστές και οι εκπαιδευτικοί είναι αναγκαίο να συνεργαστούν για να δημιουργήσουν εργαλεία TN που να είναι δίκαια και να παρέχουν, σε όλους τους μαθητές, ευκαιρίες εξέλιξης (Berendt, Littlejohn & Blakemore, 2020).

2.3 Ηθικά Ζητήματα ΤΝ στην Εκπαίδευση STEM

Η εισαγωγή της ΤΝ στην εκπαίδευση STEM παρουσιάζει, πολλές ευκαιρίες για την βελτίωση των μαθησιακών εμπειριών. Ωστόσο, συγκεντρώνει σημαντικές ηθικές ανησυχίες που χρήζουν αντιμετώπισης για να μπορεί να διασφαλιστεί η υπεύθυνη εφαρμογή. Τα ηθικά ζητήματα για την ΤΝ στην εκπαίδευση, ολοένα και περισσότερο, περιστρέφονται γύρω από, το απόρρητο των δεδομένων, τη διαφάνεια και, σε ένα πιο ευρύ πλαίσιο, στον αντίκτυπο των τεχνολογιών στην κοινωνία.

Μία από τις σημαντικότερες ηθικές προκλήσεις που καλείται να αντιμετωπίσει είναι το απόρρητο των δεδομένων. Τα συστήματα ΤΝ στην εκπαίδευση απαιτούν, συχνά, αρκετά δεδομένα για να είναι αποτελεσματική η μαθησιακή λειτουργία. Αυτά τα δεδομένα περιλαμβάνουν ευαίσθητες πληροφορίες που με ένα λάθος χειρισμό, υπάρχει η πιθανότητα να υπάρξουν παραβάσεις του απορρήτου. Η θέσπιση ισχυρών πρωτοκόλλων προστασίας δεδομένων είναι αναγκαία για την προστασία των πληροφοριών των μαθητών (Borenstein & Howard, 2021). Για το λόγο αυτό, εκπαιδευτικοί και προγραμματιστές πρέπει να διασφαλίσουν ότι η συλλογή και η χρήση δεδομένων πρέπει να ακολουθούν τα ηθικά πρότυπα και τις νομικές απαιτήσεις.

Ιδιαίτερα κρίσιμη είναι και η χρήση των προσωπικών στοιχείων μάθησης. Η εκμάθηση αναλυτικών στοιχείων περιλαμβάνει την συλλογή και την ανάλυση εκπαιδευτικών δεδομένων, προκειμένου να βελτιωθεί το μαθησιακό αποτέλεσμα. Ωστόσο, τα ηθικά ζητήματα που σχετίζονται με την αναλυτική εκμάθηση περιλαμβάνουν, την πιθανότητα της κακοπροαίρετης χρήσης των δεδομένων και της ανάγκης για συγκατάθεση (Slade & Prinsloo, 2013). Οι κηδεμόνες και οι μαθητές πρέπει να είναι πλήρως ενημερωμένοι σχετικά με τον τρόπο χρήσης των δεδομένων και να έχουν το δικαίωμα αποδοχής ή απόρριψης, αν το επιθυμούν.

Άλλες προτάσεις, που έχουν γίνει, αφορούν τις αρχές της ηθικής και της ιδιωτικότητας, ειδικότερα για την μάθηση των προσωπικών στοιχείων. Αυτές οι αρχές αναφέρονται στη διαφάνεια, όπου οι μαθητές θα είναι ενημερωμένοι για τα δεδομένα που συλλέγονται και για την χρήση που προορίζονται. Με την συγκατάθεση, θα διασφαλίζεται ότι η συλλογή των δεδομένων θα είναι εθελοντική και τα δεδομένα ελάχιστα, αλλά επαρκή, για να πετύχουν τον μαθησιακό στόχο. Με την τήρηση όλων των, παραπάνω, αρχών υπάρχει η πιθανότητα περιορισμού των ηθικών ανησυχιών και η ανάπτυξη εμπιστοσύνης μεταξύ των χρηστών.

Άλλο ένα, εξίσου, σημαντικό ηθικό ζήτημα είναι η προκατάληψη που υπάρχει γύρω από τα συστήματα της ΤΝ. Οι αλγόριθμοι, που χρησιμοποιούνται, στην ΤΝ αφορούν ιστορικά

δεδομένα, τα οποία μπορεί να περιέχουν διάφορες προκαταλήψεις οι οποίες να μεταφέρονται από το σύστημα της ΤΝ. Στο εκπαιδευτικό πλαίσιο, αυτό μπορεί να οδηγήσει σε άδικη μεταχείριση κάποιων μαθητών. Για το λόγο αυτό, τονίζεται η σημασία ανάπτυξης συστημάτων ΤΝ που είναι απαλλαγμένα από προκαταλήψεις και προώθησης της ισότητας. Για να επιτευχθεί αυτό, πρέπει να διεξάγονται τακτικοί έλεγχοι των συστημάτων ΤΝ, για τον εντοπισμό και διόρθωση τυχόν προκαταλήψεων (Berendt, Littlejohn & Blakemore, 2020).

Η διαφάνεια των συστημάτων ΤΝ είναι άκρως σημαντική για την ηθική της ΤΝ στην εκπαίδευση. Πιο συγκεκριμένα, η φανερή διαδικασία λήψης των αποφάσεων που σχετίζονται με ΤΝ είναι αναγκαία στην περίπτωση που χρειαστεί να αποδοθούν ευθύνες (Floridi, 2019). Οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να κατανοήσουν τον τρόπο που τα συστήματα ΤΝ καταλήγουν στα συμπεράσματά τους. Η διαφάνεια βοηθά να διασφαλιστεί ότι τα συστήματα ΤΝ χρησιμοποιούνται υπεύθυνα και ότι τυχόν σφάλματα και προκαταλήψεις μπορούν να αντιμετωπιστούν άμεσα (Joseph & Nwankwo, 2024).

Επιπλέον, ο κοινωνικός αντίκτυπος της ΤΝ και της ΜΜ στην εκπαίδευση απαιτεί ηθική εξέταση. Υπάρχουν κάποιες συζητήσεις γύρω από την δυνατότητα της ΤΝ να ενισχύσει τις υπάρχουσες κοινωνικές ανισότητες. Για παράδειγμα, οι μαθητές που φοιτούν σε σχολεία τα οποία δεν διαθέτουν τους κατάλληλους πόρους, είναι πιθανό να μην έχουν πρόσβαση σε εκπαιδευτικά προγράμματα, ενισχυμένα από τα εργαλεία της ΤΝ, κάνοντας τις εκπαιδευτικές ανισότητες πιο έντονες. Η εξασφάλιση μιας δίκαιης πρόσβασης στις τεχνολογίες της ΤΝ είναι απαραίτητο να υπάρξει για να αποφευχθεί το χάσμα μεταξύ μαθητικών ομάδων (Whittaker, Crawford, Dobbe, Fried, Kaziunas, Mathur, West, Richardson, Schultz & Schwartz, 2018).

Σε μία σχετική έρευνα για τα ηθικά ζητήματα, εξετάζονται οι επιπτώσεις της συστηματικής παρακολούθησης των μαθητών μέσω της συλλογής δεδομένων. Τα δεδομένα, ενώ μπορούν να παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για την επίδοση των μαθητών, πολλές φορές μπορεί να οδηγηθούν σε μία παρακολούθηση η οποία παραβιάζει τα δικαιώματα των μαθητών αλλά και την αυτονομία τους. Ένα σημαντικό ηθικό ζήτημα αποτελεί η προστασία της ιδιωτικότητας των μαθητών στην περίπτωση της εκπαίδευσης που βασίζεται στα μαθησιακά δεδομένα (Lupton & Williamson, 2017).

Η ηθική της ΤΝ στην εκπαίδευση αφορά, επίσης, την δημιουργία μιας σχέσης εμπιστοσύνης μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών. Στην έρευνά τους οι (Akgun & Greenhow, 2022) τονίζουν, την αναγκαιότητα εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών σχετικά με τα ηθικά ζητήματα που θίγει η ΤΝ, που αφορούν τις γνώσεις και τις δεξιότητες που απαιτούνται για να

γίνεται υπεύθυνα η χρήση της. Για το λόγο αυτό, είναι αναγκαίο να κατανοηθούν οι ηθικές επιπτώσεις της ΤΝ, αναγνωρίζοντας πιθανές προκαταλήψεις και υποστηρίζοντας και προωθώντας διαφανείς και δίκαιες πρακτικές της ΤΝ (Joseph & Nwankwo, 2024).

3. Περιπτώσεις Εφαρμογών ΤΝ στην Εκπαίδευση

Σε προηγούμενη ενότητα αναφέρθηκε ότι οι προσαρμοστικές πλατφόρμες μάθησης λειτουργούν ανάλογα με την μαθησιακή εμπειρία και τις ανάγκες που έχει ο κάθε χρήστης. Οι πλατφόρμες αυτές, ξεκινούν κάνοντας μία αρχική αξιολόγηση των γνώσεων των μαθητών, των δεξιοτήτων και του μοτίβου μάθησης. Στην συνέχεια, λαμβάνουν συνεχώς δεδομένα που αφορούν την πρόοδο των μαθητών, όπως αλληλεπίδραση με το θέμα και χρόνος επίλυσης προβλήματος. Όλα, αυτά, τα δεδομένα συλλέγονται και αναλύονται από αλγόριθμους που είναι κατασκευασμένοι με εργαλεία ΤΝ και αποσκοπούν στην χαρτογράφηση της συμπεριφοράς του χρήστη. Στο παραπάνω πλαίσιο, καλλιεργήθηκε η ανάγκη για τη δημιουργία εφαρμογών ΤΝ που να εκτελούν τις παραπάνω διαδικασίες. Οι εφαρμογές αυτές διευκολύνουν τόσο τους μαθητές, στην μαθησιακή διαδικασία, όσο και τους εκπαιδευτικούς, στην διδακτική διαδικασία. Στη συνέχεια της ενότητας, θα αναφερθούν μερικά λογισμικά προσαρμοστικής μάθησης καθώς και κάποια εργαλεία ανάλυσης μαθησιακών δεδομένων.

