



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



## **Διατμηματικό Μεταπτυχιακό**

**«Εκπαιδευτική Τεχνολογία και Ανάπτυξη Ανθρωπίνων Πόρων»**

### **Διπλωματική Εργασία**

**«Η τεχνητή Νοημοσύνη στο χώρο της εκπαίδευσης»**

**Μαρία Κανάκη**

Επιβλέποντες Καθηγητές:

Αγγελική Βουδούρη

Δημήτριος Καλλιβωκάς

Ιωάννης Ψαρομηλίκος

2023

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Οι εξελίξεις της σύγχρονης εποχής σε θέματα τεχνολογίας έχουν επιτρέψει την είσοδο της τελευταίας και στο χώρο της εκπαίδευσης. Τεχνολογικές εφαρμογές που χρησιμοποιούν την τεχνητή νοημοσύνη προκειμένου να συμβάλλουν στη διδασκαλία δεσπόζουν εντός των διαφόρων εκπαιδευτικών ιδρυμάτων. Αν και απέχουμε πολύ από την εποχή που ένα ρομπότ θα μπορέσει να αντικαταστήσει τον ίδιο τον εκπαιδευτή, ως φυσική παρουσία, δεν θα πρέπει να χρησιμοποιείται η τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση άκριτα και χωρίς περιορισμούς. Η όποια χρήση της θα πρέπει να πλαισιώνεται από δεοντολογικούς κανόνες και κατευθυντήριες γραμμές που θα διασφαλίζουν την προστασία των δικαιωμάτων όλων των εμπλεκομένων.

### **Λέξεις – κλειδιά:**

τεχνητή νοημοσύνη, ορισμός, τεχνητή νοημοσύνη και εκπαίδευση, πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, ηθικά διλήμματα

## **ABSTRACT**

The technological developments of the modern era have allowed the latter to enter into the field of education. Technological applications using artificial intelligence to assist in teaching are prevalent within various educational institutions. Although we are far from the time when a robot shall be able to replace the instructor himself, as a physical presence, artificial intelligence in education should not be used uncritically and without limitations. Its use should be framed by ethical rules and guidelines ensuring the protection of the rights of all people involved.

### **Keywords:**

artificial intelligence, definition, artificial intelligence and education, advantages and disadvantages, ethical dilemmas

## Περιεχόμενα

|  |    |
|--|----|
| Κατάλογος Εικόνων .....  | v  |
| Κατάλογος Πινάκων.....   | vi |
| 1. Εισαγωγή .....  | 7  |
| 1.1 Η είσοδος της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση .....                        | 8  |
| 1.2 Μεθοδολογία της έρευνας.....   | 9  |
| 1.3 Δομή της εργασίας.....   | 10 |
| 2. Ιστορική πορεία και εννοιολογικός προσδιορισμός.....                            | 12 |
| 2.1 Ιστορική αναδρομή .....  | 12 |
| 2.2 Εννοιολογικός προσδιορισμός.....   | 13 |
| 3. Εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση .....                             | 16 |
| 3.1. Γενική Εικόνα.....  | 16 |
| 3.2 Τα μαθησιακά στυλ στην εκπαίδευση μέσω τεχνητής νοημοσύνης.....                | 17 |
| 3.3 Τρόποι εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης στην Εκπαίδευση.....                  | 20 |
| 3.3.1. Τεχνητή νοημοσύνη ως μηχανισμός υποστήριξης της διά ζώσης εκπαίδευσης ..... | 20 |
| 3.3.2. Τεχνητή νοημοσύνη ως μέσο παροχής της διά ζώσης εκπαίδευσης.....            | 20 |
| 3.3.3. Τεχνητή νοημοσύνη ως μέσο προσομοίωσης της διά ζώσης εκπαίδευσης.....       | 21 |
| 3.4 Παραδείγματα εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης στην Εκπαίδευση.....                | 23 |
| 3.4.1 Τα Ευφυή Εκπαιδευτικά Συστήματα (IES) .....                                  | 24 |
| 3.4.2. Οι παιδαγωγικοί πράκτορες .....   | 27 |
| 3.4.3. «Εξυπνες αίθουσες», περιβάλλοντα μάθησης και σχολεία .....                  | 28 |
| 3.4.4. Σύστημα αυτόματης βαθμολόγησης.....   | 29 |
| 3.4.5. Διαλειμματική υπενθύμιση (Interval Reminder).....                           | 30 |
| 3.4.6. Ανατροφοδότηση του δασκάλου.....  | 31 |
| 3.4.7. Εικονικός δάσκαλος .....  | 31 |

|  |    |
|--|----|
| 3.4.8. Εξατομικευμένη μάθηση.....  | 32 |
| 3.4.9. Προσαρμοστική μάθηση.....   | 32 |
| 3.4.10. Chatbots .....   | 33 |
| 3.4.11 Επαυξημένη / Εικονική Πραγματικότητα.....                                       | 34 |
| 3.4.12. Ακριβής Ανάγνωση .....   | 35 |
| 3.4.13 Εξ αποστάσεως εκπαίδευση.....   | 35 |
| 4. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα χρήσης τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση<br>..... | 37 |
| 4.1 Πλεονεκτήματα χρήσης τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση.....                      | 37 |
| 4.2 Κίνδυνοι χρήσης τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση .....                          | 41 |
| 5. Δεοντολογικές κατευθυντήριες γραμμές και διεθνείς οργανισμοί.....                   | 47 |
| 5.1 Αρχή διακυβέρνησης και διαχείρισης.....  | 49 |
| 5.2 Αρχή διαφάνειας και λογοδοσίας .....   | 50 |
| 5.3 Αρχή της βιωσιμότητας και της αναλογικότητας.....                                  | 53 |
| 5.4 Αρχή της ιδιωτικότητας .....   | 54 |
| 5.5 Αρχή της Προστασίας και Ασφάλειας .....  | 55 |
| 5.6 Αρχή της Συμμετοχικότητας .....  | 57 |
| 5.7 Αρχή του Ανθρωποκεντρικού .....  | 58 |
| 6. Συμπεράσματα .....  | 61 |
| 7. Βιβλιογραφικές Αναφορές.....  | 64 |

## **Κατάλογος Εικόνων**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Εικόνα 1: Κύκλος Εμπειρικής μάθησης, Πηγή: Kolb &amp; Kolb (2013) .....</b>   | <b>18</b> |
| <b>Εικόνα 2: Η αρχιτεκτονική δομή ενός συστήματος AIED, Πηγή: Joshi et al. (2021) .....</b>  | <b>23</b> |
| <b>Εικόνα 3: Μοντέλο Ευφυούς Εκπαιδευτικού Συστήματος, Πηγή: Holmes et al. (2019) .....</b>  | <b>24</b> |
| <b>Εικόνα 4: Πλαίσιο ευφυούς εκπαιδευτικού συστήματος όπου μαθητές και εικονικός δάσκαλος αλληλεπιδρούν σε ένα περιβάλλον cloud, Πηγή: Bajaj &amp; Sharma (2018) .....</b> | <b>26</b> |

## **Κατάλογος Πινάκων**

|  |    |
|--|----|
| <b>Πίνακας 1:</b> Τα μαθησιακά μοντέλα σύμφωνα με τον Kolb.....  | 22 |
| <b>Πίνακας 2:</b> Αποδεδειγμένα και πιθανά οφέλη διδασκαλίας και μάθησης .....                                       | 39 |
| <b>Πίνακας 3:</b> Δεοντολογικές Κατευθυντήριες γραμμές για την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση..... | 48 |

## 1. Εισαγωγή

Τεχνητή νοημοσύνη. Ένας όρος που προβληματίζει όσο και ενθουσιάζει τον σύγχρονο άνθρωπο. Αν το καλοσκεφτεί κανείς, όμως, η εξοικείωση του κόσμου με την τεχνητή νοημοσύνη δεν έγινε απότομα και βίαια.

Η αλήθεια είναι ότι ο άνθρωπος ανέκαθεν προσπαθούσε να κατασκευάσει ένα μηχανήμα που να διαθέτει ανθρώπινη νόηση. Ακόμα και στην ελληνική μυθολογία υπάρχουν σχετικές αναφορές, με πιο αξιόλογες το μυθικό φύλακα της Κρήτης, Τάλω, που τον έφτιαξε ο Θεός Ήφαιστος από χαλκό για να προστατεύει την Κρήτη και το μύθο του Πυγμαλίωνα και της Γαλάτειας, της «τέλειας» γυναίκας που λάξευσε στο μάρμαρο και η Θεά Αφροδίτη της έδωσε ανθρώπινη υπόσταση (Kerenyi, 2020). Ακολούθησε μια περίοδος σιωπής θα λέγαμε, μέχρι τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα, όταν έργα επιστημονικής φαντασίας παρουσίασαν την ιδέα δημιουργίας ρομπότ που μπορούν να σκέφτονται και να αισθάνονται σαν άνθρωποι. Αξίζει να θυμηθούμε τον Τενεκεδένιο Άνθρωπο χωρίς καρδιά από τον Μάγο του Οζ ή το ανθρωποειδές ρομπότ με το όνομα Μαρία από τη βουβή ταινία του 1927 «Metropolis». Μέχρι τη δεκαετία του 1950, πληθώρα επιστημών, μαθηματικών και φιλοσόφων ασχολούνταν σχεδόν εξ ολοκλήρου με την έννοια της τεχνητής νοημοσύνης.

Σήμερα, διανύουμε την περίοδο των μεγάλων εξελίξεων στην επιστήμη και στην τεχνολογία. Εξελίξεις που έχουν επηρεάσει όσο ποτέ άλλοτε τις κοινωνίες που ζούμε. Όπως είναι φυσικό, η τεχνητή νοημοσύνη δεν θα μπορούσε να αποτελέσει την εξαίρεση και έτσι χρησιμοποιείται επιτυχώς σε πολλούς τομείς σήμερα. Μάλιστα, η σημασία που δίνεται σε αυτήν τη μορφή νοημοσύνης στην εποχή μας είναι τόσο μεγάλη που έχει αποτελέσει έμπνευση για ποικίλες διεπιστημονικές μελέτες και αποτελεί ένα από τα σύγχρονα πεδία μελέτης (Russell J. S. et al., 2022).

Η ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης εν γένει έχει επιφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα αλλά και κάποια μειονεκτήματα. Ως πλεονέκτημα θα μπορούσε να θεωρηθεί το γεγονός ότι οι αποφάσεις που λαμβάνονται δεν επηρεάζονται από το ανθρώπινο συναίσθημα, βασιζόμενες εξ ολοκλήρου σε γεγονότα και άρα ενδέχεται να είναι πιο αντικειμενικές. Επιπλέον, οι μηχανές που λειτουργούν με τεχνητή νοημοσύνη δεν χρειάζονται ξεκούραση και κατά συνέπεια δεν μειώνεται η ενέργεια και άρα η απόδοσή τους με την πάροδο του χρόνου όπως συμβαίνει με τους ανθρώπους. Παράλληλα, διευκολύνεται και η διάδοση της γνώσης, καθώς ο ένας τεχνητός νους αντιγράφει από



τον άλλο την εκπαίδευση που έχει λάβει, χωρίς να απαιτείται η μεταλαμπάδευσή της μέσω της διαδικασίας της εκπαίδευσης. Από την άλλη πλευρά όμως, οι απαντήσεις που δίνονται από τις μηχανές αυτές δεν έχουν καμία δημιουργικότητα, ενώ παράλληλα αδυνατούν να εξηγήσουν τη συλλογιστική διαδικασία που ακολούθησαν για να λάβουν μια απόφαση. Το γεγονός αυτό ενδέχεται να επηρεάσει την ορθότητα των απαντήσεων που δίνονται, καθώς δεν είναι λίγες οι φορές που ανάλογα με το συλλογισμό που κάνουμε καταλήγουμε και σε διαφορετικά συμπεράσματα. Σε κάθε περίπτωση, όταν εξαρτόμαστε άκριτα από την τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να προκληθούν αρκετά προβλήματα (Borana, 2016).

Για τους σκοπούς αυτής της διπλωματικής εργασίας θα επικεντρωθούμε στους τρόπους που η τεχνητή νοημοσύνη έχει επηρεάσει την εκπαίδευση και τις επιπτώσεις που έχει επιφέρει.

### **1.1 Η είσοδος της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση**

Ορίζοντας στενά τον όρο «εκπαίδευση» θα λέγαμε ότι πρόκειται για τη διαδικασία κατά την οποία οι δάσκαλοι παρέχουν συστηματικές οδηγίες και οι μαθητές τις λαμβάνουν. Θεωρείται ως ένας από τους πιο καθοριστικούς παράγοντες της επιτυχίας του ατόμου και μέχρι πρόσφατα, ήταν άρρηκτα συνδεδεμένη με το χρόνο, τον τόπο και τις προβλεπόμενες δραστηριότητες.

Τα παραδοσιακά εκπαιδευτικά μοντέλα φημίζονταν για την έλλειψη ευελιξίας και προσαρμοστικότητας στις νέες συνθήκες και στα νέα δεδομένα. Όλα αυτά φαίνεται ότι έχουν αρχίσει να αλλάζουν σε μια προσπάθεια να προσαρμοστεί η εκπαίδευση στα τεχνολογικά επιτεύγματα της σύγχρονης εποχής. Μια βασική τεχνολογία που είναι έτοιμη να μεταμορφώσει την εκπαίδευση είναι η τεχνητή νοημοσύνη, με ποικίλα οφέλη για μαθητές και καθηγητές (Dadhich P, 2020).

Αν και η εκπαίδευση δεν θεωρείται ένας από τους πρώτους τομείς που έχει εισχωρήσει η τεχνητή νοημοσύνη, τον έχει επηρεάσει σε τέτοιο βαθμό που πολλές μελέτες έχουν ασχοληθεί με το θέμα και την ηθική του διάσταση. Το σίγουρο πάντως είναι ότι ανάλογα με τον κλάδο της εκπαίδευσης στον οποίο έχει εισχωρήσει και αναπτύσσεται η έννοια της τεχνητής νοημοσύνης λαμβάνει και διαφορετική διάσταση (Renz & Hilbig, 2020). Το γεγονός αυτό φαίνεται και από το ότι, οι πρώτες έρευνες στις απαρχές της δεκαετίας του 1970 διεξάγονταν ως επί το πλείστο μεταξύ τμημάτων που

σχετίζονταν με την πληροφορική και παρουσιάζονταν στο περιθώριο διασκέψεων και εφημερίδων (Self, 2016).

## 1.2 Μεθοδολογία της έρευνας

Έχοντας υπόψη τη ραγδαία εξέλιξη της πληροφορικής και ειδικά του κλάδου της τεχνητής νοημοσύνης, αξίζει να διερευνηθεί πώς η τελευταία έχει εισχωρήσει και επηρεάσει την εκπαίδευση εν γένει, τόσο από την πλευρά του μαθητή όσο και του δασκάλου. Παράλληλα, έχει μεγάλο ενδιαφέρον να διερευνηθούν και να καταγραφούν οι επιπτώσεις της εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση. Για το σκοπό αυτό έχουν τεθεί τα κάτωθι ερευνητικά ερωτήματα προκειμένου να αξιολογηθεί η επίδραση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση:

**E1.** Με ποιο τρόπο η τεχνητή νοημοσύνη έχει εισχωρήσει στην εκπαίδευση τα τελευταία χρόνια;

**E2.** Ποια είναι τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα από τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση;

**E3.** Πώς αντιδρούν ευρωπαϊκοί και διεθνείς οργανισμοί στην είσοδο της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση;

Για τη συγγραφή αυτής της εργασίας προτιμήθηκε η μέθοδος της ημι-συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης (semi-systematic literature review), καθώς πραγματοποιήθηκε έρευνα σε άρθρα που δημοσιεύτηκαν σε έγκριτα επιστημονικά περιοδικά, ειδησεογραφικές ιστοσελίδες και επίσημες ιστοσελίδες διεθνών και ευρωπαϊκών οργανισμών. Πρόκειται, ουσιαστικά, για αποτύπωση των προβληματισμών ποικίλων ερευνητών όπως αναπτύχθηκαν σε επιστημονικά άρθρα παγκοσμίως (Wong et al., 2013).

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε κατά το τελευταίο τρίμηνο του 2022. Η αναζήτηση των πηγών έγινε ως επί το πλείστο στην αγγλική γλώσσα και δευτερευόντως στην ελληνική. Επιλέχθηκαν επιστημονικά και ειδησεογραφικά άρθρα καθώς και εκθέσεις επίσημων ιστοσελίδων που πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης που προσδιορίστηκαν από τα ερευνητικά ερωτήματα.