Επίσης, στην ενότητα αυτή θα αναφερθούν εκπαιδευτικά συστήματα και εργαλεία που χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση STEM και λειτουργούν αυτόματα για την υποστήριξη της διδασκαλίας των θετικών μαθημάτων. Σε αυτό το πλαίσιο, θα παρουσιαστούν μερικά ακόμα λογισμικά που προτείνονται για χρήση από τους εκπαιδευτικούς. Συνεπώς, τα παρακάτω εργαλεία αποτελούν μία διευκόλυνση της διδακτικής διαδικασίας. Τέλος, θα παρουσιαστεί και ο ρόλος της ΤΝ στην εκπαίδευση STEM ενώ, θα παρουσιαστούν κάποια εργαλεία που αφορούν την επαυξημένη και την εικονική πραγματικότητα και λογισμικά που συνδυάζουν ΤΝ με την εικονική πραγματικότητα για πρακτική εφαρμογή των θετικών επιστημών.

3.1 Λογισμικά ΤΝ στην εκπαίδευση

Με την αυξανόμενη χρήση της εξατομικευμένης μάθησης στις μέρες μας, οι εκπαιδευτικοί αναζητούν όλο και περισσότερο προσαρμοστικές πλατφόρμες μάθησης για την αποτελεσματική κάλυψη των ατομικών μαθησιακών αναγκών και την ενίσχυση της εκπαιδευτικής προσαρμοστικότητας. Στην συνέχεια, θα αναφερθούν μερικά βασικά λογισμικά προσαρμοστικής μάθησης, πιο συγκεκριμένα τα λογισμικά: Carnegie Learning, DreamBox Learning, Smart Sparrow και Knewton, στα οποία θα παρουσιαστούν οι προσεγγίσεις, του κάθε λογισμικού, στην προσαρμογή περιεχομένου και την παροχή σχολίων (Dutta, Ranjan, Mishra, Sharma, Hewage & Iwendi, 2024).

- **Carnegie Learning:** Αυτό το λογισμικό προσφέρει σε πραγματικό χρόνο την ανάλυση των μαθησιακών δεδομένων καθώς και πληροφορίες για την διδακτική προσέγγιση των προγραμμάτων σπουδών. Επίσης, η πρόοδος των μαθητών είναι καθαρά ατομική υπόθεση αφού για να προχωρήσει σε επόμενο επίπεδο πρέπει να ολοκληρώσει με επιτυχία το μαθησιακό επίπεδο που βρίσκεται.

Η εξατομικευμένη μάθηση ενδυναμώνεται μέσα από ένα δομημένο πρόγραμμα σπουδών. Η πλατφόρμα χρησιμοποιεί «χώρους γνώσης» (knowledge spaces) για να χαρτογραφήσει το προφίλ του μαθητή σχετικά με την κατανόηση και την προσαρμογή του περιεχομένου στο μαθησιακό του επίπεδο. Με την ανάλυση των διαδραστικών ασκήσεων και των κουίζ, το σύστημα προτείνει εξατομικευμένες μαθησιακές δραστηριότητες για την κάλυψη γνωστικών κενών και να προάγει την γνώση. Η προσωποποιημένη εστίαση στο μαθητή οδηγεί στη βελτίωση, τη διατήρηση της γνώσης και τη επίτευξη του μαθησιακού στόχου. Κάθε μαθητής έχοντας, ήδη έτοιμο, ένα δομημένο και προσαρμοσμένο περιεχόμενο στα δικά του δεδομένα είναι σε θέση να ακολουθήσει το μαθησιακό αυτό ταξίδι για να οδηγηθεί στην κατάκτηση της γνώσης.

Στα θετικά στοιχεία του λογισμικού, ανήκει η προσωπική, προσαρμοσμένη και επιτυχημένη μαθησιακή επιτυχία του μαθητή, για να προχωρήσει σε επόμενο μαθησιακό επίπεδο. Επίσης, το λογισμικό αυτό, χρησιμοποιεί

προσαρμοσμένους αλγορίθμους οι οποίοι βοηθούν να μειωθεί το μαθησιακό κενό υψηλών και χαμηλών αποδόσεων των μαθητών.

Το παρόν λογισμικό, εστιάζει κυρίως στις θετικές επιστήμες και περιορίζει την προσφορά σε άλλα θέματα. Επιπλέον, συγκριτικά με άλλους εκπαιδευτικούς πόρους το Carnegie Learning είναι περισσότερο ακριβό.

- **DreamBox Learning:** Προσφέρει εξατομικευμένα μαθησιακά προγράμματα που βασίζονται στην απόδοση και τα γνωστικά δεδομένα του μαθητή. Επίσης, μέσα από τα τακτικές που θυμίζουν παιχνίδι ανταμοιβών και προκλήσεων οι μαθητές παρακινούνται και μαθαίνουν μέσω της ψυχαγωγίας.

Το DreamBox Learning εξατομικεύει τη μαθησιακή εμπειρία για τα μαθηματικά στις ηλικίες 12+ χρησιμοποιώντας την προσαρμοστική τεχνολογία. Φανταστείτε έναν εκπαιδευτικό ο οποίος μπορεί και προσαρμόζεται, συνεχώς, στο δικό του τρόπο σκέψης, κατανόησης και κάλυψης γνωστικών κενών και ταυτόχρονα σας παρακινεί με τον σωστό τρόπο. Έτσι λειτουργεί το συγκεκριμένο λογισμικό. Αναλύει τις απαντήσεις μέσω διαδραστικών ασκήσεων και εντοπίζει δυνατά και αδύναμα σημεία. Τα δεδομένα που συλλέγονται, διαμορφώνουν τη μαθησιακή διαδρομή, του μαθητή, προσφέροντας προσαρμοσμένα προβλήματα τακτικής, κάνοντας υποδείξεις και επεξηγήσεις όποτε αυτό είναι αναγκαίο και με τον τρόπο που εξυπηρετεί τον μαθητή. Στόχος της τακτικής αυτής είναι, ο μαθητής να παραμείνει αφοσιωμένος, μέσω των κινήτρων, στη μαθησιακή διαδικασία στο δικό του ρυθμό.

Η διαφοροποίηση του από τα άλλα λογισμικά είναι παροχή εξατομικευμένης μάθησης μέσα από μία ψυχαγωγική διαδικασία που έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του άγχους του μαθητή. Επίσης, με τον τρόπο που είναι κατασκευασμένο το λογισμικό καλλιεργείται η κριτική σκέψη του μαθητή και εμπέδωση μαθηματικών εννοιών.

Δυστυχώς όμως, το συγκεκριμένο λογισμικό μπορεί να είναι αρκετά ακριβό για μερικά σχολεία και μερικές οικογένειες αφού προσφέρει περιορισμένη πρόσβαση στις δυνατότητες του. Επίσης, εστιάζει και δημιουργεί υλικό, στα προγράμματα σπουδών των μαθηματικών της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και

δεν δίνει την δυνατότητα και σε υψηλότερες βαθμίδες εκπαίδευσης να χρησιμοποιήσουν Dreambox.

- **Smart Sparrow:** Περιέχει εμπλουτισμένο περιεχόμενο, αλληλεπιδραστικά στοιχεία και εξυπηρετεί ποικιλόμορφα στυλ μάθησης που δίνει τη δυνατότητα σε μαθητές και εκπαιδευτικούς να είναι ενεργοί και σε επικοινωνία καθ' όλη τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας. Το μαθησιακό περιεχόμενο που προσφέρεται είναι δομημένο κατάλληλα για τις ανάγκες του μαθητή και εστιάζει στην ενεργό συμμετοχή του μαθητή, στην επανάληψη προηγούμενων γνώσεων που έχουν ως αποτέλεσμα την καλύτερη διατήρηση της γνώσης.

Το παρόν λογισμικό, ενδυναμώνει τους εκπαιδευτικούς για να δημιουργήσουν διαδραστικά και εξατομικευμένα προγράμματα μάθησης που έχουν ως στόχο την ενθάρρυνση, την κατανόηση αλλά και εμπέδωση της γνώσης. Μέσω του Smart Sparrow δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας προσαρμοσμένων μαθησιακών δραστηριοτήτων με τη χρήση προσομοιώσεων, σεναρίων επεξήγησης και εξατομικευμένο περιεχόμενο με την χρήση πολυμέσων. Οι μαθητές, από την πλευρά τους, αλληλεπιδρούν με το εργαλείο της TN του λογισμικού αυτού το οποίο αξιολογεί την κατανόηση των μαθητών, χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνικές ανίχνευσης της γνώσης αλλά και ενίσχυση της μάθησης. Για το λόγο αυτό, μπορεί και προσαρμόζει το περιεχόμενο, προσφέρει εξατομικευμένη ανατροφοδότηση, κάνει υποδείξεις και επεξηγήσεις για την καλύτερη κατανόηση της γνώσης. Το λογισμικό αυτό, είναι σαν να προσαρμόζει τον εκπαιδευτικό στις ανάγκες του κάθε μαθητή για να τον καθοδηγεί σύμφωνα με το δικό του ρυθμό.

Στη συνέχεια θα αναφερθούν τα στοιχεία που κάνουν το Smart Sparrow να διαφέρει και να υστερεί από τα υπόλοιπα λογισμικά. Αρχικά, προσφέρει διαδραστικό και πλούσιο οπτικό περιεχόμενο ενισχύει την ενεργό συμμετοχή των μαθητών και τους κρατά σε εγρήγορση καθ' όλη τη μαθησιακή διαδικασία. Σημαντικό προνόμιο αποτελεί η προσφορά λειτουργιών όπως, φωνητική ανάγνωση και υπαγόρευση κειμένου, που το καθιστούν προσβάσιμο σε μαθητές με αναπηρίες. Από την άλλη πλευρά όμως, χρησιμοποιεί κάποιες λειτουργίες που χρειάζονται εξειδικευμένες αλλαγές στο λογισμικό του

υπολογιστή, πράγμα το οποίο δεν είναι προσιτό για όλους τους χρήστες. Όπως και στα προηγούμενα λογισμικά, έτσι και σε αυτό, το κόστος είναι αρκετά υψηλό συγκριτικά με τον κλασικό σύστημα μάθησης που το κάνει λιγότερο προσιτό και προσβάσιμο σε σχολεία που δεν διαθέτουν τους κατάλληλους οικονομικούς πόρους.

- **Knewton:** Βασίζεται σε μία πληθώρα αλγορίθμων της TN για να προσφέρει ένα προσαρμοσμένο μαθησιακό πρόγραμμα. Το πρόγραμμα αυτό, είναι προσαρμοσμένο στα ισχυρά και αδύναμα στοιχεία του μαθητή. Επίσης, η μαθησιακή πρόοδος του μαθητή χαρακτηρίζεται από την επίδειξη της προσπάθειάς του και όχι μόνο την ολοκλήρωση των εργασιών.

Το λογισμικό αυτό χρησιμοποιεί μία προσαρμοστική πλατφόρμα μάθησης που συνέχεια τροφοδοτείται από έναν εξελιγμένο αλγόριθμο. Στο λογισμικό αυτό, ο μαθητής φαίνεται να μπαίνει σε ένα εικονικό δάσος και να ακολουθεί ένα μονοπάτι. Στη διαδρομή αυτή, υπάρχουν στροφές, σε κάθε στροφή που χρειάζεται να πάρει ο μαθητής καλείται να απαντήσει σε κάποιες διαδραστικές ερωτήσεις κατανόησης. Ανάλογα με τις απαντήσεις που θα δώσει ο μαθητής, ο αλγόριθμος επιλέγει το πιο κατάλληλο μαθησιακό μονοπάτι. Με τον τρόπο αυτό, προσφέρεται στο μαθητή ένα εξατομικευμένο πρόγραμμα μάθησης εμπλουτισμένο από προκλήσεις. Επίσης, προσαρμόζεται σε πραγματικό χρόνο και δίνει την δυνατότητα κάλυψης γνωστικών κενών. Το συγκεκριμένο λογισμικό μπορεί να παρομοιαστεί με έναν εκπαιδευτικό που συνεχώς αξιολογεί και καθοδηγεί τους μαθητές με μοναδικό στόχο την κατάκτηση της γνώσης. Αυτή η εξατομικευμένη προσέγγιση δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να προοδεύουν με τον δικό τους ρυθμό, μεγιστοποιώντας τις δυνατότητες μάθησής τους.

Το Knewton είναι ένα λογισμικό που εστιάζει στις ανάγκες του μαθητή και μέσα από ένα μαθησιακό παιχνίδι τον οδηγεί στην μαθησιακή εξέλιξη. Οι εκπαιδευτικοί, από την άλλη πλευρά, ενημερώνονται συνεχώς για τις επιδόσεις του μαθητή και γνωρίζουν ποιες γνωστικές περιοχές χρήζουν πρόσθετης υποστήριξης. Και αυτό το λογισμικό είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθεί στα σχολεία γιατί είναι αρκετά ακριβό. Επιπλέον, το Knewton εστιάζει μόνο στην

διδασκαλία του STEM και δεν προσφέρει την δυνατότητα για μία ολοκληρωμένη μαθησιακή εικόνα και στα υπόλοιπα μαθήματα.

Στα παραπάνω λογισμικά αναφέρονται οι δυνατότητες, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που προσφέρουν στην μαθησιακή διαδικασία. Αποτελούν όλα τους χρήσιμα εργαλεία για την εκπαιδευτική διαδικασία. Η παροχή εξατομικευμένων προγραμμάτων στις ανάγκες του μαθητή και η μάθηση μέσω του παιχνιδιού είναι χαρακτηριστικό στοιχείο των λογισμικών αυτών. Από την άλλη πλευρά το υψηλό τους κόστος είναι ο πιο βασικός λόγος που δεν είναι εύκολο να ενταχθούν, τα λογισμικά αυτά, στα σχολεία. Επιπλέον, το εύρος των μαθησιακών αντικειμένων με τα οποία ασχολούνται χρήζουν, σε κάποιες περιπτώσεις, διεύρυνσης για να καλύψουν είτε περισσότερα μαθησιακά αντικείμενα είτε περισσότερες εκπαιδευτικές βαθμίδες.

3.2 Χρήση αυτοματοποιημένων εκπαιδευτικών συστημάτων και εργαλείων στην εκπαίδευση STEM

Τα αυτοματοποιημένα εκπαιδευτικά συστήματα και εργαλεία που έχουν ενσωματωμένες λειτουργίες της ΤΝ, παίζουν καθοριστικό ρόλο στην εκπαίδευση STEM αφού, προσφέρουν εξατομικευμένη μάθηση και αναβαθμίζουν την μαθησιακή διαδικασία. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων εργαλείων είναι: Assessment and Learning in Knowledge Spaces (ALEKS), Squirrel AI και το Microsoft Azure Machine Learning. Αυτά τα εργαλεία χρησιμοποιούνται στους τομείς των θετικών σπουδών, κυρίως των μαθηματικών και των φυσικών επιστημών, αλλά και σε τομείς που μπορεί να εφαρμοστεί η εκπαίδευση STEM. Στην συνέχεια της ενότητας αυτής, θα παρουσιαστούν και θα εξεταστούν ο ρόλος και οι δυνατότητες που παρέχει καθένα από τα εργαλεία, που αναφέρθηκαν, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εκπαιδευτική διαδικασία.

- **ALEKS:** Είναι ένα από τα πιο χαρακτηριστικά και καινοτόμα εργαλεία που χρησιμοποιούν την ΤΝ για την εκπαίδευση STEM. Το εργαλείο αυτό, αξιοποιώντας την προσαρμοστική μάθηση προσφέρει ένα εξατομικευμένο πρόγραμμα διδασκαλίας, βασισμένο στις μαθησιακές ανάγκες του μαθητή. Το παρόν σύστημα προσφέρει μία μοναδική εμπειρία, στο μαθητή, αφού του επιτρέπει να προχωρά στο δικό του ρυθμό, να αποφεύγει τυχούσες δυσκολίες που θα αντιμετώπιζε στην παραδοσιακή διδασκαλία αφού, η ταχύτητα μάθησης δεν εξαρτάται από τον εκπαιδευτικό (Prajapat, Thomson & Blakely, 2024).

Το ALEKS λειτουργεί μέσα από ένα σύστημα γνωσιακών χώρων, στο οποίο δίνεται η δυνατότητα καταγραφής και αξιολόγησης των γνώσεων των μαθητών και προσαρμογής αυτών σε ένα εξατομικευμένο πρόγραμμα προόδου. Η πλατφόρμα χρησιμοποιεί αλγορίθμους ΤΝ για να μπορεί να προσαρμόζεται, όσο το δυνατόν, καλύτερα και αυτόματα στις μαθησιακές ανάγκες του κάθε μαθητή. Ένα από τα στοιχεία που κάνουν το εργαλείο αυτό να ξεχωρίζει είναι η ικανότητα του να εντοπίζει τα μαθησιακά κενά των μαθητών και να προτείνει υλικό που έχει ως στόχο την κάλυψή τους. Με τον τρόπο αυτό, εξασφαλίζεται ότι οι μαθητές έχουν κατανοήσει τις βασικές έννοιες και είναι σε θέση να προχωρήσουν σε πιο σύνθετες έννοιες.

Ορισμένες έρευνες, που έχουν χρησιμοποιήσει το συγκεκριμένο εργαλείο, έχουν δείξει ότι οι επιδόσεις των μαθητών στα μαθήματα STEM έχουν βελτιωθεί. Αυτό έχει συμβεί γιατί οι μαθητές μαθαίνουν στο δικό τους ρυθμό σε ένα πρόγραμμα σπουδών προσαρμοσμένο στις δικές του μαθησιακές ανάγκες (Harati, Sujo, Tu, Armfield & Yen, 2021).

- **Squirrel AI:** Είναι ένα από τα πρώτα συστήματα που δημιουργήθηκαν για την παροχή προσαρμοστικής μάθησης με την χρήση εργαλείων της TN. Στόχος του συγκεκριμένου εργαλείου είναι αναδείξει την εκπαίδευση STEM σε παγκόσμιο επίπεδο. Το Squirrel AI ενσωματώνει εργαλεία και αλγορίθμους της TN για να δημιουργήσει κατάλληλα, εξατομικευμένα προγράμματα μάθησης, λαμβάνοντας υπόψη τα δυνατά και τα αδύναμα, μαθησιακά, σημεία του μαθητή. Οι αλγόριθμοι TN και MM που χρησιμοποιεί βοηθούν στην ανάλυση των επιδόσεων των μαθητών και να τους προσφέρει υλικό, το οποίο θα είναι προσαρμοσμένο στα ενδιαφέροντα και στις μαθησιακές ανάγκες του μαθητή (Haoyang, Liang & Wen, 2019). Το συγκεκριμένο, σύστημα μπορεί να εστιάζει κυρίως στον τομέα των μαθηματικών αλλά επεκτείνεται και σε άλλους τομείς της εκπαίδευσης STEM. Το παρόν εκπαιδευτικό εργαλείο βασίζεται σε αλγορίθμους, που προσαρμόζουν συνεχώς την διδασκαλία στις ανάγκες και στις προηγούμενες επιδόσεις του μαθητή. Με το να επικεντρώνονται οι αλγόριθμοι, σε σημεία που χρειάζονται περισσότερο χρόνο και περισσότερη εξάσκηση και να αποφεύγονται οι επαναλήψεις σε ήδη υλικό που έχει ήδη κατανοηθεί, η εκπαίδευση γίνεται πιο αποτελεσματική.

Επίσης, δίνει την δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να ενημερώνονται συνεχώς και λεπτομερώς για την πρόοδο των μαθητών και να παρέχει αναλυτικά τα δεδομένα που δείχνουν σε ποια σημεία ο μαθητής χρειάζεται επιπλέον υποστήριξη. Το συγκεκριμένο εργαλείο έχει σχεδιαστεί για να μπορεί να ενσωματώνεται αποτελεσματικά σε παραδοσιακές μορφές διδασκαλίας δίνοντας, με τον τρόπο αυτό, την δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να προσαρμόσουν την διδασκαλία τους στις ανάγκες της τάξης (Haoyang, Liang & Wen, 2019).