Τα κριτήρια ένταξης αφορούσαν: α. τεχνητή νοημοσύνη και εκπαίδευση, β. ηθικά διλλήματα από την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση, γ. πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, δ. στρατηγικές διεθνών και ευρωπαϊκών οργανισμών. Η έρευνα επικεντρώθηκε σε άρθρα, ηλεκτρονικές εκδόσεις βιβλίων και

εκθέσεις που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ του 2011 και 2022. Χρησιμοποιήθηκε το διαδίκτυο για την εξεύρεση των άρθρων και εκθέσεων, αρχικά η μηχανή αναζήτησης της GOOGLE και στη συνέχεια οι ιστοσελίδες Google Scholar, Elsevier, International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED), Science Direct, International Conference for Artificial Intelligence in Education (ICAIED), International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI), IEEE Intelligent systems Journal of Research. Εφαρμόστηκαν οι κάτωθι λέξεις – κλειδιά: εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης, ορισμός τεχνητής νοημοσύνης, τεχνητή νοημοσύνη και εκπαίδευση, πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, ηθικά διλήμματα, πολιτικές και στρατηγικές για την τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση.

Από την αναζήτηση προέκυψαν 167 άρθρα, 7 εκθέσεις οργάνων ευρωπαϊκών και διεθνών οργανισμών και 2 ηλεκτρονικές εκδόσεις βιβλίων. Μεγάλος αριθμός των άρθρων (56 από τα 167) απορρίφθηκε λόγω του ότι δεν συμφωνούσε με τα κριτήρια αναζήτησης αυτής της ανασκόπησης.

Μέσα από την επεξεργασία των πηγών παρατηρήθηκε ότι η τεχνητή νοημοσύνη εισχωρεί όλο και περισσότερο στην εκπαίδευση και κυρίως στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση, με τους ερευνητές να υπογραμμίζουν τα οφέλη της αλλά να μην κατευνάζουν τους προβληματισμούς τους σχετικά με τον αντίκτυπό της στον κλάδο της εκπαίδευσης. Παράλληλα, διαπιστώθηκε ότι οι μέχρι σήμερα έρευνες επικεντρώνονται στις εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης και τα ηθικά ζητήματα που προκύπτουν από αυτή, ενώ θέματα οικονομικής διάστασης δεν φαίνεται να τους απασχολούν. Το εν λόγω κενό στην έρευνα πιθανότατα να οφείλεται στο ότι η τεχνητή νοημοσύνη σχετικά πρόσφατα εισχώρησε στον κλάδο της εκπαίδευσης και οι μελετητές δεν έχουν προλάβει να ολοκληρώσουν σχετικές έρευνες. Στο σημείο αυτό, αξίζει να σημειωθεί ότι οι περισσότερες έρευνες γίνονται στις ΗΠΑ, στην Κίνα και κάποιες ευρωπαϊκές χώρες, ενώ στην Ελλάδα φαίνεται να μην πραγματοποιείται μεγάλος αριθμός αντίστοιχων ερευνών, γεγονός που μπορεί ενδεχομένως να αποδοθεί στην οικονομική κρίση, αλλά κυρίως στη διστακτικότητα με την οποία αντιμετωπίζουν οι κάτοικοι της χώρας και τα πανεπιστήμια οτιδήποτε νέο στον τεχνολογικό κόσμο.

### **1.3 Δομή της εργασίας**

Η διπλωματική αυτή εργασία αποτελείται από 6 κεφάλαια. Στο πρώτο γίνεται προσπάθεια εισαγωγής του θέματος και των λόγων για τους οποίους επιλέχθηκε να

απασχολήσει την ερευνήτρια. Επιπλέον, αναπτύσσεται η μεθοδολογία την οποία ακολούθησε η ερευνήτρια και τα πρώτα συμπεράσματα που κατέληξε.

Στο δεύτερο κεφάλαιο επιχειρείται να προσδιοριστεί η ιστορική πορεία της τεχνητής νοημοσύνης και να δοθεί ένας εννοιολογικός προσδιορισμός της.

Στο τρίτο κεφάλαιο καταδεικνύονται οι εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση, όπως έχουν προκύψει μέσα από την ανάλυση των άρθρων που επιλέχθηκαν για τους σκοπούς αυτής της βιβλιογραφικής ανασκόπησης.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα από την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στον χώρο της εκπαίδευσης.

Στο πέμπτο κεφάλαιο επιχειρείται μια αποτύπωση των ηθικών διλημάτων που προκύπτουν από την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση μέσα από εκθέσεις, συστάσεις και στρατηγικές ευρωπαϊκών και διεθνών οργανισμών. Πρόκειται για την Ευρωπαϊκή Ένωση, το Συμβούλιο της Ευρώπης, τον ΟΟΣΑ και την UNESCO. Αποτελεί άξιο ενδιαφέροντος το γεγονός ότι ειδικά το Συμβούλιο της Ευρώπης διαπίστωσε από πολύ νωρίς τη ραγδαία εξέλιξη στον κλάδο αυτό της πληροφορικής και την επίδραση που θα έχει στο χώρο της εκπαίδευσης, με αποτέλεσμα να προσπαθήσει να προετοιμάσει τα κράτη-μέλη να λάβουν από νωρίς δράση, χαράσσοντας πολιτικές-πλαίσιο.

Στο έκτο κεφάλαιο, γίνεται λόγος για τα συμπεράσματα που προέκυψαν από αυτή τη βιβλιογραφική ανασκόπηση καθώς επίσης και για κάποιους προβληματισμούς που θα μπορούσαν να αποτελέσουν προτάσεις για μελλοντικό ερευνητικό έργο.

## 2. Ιστορική πορεία και εννοιολογικός προσδιορισμός

### 2.1 Ιστορική αναδρομή

Τεχνητή νοημοσύνη είναι ένας κλάδος της πληροφορικής ο οποίος χαρακτηρίζεται ως διεπιστημονικός, καθώς συνδυάζει δύο ή και περισσότερους άλλους κλάδους επιστημονικής γνώσεως, όπως είναι η πληροφορική, η λογική, η γνώση, η σκέψη, η επιστήμη συστημάτων και η βιολογία (Hon, 2019). Οι τομείς στους οποίους συναντάται και στους οποίους υπάρχουν απτά αποτελέσματα εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης σχετίζονται με την επεξεργασία της γνώσης, την αναγνώριση προτύπων, τη μηχανική εκμάθηση, την επεξεργασία φυσικής γλώσσας, τη θεωρία παιγνίων, τον αυτόματο και αυτοματοποιημένο προγραμματισμό, τα έμπειρα συστήματα, τις βάσεις γνώσεων, τα ευφυή ρομπότ και άλλα (Jackson, 2019).

Παρόλα αυτά, η ίδια η ιστορία του όρου διαπιστώνουμε ότι είναι μεγαλύτερη των 70 ετών, η οποία συνεχώς μεταβάλλεται και εξελίσσεται. Συγκεκριμένα, το 1943 προτάθηκε ένα μοντέλο τεχνητού νευρώνα, το οποίο έδωσε το έναυσμα για να ξεκινήσουν οι έρευνες πάνω στα τεχνητά νευρικά δίκτυα (Kandpal & Mehta, 2019). Ωστόσο, η ίδια η γέννηση του όρου «τεχνητή νοημοσύνη» πραγματοποιήθηκε αρκετά χρόνια αργότερα, το 1956 από τον John McCarthy σε ένα συνέδριο στο Ντάρτμουθ του Καναδά (Luo et al., 2018). Εκείνη την περίοδο σημειώθηκε σημαντική αύξηση στην τάση έρευνας γύρω από την τεχνητή νοημοσύνη μεταξύ των ακαδημαϊκών σε όλο τον κόσμο με αποτέλεσμα την ανταλλαγή γνώσεων και εμπειριών. Παρόλα αυτά, κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1960, σημειώνεται στασιμότητα στην περαιτέρω εξέλιξη της τεχνητής νοημοσύνης κυρίως λόγω του ότι η θεωρία του Συνδεδετισμού και του Συμβολισμού εισήλθε σε ύφεση, λόγω ανεπαρκών δυνατοτήτων υλικού, αλγοριθμικών ελαττωμάτων κ.λπ. (Boden, 2018). Η δεκαετία του 1970 έρχεται να αλλάξει το σκηνικό, καθώς τα ζητήματα γύρω από τους υπολογιστές και την υπολογιστική ισχύ σταδιακά βελτιώθηκαν και άρχισαν να σημειώνονται καινοτομίες και στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης (Chakravarthy, 2019). Στη δεκαετία του 1980, τα νευρωνικά δίκτυα με οπίσθια διάδοση (back-propagation) ήταν ευρέως αναγνωρισμένα και οι αλγόριθμοι που βασίζονταν σε τεχνητά νευρωνικά δίκτυα προχωρούσαν με αλματώδη ρυθμό (Hinton & Salakhutdinov, 2006).

Ακολούθησε ταχεία βελτίωση των δυνατοτήτων του λειτουργικού των υπολογιστών, η οποία σε συνδυασμό με την ανάπτυξη του Διαδικτύου, κατάφερε να μειώσει το

υπολογιστικό κόστος της τεχνητής νοημοσύνης και να ξεκινήσει η ανάπτυξή της με σταθερούς ρυθμούς. Το 2006 αποτελεί ορόσημο πρωτοπορίας καθώς προτάθηκε μια τεχνική μηχανικής μάθησης που διδάσκει τους υπολογιστές να κάνουν ό,τι είναι φυσικό στον άνθρωπο, η οποία ακούει στο όνομα «Deep Learning» (Deng, 2014). Κάπως έτσι φτάνουμε στην πρώτη δεκαετία του 21ου αιώνα, όπου αναπτύχθηκε η τεχνολογία του κινητού διαδικτύου «Mobile Internet», με αποτέλεσμα τα σενάρια εφαρμογών στην τεχνητή νοημοσύνη να αυξηθούν ακόμα περισσότερο. Το 2012 έφερε περισσότερες καινοτομίες στον τομέα της αναγνώρισης φωνής και οπτικής αναγνώρισης, μέσω των αλγορίθμων της «Deep Learning» (Zhou et al., 2018). Αλλά δεν ήταν παρά το 2016, που το πρώτο πρόγραμμα υπολογιστή «AlphaGo» νίκησε έναν επαγγελματία παίκτη και μάλιστα παγκόσμιο πρωταθλητή του παιχνιδιού «Go» και πυροδότησε τις συζητήσεις γύρω από το πώς η τεχνητή νοημοσύνη θα μπορούσε να αλλάξει την ανθρώπινη κοινωνία (Silver et al., 2016).

## 2.2 Εννοιολογικός προσδιορισμός

Αν και, όπως τονίστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, ο όρος «τεχνητή νοημοσύνη» αναφέρθηκε για πρώτη φορά από τον John McCarthy το 1956, ο οποίος χαρακτήρισε την τεχνητή νοημοσύνη ως τον τομέα εκείνο της επιστήμης και της μεθοδολογίας που στόχο έχουν τη δημιουργία μηχανών που να διαθέτουν δική τους νόηση, πολλοί είναι εκείνοι που προσπάθησαν να αποδώσουν διαφορετικά τον συγκεκριμένο όρο στο ρου της ιστορίας. Χαρακτηριστικό όλων όμως των προσπαθειών είναι ότι προς το παρόν δεν έχει καταστεί εφικτό να αποδοθεί με σαφήνεια ο συγκεκριμένος όρος (Russell J. S. et al., 2022). Η εν λόγω δυσκολία έγκειται κυρίως στο γεγονός ότι η τεχνητή νοημοσύνη αλληλοεπιδρά με πολλά επιστημονικά πεδία, όπως την ανθρωπολογία, τη βιολογία, τη γλωσσολογία, τη φιλοσοφία, την ψυχολογία, τη νευρολογία και την επιστήμη των υπολογιστών, με αποτέλεσμα να αναπτύσσονται ορισμοί που σχετίζονται άμεσα με τη σκοπιά που εξετάζεται κάθε φορά (Luckin et al., 2016a).

Ο ίδιος ο John McCarthy δίνει έναν διαφορετικό ορισμό το 2007 σύμφωνα με τον οποίο η τεχνητή νοημοσύνη αναφέρεται σε εκείνες τις τεχνολογικές εξελίξεις των υπολογιστών που παρέχουν τη δυνατότητα στους τελευταίους να παίρνουν αποφάσεις σκεπτόμενοι ως άνθρωποι (McCarthy, 2007).

Το 2016, στο πλαίσιο διεθνούς διάσκεψης, ο Borana όρισε την τεχνητή νοημοσύνη ως εκείνη τη μορφή νοημοσύνης που επιδεικνύει μια τεχνητή οντότητα, υπολογιστής ή

μηχανή, προκειμένου να επιλύσει σύνθετα προβλήματα. Σύμφωνα με τον Borana, με την τεχνητή νοημοσύνη ουσιαστικά ενοποιούνται δύο επιστήμες, αφενός των υπολογιστών και αφετέρου της φυσιολογίας. Με απλά λόγια, με την τεχνητή νοημοσύνη μια μηχανή μπορεί να σκεφτεί και να συμπεριφερθεί σαν άνθρωπος αλλά σε πιο σύντομο χρονικό διάστημα (Borana, 2016).

Το 2019, οι George & Thomas έρχονται να δώσουν έναν λίγο πιο διαφορετικό ορισμό στην τεχνητή νοημοσύνη, θεωρώντας πως ουσιαστικά αφορά στην επίλυση γνωστικών προβλημάτων ή πρόκειται για ένα σύστημα που μπορεί να πραγματοποιήσει μια δουλειά όπως ένα σκεπτόμενο ον (George & Thomas, 2019).

Κατά καιρούς κάποια λεξικά και εγκυκλοπαιδίες έχουν επιχειρήσει να δώσουν αντίστοιχους ορισμούς στην τεχνητή νοημοσύνη. Για παράδειγμα, το «English Oxford Living Dictionary» προσδιορίζει τον όρο ως τη θεωρία και την ανάπτυξη συστημάτων υπολογιστών ικανών να εκτελούν εργασίες που συνήθως απαιτούν ανθρώπινη νοημοσύνη, όπως οπτική αντίληψη, αναγνώριση ομιλίας, λήψη αποφάσεων και μετάφραση μεταξύ των γλωσσών. Η εγκυκλοπαιδία «Britannica», από την άλλη, ορίζει την τεχνητή νοημοσύνη ως την ικανότητα ενός ψηφιακού υπολογιστή ή ενός ρομπότ το οποίο ελέγχεται από υπολογιστή να εκτελεί εργασίες που συνήθως συνδέονται με νοήμονα όντα, δηλαδή εκείνα που μπορούν να προσαρμοστούν σε συνθήκες μεταβαλλόμενες.

Από τη μέχρι τώρα ανάλυση γίνεται κατανοητό ότι ο όρος «τεχνητή νοημοσύνη» συνδέεται άμεσα με ένα σύστημα υπολογιστή που μπορεί να μιμηθεί τον άνθρωπο, εκτελώντας έξυπνη σκέψη και ορθολογική κρίση. Σύμφωνα με τους Luckin et al., προκειμένου η τεχνητή νοημοσύνη να επιτύχει κάτι τέτοιο, θα πρέπει να είναι σε θέση να αναγνωρίζει εξωτερικές οπτικές ή ακουστικές πληροφορίες και να περιλαμβάνει έναν αλγόριθμο βάσει του οποίου θα επιλέγεται η πιο ορθολογική και ιδανική προσέγγιση για την επίτευξη του στόχου (Luckin et al., 2016a). Μπορεί να προσομοιαστεί με έναν έξυπνο πράκτορα με τη μορφή ανθρώπου ή με ένα έξυπνο σύστημα υπολογιστή που όχι μόνο αντιλαμβάνεται τη γλώσσα που μιλάνε οι άνθρωποι αλλά ταυτόχρονα είναι σε θέση να ανακαλεί αυτή τη γνώση και να αναγνωρίζει το περιβάλλον μέσα στο οποίο δραστηριοποιείται (Huang S., 2018).

Σύμφωνα με τους Russell et al., η τεχνητή νοημοσύνη διακρίνεται σε ισχυρή και αδύναμη. Ως ισχυρή τεχνητή νοημοσύνη θεωρείται ένα σύστημα που σκέφτεται και ενεργεί σαν άνθρωπος, ή με άλλα λόγια συλλογίζεται και δρα ορθολογικά ως τεχνητή νοημοσύνη γενικού σκοπού. Από την άλλη πλευρά, ως αδύναμη τεχνητή νοημοσύνη

χαρακτηρίζεται ένα έξυπνο κατά τα άλλα σύστημα το οποίο περιορίζεται σε ειδικούς σκοπούς. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιεί ορισμένες μόνο λειτουργίες της αντίστοιχης γενικής χρήσης, βασιζόμενη σε υπολογιστή, χωρίς να είναι σε θέση να αναλογιστεί ή να επιλύσει συγκεκριμένα προβλήματα (Russell J. S. et al., 2022).



### **3. Εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση**

#### **3.1. Γενική Εικόνα**

Σχεδόν τα τελευταία 30 χρόνια, γίνεται συζήτηση στους κόλπους της ακαδημαϊκής κοινότητας που ασχολείται με την Τεχνητή Νοημοσύνη στην Εκπαίδευση (AIED) για τις δυνατότητες που μπορεί να προσφέρει η τεχνητή νοημοσύνη σε αυτόν τον τομέα. Η έρευνα που πραγματοποιείται αφορά τη μάθηση όπου κι αν συμβαίνει, είτε στις παραδοσιακές αίθουσες διδασκαλίας είτε σε χώρους εργασίας ή ακόμα και σε σπίτια, προκειμένου να υποστηριχθεί η τυπική εκπαίδευση καθώς και η δια βίου μάθηση. Η εν λόγω έρευνα ενώνει την τεχνητή νοημοσύνη με τις μαθησιακές επιστήμες, όπως η εκπαίδευση, η ψυχολογία, η νευροεπιστήμη, η γλωσσολογία, η κοινωνιολογία και η ανθρωπολογία προκειμένου να προωθήσουν από κοινού την ανάπτυξη προσαρμοστικών περιβάλλοντων μάθησης και άλλων ευέλικτων, χωρίς αποκλεισμούς, εξατομικευμένων, ελκυστικών και αποτελεσματικών εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση (Luckin et al., 2016b).