Πολλές μελέτες που έχουν χρησιμοποιήσει το Squirrel AI, έχουν δείξει την αποτελεσματικότητά του. Η αποτελεσματικότητα αυτή εντοπίζεται, στην επίδοση των μαθητών, στην μαθησιακή έμφαση και στην κατανόηση βασικών εννοιών στις Θετικές επιστήμες.

- **Microsoft Azure Machine Learning:** Είναι μια ευέλικτη πλατφόρμα που χρησιμοποιείται για την εκπαίδευση και για την ανάπτυξη μοντέλων TN. Η ιστοσελίδα αυτή είναι φτιαγμένη κυρίως για την ανάπτυξη εφαρμογών, έτσι ανέπτυξε και στον τομέα της εκπαίδευσης, ειδικότερα στην εκπαίδευση STEM, εφαρμογές που δίνουν την δυνατότητα διασύνδεσης και με διάφορα εργαλεία και γλώσσες προγραμματισμού (Microsoft, 2024). Το πρόγραμμα αυτό επιτρέπει, σε εκπαιδευτικούς και μαθητές, να αναπτύξουν αλλά και να δοκιμάσουν μοντέλα TN για την επίλυση προβλημάτων και την ανάλυση δεδομένων. Χρησιμοποιώντας τη συγκεκριμένη πλατφόρμα, οι μαθητές είναι σε θέση να μάθουν βασικές δεξιότητες προγραμματισμού και ανάλυσης δεδομένων, καθώς και να κατανοήσουν βασικές αρχές της MM και της TN.

Το θετικό στοιχείο στο παρόν εργαλείο είναι, η ικανότητα να παρέχει στους μαθητές ένα περιβάλλον cloud, δηλαδή ένα «χώρο εργασίας», όπου θα μπορούν να δημιουργούν νέα μοντέλα TN, χωρίς να χρειάζονται κάποια εξειδικευμένη υποστήριξη. Με τον τρόπο αυτό, επιτρέπει την πρόσβαση σε μία πληθώρα εργαλείων TN στους μαθητές σε σχολεία που δεν έχουν τους οικονομικούς πόρους για να επενδύσουν σε κάτι ακριβό.

Επίσης, το Microsoft Azure Machine Learning παρέχει μία πληθώρα διευκολύνσεων και για τους εκπαιδευτικούς. Αρχικά, τους βοηθά να κατανοήσουν τις βασικές αρχές που σχετίζονται με την TN και στην συνέχεια στην προσαρμογή της διδασκαλίας σε αυτά τα εργαλεία. Όλη η παραπάνω διαδικασία έχει ως αποτέλεσμα ο μαθητής να λαμβάνει την κατάλληλη διδασκαλία στους τομείς STEM. Τελευταίο αλλά σημαντικό, η πλατφόρμα προσφέρει μία ολοκληρωμένη εμπειρία μάθησης στους μαθητές μέσα από την δημιουργία, την ανάπτυξη και την παρακολούθηση μοντέλων TN (Microsoft, 2024).

Τα αυτοματοποιημένα συστήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω, έχουν εισάγει πολλές νέες δυνατότητες στην εκπαίδευση STEM. Η παροχή εξατομικευμένων προγραμμάτων μάθησης,

που στηρίζονται σε εφαρμογές της ΤΝ, έχουν φέρει επαναστατικές αλλαγές στην εκπαίδευση STEM αφού το μαθησιακό περιεχόμενο προσαρμόζεται στις ανάγκες του κάθε μαθητή και τον βοηθά να αφομοιώνει τους μαθησιακούς στόχους. Αυτές οι τεχνολογίες, δίνουν τη δυνατότητα στους μαθητές να έχουν μία πιο διαδραστική εκπαιδευτική εμπειρία στους τομείς STEM αφού με τον τρόπο αυτό οι μαθητές κατανοούν πιο εύκολα τις βασικές έννοιες. Τέλος, τα αυτοματοποιημένα εκπαιδευτικά συστήματα και εργαλεία ΤΝ αναμένεται να ενισχύσουν ακόμη περισσότερο την εκπαίδευση STEM και να ενσωματώσουν λειτουργίες που θα δημιουργήσουν ένα πιο προσαρμοστικά ανοιχτό σύστημα μάθησης.

3.3 Εικονική και Επαυξημένη πραγματικότητα με TN στην STEM Εκπαίδευση

Η ενσωμάτωση της Εικονικής Πραγματικότητας (Virtual Reality- VR) και της Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented Reality- AR) στην εκπαίδευση STEM έχει αναδείξει νέες δυνατότητες για την μάθηση. Η TN παίζει σημαντικό ρόλο σε αυτές τις τεχνολογίες. Η TN βοηθά, στη δημιουργία περιβαλλόντων μάθησης που είναι προσαρμοσμένα και εξατομικευμένα στις ανάγκες των μαθητών. Η παρούσα ενότητα εξετάζει τον ρόλο που έχει η TN σε περιβάλλοντα AR και VR στην εκπαίδευση STEM ενώ θα παρουσιαστούν και δύο περιβάλλοντα που χρησιμοποιούν αυτές τις εφαρμογές το Google Expeditions και το Merge Cube.

- **Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality- VR):** Είναι μία τεχνολογία που δημιουργεί πλήρως ψηφιακά περιβάλλοντα, στα οποία οι χρήστες είναι σε θέση να αλληλεπιδράσουν με τρισδιάστατα αντικείμενα και σενάρια μέσα από κάποιες ειδικές συσκευές, όπως είναι ο συνδυασμός γυαλιών-υπολογιστών. Επιπλέον, αυτές οι ειδικές συσκευές έχουν ενισχύσει το περιεχόμενο και τις δυνατότητες προσφέροντας στο χρήστη καλύτερες εμπειρίες (Ardiny & Khanmirza, 2018).
- **Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality- AR):** Είναι μία τεχνολογία που ενσωματώνει ψηφιακά αντικείμενα στον πραγματικό κόσμο, με τον τρόπο αυτό επιτρέπει την αλληλεπίδραση αυτή μέσω της χρήσης κινητών συσκευών ή «έξυπνων» γυαλιών. Δηλαδή, μέσω ενός υπολογιστή δημιουργείται ένα ψηφιακό περιβάλλον στο οποίο είναι ενσωματωμένοι αρκετοί αισθητήρες και απτικές συσκευές. Μέσω των «έξυπνων» συσκευών συλλέγονται όλα τα δεδομένα που αφορούν τον πραγματικό κόσμο στην συνέχεια αναλύονται και στο τέλος παρουσιάζονται ως ψηφιακά στοιχεία (Ardiny & Khanmirza, 2018).

Η χρήση της TN σε περιβάλλοντα AR και VR στην εκπαίδευση STEM αναπτύσσεται με γρήγορους ρυθμούς, καθώς οι τεχνολογίες αυτές επιτρέπουν στους μαθητές να συμμετέχουν ενεργά στη μάθηση με τέτοιο τρόπο που να ανταποκρίνεται στις ατομικές μαθησιακές ανάγκες

και ικανότητες. Η ΤΝ βοηθά στην βελτίωση της μαθησιακής διαδικασίας, προσαρμόζοντας το περιεχόμενο ανάλογα με τις προτιμήσεις και τις επιδόσεις των μαθητών.

Στα περιβάλλοντα AR και VR, η ΤΝ επιτρέπει την δημιουργία εξατομικευμένων εμπειριών μάθησης. Τα δεδομένα που συλλέγονται, από την συμπεριφορά των μαθητών, αναλύονται και οι αλγόριθμοι της ΤΝ είναι σε θέση να προβλέψουν ποιες δραστηριότητες θα βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα μία έννοια και να προσαρμόσουν κατάλληλα το περιβάλλον μάθησης. Επιπλέον, οι τεχνολογίες AR και VR σε συνδυασμό με ΤΝ επιτρέπουν την παραλλαγή της διδασκαλίας από το παραδοσιακό, στατικό μοντέλο σε σύγχρονη, κινούμενη μορφή μετατρέποντας το μάθημα σε μία διαδραστική κι πολυαισθητηριακή εμπειρία (Ardiny & Khanmirza, 2018).

Χαρακτηριστικά παραδείγματα συνδυασμού ΤΝ με AR/VR στην εκπαίδευση STEM, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, είναι τα Google Expeditions, Merge Cube και Labster. Τα συγκεκριμένα εργαλεία συνδυάζουν την AR με την VR για να δημιουργήσουν μία διαδραστική και εξατομικευμένη εμπειρία μάθησης.

- **Google Expeditions:** Είναι μία πλατφόρμα που δίνει στους μαθητές την δυνατότητα να εξερευνούν διάφορα επιστημονικά θέματα μέσω VR περιηγήσεων. Μέσω της πλατφόρμας αυτής, δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να περιηγηθεί σε επιστημονικά εργαστήρια, τοποθεσίες με ιστορικό και γεωγραφικό ενδιαφέρον, αλλά και εκπαιδευτικές εξερευνήσεις φυσικών φαινομένων όπως η γεωλογία ή η αστρονομία. Σε πραγματικό χρόνο οι μαθητές μπορούν να αλληλεπιδρούν με 3D μοντέλα και να παρατηρούν τις λεπτομέρειες κάθε θέματος (Google Expeditions, 2024).

Η ΤΝ στην Google Expeditions προσφέρει τις κατάλληλες πληροφορίες και την ανάλογη καθοδήγηση ανάλογα με το επίπεδο κατανόησης και τις απορίες του μαθητή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, ο μαθητής να βιώνει μία προσαρμοσμένη εμπειρία στα ενδιαφέροντά του. Επιπλέον, ο κάθε μαθητής μπορεί να προσαρμόσει το ρυθμό και να εστιάσει, όπως αναφέραμε, στα δικά του ενδιαφέροντα δίνοντας έτσι έναν, πιο προσωπικό χαρακτήρα στη μαθησιακή εμπειρία.