Πρόσφατα, διεθνώς, οι συζητήσεις έχουν επικεντρωθεί στις κυβερνητικές πολιτικές λόγω της αυξημένης χρήσης παγκοσμίως της τεχνολογίας εν γένει αλλά και της ίδιας της τεχνητής νοημοσύνης. Παρότι τα πιθανά οφέλη από τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση είναι τεράστια, ελλοχεύουν και σημαντικοί κίνδυνοι. Για το λόγο αυτό, η μετάβαση προς ένα νέο περιβάλλον μάθησης όπου η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιείται για να υποστηρίξει εκπαιδευόμενους και εκπαιδευτές και όπου οι μαθητές προετοιμάζονται για το μέλλον σε έναν κόσμο όπου η τεχνητή νοημοσύνη διαδραματίζει ολοένα και μεγαλύτερο ρόλο είναι απαραίτητο να γίνει με επιμελή και προσεκτικά βήματα (Joshi et al., 2021).

Τα τελευταία χρόνια, η ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης μέσω των επονομαζόμενων «ευφύων τεχνολογιών», όπως είναι η σημασιολογική αναγνώριση ομιλίας, η αναγνώριση εικόνας, η επαυξημένη / εικονική πραγματικότητα, η μηχανική μάθηση και πολλές άλλες έχουν επηρεάσει και τον κλάδο της εκπαίδευσης. Για την ακρίβεια παρατηρείται σταθερή και γρήγορη ενσωμάτωσή τους στους κόλπους της εκπαίδευσης καθιστώντας την ευφυή αναβάθμιση της τελευταίας κάτι περισσότερο από εφικτή.

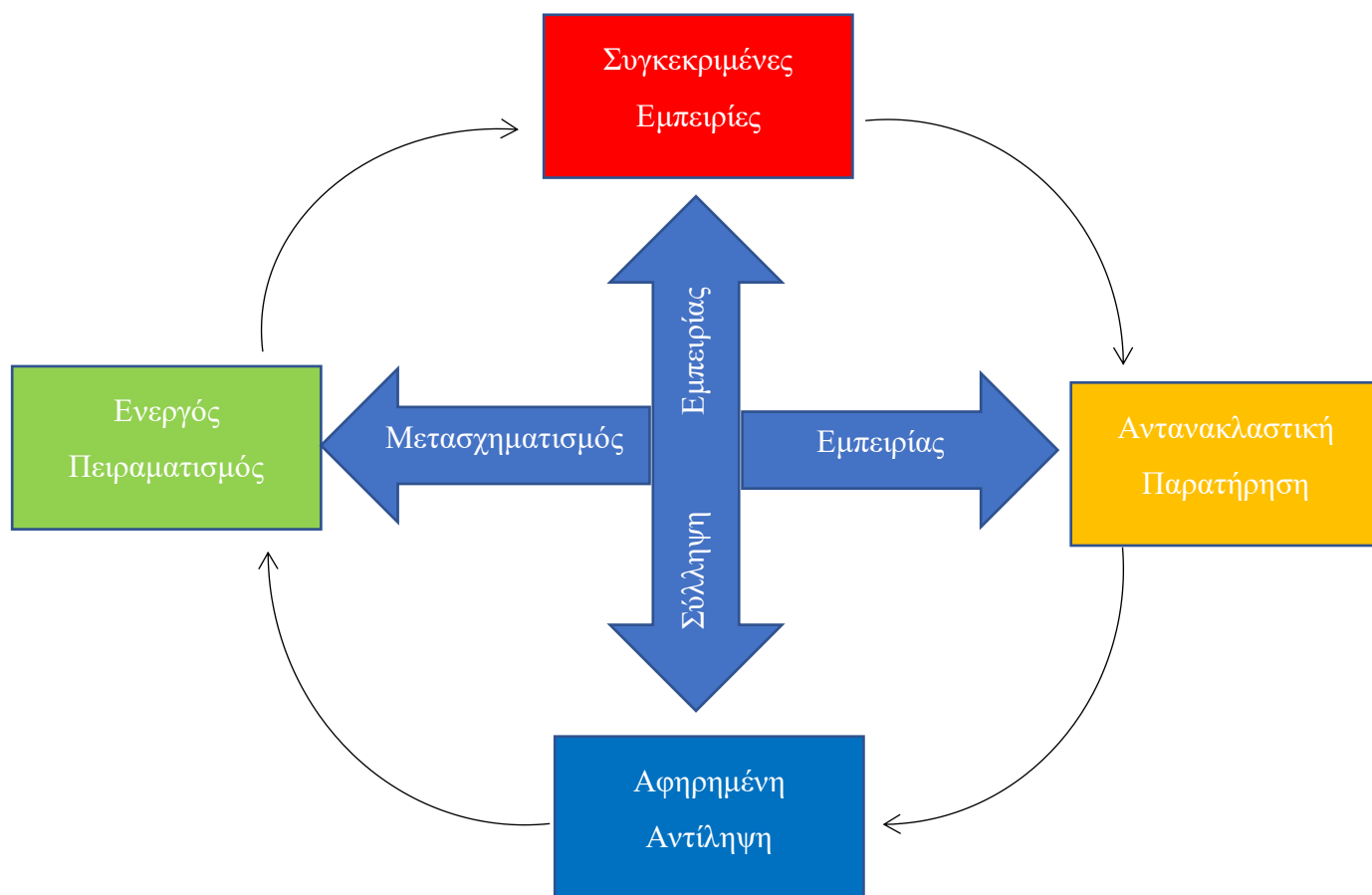
Καθημερινά παρατηρείται η εφαρμογή όλο και περισσότερων προϊόντων εκπαίδευσης τεχνητής νοημοσύνης στη σχολική εκπαίδευση (Ganga X., 2021). Όλο και πιο συχνά

γίνεται λόγος για ευφυή εξατομικευμένη διδασκαλία και μάθηση με τη βοήθεια εκπαιδευτή, για έξυπνους βοηθούς όπως εκπαιδευτικά ρομπότ, για έξυπνη αξιολόγηση και ανάλυση εκπαιδευτικών δεδομένων, ψηφιακά πορτρέτα και άλλα.

Αν και η τεχνητή νοημοσύνη σε καμία περίπτωση δεν μπορεί ποτέ να αντικαταστήσει τους ανθρώπινους δασκάλους, μπορεί να παίξει σπουδαίο ρόλο μέσα στην τάξη. Παρά το κόστος και την ανάγκη για Διαδίκτυο, η τεχνητή νοημοσύνη είναι χρήσιμη για τη διδασκαλία. Δεδομένου ότι οι δάσκαλοι δεν μπορούν να είναι διαθέσιμοι για τους μαθητές τους είκοσι-τέσσερις ώρες το εικοσιτετράωρο, τριακόσιες εξήντα-πέντε ημέρες το χρόνο, χρειάζεται να συνεργαστούν με έναν δάσκαλο τεχνητής νοημοσύνης προκειμένου να βοηθηθούν μαθητές με κοινωνικό ή ακαδημαϊκό άγχος ανά πάσα στιγμή (Sadiku et al., 2021).

### **3.2 Τα μαθησιακά στυλ στην εκπαίδευση μέσω τεχνητής νοημοσύνης**

Όπως όλοι οι μελετητές συμφωνούν, κάθε εκπαιδευόμενος δεν μαθαίνει με τον ίδιο τρόπο. Για ορισμένους είναι πιο εύκολο να μάθουν μέσα από την παρατήρηση που προκύπτει από απτά δεδομένα, γεγονότα και πειράματα, ενώ άλλοι έχουν ανάγκη από γενικότερες αρχές και θεωρίες. Υπάρχουν εκείνοι που χρειάζεται να διαβάσουν βιβλία και έντυπα για να μάθουν και άλλοι που μαθαίνουν επιλύοντας προβλήματα. Ο «εμπειρικός κύκλος μάθησης» (εικόνα 1) φαίνεται να έχει τη δική του δυναμική καθοδηγούμενος από ενέργειες δράσης/στοχασμού και εμπειρίας/αφηρημένων εννοιών. Αν και κάθε ένας από εμάς έχει τις δικές του προτιμήσεις που δημιουργούν το δικό του προσωπικό στυλ μάθησης, υπάρχουν τέσσερα βασικά χαρακτηριστικά που φαίνεται να υπάρχουν σε όλα τα μαθησιακά στυλ και τα οποία συνδυάζονται δυναμικά προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος της μάθησης. Τα δύο από αυτά σχετίζονται με τον τρόπο σύλληψης της εμπειρίας, η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω είτε συγκεκριμένων εμπειριών (Concrete experience) είτε αφηρημένης αντίληψης (Abstract Conceptualization), ενώ τα άλλα δύο χαρακτηριστικά αφορούν στον μετασχηματισμό αυτής καθαυτής της εμπειρίας που μπορεί να επιτευχθεί μέσω είτε ανακλαστικής παρατήρησης (Reflective Observation) είτε ενεργού πειραματισμού (Active Experimentation) (Kolb & Kolb, 2013).



*Εικόνα 1: Κύκλος Εμπειρικής μάθησης, Πηγή: Kolb & Kolb (2013)*

Ο Kolb ήδη από το 1984 ανέπτυξε τη θεωρία της εμπειρικής μάθησης επηρεαζόμενος σε μεγάλο βαθμό από τους θεωρητικούς εκείνης της εποχής. Η θεωρία του βασίζεται σε έξι υποθέσεις, με τις οποίες συμφωνούν και οι υπόλοιποι θεωρητικοί της εποχής. Πιο συγκεκριμένα ο Kolb αναφέρει ότι:

A) Ο καλύτερος τρόπος να προσδιορίσει κανείς τη μάθηση είναι αν τη λάβει υπόψη του ως διαδικασία και όχι ως αποτέλεσμα. Όπως πολύ σωστά έχει παρατηρηθεί η μάθηση δεν καταλήγει σε ένα αποτέλεσμα ούτε μπορεί πάντα κάποιος να την αποδείξει από την απόδοση του εκπαιδευόμενου. Εν αντιθέσει, είναι μια διαδικασία αποτελούμενη από εμπειρίες που συνδέονται μεταξύ τους και οι οποίες τροποποιούν και επαναδιαμορφώνουν την αποκτηθείσα γνώση.

B) Κάθε μορφή μάθησης εμπλουτίζει την ίδια τη διαδικασία της μάθησης. Ο καλύτερος τρόπος για να διευκολυνθεί η μάθηση είναι αν μέσω αυτής της διαδικασίας οι απόψεις και οι ιδέες των εκπαιδευόμενων σχετικά με ένα θέμα βγουν στην επιφάνεια έτσι ώστε να μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο εξέτασης, ελέγχου και εν τέλει να συμπεριληφθούν σε νέες και πιο βελτιωμένες ιδέες. Σύμφωνα με έναν από τους

θεωρητικούς εκείνης της εποχής, η συγκεκριμένη υπόθεση καλείται «κονστρουκτιβισμός» και βασίζεται στη λογική ότι ο καθένας μας δημιουργεί τη γνώση του για τον κόσμο βασιζόμενος στις εμπειρίες του, οι οποίες όχι μόνο τον βοηθούν να μάθει αλλά και να συνειδητοποιήσει πώς οι νέες πληροφορίες που λαμβάνει έρχονται σε σύγκρουση με τις παλαιότερες εμπειρίες και τα πιστεύω του.

Γ) Για να επιτευχθεί η μάθηση είναι απαραίτητο να βρεθεί λύση στις συγκρούσεις που προκύπτουν μεταξύ διαλεκτικά αντίθετων τρόπων προσαρμογής στον κόσμο. Ο κινητήριος μοχλός της μάθησης δεν είναι άλλος από τις συγκρούσεις, τις διαφορές και τις διαφωνίες.

Δ) Η μάθηση ουσιαστικά είναι μια ολιστική διαδικασία προσαρμογής στον κόσμο. Όταν αναφερόμαστε στον όρο αυτό δεν περιοριζόμαστε μόνο στο αποτέλεσμα της γνώσης αλλά σε όλες τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στον άνθρωπο, ήτοι τη σκέψη, το συναίσθημα, την αντίληψη και τη συμπεριφορά. Διεργασίες που σχετίζονται με εξειδικευμένα μοντέλα προσαρμογής και περιλαμβάνουν από επιστημονικές μεθόδους έως και επίλυση προβλημάτων, τρόπο λήψης αποφάσεων και δημιουργικότητα.

Ε) Η μάθηση είναι το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης που ασκείται ανάμεσα στο άτομο και στο περιβάλλον του. Όπως υποστηρίζουν και οι θεωρητικοί εκείνης της εποχής, για να πραγματοποιηθεί η μάθηση θα πρέπει να εξισορροπηθεί η αφομοίωση των νέων εμπειριών σε υπάρχουσες αντιλήψεις με την προσαρμογή των τελευταίων σε νέες εμπειρίες. Από τη στιγμή που η συμπεριφορά εκλαμβάνεται ως συνάρτηση ατόμου-περιβάλλοντος, η ίδια η μάθηση επηρεάζεται από τα χαρακτηριστικά του εκπαιδευόμενου και του μαθησιακού του περιβάλλοντος.

ΣΤ) Η μάθηση δεν είναι τίποτα άλλο από την ίδια τη διαδικασία δημιουργίας της γνώσης. Για να επιτευχθεί η γνώση θα πρέπει η κοινωνική γνώση, με το κοινωνικό-ιστορικό της περιεχόμενο, να συναλλαγεί με την προσωπική γνώση, που δεν είναι τίποτα άλλο από τις υποκειμενικές εμπειρίες του εκπαιδευόμενου (Kolb & Kolb, 2013). Όπως γίνεται αντιληπτό, αυτή η αντίληψη της γνώσης έρχεται σε αντίθεση με το παραδοσιακό μοντέλο της εκπαίδευσης σύμφωνα με το οποίο προϋπάρχουσες και αμετάβλητες ιδέες μεταδίδονται στον εκπαιδευόμενο. Σύμφωνα με τους Bajaj & Sharma (2018), κάθε εκπαιδευόμενος έχει το δικό του στυλ μάθησης και προκειμένου τόσο η ηλεκτρονική όσο και η παραδοσιακή εκπαίδευση να προσαρμοστεί στις ανάγκες του, είναι απαραίτητο αυτό το στυλ να καθοριστεί. Σε αυτόν τον καθορισμό μπορούν να συμβάλλουν οι εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης, καθώς, όπως έχει

επισημανθεί, είναι σε θέση να ακολουθούν την ανθρώπινη συλλογιστική και να αποφασίζουν όπως κάνουν οι άνθρωποι.

### **3.3 Τρόποι εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης στην Εκπαίδευση**

Σύμφωνα με τους Şeren & Özcan (2021), υπάρχουν τρεις τρόποι με τους οποίους μπορεί η τεχνητή νοημοσύνη να εφαρμοστεί στην εκπαίδευση. Πιο συγκεκριμένα, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί είτε να βοηθήσει υποστηρικτικά τη διά ζώσης εκπαίδευση είτε να την ενισχύσει είτε να την αντικαταστήσει σε ένα εικονικό περιβάλλον προσομοίωσης.

#### **3.3.1. Τεχνητή νοημοσύνη ως μηχανισμός υποστήριξης της διά ζώσης εκπαίδευσης**

Ακολουθώντας αυτή την επιλογή, ουσιαστικά εκπαιδευτής και εκπαιδευόμενος βρίσκονται στο ίδιο φυσικό περιβάλλον, ενώ το Ευφυές Εκπαιδευτικό Σύστημα (IES) βοηθάει τους ανθρώπους σε θέματα εκπαίδευσης και ανάπτυξης μεθόδων και τεχνικών διδασκαλίας. Το ίδιο το σύστημα IES μπορεί να αναπτυχθεί είτε από τον ίδιο τον άνθρωπο είτε από κάποια μηχανή και στόχος του είναι να λειτουργήσει υποστηρικτικά προς τον εκπαιδευόμενο, να συμβάλει στην αύξηση της παραγωγικότητας και στην ανάλυση των δεδομένων, ενώ παράλληλα να κάνει προτάσεις για την ενίσχυση της εκπαίδευσης αναθέτοντας ειδικά διαμορφωμένες εργασίες στους εκπαιδευόμενους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της εφαρμογής αποτελεί η χρήση ενός υπερ-υπολογιστή με την ονομασία Watson από ένα πανεπιστήμιο στην Αυστραλία (Zadrozny et al., 2015).