- **Merge Cube:** Είναι άλλο ένα εργαλείο που συνδυάζει AR στην εκπαίδευση STEM. Χρησιμοποιώντας έναν κύβο μιας κινητής συσκευής, οι μαθητές αποκτούν την δυνατότητα να αλληλεπιδρούν με 3D μοντέλα που εμφανίζονται

στην οθόνη τους, δίνοντάς τους την εικόνα ότι είναι στα χέρια τους. Οι εφαρμογές AR του συγκεκριμένου εργαλείου, δίνουν μία πληθώρα δυνατοτήτων για την εξερεύνηση διαφόρων επιστημονικών εννοιών, όπως το ηλιακό σύστημα, το ανθρώπινο σώμα ή τα μοριακά μοντέλα (Merge Labs, 2024).

Η TN με την δυνατότητα προσαρμογής των εμπειριών των μαθητών βασιζόμενη στις επιδόσεις και στην πρόοδο, προσφέρει εξατομικευμένες δραστηριότητες και προκλήσεις. Οι μαθητές, χρησιμοποιώντας αυτές τις δυνατότητες μπορούν, για παράδειγμα, να παρακολουθήσουν την λειτουργία της καρδιάς σε πραγματικό χρόνο, ή να μελετούν τη σύσταση κάποιων αντικειμένων ή να αναλύουν τα δεδομένα μιας εξίσωσης.

- **Labster:** Είναι άλλο ένα εκπαιδευτικό εργαλείο το οποίο συνδυάζει VR και εκπαίδευση STEM. Οι μαθητές μπορούν να εκτελούν πειράματα μέσω προσομοιώσεων σε ένα εικονικό εργαστήριο φυσικής. Επιπλέον, μπορούν να λειτουργούν και σε ομάδες, όπως συμβαίνει και στα πραγματικά εργαστήρια, να συζητούν και μοιράζονται στρατηγικές και πληροφορίες. Μέσω της συνεργασίας οι μαθητές, μαθαίνουν να λειτουργούν και στο πλαίσιο της ομάδας (de Vries & May, 2019).

Η TN και σε αυτό το εργαλείο, δίνει την δυνατότητα οι εμπειρίες των μαθητών να προσαρμόζονται στις ανάγκες του καθενός. Ο αλγόριθμος της TN, κάνοντας συχνές ερωτήσεις, ενημερώνει συνεχώς τους εκπαιδευτικούς για την πρόοδο των μαθητών και το εκπαιδευτικό περιεχόμενο συνέχεια προσαρμόζεται στις ανάγκες τους.

4. Αποτελεσματικότητα της TN στην εκπαίδευση STEM

4.1 Αποτελέσματα χρήσης TN και Λογισμικών

Η χρήση της TN στην εκπαίδευση STEM έχει προσφέρει μία πληθώρα αλλαγών στον τρόπο διεξαγωγής της εκπαιδευτικής και μαθησιακής διαδικασίας. Μία από τις βασικότερες αλλαγές, είναι ο τρόπος που αλληλεπιδρούν με το εκπαιδευτικό περιεχόμενο οι μαθητές. Ενώ, αξιοσημείωτο αποτέλεσμα της χρήσης TN και λογισμικών αποτελεί και ο τρόπος που οι εκπαιδευτικοί παρακολουθούν και αξιολογούν την πρόοδο των μαθητών. Τα σύγχρονα συστήματα TN, όπως το ALEKS, είναι ένα από τα λογισμικά που, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, προσαρμόζει το εκπαιδευτικό υλικό στις μαθησιακές ανάγκες του κάθε μαθητή. Ο αλγόριθμος του ALEKS, δίνει την δυνατότητα συνεχούς αξιολόγησης των ικανοτήτων των μαθητών, για να μπορεί να προσαρμόζει τις δραστηριότητες ανάλογα με τις γνώσεις και τις αδυναμίες τους. Με τον τρόπο αυτό, προσφέρει μία εξατομικευμένη μάθηση έχοντας ως βασικό στοιχείο τις ανάγκες του μαθητή. Επιπλέον, η διαδικασία που λειτουργούν τα λογισμικά TN, βοηθούν στην αύξηση της επίδοσης των μαθητών αφού, δίνεται περισσότερη έμφαση στις αδυναμίες τους και βελτιώνουν τις ικανότητές τους με τον δικό τους μαθησιακό ρυθμό (Zawacki-Richter, Marín, Bond & Gouverneur, 2019).

Οι έρευνες που έχουν βασιστεί στη χρήση των συστημάτων της TN, έχουν δείξει πως οι επιδόσεις των μαθητών, σε τομείς STEM, έχουν αυξηθεί. Οι μαθητές, που έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν τέτοιου είδους συστήματα, επιτυγχάνουν υψηλότερες βαθμολογίες στα τεστ και κατανοούν καλύτερα τις έννοιες του STEM. Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι, η χρήση τέτοιων λογισμικών, ενισχύει το ενδιαφέρον των μαθητών σε μαθήματα STEM. Αυτό συμβαίνει διότι, οι μαθητές πιστεύουν ότι τα προσαρμοσμένα και εξατομικευμένα προγράμματα είναι πιο ελκυστικά και ευχάριστα για εκείνους (Pedro, Subosa, Rivas & Varverde, 2019b).

Τα λογισμικά αυτά, εκτός από τους μαθητές έχουν βοηθήσει και τους εκπαιδευτικούς. Αρχικά, έχουν βελτιώσει την διαδικασία της διδασκαλίας και τον τρόπο που αξιολογούν οι εκπαιδευτικοί. Η χρήση αναλυτικών εργαλείων, όπως το Squirrel AI, δίνουν την δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να έχουν συνεχή ενημέρωση για την μαθησιακή εξέλιξη των μαθητών. Η συλλογή δεδομένων, σε πραγματικό χρόνο, από τις πλατφόρμες αυτές, παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες που σχετίζονται με την πρόοδο του μαθητή και βοηθούν τους εκπαιδευτικούς να προσαρμόζουν τις διδακτικές προσεγγίσεις στις μαθησιακές ανάγκες των μαθητών.

Επιπλέον, χρησιμοποιώντας εργαλεία ΤΝ, δίνεται η ευχέρεια βελτίωσης των ομαδικών εργασιών, όπως γίνεται στην πλατφόρμα του Labster. Μέσα από αυτό το πλαίσιο, οι εκπαιδευτικοί είναι σε θέση να εντοπίσουν στοιχεία που αφορούν την συνεργασία, την κατάλληλη ομαδοποίηση των μαθητών και την ενίσχυση της συμμετοχής. Τέλος, η παροχή συνεχούς ανατροφοδότησης συμβάλλει στο μέγιστο στην αλλαγή των εργαστηριακών μαθημάτων. Αυτό οφείλεται στους μαθητές διότι, είναι σε θέση να ανταποκρίνονται σε προκλήσεις, να εκτελούν εικονικά πειράματα και να προχωρούν σε διορθώσεις αν αυτό κρίνεται αναγκαίο (de Vries & May, 2019).

4.2 Αλγόριθμοι Ανάλυσης και Αξιολόγησης με TN

Τα εργαλεία της TN στην εκπαίδευση STEM ξεχωρίζουν γιατί βασίζονται στην ανάλυση των δεδομένων και στην αξιολόγηση της μαθησιακής προόδου. Πιο συγκεκριμένα, τα λογισμικά που αναφέρθηκαν παραπάνω το Knewton και το ALEKS, χρησιμοποιούν εξελιγμένους αλγόριθμους MM, οι οποίοι είναι σε θέση να αξιολογήσουν τη γνώση των μαθητών βασιζόμενοι στα πρότυπα συμπεριφοράς και απόδοσής τους. Οι αλγόριθμοι αυτοί, ελέγχουν πολλές παραμέτρους ταυτόχρονα, όπως πόσο χρόνο χρειάζεται ο μαθητής να απαντήσει, πόσες λανθασμένες απαντήσεις θα δώσει και με πόσους τρόπους μπορεί να επιλύσει ένα πρόβλημα. Όλα αυτά τα δεδομένα, συλλέγονται και αναλύονται με βασικό στόχο, την προσαρμογή του μαθησιακού περιεχομένου στις ανάγκες του κάθε μαθητή (Luckin & Holmes, 2016).

Στο λογισμικό του ALEKS, χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος, γνωστός ως «adaptive learning algorithm», ο οποίος έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο που επιτρέπει στο σύστημα να εντοπίζει τυχόν μαθησιακά κενά γνώσεων των μαθητών. Αφού συλλέξει όλα τα απαραίτητα δεδομένα, στη συνέχεια προσφέρει εξατομικευμένες ασκήσεις που έχουν ως στόχο στην βελτίωση των μαθησιακών αυτών αδυναμιών. Αυτού του είδους η αξιολόγηση, διαφέρει από τις παραδοσιακές προσεγγίσεις, αφού οι μαθητές εξετάζονται σε παλιές γνώσεις και καθοδηγούνται μέσα από προσαρμοσμένες ασκήσεις για την κατανόηση νέων εννοιών (Holmes, Bialik & Fadel, 2019).

Τα συστήματα της TN λειτουργούν σαν μέντορες, πιο συγκεκριμένα «έξυπνοι μέντορες», αφού παρακολουθούν διαρκώς την πρόοδο του μαθητή και επεμβαίνουν όποτε είναι απαραίτητο. Το Carnegie Learning, για παράδειγμα, είναι ένα από τα λογισμικά που βασίζεται σε μία τέτοιο είδους ανάλυση. Οι μαθητές, αλληλεπιδρούν με το εκπαιδευτικό υλικό και προσαρμόζουν τα επόμενα βήματα μάθησης κατάλληλα. Η χρήση και η λειτουργία αυτών των συστημάτων συμβάλλουν στην αποτελεσματική καθοδήγηση των μαθητών και στην παροχή εξατομικευμένης υποστήριξης (Zawacki-Richter, Marín, Bond & Gouverneur, 2019).