#### **3.3.2. Τεχνητή νοημοσύνη ως μέσο παροχής της διά ζώσης εκπαίδευσης**

Στην περίπτωση που επιλεγεί αυτός ο τρόπος χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης, τότε και πάλι εκπαιδευτής και εκπαιδευόμενος βρίσκονται στο ίδιο φυσικό περιβάλλον. Η διαφορά έγκυται στο γεγονός ότι, αυτή τη φορά η διδασκαλία γίνεται με την προβολή κινούμενων σχεδίων από μια οθόνη ή με ένα ανθρωπόμορφο ρομπότ. Εν ολίγοις, πρόκειται για ένα σύστημα όπου οι εκπαιδευόμενοι συγκεντρώνονται σε μια πραγματική αίθουσα διδασκαλίας αλλά τα μαθήματα διδάσκονται από ένα ανθρωπόμορφο ρομπότ ή ένα IES με δυνατότητα επικοινωνίας μέσω οθόνης. Υπάρχουν δύο τρόποι για να δημιουργηθεί το εν λόγω σύστημα, βασιζόμενο σε βαθιά

μάθηση (deep learning) που είτε επιβλέπεται από άνθρωπο είτε όχι (Şeren & Özcan, 2021).

### 3.3.3. Τεχνητή νοημοσύνη ως μέσο προσομοίωσης της διά ζώσης εκπαίδευσης

Στο τρίτο και τελευταίο σενάριο, η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιείται ως μέσο προσομοίωσης της διά ζώσης εκπαίδευσης. Εδώ εκπαιδευτής και εκπαιδευόμενος δεν βρίσκονται στο ίδιο φυσικό περιβάλλον αλλά εν αντιθέσει συναντιούνται σε έναν εικονικό κόσμο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτού του συστήματος αποτελεί η εξ αποστάσεως εκπαίδευση και η επαυξημένη πραγματικότητα (Şeren & Özcan, 2021).

Στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση ούτε ο εκπαιδευτής ούτε ο εκπαιδευόμενος πρέπει να μεταβούν σε συγκεκριμένο χώρο για να γίνει η διδασκαλία, αλλά παραμένουν στο χώρο που οι ίδιοι επιθυμούν.

Αρκετά πειράματα και έρευνες έχουν διεξαχθεί στο πέρασμα των ετών σε μια προσπάθεια να εξακριβωθεί αν και κατά πόσο η εκπαίδευση με τη χρήση εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης, όπως είναι η επαυξημένη πραγματικότητα, βοηθούν τους εκπαιδευόμενους ανεξάρτητα από το στυλ μάθησης που διαθέτουν. Οι Huang et al. (2019) στην έρευνά τους βασίστηκαν στα μαθησιακά στυλ του Kolb (Πίνακας 1) και κατέληξαν ότι, υπάρχει θετική επίδραση στα μαθησιακά επιτεύγματα των εκπαιδευομένων, ειδικά για εκείνους που έχουν αποκλίνοντα και προσαρμοστικά στυλ μάθησης, τα οποία και τα δύο βασίζονται στη χρήση συγκεκριμένης εμπειρίας. Σύμφωνα με το αποτέλεσμα της έρευνάς τους, δραστηριότητα που πραγματοποιείται σε πραγματικό περιβάλλον φαίνεται να είναι πιο ελκυστική για τους εκπαιδευόμενους που προτιμούν συγκεκριμένες εμπειρίες και το εκπαιδευτικό σύστημα παρέχει δυναμικές και διαδραστικές πληροφορίες για την εκπαίδευσή τους. Παρόλα αυτά, όταν μαθητές από όλα τα είδη μάθησης βρεθούν σε ένα ευρέως διαδεδομένο περιβάλλον μάθησης υποβοηθούμενο από επαυξημένη πραγματικότητα, τα επίπεδα των μαθησιακών επιτευγμάτων τους δεν διαφέρουν σημαντικά (Huang et al., 2019).

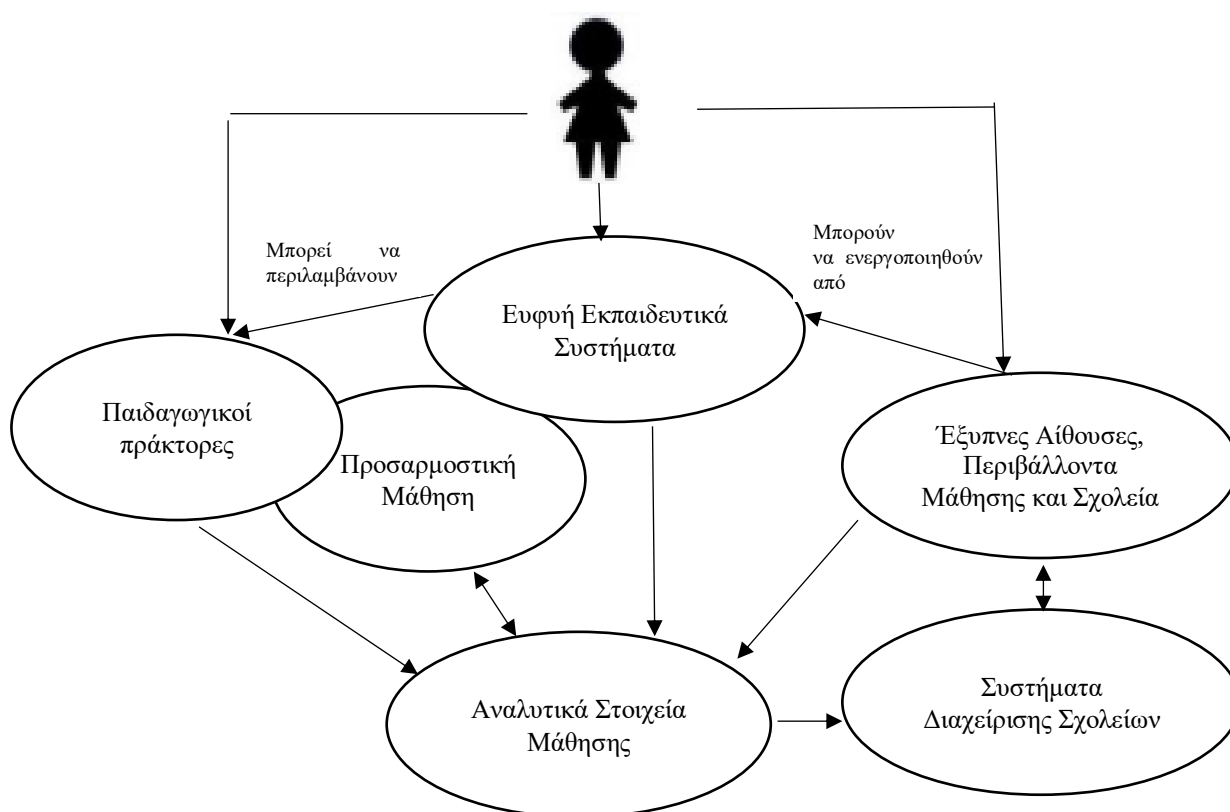
*Πίνακας 1: Τα μαθησιακά μοντέλα σύμφωνα με τον Kolb*

| Μαθησιακό Στυλ                | Χαρακτηριστικά  |
|-------------------------------|---|
| Αποκλίνον (Diverging)         | (Συνδυασμός συγκεκριμένης εμπειρίας και ανακλαστικής παρατήρησης) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Δίνει έμφαση σε καινοτόμες προσεγγίσεις βασιζόμενες στη φαντασία</li> <li>• Ενδιαφέρεται για τους ανθρώπους και τείνει να είναι επηρεάζεται από το συναίσθημα</li> <li>• Διαθέτει πλούσια φαντασία, αυξάνεται η συγκέντρωσή του όταν το θέμα θεωρείται ενδιαφέρον</li> </ul> |
| Αφομοιωτικό (Assimilating)    | (Συνδυασμός αφηρημένης αντίληψης και ανακλαστικής παρατήρησης) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Καλός στον ανεξάρτητο επαγωγικό συλλογισμό και προτιμάει τις θεωρίες και τη λογική</li> <li>• Τον ενδιαφέρουν περισσότερο οι σκέψεις και οι αφηρημένες θεωρητικές έννοιες</li> </ul>  |
| Συγκλίνον (Converging)        | (Συνδυασμός αφηρημένης αντίληψης και ενεργού πειραματισμού) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Δίνει έμφαση στην επίλυση προβλημάτων και την πρακτική εφαρμογή των ιδεών</li> <li>• Αποδίδει καλύτερα όταν επιλύει προβλήματα που έχουν μια ιδανική απάντηση</li> </ul>   |
| Προσαρμοστικό (Accommodating) | (Συνδυασμός συγκεκριμένης εμπειρίας και ενεργού πειραματισμού) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Καλός στην πρακτική μάθηση, όταν η μάθηση γίνεται κάνοντας πράξη τη θεωρία</li> <li>• Άνετος με νέα μαθησιακά μοντέλα, ενώ παράλληλα δεν τα απορρίπτει</li> </ul>   |

Πηγή: (Kolb et al., 2001)

### 3.4 Παραδείγματα εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Βιβλιογραφικές μελέτες δείχνουν ότι υπάρχουν πολλές σημαντικές τάσεις στην τεχνητή νοημοσύνη όπως εφαρμόζεται στην εκπαίδευση. Αυτές συμπεριλαμβάνουν τα ευφυή εκπαιδευτικά συστήματα (intelligent education systems), τους παιδαγωγικούς πράκτορες (pedagogical agents), τις έξυπνες τεχνολογίες τάξης (smart classroom technologies) και την προσαρμοστική μάθηση (adaptive learning). Στην εικόνα 2 μπορεί να διακρίνει κανείς τη σχέση μεταξύ αυτών των τάσεων με την προϋπόθεση ότι η τεχνητή νοημοσύνη είναι ή δεν είναι επί του παρόντος ενσωματωμένη στην τεχνολογία (Joshi et al., 2021).



Εικόνα 2: Η αρχιτεκτονική δομή ενός συστήματος AIED, Πηγή: Joshi et al. (2021)

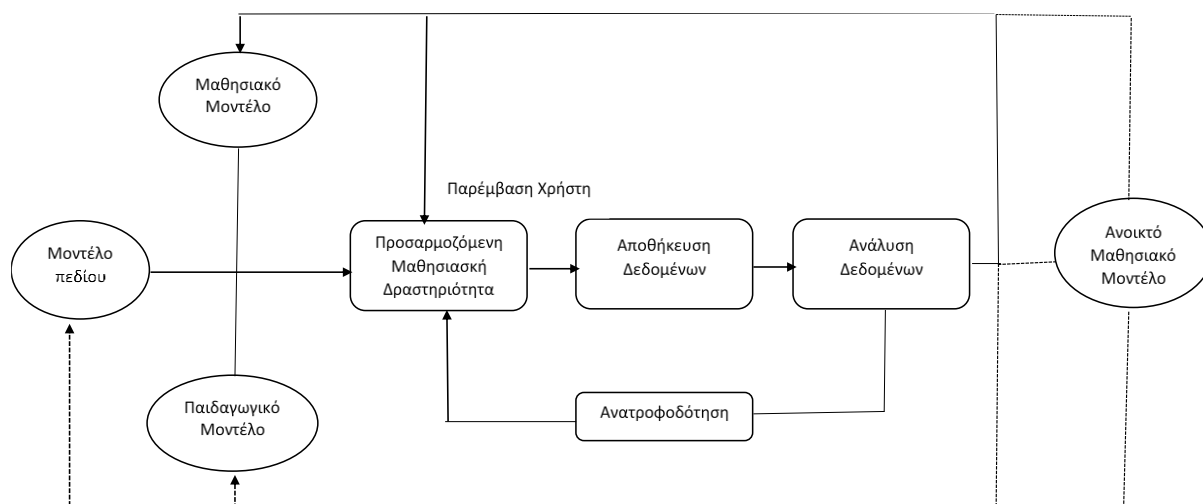
Την ίδια στιγμή η τεχνολογία τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση είναι ορατή και σε άλλες εφαρμογές, χωρίς να περιορίζεται μόνο σε αυτές, όπως το σύστημα αυτόματης βαθμολόγησης, η διαλειμματική υπενθύμιση (interval reminder), η ανατροφοδότηση του δασκάλου, οι εικονικοί δάσκαλοι, η εξατομικευμένη μάθηση, τα chatbots, η επαυξημένη / εικονική πραγματικότητα, η ακριβής ανάγνωση και η εξ αποστάσεως εκπαίδευση.



### 3.4.1 Τα Ευφυή Εκπαιδευτικά Συστήματα (IES)

Σύμφωνα με τους Holmes et al. (2019), μία από τις πιο γνωστές εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στον εκπαιδευτικό τομέα είναι τα Ευφυή Εκπαιδευτικά Συστήματα (IES). Τα IES είναι εκπαιδευτικά συστήματα τα οποία ακολουθούν τη βήμα-προς-βήμα μέθοδο διδασκαλίας, ενώ παράλληλα προσαρμόζονται κατάλληλα στις ανάγκες και την ταχύτητα προόδου των εκπαιδευομένων. Περιλαμβάνουν διαχωρισμό σε μοντέλο τομέα, παιδαγωγικό και εκπαιδευόμενου.

Ένα IES, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3, ξεκινά έχοντας ως βάση ότι η εξειδίκευση σε έναν τομέα διδάσκεται από το μοντέλο πεδίου. Στη συνέχεια, πραγματοποιούνται μαθησιακές δραστηριότητες που επηρεάζονται από μαθησιακά και παιδαγωγικά μοντέλα και τα αποτελέσματα μεταβιβάζονται στην ανάλυση προκειμένου να καθοριστούν. Εάν, βάσει του αποτελέσματος της ανάλυσης, απαιτείται η δημιουργία μηχανισμού ανατροφοδότησης, τότε το σύστημα επανεκκινεί τις μαθησιακές δραστηριότητες. Εάν ο στόχος της μάθησης έχει επιτευχθεί, η διαδικασία ανανεώνει το σύστημα ξανά τροφοδοτώντας το μοντέλο πεδίου με παιδαγωγικά μαθησιακά μοντέλα. Προς το παρόν η όλη διαδικασία γίνεται με την παρέμβαση του ανθρώπου και θα είχε ενδιαφέρον να εξεταστεί η δημιουργία ενός IES όπου ο ίδιος ο υπολογιστής θα παίρνει τις αντίστοιχες αποφάσεις (Şeren & Özcan, 2021).



Εικόνα 3: Μοντέλο Ευφυούς Εκπαιδευτικού Συστήματος, Πηγή: Holmes et al. (2019)

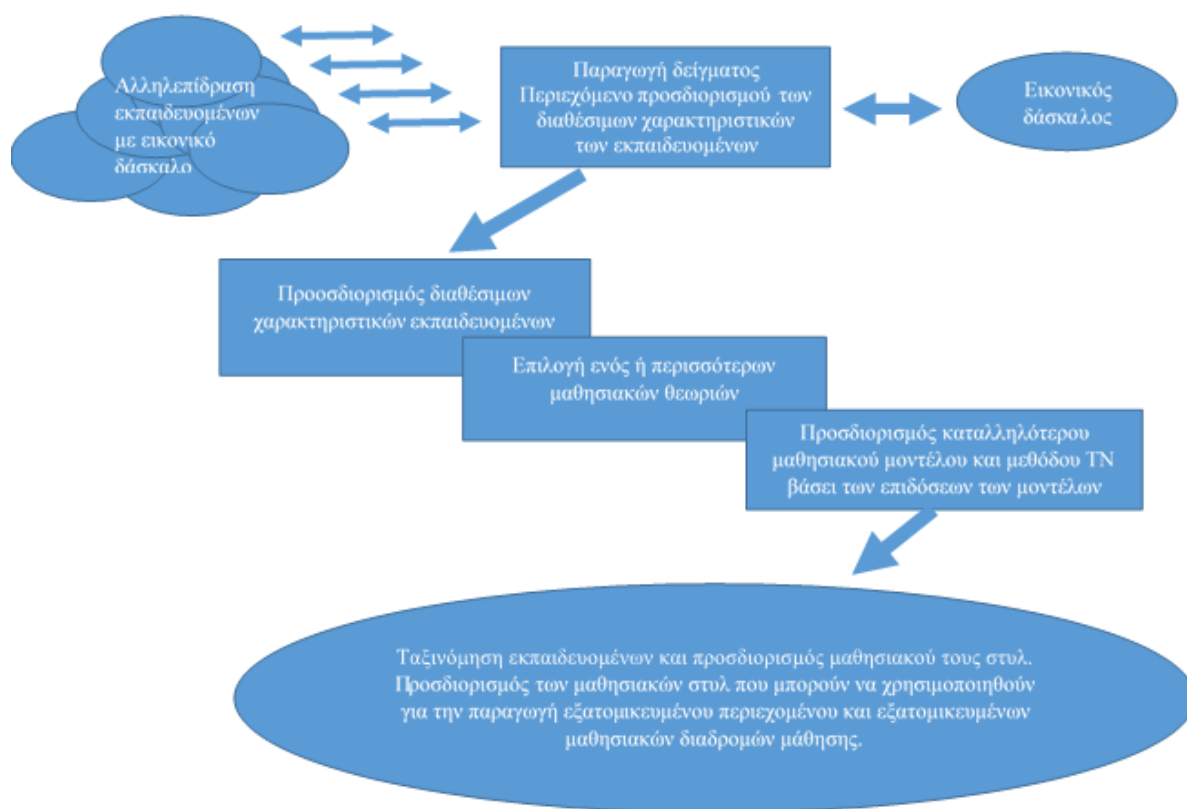
Σύμφωνα με τους Bajaj & Sharma (2018) όταν μιλάμε για ένα ευφυές εκπαιδευτικό σύστημα αναφερόμαστε στην εξατομικευμένη μάθηση που μπορεί να παρέχεται

οπουδήποτε και οποτεδήποτε. Προκειμένου κάτι τέτοιο να επιτευχθεί θα πρέπει να αναπτυχθεί ένα εργαλείο, ένα λογισμικό σύστημα, το οποίο θα δίνει στην τεχνητή νοημοσύνη τη δυνατότητα να επιλέξει την κατάλληλη μορφή μάθησης για το συγκεκριμένο περιβάλλον μάθησης. Για το σκοπό αυτό θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν τα ήδη προσδιορισμένα μαθησιακά στυλ προκειμένου να συμβάλλουν στην προσαρμοστικότητα του μαθησιακού περιεχομένου έτσι ώστε να προωθούν διαφορετικό περιεχόμενο σε διαφορετικούς εκπαιδευόμενους ανάλογα με το μαθησιακό τους στυλ. Το εργαλείο αυτό θα πρέπει να περιλαμβάνει όσες περισσότερες μαθησιακές θεωρίες γίνεται καθώς και ποικίλες μεθόδους τεχνητής νοημοσύνης, όπως: Ασαφή Λογική (Fuzzy Logic), Νευρωνικά Δίκτυα (Neural Networks), Μπεϋζιανά Δίκτυα (Bayesian Networks), Δέντρα Απόφασης (Decision Trees), Γενετικοί Αλγόριθμοι (Genetic Algorithms) και Κρυφά Μοντέλα Markov (Hidden Markov Models) (Colchester et al., 2017). Πολύ σημαντικό είναι να προστεθεί σε αυτό το εργαλείο μεγαλύτερη ποικιλία δεδομένων όσον αφορά στα περιβάλλοντα μάθησης, προκειμένου να συμπεριληφθούν όσο το δυνατόν περισσότερες μορφές, από τα παραδοσιακά σχολεία και πανεπιστήμια μέχρι εκπαιδευτικά ιδρύματα σε χωριά ή/και πόλεις. Επιπλέον, η ποικιλία δεδομένων θα πρέπει να περιλαμβάνει και το εύρος των προσφερόμενων προγραμμάτων σπουδών – μαθημάτων αλλά και να λαμβάνει υπόψη της εάν τα μαθήματα παρέχονται διά ζώσης ή εξ αποστάσεως. Κάτι τέτοιο θα σήμαινε ότι η έννοια «σχολείο» δεν θα περιοριζόταν μόνο στην παραδοσιακή του μορφή μέσα σε αστικά κέντρα ή/και σε απομακρυσμένα χωριά, αλλά θα μπορούσε να επεκταθεί και σε εξ αποστάσεως εκπαιδευτικούς φορείς (Bajaj & Sharma, 2018).

Ωστόσο, προκειμένου να λειτουργήσει ένα ευφυές εκπαιδευτικό σύστημα θα πρέπει να ακολουθηθούν ορισμένα βήματα, όπως φαίνεται και στην εικόνα 4 (Bajaj & Sharma, 2018):

Σε πρώτη φάση εκείνο που είναι απαραίτητο να γίνει είναι να καθοριστούν τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που διαθέτουν οι εκπαιδευόμενοι εντός ενός συγκεκριμένου μαθησιακού περιβάλλοντος όπου πρόκειται να εφαρμοστεί η προσαρμοστική μάθηση. Στη συνέχεια και λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα του προηγούμενου βήματος θα πρέπει να επιλεγθεί εκείνη ή εκείνες οι μαθησιακές θεωρίες που είναι περισσότερο κατάλληλες για να εφαρμοστούν. Οι υπόλοιπες, που διαθέτουν ελλιπή χαρακτηριστικά γνωρίσματα θα αποκλειστούν. Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί το λογισμικό σύστημα που έχει δημιουργηθεί προκειμένου, έχοντας ως κριτήριο τη διαφορετική απόδοση των μαθησιακών θεωριών, να προτείνει την πλέον

κατάλληλη. Το ίδιο εργαλείο είναι εκείνο που θα προσδιορίσει και την πιο αρμόζουσα μέθοδο τεχνητής νοημοσύνης, συγκρίνοντας τις επιδόσεις των διαφόρων θεωριών, προκειμένου να καταλήξουμε στο μοντέλο ταξινόμησης της μαθησιακής θεωρίας το οποίο και θα κατασκευαστεί. Από τη στιγμή που πραγματοποιηθεί η εν λόγω επιλογή και το μοντέλο εκπαιδευτεί για ένα συγκεκριμένο εκπαιδευτικό περιβάλλον, μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε προκειμένου να ταξινομηθούν οι εκπαιδευόμενοι και να προσδιοριστεί το μαθησιακό τους στυλ. Με αυτόν τον τρόπο, είμαστε σε θέση να αντιστοιχίσουμε τα μαθησιακά στυλ σε συγκεκριμένα μαθησιακά περιεχόμενα και να προσδιορίσουμε τις απαραίτητες μαθησιακές διαδρομές για την παροχή εξατομικευμένης εκπαίδευσης (Bajaj & Sharma, 2018).



**Εικόνα 4: Πλαίσιο ευφυούς εκπαιδευτικού συστήματος όπου μαθητές και εικονικός δάσκαλος αλληλεπιδρούν σε ένα περιβάλλον cloud, Πηγή: Bajaj & Sharma (2018)**

Εν κατακλείδι, μέσω ενός ευφυούς εκπαιδευτικού συστήματος μας δίνεται η δυνατότητα να ξεφύγουμε από την παραδοσιακή μορφή μάθησης εντός των παραδοσιακών αιθουσών. Το ίντερνετ άνοιξε το δρόμο προκειμένου τα τάμπλετ να είναι σε θέση να περιηγηθούν σε εξατομικευμένα μαθησιακά περιβάλλοντα που θα μπορούσαν να έχουν τη μορφή των κειμένων, εικόνων ή/και πολυμέσων, ενώ

παράλληλα έδωσε τη δυνατότητα σε ρολόγια χειρός να ηχογραφήσουν διαλέξεις και να τις αναπαράγουν.

#### 3.4.2. Οι παιδαγωγικοί πράκτορες

Οι Παιδαγωγικοί Πράκτορες (PA) είναι ψηφιακοί ή εικονικοί χαρακτήρες, στους οποίους έχει ενσωματωθεί η τεχνολογία μάθησης προκειμένου να διευκολυνθεί η ίδια η διαδικασία της μάθησης. Κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να ενσωματώνουν το κοινωνικό, το συναισθηματικό και το κινητήριο μέρος της τεχνολογικής μάθησης (Kim & Baylor, 2016) και να αλληλεπιδρούν με τους εκπαιδευόμενους μέσω ενός πραγματικού ανθρώπου (Johnson & Lester, 2016). Οι παιδαγωγικοί πράκτορες μπορούν να πάρουν διαφορετικές μορφές και περιγράμματα. Τις περισσότερες φορές ενσαρκώνουν κάποιο χαρακτήρα, που σημαίνει ότι οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να δουν στην οθόνη τους τη ρεαλιστική ή αφηρημένη απεικόνιση ενός εικονικού χαρακτήρα ή avatar το οποίο μπορεί να μοιάζει με άνθρωπο, κάποιο χαρακτήρα, ζώο ή ακόμα και αντικείμενο. Για παράδειγμα, οι εν λόγω χαρακτήρες μπορεί να είναι τόσο διαφορετικοί όσο οι ρεαλιστικά εικονιζόμενοι τρισδιάστατοι άνθρωποι με συμπαγές σώμα, τα δισδιάστατα ζώα κινουμένων σχεδίων ή αντικείμενα όπως το «Clippy», ο εικονικός βοηθός του Microsoft Office με τη μορφή συνδετήρα. Οι πράκτορες αυτοί έχουν τη δυνατότητα να επικοινωνούν με τους εκπαιδευόμενους τόσο γραπτά όσο και προφορικά (Heidig & Clarebout, 2011).

Λόγω των συνεχών τεχνολογικών εξελίξεων οι παιδαγωγικοί πράκτορες βελτιώνονται συνεχώς (Johnson & Lester, 2016). Στην εποχή μας είναι πολύ συχνό το φαινόμενο της δημιουργίας εικονικών ανθρώπων. Η πρόοδος που συντελείται στα υπολογιστικά συστήματα που αντιλαμβάνονται, ερμηνεύουν, μιμούνται, ακόμη και επηρεάζουν τα ανθρώπινα συναισθήματα παρέχει τη δυνατότητα στους εκπαιδευόμενους να αναγνωρίσουν τα συναισθήματά τους και να προσαρμοστούν στην πλήξη ή την απογοήτευση που νοιώθουν. Η γλώσσα που χρησιμοποιούν οι εν λόγω πράκτορες τους επιτρέπει να αλληλεπιδρούν με τους εκπαιδευόμενους μέσω περιορισμένων διαδραστικών διαλόγων, ενώ στην περίπτωση που πάρουν τη μορφή ενός ρομπότ σε κάψουλα μπορούν ακόμα και να αλληλεπιδρούν με τους εκπαιδευόμενους εντός μιας παραδοσιακής τάξης (Joshi et al., 2021).

Οι σύγχρονοι παιδαγωγικοί πράκτορες εκμεταλλεύονται πλήρως τις προσφερόμενες τεχνολογικές δυνατότητες εμπλουτίζοντάς τις με λειτουργίες εκπαίδευσης (Heidig &

Clarebout, 2011). Η πρόοδος που έχει συντελεστεί στους προσωπικούς βοηθούς ή τις τηλεφωνικές κάρτες, όπως ισχύει με τη βοηθό Siri της εταιρίας Apple, αποτελούν πολλά υποσχόμενα παραδείγματα της εξέλιξης που πραγματοποιείται στους εν λόγω πράκτορες. Προς το παρόν, όμως, δεν είναι ακόμα ξεκάθαρο εάν οι παιδαγωγικοί πράκτορες που διαθέτουν ένα συγκεκριμένο και στενό ή πιο ευέλικτο εύρος θεμάτων θα εξακολουθήσουν να είναι χρήσιμοι για διδασκαλία και μάθηση μακροπρόθεσμα (Joshi et al., 2021).

### 3.4.3. «Έξυπνες αίθουσες», περιβάλλοντα μάθησης και σχολεία

Το «Διαδίκτυο των πραγμάτων» («Internet of Things») είναι ο όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει την αυξανόμενη ικανότητα των καθημερινών αντικειμένων να συνδέονται στο διαδίκτυο και να επικοινωνούν με άλλες συσκευές. Επεκτείνεται σε έξυπνα σπίτια, συμπεριλαμβανομένων των διακοπών φώτων, των ψυγείων και άλλων οικιακών συσκευών (Timms, 2016). Υπάρχουν και άλλα τέτοια παραδείγματα, όπως έξυπνες πόλεις, έξυπνες μεταφορές και έξυπνη περιβαλλοντική παρακολούθηση (Mohamed et al., 2018). Η αύξηση της δημοτικότητας των «έξυπνων κινητών» (smartphones) και άλλων ευρέως διαδεδομένων υπολογιστών επέτρεψε στο «Διαδίκτυο των Πραγμάτων» να εξελιχθεί ακόμα περισσότερο. Ουσιαστικά αποτελεί μια ευρεία, ολοκληρωμένη ιδέα που καλύπτει όλη την ευρύτερη χρήση αισθητήρων και τεχνολογιών για τη συλλογή και μετάδοση δεδομένων σε καθημερινά αντικείμενα και φορητές συσκευές. Αυτά τα δεδομένα παρέχουν ισχυρά συστήματα σημάτων εισόδου στην τεχνητή νοημοσύνη (Joshi et al., 2021).

Η ανάπτυξη αυτής της τεχνολογίας είναι πολύ σημαντική προκειμένου να δημιουργηθούν έξυπνες τάξεις, έξυπνα περιβάλλοντα μάθησης ή ακόμα και έξυπνα σχολεία (Heinemann & Uskov, 2018). Μία αίθουσα διδασκαλίας για να θεωρηθεί «έξυπνη» θα πρέπει να διαθέτει ποικίλες τεχνολογικές εφαρμογές με ασύρματη συνδεσιμότητα, καθώς και να έχει προσωπικές ψηφιακές συσκευές, αισθητήρες και πλατφόρμες εικονικής μάθησης (Li et al., 2015). Η ύπαρξη ενός «ευφυούς» περιβάλλοντος μάθησης επεκτείνει ακόμα περισσότερο τον εν λόγω ορισμό, καθώς εμπεριέχει και έναν πολυλειτουργικό ευέλικτο φυσικό χώρο, στον οποίο ο άνθρωπος είναι συνηθισμένος να έχει προκειμένου να μάθει ή να διδάξει. Εντός των αιθουσών διδασκαλίας, υπάρχει η δυνατότητα να συλλέγονται περισσότερα ατομικά δεδομένα με τη χρήση αισθητήρων τοποθετημένων εντός της τάξης, όπως κάμερες, μικρόφωνα ή

αισθητήρες κίνησης. Οι εν λόγω αισθητήρες μπορεί να είναι τοποθετημένοι και πάνω στους εκπαιδευόμενους και τους εκπαιδευτές προκειμένου το εκπαιδευτικό ίδρυμα να συλλέγει δεδομένα. Κάτι τέτοιο θα μπορούσε να είναι εφικτό, εάν αισθητήρες ήταν ενσωματωμένοι σε ρούχα ή άλλα φορητά αντικείμενα, όπως «έξυπνα ρολόγια», περιβραχιόνια και «έξυπνα γυαλιά» (Joshi et al., 2021).

Από τη στιγμή που μια «έξυπνη τάξη», κάποιο μαθησιακό περιβάλλον ή ένα σχολείο συλλέξει τα δεδομένα, ένα υπολογιστικό σύστημα ή μια μορφή τεχνητής νοημοσύνης ή ακόμα και οι ίδιοι οι άνθρωποι μπορούν να τα ερμηνεύσουν προκειμένου να προταθούν τρόποι βελτίωσης της διδασκαλίας και της μάθησης (Joshi et al., 2021).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι «έξυπνες πανεπιστημιούπολεις» παγκοσμίως, οι οποίες έχουν παρουσιάσει την ευκαιρία στα εκπαιδευτικά ιδρύματα να ενισχύσουν τη χρήση της υπάρχουσας φυσικής υποδομής με την εισαγωγή έξυπνων τεχνολογιών. Η κατασκευή και η αναβάθμιση των «έξυπνων πανεπιστημιούπολεων» έχει σηματοδοτήσει την ανάπτυξη διαφόρων υποδομών όπως αισθητήρες, μικροδίκτυα, έξυπνες αίθουσες διδασκαλίας, «έξυπνο πάρκινγκ», «έξυπνοι μετρητές», διαχείριση κατανάλωσης ενέργειας και ψηφιακές τεχνολογίες για τη βελτίωση της μάθησης και της διδασκαλίας στις πανεπιστημιούπολεις. Άλλωστε, οι «έξυπνες πανεπιστημιούπολεις» αποτελούν και ένα μέσο για την επίτευξη των στόχων βιώσιμης ανάπτυξης (SDGs) των Ηνωμένων Εθνών, όπως η προσιτή και καθαρή ενέργεια και οι βιώσιμες πόλεις και κοινότητες (Min-Allah & Alrashed, 2020). Αν και στο εξωτερικό έχουν αναπτυχθεί ποικίλα πιλοτικά προγράμματα για τη δημιουργία «έξυπνων πανεπιστημιούπολεων», στην Ελλάδα η κατασκευή τους βρίσκεται ακόμη σε προκαταρκτικά στάδια και εξακολουθούν να υπάρχουν πολλά προβλήματα. Ως επί το πλείστο, τα σενάρια της πανεπιστημιούπολης αφορούν είτε στην παρακολούθηση και βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων (CampIT, 2022) είτε στην επίτευξη εξ αποστάσεως διδασκαλίας και παρακολούθησης μαθημάτων (Smart Campus, 2022). Επομένως, η έξυπνη πανεπιστημιούπολη, τουλάχιστον για την Ελλάδα, έχει ακόμα πολλά βήματα να επιτελέσει και αρκετά προβλήματα να επιλύσει, ακόμα και θεσμικά.

#### 3.4.4. Σύστημα αυτόματης βαθμολόγησης

Χρησιμοποιώντας τη συγκεκριμένη εφαρμογή, οι δάσκαλοι μπορούν, για παράδειγμα, να παραδίδουν όλες τις εργασίες σε μια τεχνητή νοημοσύνη για βαθμολόγηση, ώστε οι ίδιοι να διαθέτουν περισσότερο χρόνο για τους μαθητές τους. Πρόκειται για ένα

επαγγελματικό λογισμικό που βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη και προσομοιώνει τη συμπεριφορά ενός δασκάλου που αποδίδει βαθμούς σε εργασίες μαθητών του σε ένα συγκεκριμένο εκπαιδευτικό περιβάλλον. Ουσιαστικά, μέσω αυτού δίνεται η δυνατότητα να αξιολογούνται οι γνώσεις των μαθητών, να αναλύονται οι απαντήσεις τους, να παρέχεται ανατροφοδότηση και να αναπτύσσονται εξατομικευμένα προγράμματα κατάρτισης. Παράλληλα, πρόκειται για διαφανή διαδικασία βαθμολόγησης, η οποία καθιστά αδύνατη την αντιγραφή.