4.3 Προκλήσεις Αξιολόγησης

Η ΤΝ ενώ έχει συνεισφέρει αρκετά στον τομέα της εκπαίδευσης, υπάρχουν αρκετές προκλήσεις που σχετίζονται με την αποτελεσματικότητα της αξιολόγησης. Μία από τις κυριότερες προκλήσεις αφορά την έλλειψη προσαρμογής της τεχνολογίας σε διάφορα περιβάλλοντα, είτε πολιτιστικά είτε εκπαιδευτικά. Η χρήση λογισμικών ΤΝ σε αναπτυγμένες χώρες, για παράδειγμα, όπου οι τεχνολογικές υποδομές είναι επαρκείς, δείχνουν ότι υπάρχουν πιθανότητες να αποδειχθεί αποτελεσματική. Σε αντίθεση, έρχονται οι χώρες που οι τεχνολογικές υποδομές υστερούν, εκεί η χρήση τέτοιων λογισμικών, μπορεί να είναι περιορισμένη έως και ανύπαρκτη (Zawacki-Richter, Marín, Bond & Gouverneur, 2019).

Επίσης, συχνό φαινόμενο, στον εκπαιδευτικό τομέα, αποτελεί η έλλειψη εκπαιδευτικής και τεχνολογικής υποστήριξης, των εκπαιδευτικών, για την σωστή χρήση των εργαλείων της ΤΝ. Οι εκπαιδευτικοί, στην διάρκεια της εκπαιδευτικής τους δράσης, αντιμετωπίζουν πολλές δυσκολίες που σχετίζονται με την κατανόηση και αξιοποίηση των συστημάτων και εργαλείων της ΤΝ. Έτσι, χωρίς να λαμβάνουν την κατάλληλη εκπαίδευση δεν είναι σε θέση να αξιοποιήσουν πλήρως τις δυνατότητες που προσφέρουν τα εργαλεία αυτά (Holmes, Bialik & Fadel, 2019). Επιπλέον, η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας και ο ρόλος που έχει στην καθημερινότητα μας μπορεί να δημιουργήσει ακόμα περισσότερες προκλήσεις, κυρίως, στην αλληλεπίδραση και επικοινωνία των μαθητών και των εκπαιδευτικών, πράγμα που, ίσως, κάνει πιο έντονες τις ανισότητες, ως προς το κομμάτι της πρόσβασης.

Άλλη μία πρόκληση αφορά την ποιότητα των δεδομένων, δηλαδή τον τρόπο με τον οποίο συλλέγονται και χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της προόδου των μαθητών. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, υπάρχει η περίπτωση τα δεδομένα αυτά να μην είναι αρκετά αντιπροσωπευτικά. Κάτι τέτοιο, είναι πιθανό να συμβεί, όταν οι μαθητές προέρχονται από διαφορετικά κοινωνικά και πολιτισμικά περιβάλλοντα. Η πιθανότητα διαιώνισης προκαταλήψεων μέσω των δεδομένων, όπως έχει αναφερθεί, είναι πολύ πιθανό να οδηγήσει σε μία σειρά λαθών που αφορούν τις αξιολογήσεις των μαθητών (Zawacki-Richter, Marín, Bond & Gouverneur, 2019)

5. Μελλοντικές Εξελίξεις και Συμπεράσματα της TN στην Εκπαίδευση STEM

5.1 Βασικά Σημεία Ερευνών

Συνοψίζοντας όλα τις παραπάνω ενότητες, συμπεραίνουμε πώς ο συνδυασμός της TN και της εκπαίδευσης STEM μπορεί να αναγνωριστεί ως ένα καινοτόμο εργαλείο που μπορεί να προσφέρει μία πληθώρα δυνατοτήτων στον τομέα της εκπαίδευσης. Πιο συγκεκριμένα, να αλλάξει ριζικά τον τρόπο με τον οποίο διεξάγεται η διδασκαλία και η μάθηση. Οι έρευνες αυτές παρουσιάζουν πως η εξατομικευμένη μάθηση, με τη χρήση των αλγορίθμων της TN, ενισχύουν τις επιδόσεις των μαθητών. Επιπλέον, τα εργαλεία ανάλυσης των δεδομένων, έχουν δείξει πως, η παροχή ολοκληρωμένων μαθησιακών αποτελεσμάτων στους εκπαιδευτικούς ενισχύουν την εκπαιδευτική διαδικασία και εστιάζουν στις αδυναμίες του μαθητή.

Τα λογισμικά προσαρμοστικής μάθησης, όπως το ALEKS και το Smart Sparrow, έχουν δείξει πως η χρήση τους έχει θετικές επιδράσεις στην εξατομίκευση του εκπαιδευτικού περιεχομένου. Οι αλγόριθμοι TN που χρησιμοποιούνται στα συγκεκριμένα συστήματα, αξιολογούν συνεχώς τις γνώσεις και τις δεξιότητες των μαθητών, έτσι ώστε να προσαρμόσουν τις δραστηριότητες σύμφωνα με τις μαθησιακές τους ανάγκες. Επίσης, έχει αποδειχθεί πως λογισμικά που προσφέρουν μαθησιακές εμπειρίες μέσα από το παιχνίδι (gamification), όπως το DreamBox Learning, κερδίζουν με μεγαλύτερη ευκολία το ενδιαφέρον των μαθητών και λόγω του αυξημένου ενδιαφέροντος των μαθητών, η κατανόηση εννοιών STEM είναι πιο εύκολη και προσιτή (Dutta, Ranjan, Mishra, Sharma, Hewage & Iwendí, 2024; Prajapat, Thomson & Blakely, 2024).

Τα δεδομένα από τις έρευνες που χρησιμοποιήθηκαν για την συγγραφή της παρούσας διπλωματικής, δείχνουν πως η ενσωμάτωση της TN στην εκπαίδευση STEM έχει θετικό αντίκτυπο στην ακαδημαϊκή επιτυχία συγκριτικά με τις παραδοσιακές μεθόδους μάθησης. Επιπλέον, οι πλατφόρμες προσαρμοστικής μάθησης, που χρησιμοποιούν εργαλεία TN, επιτρέπουν στους εκπαιδευτικούς να έχουν μία ολοκληρωμένη εικόνα του μαθητή, σχετικά με τα μαθησιακά δεδομένα. Αυτές οι δυνατότητες που προσφέρονται στους εκπαιδευτικούς τους βοηθούν να βελτιώσουν το τρόπο διεξαγωγής της διδασκαλίας τους (Dutta, Ranjan, Mishra, Sharma, Hewage & Iwendí, 2024).

5.2 Ερωτήματα Μελλοντικών Ερευνών

Τα ερωτήματα που προκύπτουν από τις παραπάνω έρευνες που χρησιμοποιήθηκαν, σχετίζονται κυρίως με τις προκλήσεις που καλείται να αντιμετωπίσει η ΤΝ στην εκπαίδευση STEM. Αρχικά, κάποια ερωτήματα περιστρέφονται γύρω από τον τομέα των πολιτισμικών και κοινωνικών διαφορών. Αυτά τα ερωτήματα, αφορούν, κυρίως, την καλύτερη ενσωμάτωση και τον τρόπο που πρέπει να χρησιμοποιείται η ΤΝ στα διαφορετικά περιβάλλοντα μάθησης λαμβάνοντας υπόψιν όλες τις διαφορές που προκύπτουν σε πολιτισμικό και κοινωνικό επίπεδο. Αυτό προκύπτει διότι, υπάρχουν αρκετοί κίνδυνοι που πολλές φορές είναι πιθανό να οδηγήσουν σε εσφαλμένα συμπεράσματα και διακρίσεις των μαθητών. Ένα τέτοιο γεγονός, μπορεί να προκληθεί μέσω των αλγορίθμων που χρησιμοποιούνται για να προσαρμόσουν τα προγράμματα σπουδών στις μαθησιακές ανάγκες των μαθητών. Αφού, για να συμβεί κάτι τέτοιο, πρέπει να συλλεχθούν δεδομένα που υπάρχει η πιθανότητα να μην αντιπροσωπεύουν το μαθητή.

Άλλο ένα στοιχείο το οποίο αξίζει να σημειωθεί και διερευνηθεί, αφορά την ασφάλεια που προσφέρεται μέσω της ΤΝ. Η συλλογή και η χρήση δεδομένων μέσω των εργαλείων της ΤΝ μπορεί να οδηγήσουν, άθελά τους, στην παραβίαση της ασφάλειας και της ιδιωτικότητας των μαθητών. Κάτι τέτοιο, είναι πιθανό να συμβεί γιατί καλείται να συλλέξει και να επεξεργαστεί έναν τεράστιο όγκο πληροφοριών που αφορούν δεδομένα μαθητών. Ο τρόπος όμως, που θα προστατευτούν τα δεδομένα αυτά δεν έχει παρουσιαστεί και κρίνεται αναγκαίο ειδικότερα με την αυξανόμενη εμπλοκή της ΤΝ στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Τελευταίο, αλλά εξίσου σημαντικό ερώτημα που προκύπτει αφορά την κατάρτιση των εκπαιδευτικών. Ενώ, η σύνδεση της ΤΝ με την εκπαίδευση STEM έχει επιφέρει αρκετά θετικά αποτελέσματα στην διδακτική διαδικασία υστερεί, στο κομμάτι των κατάλληλα εκπαιδευμένων εκπαιδευτικών. Για το λόγο αυτό, κρίνεται απαραίτητα, σε μελλοντικές έρευνες, να εξεταστούν οι τρόποι με τους οποίους οι εκπαιδευτικοί θα είναι σε θέση να ανταπεξέλθουν καλύτερα στις απαιτήσεις της χρήσης της ΤΝ. Έτσι, καλούνται να εκπαιδευτούν, όσο το δυνατόν, καλύτερα και γρηγορότερα, για να είναι σε θέση να αξιοποιήσουν και να

χρησιμοποιήσουν στο έπακρο τα εργαλεία και τις δυνατότητες που προσφέρει (Joseph & Nwankwo, 2024).