Πολλές εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση χρησιμοποιούν αυτό το πρόγραμμα. Αυτή η μέθοδος μπορεί να βοηθήσει τόσο τους δασκάλους να κατανοήσουν καλύτερα τη μαθησιακή κατάσταση των μαθητών τους όσο και τους μαθητές να αποκτήσουν μεγαλύτερη επίγνωση του μαθησιακού τους επιπέδου. Ειδικά στην εποχή που ζούμε και λόγω της πανδημίας του COVID-19, το σύστημα αυτό χρησιμοποιήθηκε ευρέως από τα πανεπιστήμια προκειμένου να πραγματοποιήσουν τις εξεταστικές τους περιόδους και να αξιολογήσουν τους φοιτητές (ΟΠΑ, 2021). Άλλο παρόμοιο παράδειγμα αποτελεί και η πλατφόρμα Moodle, η οποία χρησιμοποιείται στη διδασκαλία της τάξης, παρέχοντας εργαλεία διδασκαλίας και αξιολόγησης τόσο σε εκπαιδευτικούς όσο και σε μαθητές, αλλάζοντας τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τη διαδικασία της μάθησης. Έχοντας ενσωματωμένη μια μικρο-εφαρμογή δημιουργίας Κουίζ, παρέχεται η δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να δημιουργήσουν ηλεκτρονικά μαθήματα, καθώς και βάση ποικίλων τύπων ερωτήσεων με στόχο η αλληλεπίδραση εκπαίδευσης και μάθησης να αλλάξει σημαντικά (Ζαχόπουλος Χ & Στασινάκης Π, 2015).

#### 3.4.5. Διαλειμματική υπενθύμιση (Interval Reminder)

Αποτελεί αδιαμφισβήτητο γεγονός ότι η πιο αποτελεσματική τεχνική για την ενίσχυση της κατανόησης και της μνήμης δεν είναι άλλη από την επανάληψη της γνώσης – πληροφορίας μέσω τακτικά επαναλαμβανόμενων υπενθυμίσεων. Δεδομένης αυτής της αντίληψης, ο Peter Wozniak πρότεινε μια εκπαιδευτική εφαρμογή η οποία καταγράφει τι έχουν μάθει οι άνθρωποι και πότε. Χρησιμοποιώντας τεχνητή νοημοσύνη, η εφαρμογή μπορεί να προσδιορίσει πότε κάποιος είναι πιο πιθανό να ξεχάσει κάτι και να του προτείνει μερικές υπενθυμίσεις επανάληψης της γνώσης αυτής, οι οποίες θα διασφαλίσουν ότι οι πληροφορίες αποθηκεύονται πλέον στον εγκέφαλο ενός ανθρώπου για χρόνια (Nazemi et al., 2015).

#### 3.4.6. Ανατροφοδότηση του δασκάλου

Πρόκειται ουσιαστικά για την αξιολόγηση του δασκάλου από τον μαθητή, κάτι που υπάρχει στην εκπαίδευση εδώ και αρκετό καιρό. Παρά τη σπουδαιότητα της ανατροφοδότησης και την απλοποίηση των διαδικασιών με τη βοήθεια του διαδικτύου, ελάχιστη έως καθόλου πρόοδος έχει σημειωθεί (Holstein et al., 2019). Παρόλα αυτά, η πιο πολύτιμη πηγή πληροφοριών για την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας και των μεθόδων που χρησιμοποιούνται αποτελεί αδιαμφισβήτητα η αξιολόγηση από τους ίδιους τους μαθητές. Για το λόγο αυτό θα πρέπει όχι μόνο να αυξηθεί, αλλά και να χρησιμοποιηθεί κάθε ευκαιρία για τη βελτίωση της ποιότητας της ανατροφοδότησης που παρέχεται με τη χρήση των σύγχρονων τεχνολογιών, όπως τα ρομπότ συνομιλίας που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη και η επεξεργασία φυσικής γλώσσας (Peters, 2019).

#### 3.4.7. Εικονικός δάσκαλος

Οι εξελίξεις των τελευταίων ετών και η ανάπτυξη που σημειώθηκε στην τεχνολογία γύρω από την τεχνητή νοημοσύνη οδήγησε στη δημιουργία διαδικτυακών εικονικών δασκάλων με στόχο να βοηθήσουν ακόμα περισσότερο τα παιδιά να μάθουν. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα μιας πανεπιστημιακής κοινότητας στην Πορτογαλία η οποία ανέπτυξε και εφαρμόζει πιλοτικά ένα πρόγραμμα εικονικού δασκάλου με στόχο την ανάλυση του παιδαγωγικού αντίκτυπου μιας ανθρωπόμορφης διεπαφής χρήστη σε ένα τυπικό περιβάλλον εξ αποστάσεως εκπαίδευσης που στοχεύει στην υποστήριξη της διαδικτυακής τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Συγκεκριμένα, το συνεχιζόμενο αυτό έργο του Πανεπιστημίου Aberta απαιτεί τη δημιουργία κινούμενων avatar που έχουν την μορφή εικονικών δασκάλων και τα οποία είναι ικανά να επιδεικνύουν έξυπνη συμπεριφορά κατά την αλληλεπίδρασή τους με τους μαθητές. Ένας εικονικός δάσκαλος θα πρέπει να είναι ανάλογος με έναν πραγματικό άνθρωπο, να μπορεί να κατανοεί, να επilύει και να παρεμβαίνει προληπτικά σε διαφορετικές καταστάσεις μάθησης των φοιτητών. Το έργο αυτό αξιολογείται σε τακτά χρονικά διαστήματα με στόχο να μεταβάλλεται και να βελτιώνεται (Fernandes M et al., 2018).



#### 3.4.8. Εξατομικευμένη μάθηση

Πρόκειται για ποικιλία εκπαιδευτικών προγραμμάτων στα οποία η ταχύτητα μάθησης και οι μέθοδοι διδασκαλίας μπορούν να βελτιστοποιηθούν με βάση τις ανάγκες κάθε μαθητή (Bailey, 2019). Η εμπειρία είναι προσαρμοσμένη στις μαθησιακές προτιμήσεις και στα συγκεκριμένα ενδιαφέροντα διαφορετικών μαθητών. Τέτοιου τύπου εκπαιδευτικά προγράμματα τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να προσαρμοστούν στον μαθησιακό ρυθμό του ατόμου και να συνεχίσουν να παρέχουν πιο σύνθετες εργασίες για να επιταχύνουν τη διαδικασία μάθησης. Επομένως, οι μαθητές που είναι γρήγοροι ή αργοί μπορούν να συνεχίσουν να μαθαίνουν με τον δικό τους ρυθμό. Παράδειγμα τέτοιου προγράμματος αποτελεί ένα καινοτόμο Ευφυές Σύστημα Συνομιλίας (Conversational Intelligent Tutoring System) με την ονομασία Oscar, το οποίο χρησιμοποιείται με επιτυχία για την υποστήριξη της μάθησης από μαθητές στη Σχολή Πληροφορικής, Μαθηματικών και Ψηφιακής Τεχνολογίας του Μητροπολιτικού Πανεπιστημίου του Manchester. Το πρόγραμμα αυτό που μπορεί να μιμηθεί έναν ανθρώπινο δάσκαλο κατευθύνοντας μια συνομιλία δασκάλου-μαθητή, ενώ παράλληλα εντοπίζει και προσαρμόζει τα στυλ μάθησης των μαθητών κατά τη διάρκεια της εν λόγω συνομιλίας (Crockett et al., 2017). Η συνομιλητική προσέγγιση του Oscar που καθοδηγείται από τον δάσκαλο δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να συζητούν ενεργά τα προβλήματα που τους απασχολούν και να καταλήγουν από κοινού σε λύσεις, υιοθετώντας το εποικοδομητικό στυλ μάθησης των ανθρώπινων δασκάλων. Αυτό το Ευφυές Σύστημα Συνομιλίας στοχεύει στη βελτίωση της μαθησιακής εμπειρίας κάθε ατόμου χρησιμοποιώντας τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης για να προσαρμόσει το στυλ διδασκαλίας του σύμφωνα με τις υπάρχουσες γνώσεις και το προτιμώμενο στυλ μάθησης του καθενός. Κατά τη διάρκεια της συνομιλίας δασκάλου-μαθητή, το Oscar χρησιμοποιεί προτροπές και υποδείξεις για να ενθαρρύνει τους μαθητές να λύσουν τα προβλήματα μόνοι τους και παρέχει άμεση προσωπική ανατροφοδότηση για τυχόν λάθη και παραλείψεις (Latham et al., 2014).

#### 3.4.9. Προσαρμοστική μάθηση

Στην προσαρμοστική μάθηση, η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιείται σταδιακά αφενός για να συγκεντρώσει και να αναλύσει δεδομένα μάθησης των μαθητών και αφετέρου

για να περιγράψει το στυλ μάθησης και τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά κάθε μαθητή προκειμένου να προσαρμόσει αυτόματα το περιεχόμενο, τον τρόπο και τον ρυθμό διδασκαλίας, ώστε να ταιριάζει καλύτερα στις ανάγκες του (Lan, 2021). Με την πάροδο του χρόνου, η συσσώρευση δεδομένων αυξάνεται σταδιακά, με αποτέλεσμα όσο πιο «έξυπνη» γίνεται η τεχνητή νοημοσύνη τόσο πιο ακριβής θα είναι η προσαρμογή στη μάθηση των μαθητών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί μια εταιρεία που δραστηριοποιείται στις Ηνωμένες Πολιτείες και την Αυστραλία, με την επωνυμία «Smart Sparrow», και η οποία ασχολείται με την ανάπτυξη προσαρμοστικών εργαλείων διδασκαλίας για σχολεία και δασκάλους. Τα προϊόντα τους αποτελούν την πλατφόρμα για την ενσωμάτωση του σχεδιασμού προγραμμάτων σπουδών, τη διαδικτυακή μάθηση, την ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο, την προσαρμοστική μάθηση, την ανάλυση μεγάλων δεδομένων, τη διαδικτυακή συνεργατική μάθηση και την έξυπνη καθοδήγηση. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα εργαλεία και τη βιβλιοθήκη περιεχομένου στην ηλεκτρονική πλατφόρμα για να σχεδιάσουν μαθήματα, ενώ παράλληλα σε και κάθε μέρος της διδακτικής διαδικασίας μπορούν να προσθέσουν στοιχεία αλληλεπίδρασης με τους μαθητές, ώστε οι τελευταίοι να κατακτήσουν τη γνώση μέσα από εργασίες στο πλαίσιο του μαθήματος (Farmer et al., 2020).

#### 3.4.10. Chatbots

Στη σημερινή εποχή, η ύπαρξη ευφύων πρακτόρων που μιμούνται τα ανθρώπινα χαρακτηριστικά είναι περισσότερο επίκαιρη από ποτέ. Το 1994, ο Michael Mauldin χρησιμοποίησε για πρώτη φορά τον όρο «chatbots» για να περιγράψει προγράμματα που σχετίζονταν με τη συνομιλία. Αυτή τη στιγμή, είναι από τα πιο επίκαιρα προγράμματα που χρησιμοποιούνται για να μιμούνται τους ανθρώπους (Neururer et al., 2018). Σύμφωνα με τον Yan (2018), τα chatbots είναι ουσιαστικά ένα πρόγραμμα υπολογιστή που δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να συνομιλεί μέσω ανταλλαγής κειμένων ή ακουστικών συστημάτων. Στην πράξη πρόκειται για την πιο εύκολη και απλή αλληλεπίδραση ανάμεσα σε υπολογιστές και ανθρώπους, γεγονός που επιτρέπει να χρησιμοποιηθεί και στο χώρο της εκπαίδευσης (Yan, 2018). Εξαιτίας της πολλά υποσχόμενης και δυναμικής εμπορικής αξίας των κοινωνικών chatbot χρησιμοποιούνται ως εικονικοί βοηθοί σε αρκετά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Τα προγράμματα σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να προσομοιώνουν ρεαλιστικά τον

τρόπο που ένας άνθρωπος συμπεριφέρεται ως συνομιλητής. Τα chatbots χρησιμοποιούνται συνήθως σε ένα σύστημα διαλόγου που αφορά διαφορετικά πράγματα, από την απόκτηση μιας πληροφορίας έως την εξυπηρέτηση πελατών. Μπορεί να έχουν κάποιο εξελιγμένο επεξεργαστικό σύστημα ή να είναι απλά στη χρήση μέσω της χρήσης λέξεων – κλειδιά κατά το στάδιο της εισαγωγής δεδομένων και παροχής απάντησης με τις λέξεις που είναι αποθηκευμένες στη βάση δεδομένων και ταιριάζουν περισσότερο ή διαθέτουν όσο το δυνατόν πιο παρόμοιο μοτίβο λέξεων. Τα chatbots μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διαφορετικούς τομείς της ζωής μας από το ηλεκτρονικό εμπόριο, τη σχεδίαση και τα εργαλεία προγραμματιστών μέχρι την επικοινωνία, την ψυχαγωγία και την εκπαίδευση. Θα πρέπει να σημειωθεί, όμως, ότι η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης ως προς τη συνομιλία δεν περιορίζεται μόνο στα chatbots, αλλά αναφέρεται και στη χρήση εφαρμογών ανταλλαγής μηνυμάτων, βοηθών που βασίζονται σε ομιλία και chatbots που προωθούν την αυτοματοποίηση της επικοινωνίας και δημιουργούν εξατομικευμένες εμπειρίες πελατών σε κλίμακα (Hashimu & Anka, 2019).

#### 3.4.11 Επαυξημένη / Εικονική Πραγματικότητα

Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) ή της εικονικής πραγματικότητας (VR) στην εκπαίδευση έχει ανοίξει έναν απέραντο χώρο φαντασίας με πρωτοφανή και προφανή οφέλη (Martin et al., 2018). Η έννοια της Τάξης δεν περιορίζεται πλέον σε μικρές αίθουσες διδασκαλίας, με πίνακες και παρουσιάσεις με τη χρήση εφαρμογών power point, αλλά επεκτείνεται σε ολόκληρο τον κόσμο. Πολλές εταιρείες, μεταξύ των οποίων και οι κολοσσοί του Διαδικτύου Google και Facebook, έχουν αφοσιωθεί στην έρευνα πώς να εφαρμόσουν το AR/VR στην εκπαίδευση. Μάλιστα πολύ συχνά εταιρείες όπως η «Alchemy VR» επιλέγουν να συνεργαστούν με πληθώρα άλλων εταιρειών, η Samsung, η Google, η Sony, το BBC, το Εθνικό Μουσείο της Φύσης και το Μουσείο του Σίδνεϋ της Αυστραλίας, προκειμένου να δημιουργήσουν εκπαιδευτικό περιεχόμενο VR σε όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστική σκηνή. Αξίζει να αναφέρουμε ότι η εν λόγω εταιρεία έχει δημιουργήσει ένα προϊόν με την ονομασία «Great Barrier Reef Tour» το οποίο αποτελεί αποτέλεσμα συνεργασίας με την ομάδα ντοκιμαντέρ του BBC, και παρέχει σε μαθητές από όλο τον κόσμο την ευκαιρία να περάσουν κρυφά στα γαλάζια νερά της Αυστραλίας για να μάθουν το οικολογικό περιβάλλον των κοραλλιογενών υφάλων (Huttar & BrintzenhofeSzoc, 2020).

#### 3.4.12. Ακριβής Ανάγνωση

Τα σχολεία από το νηπιαγωγείο μέχρι και το λύκειο στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής χρησιμοποιούν σε ποσοστό μεγαλύτερο του 75% την έξυπνη πλατφόρμα διδασκαλίας για εκμάθηση ανάγνωσης, Newsela. Η εν λόγω πλατφόρμα, βασισμένη στην τεχνολογία τεχνητής νοημοσύνης, παρέχει στους μελετητές αξιολόγηση σε πραγματικό χρόνο, σύγχρονη εκμάθηση λεξιλογίου, ενώ παράλληλα ενσωματώνει ποικιλία πόρων και μαθητών. Το αναγνωστικό περιεχόμενο της πλατφόρμας χωρίζεται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες: βιβλιοθήκες, ειδήσεις και συλλογές κειμένων. Κάθε κατηγορία περιέχει μεγάλο αριθμό από πλούσια θέματα. Στην κατηγορία της βιβλιοθήκης περιλαμβάνονται θεματικές όπως τέχνη και πολιτισμός, επιστήμες και μαθηματικά, θρησκεία και φιλοσοφία, πολιτική και οικονομία, κ.λπ. Το περιεχόμενο κάθε θεματικής παρουσιάζεται με διαφορετικές μορφές ανάλογα με τον αναγνώστη, προσαρμόζοντας το λεξιλόγιο στο επίπεδο ανάγνωσης του μαθητή. Η Newsela δημιούργησε ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα για την πρώτη τάξη της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Το υλικό ανάγνωσης συνδυάζεται με το περιεχόμενο του σχολικού προγράμματος και παρέχει πέντε επίπεδα ανάγνωσης. Κάθε κείμενο έχει πέντε «δυνατές λέξεις», που είναι το νέο λεξιλόγιο που θα μάθουν οι μαθητές. Στη συνέχεια, δίνεται δοκιμαστική άσκηση για να ενισχύσει ακόμα περισσότερο το μαθησιακό αποτέλεσμα. Οι δάσκαλοι μπορούν να παρακολουθούν την πρόοδο των μαθητών μέσω συλλογής δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και να προσαρμόζουν έγκαιρα την πρόοδο της διδασκαλίας, τις μεθόδους, το περιεχόμενο κ.λπ. (Darleen Opfer et al., 2016).

#### 3.4.13 Εξ αποστάσεως εκπαίδευση

Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση είναι ένας τομέας εκπαίδευσης που συνδυάζοντας μεθόδους διδασκαλίας και τεχνολογία έχει ως στόχο την παροχή διδασκαλίας σε μαθητές που δεν είναι φυσικά παρόντες σε ένα παραδοσιακό εκπαιδευτικό περιβάλλον, όπως μια τάξη. Η σύγχρονη εξ αποστάσεως εκπαίδευση βασίστηκε αρχικά στην ανάπτυξη των ταχυδρομικών υπηρεσιών τον 19ο αιώνα και ασκείται τουλάχιστον από τότε που ο Isaac Pitman δίδασκε στενογραφία στη Μεγάλη Βρετανία μέσω αλληλογραφίας τη δεκαετία του 1840 (Moore & Kearsley, 2012). Σήμερα, και ειδικά λόγω της πανδημίας COVID-19, τα συστήματα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης αναπτύχθηκαν σημαντικά και χρησιμοποιούν διάφορες μεθόδους τεχνικής νοημοσύνης

όπως για παράδειγμα τα νευρωνικά δίκτυα και οι γενετικοί αλγόριθμοι. Με τον τρόπο αυτό, έχει δημιουργηθεί ευφυής αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ του συστήματος εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και του χρήστη, ενώ παράλληλα παρέχονται έξυπνες μέθοδοι ανάλυσης και αξιολόγησης των γνώσεων και των δεξιοτήτων του χρήστη, καθώς και του ελέγχου, της επίβλεψης και της βελτιστοποίησης της ίδιας της διαδικασίας της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης (Potode & Manjare, 2015).

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε στα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση, καθώς και σε ορισμένα διλήμματα που προέκυψαν από τη μελέτη της βιβλιογραφίας.

## **4. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα χρήσης τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση**

### **4.1 Πλεονεκτήματα χρήσης τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση**

Όλοι μας θα πρέπει να παραδεχτούμε ότι τα εργαλεία που χρησιμοποιεί η τεχνητή νοημοσύνη έχουν τεράστια επίδραση και στο χώρο της εκπαίδευσης, αλλάζοντάς τον σταδιακά. Στις μέρες μας, μαθητές και εκπαιδευτικοί φαίνεται να έχουν αρχίσει να οικειοποιούνται με τις εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης και να τις χρησιμοποιούν σε πολύ μεγάλο βαθμό. Αξιολογώντας τις εφαρμογές της, θα πρέπει να παραδεχτούμε ότι εξαρτάται πάντοτε από ποια σκοπιά κοιτάμε τα πράγματα. Πάρτε για παράδειγμα, ένα πρόγραμμα υπολογιστή που μπορεί να εκτελέσει αποτελεσματικά οποιαδήποτε εργασία που κανονικά θα βασιζόταν στη νοημοσύνη ενός ανθρώπου. Η θετική πλευρά είναι ότι η εργασία θα γίνεται σε λιγότερο χρόνο και χωρίς λάθη (συστηματοποίηση). Από την άλλη πλευρά, θα έχαναν τη δουλειά τους κάποιοι άνθρωποι ή θα έπρεπε να εκπαιδευτούν προκειμένου να μάθουν να εκτελούν άλλες εργασίες. Ας εξετάσουμε, όμως, πρώτα τους τομείς στους οποίους οι μέθοδοι τεχνητής νοημοσύνης είναι σε θέση να προσδώσουν προστιθέμενη αξία τόσο για μαθητές όσο και για εκπαιδευτικούς (Van der Vorst & Jelacic, 2019).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα των εκπαιδευτικών σχετίζεται με τον φόρτο εργασίας που αντιμετωπίζουν. Τα τελευταία χρόνια, η αύξησή του οφείλεται εν μέρει στα πρόσθετα διοικητικά καθήκοντα που τους έχουν ανατεθεί πέραν των τρεχόντων εκπαιδευτικών τους καθηκόντων αυτών κάθε αυτών καθώς και στη μείωση των νέων εκπαιδευτικών που εισέρχονται στο εργατικό δυναμικό. Σε αυτό ακριβώς το πρόβλημα είναι που έρχεται να δώσει λύσεις η τεχνητή νοημοσύνη. Μέσα από την αυτοματοποίηση των διοικητικών εργασιών είναι σε θέση να μειώσει όλο αυτόν τον όγκο εργασίας. Για παράδειγμα, ένας εκπαιδευτικός μπορεί να χρησιμοποιήσει την τεχνητή νοημοσύνη προκειμένου να διορθώσει αυτόματα ένα γραπτό μαθητή του, τονίζοντάς του ιδιαίτερα τα δυνατά και αδύνατα σημεία του, επιτρέποντάς του εν τέλει να αξιολογήσει μόνο αυτά. Παράλληλα μπορεί να τον βοηθήσει στη δημιουργία πλάνων μαθημάτων και στο πώς να διαχειριστεί καλύτερα το υλικό του μαθήματος που έχει στη διάθεσή του (Van der Vorst & Jelacic, 2019).

Επιπλέον, ένα από τα μεγαλύτερα οφέλη της χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης αφορά στις δυνατότητες που προσφέρει για εξατομικευμένη μάθηση. Κανείς δεν μπορεί να αμφισβητήσει ότι ο χρόνος και η προσοχή που μπορεί ένας εκπαιδευτικός να διαθέσει στον κάθε μαθητή του είναι περιορισμένος. Αυτός ο περιορισμός δεν υφίσταται για την τεχνητή νοημοσύνη, γεγονός που της επιτρέπει να προσαρμόζει με τον βέλτιστο τρόπο την εκπαίδευση στις επιθυμίες και ανάγκες εκάστου μαθητή. Το αποτέλεσμα είναι διττό. Από τη μια, παρέχεται η δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να επικεντρωθεί στους σπουδαστές που αντιμετωπίζουν περισσότερα προβλήματα στη μάθηση και αφετέρου καθέναν να παρακολουθεί το πρόγραμμα σπουδών σύμφωνα με το δικό του ρυθμό και επίπεδο (Van der Vorst & Jelicic, 2019).

Ένα ακόμα όφελος της τεχνητής νοημοσύνης σχετίζεται με το γεγονός ότι μπορεί να συνδυάζει δεδομένα και να τα παρουσιάζει στον εκπαιδευτικό με τρόπο τέτοιο που ο τελευταίος να βγάζει συμπεράσματα και να τα ερμηνεύει. Χρησιμοποιώντας αυτά τα αναλυτικά δεδομένα μάθησης, ο εκπαιδευτικός μπορεί να αποκτήσει ολιστικές και καλά τεκμηριωμένες γνώσεις για τους μαθητές του. Επιπλέον, από τη στιγμή που η τεχνητή νοημοσύνη είναι απαλλαγμένη από γνωστικές προκαταλήψεις συμβάλλει στην παροχή πιο αντικειμενικής και δίκαιης εκπαίδευσης για όλους, ανεξαρτήτως εθνικότητας ή φύλου. Για παράδειγμα, μια τεχνητή νοημοσύνη που δεν γνωρίζει την εθνικότητα ή το φύλο δεν μπορεί να λάβει υπόψη αυτές τις μεταβλητές στις συμβουλές του σχολείου που προσφέρει, διορθώνοντας πιθανές (ασυνείδητες) προκαταλήψεις ενός εκπαιδευτικού (Van der Vorst & Jelicic, 2019).

Σημαντικά οφέλη από τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης, παρατηρούνται και στον τομέα της αξιολόγησης των σπουδαστών. Με την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας ο εκπαιδευτικός μπορεί να αξιολογήσει μόνο περιοδικά τον μαθητευόμενο του. Η χρήση των λεγόμενων «τυποποιημένων τεστ» δεν μπορεί να αντικατοπτρίσει τη γνώση που διαθέτουν οι μαθητές, καθώς προσφέρει μόνο εικόνα αυτής. Σε αντιδιαστολή, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να επιτρέψει τη συνεχή παρακολούθηση των επιδόσεων των μαθητών και άρα την αξιολόγησή τους χωρίς την ανάγκη περιοδικών δοκιμών (van der Vorst & Jelicic, 2019).

Επιπλέον, αξίζει να αναφέρουμε πως ένα σημαντικό πλεονέκτημα της τεχνητής νοημοσύνης είναι ότι μπορεί να συνδυαστεί με άλλες τεχνολογίες, όπως είναι η εικονική και η επαυξημένη πραγματικότητα. Αυτός ο συνδυασμός μπορεί να δημιουργήσει έναν νέο εικονικό χώρο πλήρως ελεγχόμενο, όπου τα μαθησιακά αποτελέσματα να μπορούν να γίνουν ακόμα καλύτερα (Van der Vorst & Jelicic, 2019).

Σύμφωνα, άλλωστε, με έρευνα που πραγματοποίησε οι Zhang & Aslan, 2021 τα αποδεδειγμένα και πιθανά οφέλη της διδασκαλίας και μάθησης με τη χρήση τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να συνοψιστούν στον ακόλουθο πίνακα:

**Πίνακας 2:** Αποδεδειγμένα και πιθανά οφέλη διδασκαλίας και μάθησης

| Εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης                    | Αποδεδειγμένα και πιθανά οφέλη διδασκαλίας και μάθησης   |
|--|--|
| Chatbots   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Έναυσμα για συνομιλία</li> <li>• Αύξηση του ενδιαφέροντος και της δέσμευσης των εκπαιδευομένων</li> </ul>   |
| Εξειδικευμένα συστήματα                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Παιδαγωγικός προγραμματισμός</li> <li>• Χρήση συστημάτων διαχείρισης μάθησης</li> <li>• Βελτίωση της ποιότητας της αλληλεπίδρασης</li> <li>• Αξιοποίηση συστημάτων διαχείρισης μάθησης</li> </ul>   |
| Ευφυείς δάσκαλοι / πράκτορες                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Προσαρμοσμένο και έγκαιρο υλικό μάθησης, καθοδήγηση και ανατροφοδότηση</li> <li>• Εξατομικευμένη εμπειρία μάθησης βασισμένη στις ανάγκες, προτιμήσεις και την προηγούμενη γνώση-εμπειρία</li> </ul> |
| Μηχανική μάθηση                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανάλυση δεδομένων εκπαιδευομένων μεγάλης κλίμακας</li> <li>• Μοντέλα πρόβλεψης</li> <li>• Παρεμβάσεις πρόληψης και προσαρμογής</li> </ul>   |
| Εξατομικευμένα συστήματα/περιβάλλοντα μάθησης    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Διευκόλυνση αλληλεπίδρασης</li> <li>• Βελτίωση εξ αποστάσεως μάθησης</li> <li>• Εξατομικευμένο υλικό μάθησης και πόροι για εξατομικευμένη μάθηση</li> </ul>   |
| Οπτικοποιήσεις και εικονικά περιβάλλοντα μάθησης | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Συνεργατική μάθηση, δέσμευση και οπτική ανατροφοδότηση</li> <li>• Οπτικοποίηση της πληροφορίας</li> <li>• Περιβάλλοντα μάθησης που διεγείρουν πολλές αισθήσεις</li> </ul>                           |

**Πηγή:** Zhang & Aslan, 2021

Άλλωστε όπως υποστηρίζουν οι Osetskyi V. et al. (2021) τα πλεονεκτήματα των εφαρμογών της τεχνητής νοημοσύνης στα ανώτερα εκπαιδευτικά ιδρύματα που ήδη τις έχουν εντάξει στη ζωή τους μπορούν να κατηγοριοποιηθούν από την πλευρά των ίδιων των ιδρυμάτων, των διδασκόντων, των φοιτητών αλλά και των γονέων τους.

Πιο συγκεκριμένα, τα πανεπιστήμια που χρησιμοποιούν την τεχνητή νοημοσύνη έχουν τη δυνατότητα όχι μόνο να ελέγχουν απομακρυσμένα τις εξετάσεις αλλά και να προστατεύουν την ακαδημαϊκή ακεραιότητα των διαδικτυακών προγραμμάτων τους. Επιπλέον, είναι σε θέση να βρίσκουν ταχύτερα λύσεις σε προβλήματα προστασία των



προσωπικών δεδομένων των φοιτητών τους και να προάγουν την παραγωγική εργασία των τελευταίων. Με τον τρόπο αυτό, οι πανεπιστημιακοί φορείς μετατρέπονται σε πανεπιστήμια δια βίου μάθησης (Osetskyi V. et al., 2021).

Από την πλευρά τους οι διδάσκοντες μπορούν μέσα από τη χρήση εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης να διαχειρίζονται καλύτερα το ακροατήριό τους, αλλά και να δημιουργούν εργασίες και περιεχόμενο μαθήματος σε «έξυπνες» συσκευές. Επιπλέον, η χρήση των εν λόγω εφαρμογών συμβάλλει στη συνεχή βελτίωση των μαθημάτων κατάρτισης, ενώ παράλληλα παρέχει τη δυνατότητα στους διδάσκοντες να αναλύουν καλύτερα τα δεδομένα των μαθησιακών αποτελεσμάτων που συλλέγουν, να παρέχουν συμβουλές και διαφανή αξιολόγηση αυτών. Σημαντικό πλεονέκτημα, είναι ακόμη ότι μπορούν να παρέχουν ανατροφοδότηση και επί των γραπτών εργασιών, ενώ ταυτόχρονα μπορούν να παρακολουθούν την απόδοση των φοιτητών τους και να αναγνωρίζουν τους «αουτσάιντερ» (Osetskyi V. et al., 2021).

Οι φοιτητές από την πλευρά τους, μπορούν μέσω της χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευσή τους να παρακολουθούν την πρόοδό τους όσον αφορά στην απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων. Παράλληλα, διευκολύνεται και η εξ αποστάσεως εκπαίδευσή τους, καθώς παρέχεται η δυνατότητα συνεχούς πρόσβασης στην εκπαίδευση και χρήσης των περισσότερων ευέλικτων μορφών της. Το κυριότερο όμως πλεονέκτημα έχει να κάνει με το γεγονός ότι οι φοιτητές έχουν τη δυνατότητα χρήσης ψηφιοποιημένου βοηθού είκοσι-τέσσερις ώρες το εικοσιτετράωρο επτά ημέρες την εβδομάδα (Osetskyi V. et al., 2021).

Με τη χρήση, όμως, της τεχνητής νοημοσύνης για την παροχή της εκπαίδευσης σημαντικά οφέλη παρουσιάζονται και για τους γονείς των φοιτητών. Συγκεκριμένα, με τον τρόπο αυτό η εκπαίδευση μπορεί να γίνει πιο προσιτή στις χαμηλού εισοδήματος οικογένειες, καθώς δεν χρειάζεται τα παιδιά τους να μεταβούν και να διαμείνουν στις περιοχές που βρίσκονται τα πανεπιστημιακά ιδρύματα. Την ίδια στιγμή, μπορεί να τους προσφέρει ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την πρόοδο των παιδιών τους. Το πιο σημαντικό ίσως είναι ότι δημιουργεί ευκαιρίες εξατομικευμένης μάθησης και υποστήριξης παιδιών με αυτισμό (Osetskyi V. et al., 2021).

Ωστόσο, όπως τονίσαμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, όσα οφέλη και αν μπορεί να έχει η τεχνητή νοημοσύνη τόσο για τους εκπαιδευόμενους όσο και για τους εκπαιδευτές και τα ίδια τα ιδρύματα, σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να αντικαταστήσει τη σημασία που προσδίδει στην εκπαίδευση η ύπαρξη ενός ανθρώπινου εκπαιδευτή. Την ίδια στιγμή, θα πρέπει να αξιολογηθούν και οι πιθανοί κίνδυνοι που μπορεί να προκύψουν

όταν η γνώση που αποκτάται περιορίζεται σε ένα εικονικό περιβάλλον και δεν συνδυάζεται με γνώσεις και δεξιότητες που μπορούν να καλλιεργηθούν μόνο στον πραγματικό κόσμο.

## 4.2 Κίνδυνοι χρήσης τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση

Αν και θα μπορούσε κανείς να συνεχίσει για πολλές σελίδες την ανάπτυξη των πλεονεκτημάτων των εφαρμογών της τεχνητής νοημοσύνης, αναλύοντας όσα μπορεί να προσφέρει κάθε μια από αυτές, θεωρούμε ότι για λόγους αντικειμενικότητας είναι σκόπιμο να περιοριστούμε στα γενικότερα οφέλη της, παρέχοντας ταυτόχρονα το βήμα και σε εκείνους που την αντιμετωπίζουν πιο διστακτικά ή και επικριτικά.