5.3 Ηθικά Ζητήματα ΤΝ

Σε προηγούμενη ενότητα, είχαν αναφερθεί τα ηθικά ζητήματα που σχετίζονταν με την χρήση της ΤΝ στην εκπαίδευση STEM. Στην παρούσα ενότητα, θα αναφερθούν τα ηθικά ζητήματα που προκύπτουν στην χρήση της ΤΝ, γενικότερα, στον τομέα της εκπαίδευσης και τι κίνδυνοι υπάρχουν. Ας ξεκινήσουμε από το γεγονός ότι, τα συστήματα ΤΝ για να λειτουργήσουν βασίζονται σε αλγόριθμους, που υπάρχει η πιθανότητα να μεταφέρουν κάποιες κρυμμένες προκαταλήψεις. Κάτι τέτοιο είναι πιθανό να συμβεί εξαιτίας των δεδομένων που εισάγονται στους αλγόριθμους αυτούς ή λόγω της διαδικασίας που επιλέγεται να επεξεργαστεί τα δεδομένα αυτά. Πιο συγκεκριμένα, στα συστήματα αξιολόγησης υπάρχει ο κίνδυνος να δημιουργηθούν μεγαλύτερες ανισότητες. Αυτό είναι πιθανό να συμβεί γιατί οι αλγόριθμοι δεν λαμβάνουν υπόψη τις πολιτισμικές και κοινωνικές διαφοροποιήσεις.

Άλλο ένα ζήτημα που αξίζει να αναφερθεί είναι, το ζήτημα της ιδιωτικότητας και της ασφάλειας των προσωπικών δεδομένων. Παραμένει σοβαρό πρόβλημα αφού τόσο οι μαθητές όσο και οι εκπαιδευτικοί χρειάζεται να είναι βέβαιοι ότι δεν θα υπάρξει κακόβουλη χρήση των δεδομένων που συλλέγονται. Με τον όρο «κακόβουλη χρήση» αναφερόμαστε στην χρήση των δεδομένων που συλλέγονται και αξιοποιούνται για κακούς σκοπούς και παράβλεψη της συγκατάθεσης των χρηστών. Για τον παραπάνω λόγο, οι προγραμματιστές που ασχολούνται με τα συστήματα της ΤΝ καλούνται να βρουν τρόπους με τους οποίους θα διασφαλιστούν τα ζητήματα της ιδιωτικότητας. Πιο συγκεκριμένα, πρέπει να διασφαλίσουν ότι, τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται από τα εργαλεία της ΤΝ συλλέγονται και χρησιμοποιούνται με έναν διαφανή και ηθικό τρόπο. Παράλληλα όμως, οι χρήστες των εργαλείων της ΤΝ πρέπει να είναι πλήρως ενημερωμένοι για τις συνέπειες που θα κληθούν να αντιμετωπίσουν μέσω της χρήσης των εργαλείων αυτών.

Τέλος, αλλά εξίσου σημαντικό ζήτημα είναι το ζήτημα του ψηφιακού χάσματος. Πιο συγκεκριμένα, κρίνεται απαραίτητο να αναπτυχθούν στρατηγικές που θα έχουν ως αποτέλεσμα την μείωση των ανισοτήτων σε οτιδήποτε σχετίζεται με την πρόσβαση στις δυνατότητες της ΤΝ. Με αυτό τον τρόπο, γίνονται προσπάθειες αποφυγής της δημιουργίας μεγαλύτερου ψηφιακού χάσματος μεταξύ των μαθητών και των οικονομικών και κοινωνικών υποβάθρων, που προέρχεται ο καθένας. Έτσι, δημιουργείται η ανάγκη για ανάπτυξη μιας ψηφιακής κοινότητας στην εκπαίδευση όπου η πρόσβαση στην ΤΝ θα είναι ανοιχτή για όλους τους μαθητές, ανεξάρτητα από τους οικονομικούς πόρους που διαθέτει η εκάστοτε σχολική ομάδα (Joseph & Nwankwo, 2024).

5.4 Συμπεράσματα

Στην παρούσα διπλωματική, χρησιμοποιήθηκαν αρκετές μελέτες που αφορούσαν την χρήση της TN στην εκπαίδευση STEM. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρθηκαν τα πλεονεκτήματα και οι προκλήσεις που καλείται να αντιμετωπίσει η TN στην εκπαίδευση STEM. Επίσης, αναφέρθηκαν οι επιδράσεις που έχουν τα λογισμικά που χρησιμοποιούν τα εργαλεία της TN στην εκπαίδευση για την βελτίωση και αναβάθμιση της εκπαιδευτικής και μαθησιακής διαδικασίας. Οι δυνατότητες που προσφέρει η χρήση της TN, όπως αναφέρθηκε, είναι απεριόριστες όμως, εκκρεμούν πολλά ζητήματα που χρειάζεται να αντιμετωπιστούν στο μέλλον.

Κύριο ζήτημα που χρήζει επίλυσης, είναι της ασφάλειας τόσο της ιδιωτικότητας όσο και της προστασίας των δεδομένων που αφορούν τους μαθητές. Η ενσωμάτωση της TN σε διάφορα εκπαιδευτικά πλαίσια και η καταπολέμηση τυχόν προκαταλήψεων που προέρχονται από την χρήση των αλγορίθμων είναι μερικά ερωτήματα που χρειάζονται περισσότερη έρευνα και ανάπτυξη για να διασφαλιστεί η ασφαλής χρήση της TN.

Συνοψίζοντας όλες τις παραπάνω ενότητες, καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως για να είναι επιτυχημένη η χρήση της TN στην εκπαίδευση STEM δεν εξαρτάται μόνο από τους μαθητές, εξαρτάται και από την ικανότητα των εκπαιδευτικών να χρησιμοποιούν ορθά τα εργαλεία που τους παρέχονται. Για να συμβεί όμως αυτό, πρέπει να παρέχεται σε όλους η πρόσβαση χρήσης των δυνατοτήτων αυτών ανεξάρτητα από τους οικονομικούς πόρους που παρέχονται σε κάθε εκπαιδευτική μονάδα. Επιπλέον, θα πρέπει να αναπτυχθούν οι κατάλληλες στρατηγικές για την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών που θα έχουν ως αποτέλεσμα την δίκαιη και ασφαλή χρήση των εργαλείων αυτών.

Οι δυνατότητες που παρέχονται από την χρήση της TN στην εκπαίδευση STEM μπορούν να μετασηματίσουν πλήρως την εκπαίδευση STEM χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες ρυθμίσεις και κάνοντας την κατάλληλη εκπαίδευση για να δημιουργηθούν οι απαραίτητες συνθήκες που αποσκοπούν στην καλύτερη ποιότητα της εκπαίδευσης και δίνοντας την δυνατότητα στους μαθητές να ενταχθούν και να εξελιχθούν μέσα από ένα σύγχρονο και ψηφιακό περιβάλλον.

Βιβλιογραφία

- Akgun, S., & Greenhow, C. (2022). Artificial intelligence in education: Addressing ethical challenges in K-12 settings. *AI and Ethics*, 2(3), 431–440.
<https://doi.org/10.1007/s43681-021-00096-7>
- Ardiny, H., & Khanmirza, E. (2018). The Role of AR and VR Technologies in Education Developments: Opportunities and Challenges. *2018 6th RSI International Conference on Robotics and Mechatronics (ICRoM)*, 482–487.
<https://doi.org/10.1109/ICRoM.2018.8657615>
- Bailey, L. W. (2019). New Technology for the Classroom: Mobile Devices, Artificial Intelligence, Tutoring Systems, and Robotics. In *Educational Technology and the New World of Persistent Learning* (pp. 1–11). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-6361-7.ch001>
- Bench-Capon, T. J. M., & Dunne, P. E. (2007). Argumentation in artificial intelligence. *Artificial Intelligence*, 171(10), 619–641. <https://doi.org/10.1016/j.artint.2007.05.001>
- Berendt, B., Littlejohn, A., & Blakemore, M. (2020). AI in education: Learner choice and fundamental rights. *Learning, Media and Technology*, 45(3), 312–324.
<https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1786399>
- Bo, Z., & Dan, Z. (2022). Investigation of the teaching situation of primary and secondary school teachers empowered by artificial intelligence technology in China. *China Educational Informationization*, 06(28), 86–96.
- Borenstein, J., & Howard, A. (2021). Emerging challenges in AI and the need for AI ethics education. *AI and Ethics*, 1(1), 61–65. <https://doi.org/10.1007/s43681-020-00002-7>

- Bozkurt, A., Karadeniz, A., Baneres, D., Guerrero-Roldán, A. E., & Rodríguez, M. E. (2021). Artificial Intelligence and Reflections from Educational Landscape: A Review of AI Studies in Half a Century. *Sustainability*, 13(2), Article 2.
<https://doi.org/10.3390/su13020800>
- Bozkurt, A., Kilgore, W., & Crosslin, M. (2018). Bot-teachers in hybrid massive open online courses (MOOCs): A post-humanist experience. *Australasian Journal of Educational Technology*, 34(3), Article 3. <https://doi.org/10.14742/ajet.3273>
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial Intelligence in Education: A Review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278. IEEE Access. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Chiu, T. K. F., & Chai, C. (2020). Sustainable Curriculum Planning for Artificial Intelligence Education: A Self-Determination Theory Perspective. *Sustainability*, 12(14), Article 14. <https://doi.org/10.3390/su12145568>
- Claes, E., Duff, A., & Gutwirth, S. (2006). *Privacy and the Criminal Law*. Intersentia nv.
- de Vries, L. E., & May, M. (2019). Virtual laboratory simulation in the education of laboratory technicians—motivation and study intensity. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 47(3), 257–262. <https://doi.org/10.1002/bmb.21221>
- Dutta, S., Ranjan, S., Mishra, S., Sharma, V., Hewage, P., & Iwendi, C. (2024). Enhancing Educational Adaptability: A Review and Analysis of AI-Driven Adaptive Learning Platforms. *2024 4th International Conference on Innovative Practices in Technology and Management (ICIPTM)*, 1–5.
<https://doi.org/10.1109/ICIPTM59628.2024.10563448>
- Engel, G. (2016). Flavors of machine learning: Who, what & where. URL: [https://www.Darkreading. Com/Threat-Intelligence/3-Flavors-Of](https://www.Darkreading.Com/Threat-Intelligence/3-Flavors-Of).