Μια από τις πρώτες αρνητικές πτυχές της τεχνητής νοημοσύνης σχετίζεται με το φόβο που έχουν οι άνθρωποι μήπως φτάσουμε στο σημείο που θα ελέγχονται πλήρως από την τεχνητή νοημοσύνη, φοβούμενοι δηλαδή ότι θα υποδουλωθούν από αυτήν. Αυτή η κατάσταση αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους φόβους της ανθρωπότητας για το μέλλον. Μάλιστα, όπως αναφέρει ο Aoun (2017), σε έρευνα που διεξήχθη στις Η.Π.Α., η δεύτερη μεγαλύτερη καταστροφή που θα μπορούσε να συμβεί στην ανθρωπότητα μετά την κλιματική αλλαγή ήταν η κυριαρχία του κόσμου από τα ρομπότ.

Επιπλέον, υπάρχει και το ζήτημα της ιδιωτικότητας της ζωής κάποιου. Η κοινωνική ενσωμάτωση του συστήματος τεχνητής νοημοσύνης με το άτομο μπορεί να καταστήσει το τελευταίο ευάλωτο σε χειραγώγηση από τα εν λόγω συστήματα. Αν και παρέχονται όλα τα δεοντολογικά μέτρα, θέματα όπως για παράδειγμα επιθέσεις στον κυβερνοχώρο ή πειρατεία πληροφοριών μπορεί να έρθουν στο προσκήνιο ως ζητήματα που θα θέσουν την ανθρωπότητα σε μπελάδες. Σκεπτόμενοι από ένα ουτοπικό σημείο, ακόμη και η ψυχική υγεία των ανθρώπων μπορεί να διακυβεύεται (Şeren & Özcan, 2021).

Ένα άλλο πρόβλημα που μπορεί να προκύψει αφορά στο γεγονός ότι η διαδικασία προσομοίωσης με τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να οδηγήσει τους ανθρώπους σε απομόνωση. Ακόμα και στην περίπτωση που αξιολογηθούν λεπτομερώς τόσο οι ψυχολογικές όσο και κοινωνιολογικές πτυχές αυτής της προσομοίωσης, μπορεί να προκύψουν απροσδόκητα προβλήματα. Ένα, επίσης, σοβαρό ζήτημα έχει να κάνει με την απασχόληση των εκπαιδευτικών. Αρκετοί από αυτούς και ίσως όλοι στο μέλλον θα μείνουν άνεργοι και ως εκ τούτου θα εξαφανιστεί ένα βιοποριστικό μέσο απαραίτητο για τη συντήρησή τους στη ζωή. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τόσο

οι κοινωνικές όσο και οι μεμονωμένες αλλαγές που προκαλούνται από μια τέτοια πιθανή κατάσταση (Şeren & Özcan, 2021).

Η εκπαίδευση που βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη μπορεί επίσης να έχει κάποιες θετικές ή αρνητικές ψυχολογικές επιπτώσεις. Η συμμετοχή σε ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να ενισχύσει την αυτοαντίληψη ενός ατόμου, αλλά και να επηρεάσει αρνητικά την ανάπτυξη της προσωπικότητάς του. Κατά την επιστροφή από το περιβάλλον προσομοίωσης στην πραγματική ζωή, οι άνθρωποι μπορεί να αντιμετωπίσουν προβλήματα προσαρμογής. Ίσως θα υπάρξουν καταστάσεις όπου το άτομο δεν θα μπορεί να διακρίνει πλήρως μεταξύ πραγματικού και εικονικού περιβάλλοντος. Για παράδειγμα, η σχεδίαση όλων των αντικειμένων σε ένα εικονικό περιβάλλον, όπως είναι τα κινούμενα σχέδια, μπορεί να μειώσει την πιθανότητα σύγχυσης της πραγματικής ζωής με την προσομοίωση. Ωστόσο, παρά τις όποιες προσπάθειες διαφοροποίησης, η αντίληψη της πραγματικότητας μπορεί να επιδεινωθεί και τα άτομα μπορεί ακόμα να μπερδεύουν εικονική και πραγματική ζωή (Şeren & Özcan, 2021).

Πέρα από τις κοινωνικο-ψυχολογικές επιπτώσεις που αφορούν στο άτομο εν γένει υπάρχουν επιπτώσεις και σε πιο συγκεκριμένη βάση. Πιο συγκεκριμένα, σε αρκετές βιβλιογραφικές αναφορές (van der Vorst & Jellicic, 2019) παρατηρήθηκε η επιφύλαξη ότι όταν δίνεται έμφαση στην τεχνολογία, τότε οι εκπαιδευτικοί στόχοι μπορεί να τεθούν σε κίνδυνο από την τεχνητή νοημοσύνη. Ή για να το διατυπώσουμε σαφέστερα, όταν η τεχνητή νοημοσύνη αναπτύσσεται εστιαζόμενη σε συγκεκριμένα δεδομένα/τεχνολογία, υπάρχει κίνδυνος οι εφαρμογές της να είναι παρωχημένες και μη πλέον σύμφωνες με τους εκπαιδευτικούς στόχους. Η πλήρης αυτοματοποίησή της μπορεί να καταστήσει την εκπαίδευση λιγότερο έως και καθόλου ανθρώπινη. Ο εν λόγω κίνδυνος ελλοχεύει στην περίπτωση που οι προσομοιώσεις χρησιμοποιούνται υπερβολικά για διδασκαλία. Πολλοί υποστηρίζουν ότι η πιθανότητα γνώσεις και δεξιότητες που αποκτήθηκαν στο πλαίσιο προσομοίωσης να μην μπορούν να εφαρμοστούν στον πραγματικό κόσμο αυξάνεται σημαντικά.

Ένας ακόμα σημαντικός κίνδυνος στενά συνδεδεμένος με την ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης έχει να κάνει με τα διαθέσιμα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία των μοντέλων εκπαίδευσης. Εκτός από το ζήτημα αυτής καθαυτής της διαθεσιμότητας των δεδομένων, ελλοχεύει επίσης ο κίνδυνος τα εν λόγω δεδομένα να περιέχουν ανθρώπινες προκαταλήψεις. Για παράδειγμα, όλοι γνωρίζουν ότι τα ιστορικά δεδομένα δύναται να περιέχουν προκαταλήψεις κατά της εθνικότητας και του φύλου. Και αυτές ακριβώς οι προκαταλήψεις μπορεί να κληροδοτηθούν στην τεχνητή

νοημοσύνη ή ακόμα και να ενισχυθούν. Το αποτέλεσμα θα είναι η αύξηση των διακρίσεων σε βάρος ορισμένων μειονοτήτων και η ελλιπής εκπροσώπησή τους.

Επιπροσθέτως, όπως ήδη έχει αναφερθεί σε προγενέστερο κεφάλαιο, η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης προϋποθέτει την παράλληλη εκπαίδευση των εκπαιδευτικών σε νέες δεξιότητες απαραίτητες για την υπεύθυνη χρήση της. Το παράδοξο είναι ότι, αν και προκειμένου ένας χρήστης να χρησιμοποιήσει την τεχνητή νοημοσύνη θα πρέπει να διαθέτει βασικές δεξιότητες, επί του παρόντος, φαίνεται ότι η τεχνητή νοημοσύνη εισάγεται στην εκπαίδευση πιο γρήγορα από ό,τι οι εκπαιδευτικοί εκπαιδεύονται. Ως εκ τούτου, στην περίπτωση που οι εκπαιδευτικοί δεν καταφέρουν να συμβαδίσουν με αυτές τις εξελίξεις, υπάρχει αρκετά μεγάλη πιθανότητα, στο μέλλον ο εκπαιδευτικός να διαθέτει όλο και λιγότερο εκπαιδευτικό υπόβαθρο και όλο και περισσότερο γνώσεις που να σχετίζονται με την πληροφορική. Παρόλα αυτά, θα πρέπει να σημειωθεί ότι είναι πολύ μικρός ο κίνδυνος αυτοματοποίησης του εκπαιδευτικού και άρα κατάργησής του ως φυσικού προσώπου. Τουλάχιστον για το άμεσο μέλλον, είναι δύσκολο να δημιουργηθεί εκείνη η μορφή «τεχνητής γενικής νοημοσύνης» που απαιτείται προκειμένου να κατορθώσει μια τεχνητή νοημοσύνη να αναλάβει όλα τα καθήκοντα ενός εκπαιδευτικού (Grace et al., 2018).

Όσο προχωράει η τεχνολογία τόσο και η τεχνητή νοημοσύνη αλλάζει, εξελίσσεται. Παράλληλα, όμως θα πρέπει να εξελίσσεται και ο τομέας της εκπαίδευσης. Αν κάτι τέτοιο δεν συμβεί, υπάρχει μεγάλη περίπτωση η εκπαίδευση να εξαρτάται από συστήματα τεχνητής νοημοσύνης που δεν είναι πλήρως κατανοητά. Κατά συνέπεια, είναι επιτακτική ανάγκη τόσο οι εκπαιδευτικοί όσο και η τεχνητή νοημοσύνη να αλλάξουν προκειμένου να ξεπεραστεί αυτός ο κίνδυνος. Είναι περισσότερο και από απαραίτητο να δοθούν περισσότερες εξηγήσεις γύρω από τα μοντέλα μηχανικής μάθησης, τις χρήσεις και τις λειτουργίες τους, ενώ παράλληλα να αυξηθεί η ίδια η γνώση των υπαρχόντων εκπαιδευτικών σε ό,τι σχετίζεται με την τεχνητή νοημοσύνη και πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί προς όφελός τους αλλά και του μαθητή και της εκπαιδευτικής διαδικασίας εν γένει. Σε καμία περίπτωση δεν θα ήταν σωστό εκπαιδευτικοί να αναλαμβάνουν την ευθύνη για συστήματα που δεν είναι πλήρως κατανοητά.

Αξίζει πάντως να σημειωθεί, ότι προκειμένου να εφαρμοστεί η τεχνητή νοημοσύνη με επιτυχία στην εκπαίδευση, θα πρέπει να πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις. Μια από τις πλέον βασικές αφορά στην ύπαρξη υλικο-τεχνικής υποδομής και δεδομένων πριν καν σκεφτεί κανείς να χρησιμοποιήσει εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης. Όσο πιο

γρήγορα προχωρήσει η κοινωνία στην υιοθέτηση εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης τόσο πιο πολύ αυξάνονται οι πιθανότητες να μην μπορέσει η τελευταία να ανταποκριθεί στις προσδοκίες της ίδιας της κοινωνίας. Άλλωστε, όπως και άλλα καινοτόμα εργαλεία μάθησης, έτσι και η τεχνητή νοημοσύνη, αν δεν χρησιμοποιηθούν σωστά μπορεί να οδηγήσουν σε μεγάλες απογοητεύσεις. Κάτι τέτοιο θα μπορούσε να έχει ως αποτέλεσμα, τη δημιουργία κλίματος αποστροφής απέναντι στην τεχνητή νοημοσύνη στον τομέα της εκπαίδευσης και να εμποδίσει την εισαγωγή άλλων καινοτομιών του ψηφιακού κόσμου σε αυτόν τον τομέα.

Εκτός όμως από τη διασφάλιση της ύπαρξης υλικοτεχνικής υποδομής, η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση συνοδεύεται και από νομικές προϋποθέσεις. Προϋποθέσεις που καθιστούν αδύνατη την ισχυρή εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης από τη μια μέρα στην άλλη. Η ύπαρξη νομικών εμποδίων, όπως η διασφάλιση των προσωπικών δεδομένων.

Αναλύοντας περισσότερο σε βάθος τις αρνητικές επιπτώσεις από τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση θα μπορούσαμε να υποστηρίξουμε ότι σχετίζονται σε μεγάλο βαθμό με το κόστος και την επεκτασιμότητα της εφαρμογής της, τις ηθικές αξίες και την ιδιωτικότητα, την έλλειψη πρακτικών κατευθυντήριων γραμμών για εκπαιδευτικούς και την περιορισμένη τεχνογνωσία σε θέματα τεχνητής νοημοσύνης μεταξύ των εκπαιδευτικών (Zhang & Aslan, 2021).

Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με λογοτεχνική ανασκόπηση που πραγματοποίησαν οι Fahimirad & Kotamjani, (2018) ένα από τα πρώτα προβλήματα που εντόπισαν αφορούσε στο κόστος που προκύπτει από την εφαρμογή των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης. Οι δαπάνες ακόμα και για την απόκτηση του αρχικού λογισμικού και του υποστηρικτικού νέφους (cloud), για να μην προσθέσουμε και του υλικοτεχνικού εξοπλισμού, είναι αρκετά αυξημένες και για πολλά εκπαιδευτικά ιδρύματα φαντάζουν εξαιρετικά δαπανηρές. Σε αυτό θα πρέπει να προστεθεί το ακριβό κόστος που συνεπάγεται η εφαρμογή συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης, το οποίο σχετίζεται με την συνεχή κατάρτιση των εργαζομένων στον τομέα αυτό, κατάρτιση που είναι απαραίτητη προκειμένου να μπορούν οι εργαζόμενοι να αξιοποιήσουν τις προσφερόμενες δυνατότητες. Το κόστος ανεβαίνει ακόμα περισσότερο αν υπολογίσει κανείς ότι το ίδιο το σύστημα της τεχνητής νοημοσύνης που έχει αρχικά αγοραστεί από ένα εκπαιδευτικό ίδρυμα χρήζει συνεχούς εκπαίδευσης στην περίπτωση αλλαγής των οργανωτικών διαδικασιών του ιδρύματος.

Μία ακόμα πρόκληση που έχει καταγραφεί (Fahimirad & Kotamjani, 2018) σχετίζεται με την πολιτιστική σύγκρουση που προκύπτει από την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση. Αρκετοί οργανισμοί εμφανίζονται διστακτικοί μπροστά σε τυχόν αλλαγές, τις οποίες και μπορεί να τις θεωρήσουν ακόμα και ύποπτες. Από τη στιγμή κυρίως που δεν υπάρχει μόνο μία τεχνολογική επιλογή καθίσταται εξαιρετικά δύσκολη η λήψη απόφασης για τον περιορισμό των πιθανών επιλογών και την επιλογή της πιο κατάλληλης διαδρομής υλοποίησης.

Στο σημείο αυτό αξίζει να κάνουμε ειδική αναφορά και στα προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα πανεπιστήμια. Η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης πρόσφερε μια πολύ ελκυστική λύση στα εκπαιδευτικά ιδρύματα και κυρίως στα πανεπιστήμια, τα οποία με το πρόσχημα του μεγάλου αριθμού φοιτητών και των οικονομικών πιέσεων της εποχής, τα μετασημάτισαν σε αγορές, προκειμένου να προσελκύσουν μεγάλο αριθμό φοιτητών και να αυξήσουν τον αριθμό των εγγραφών. Ωστόσο, ένα σημαντικό πρόβλημα που κλήθηκαν να αντιμετωπίσουν αφορούσε στις διαλέξεις, καθώς πάρα πολλοί εκ των φοιτητών τους φοιτούσαν από διαφορετικές ζώνες ώρας. Επιπλέον, οι διδάσκοντες αντιμετώπισαν πρόβλημα και με το γεγονός ότι οι φοιτητές τους διέθεταν διαφορετικούς ρυθμούς προόδου ή διαφορετικές θεμελιώδεις δεξιότητες για τα μαθήματα που παρακολουθούσαν. Μέχρι σήμερα δεν έχει καταφέρει κανείς να απαντήσει στο ερώτημα πώς θα μπορούσαν οι φοιτητές να βοηθηθούν ώστε να αυξήσουν τις μαθησιακές τους δραστηριότητες προκειμένου να επιτύχουν τα επιθυμητά αποτελέσματα, να αξιολογήσουν την προσφερόμενη μάθηση και να δώσουν εποικοδομητική ανατροφοδότηση για το τι πρέπει να γίνει για τη βελτίωσή της, καθώς έχει παρατηρηθεί ότι οι όποιες παρεμβάσεις στην αυτοματοποιημένη διδασκαλία σχετίζονται με την εξεύρεση πιο παραγωγικών λύσεων και δεν γίνονται για παιδαγωγικούς λόγους (Ferguson et al., 2015).

Όπως γίνεται κατανοητό από όλα τα ανωτέρω, οι προκλήσεις που προκύπτουν από την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση είναι αρκετές. Για το λόγο τούτο, υπάρχουν συνεχείς εκκλήσεις προκειμένου να θεσμοθετηθούν ουσιαστικές δεοντολογικές κατευθυντήριες γραμμές. Μάλιστα, μέσα από ανοικτό διάλογο με όλους τους εμπλεκόμενους στο ζήτημα αυτό, όπως είναι οι εκπαιδευτικοί, οι μαθητές, οι γονείς, οι προγραμματιστές τεχνητής νοημοσύνης και οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής προέκυψε ότι όλοι τους συμφωνούν στην επιβολή δεοντολογικών