- Farmer, E. C., Catalano, A. J., & Halpern, A. J. (2020). Exploring Student Preference between Textbook Chapters and Adaptive Learning Lessons in an Introductory Environmental Geology Course. *TechTrends*, 64(1), 150–157. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00435-w>
- Floridi, L. (2019). Translating Principles into Practices of Digital Ethics: Five Risks of Being Unethical. *Philosophy & Technology*, 32(2), 185–193. <https://doi.org/10.1007/s13347-019-00354-x>
- Glauner, P. O. (2015). *Deep Convolutional Neural Networks for Smile Recognition* (No. arXiv:1508.06535). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1508.06535>
- Goel, A. K., & Polepeddi, L. (2016). *Jill Watson: A virtual teaching assistant for online education*. Georgia Tech Library.
- Google Expeditions. (2024). *Learning with VR & AR - Google Expeditions*. <https://sites.google.com/dublinschools.net/vr-ar/google-geo-tools/google-expeditions>
- Haoyang, D., Liang, Dr. J., & Wen, Dr. Q. (2019). *Squirrel Ai Learning*. <https://squirrelai.com/#/>
- Harati, H., Sujo-Montes, L., Tu, C.-H., Armfield, S. J., & Yen, C.-J. (2021). Assessment and learning in knowledge spaces (ALEKS) adaptive system impact on students' perception and self-regulated learning skills. *Education Sciences*, 11(10), 603.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial Intelligence in Education Promises and Implications for Teaching and Learning. In (1st ed.). *Center for Curriculum Redesign: MA, USA*. (2019). Center for Curriculum Redesign.

<https://circls.org/primers/artificial-intelligence-in-education-promises-and-implications-for-teaching-and-learning>

Holotescu, C., & Grosseck, G. (2018). Towards a MOOC-related Strategy in Romania. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 9(0), Article 0.

<https://www.edusoft.ro/brain/index.php/brain/article/view/822>

Huang, X., & Qiao, C. (2022). Enhancing Computational Thinking Skills Through Artificial Intelligence Education at a STEAM High School. *Science & Education*.

<https://doi.org/10.1007/s11191-022-00392-6>

Jani, Muszali, Nathan, & Abdullah & Muszali. (2018). BLENDED LEARNING APPROACH USING FROG VLE PLATFORM TOWARDS STUDENTS'™ ACHIEVEMENT IN TEACHING GAMES FOR UNDERSTANDING. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 10(5S), Article 5S. <https://doi.org/10.4314/jfas.v10i5s.94>

Jonathan Rothwell. (2013). *The Hidden STEM Economy*. BROOKINGS.

<https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/07/SrvyHiddenSTEMJune3b.pdf>

Joseph, O., & Nwankwo, C. (2024). Integrating AI and Machine Learning in STEM education: Challenges and opportunities. *Computer Science & IT Research Journal*, 5, 1732–1750. <https://doi.org/10.51594/csitrj.v5i8.1379>

Kirsh, D. (2010). Thinking with external representations. *AI & SOCIETY*, 25(4), 441–454. <https://doi.org/10.1007/s00146-010-0272-8>

Li, Z., Jin, Y., & Yufei, L. (2016). Artificial intelligence brings the new pattern of Internet+ Education. *Telecommunications Network Technology*, 12, 6–10.

- Lin, Y.-S., Chen, S.-Y., Tsai, C.-W., & Lai, Y.-H. (2021). Exploring Computational Thinking Skills Training Through Augmented Reality and AIoT Learning. *Frontiers in Psychology, 12*.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2021.640115>
- Liu, J., Kong, X., Xia, F., Bai, X., Wang, L., Qing, Q., & Lee, I. (2018). Artificial Intelligence in the 21st Century. *IEEE Access, 6*, 34403–34421. IEEE Access.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2819688>
- Luan, H., Geczy, P., Lai, H., Gobert, J., Yang, S. J. H., Ogata, H., Baltes, J., Guerra, R., Li, P., & Tsai, C.-C. (2020). Challenges and Future Directions of Big Data and Artificial Intelligence in Education. *Frontiers in Psychology, 11*.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2020.580820>
- Luckin, R., & Holmes, W. (2016). Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education. In *UCL Knowledge Lab: London, UK*. [Report]. UCL Knowledge Lab.
<https://www.pearson.com/content/dam/corporate/global/pearson-dot-com/files/innovation/Intelligence-Unleashed-Publication.pdf>
- Lupton, D., & Williamson, B. (2017). The datafied child: The dataveillance of children and implications for their rights. *New Media & Society, 19*(5), 780–794.
<https://doi.org/10.1177/1461444816686328>
- Luzano, J. (2024). An Integrative Review of AI-Powered STEM Education. *International Journal of Academic Pedagogical Research, 8*(4), 113–118.
- Marr, D. (1977). Artificial intelligence—A personal view. *Artificial Intelligence, 9*(1), 37–48.
[https://doi.org/10.1016/0004-3702\(77\)90013-3](https://doi.org/10.1016/0004-3702(77)90013-3)
- Merge Labs. (2024). *Merge Cube | AR/VR Learning & Creation*. Merge.
<https://mergeedu.com/cube>

Microsoft. (2024). *Azure Machine Learning—ML as a Service | Microsoft Azure*.

<https://azure.microsoft.com/en-us/products/machine-learning>

Moore, C. M. (2022). The challenges of health inequities and AI. *Intelligence-Based*

Medicine, 6, 100067. <https://doi.org/10.1016/j.ibmed.2022.100067>

Nilsson, N. J. (2014). *Principles of Artificial Intelligence*. Morgan Kaufmann.

Ongsulee, P. (2017). Artificial intelligence, machine learning and deep learning. *2017 15th*

International Conference on ICT and Knowledge Engineering (ICT&KE), 1–6.

<https://doi.org/10.1109/ICTKE.2017.8259629>

Pedro, F., Subosa, M., Rivas, A., & Valverde, P. (2019a). Artificial intelligence in education:

Challenges and opportunities for sustainable development. *MINISTERIO DE*

EDUCACIÓN. <https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/6533>

Pedro, F., Subosa, M., Rivas, A., & Valverde, P. (2019b). Artificial intelligence in education:

Challenges and opportunities for sustainable development. *MINISTERIO DE*

EDUCACIÓN. <https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/6533>

Prajapat, K., Thomson, J. D., & Blakely, S. (2024). *ALEKS – Adaptive Learning & Assessment*

for Math, Chemistry, Statistics & More. McGraw Hill ALEKS. <https://www.aleks.com>

Roll, I., & Wylie, R. (2016). Evolution and Revolution in Artificial Intelligence in Education.

International Journal of Artificial Intelligence in Education, 26(2), 582–599.

<https://doi.org/10.1007/s40593-016-0110-3>

Shiqiang, D., Xiao, M., & Yongjun, W. (2023). Framework of professional quality for primary

and secondary school artificial intelligence teachers. *Digital Education Research*,

06(44), 120–128.

Slade, S., & Prinsloo, P. (2013). Learning Analytics: Ethical Issues and Dilemmas. *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1510–1529.

<https://doi.org/10.1177/0002764213479366>

Song, H. A., & Lee, S.-Y. (2013). Hierarchical Representation Using NMF. In M. Lee, A. Hirose, Z.-G. Hou, & R. M. Kil (Eds.), *Neural Information Processing* (pp. 466–473). Springer.

https://doi.org/10.1007/978-3-642-42054-2_58

Turing, A. M. (2009). Computing Machinery and Intelligence. In R. Epstein, G. Roberts, & G. Beber (Eds.), *Parsing the Turing Test: Philosophical and Methodological Issues in the Quest for the Thinking Computer* (pp. 23–65). Springer Netherlands.

https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6710-5_3

University, D. (2015). *IBM Watson helps Deakin drive the digital frontier*.

<https://www.deakin.edu.au/about-deakin/news-and-media-releases/articles/ibm-watson-helps-deakin-drive-the-digital-frontier>

Vernon, D., Metta, G., & Sandini, G. (2007). A Survey of Artificial Cognitive Systems:

Implications for the Autonomous Development of Mental Capabilities in

Computational Agents. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 11(2), 151–

180. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*.

<https://doi.org/10.1109/TEVC.2006.890274>

Watts, E. (2019). Ways to use Artificial Intelligence (AI) in education. URL: <https://Bigdata-Madesimple.Com/9-Ways-to-Use-Artificial-Intelligence-Ineducation/23.03>.

Whittaker, M., Crawford, K., Dobbe, R., Fried, G., Kaziunas, E., Mathur, V., West, S. M.,

Richardson, R., Schultz, J., & Schwartz, O. (2018). *AI now report 2018*. AI Now

Institute at New York University New York.

- Wolf, G. (2008). Want to Remember Everything You'll Ever Learn? Surrender to This Algorithm. *Wired*. <https://www.wired.com/2008/04/ff-wozniak/>
- Wu, B. (2019). Personalized Education for Graduate Students Driven by Artificial Intelligence and Big Data. *Teaching of Forestry Region*, 7.
- Xie, Y., Fang, M., & Shauman, K. (2015). STEM Education. *Annual Review of Sociology*, 41(1), 331–357. <https://doi.org/10.1146/annurev-soc-071312-145659>
- Xie, Y., & Killewald, A. A. (2012). Is American Science in Decline? In *Is American Science in Decline?* Harvard University Press. <https://doi.org/10.4159/harvard.9780674065048>
- Xie, Y., & Shauman, K. A. (2003). *Women in science*. Harvard university press,.
- Yu, Z., & Kaixuan, H. (2022). Advantages, problems, and countermeasures of intelligent teaching tools in primary and secondary schools. *Journal of Beijing Institute of Education*, 01(36), 45–50.
- Yufeia, L., Saleh, S., Jiahui, H., & Abdullah, S. M. S. (2020). Review of the Application of Artificial Intelligence in Education. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 548–562. <https://doi.org/10.53333/IJICC2013/12850>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

Υπέθνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον.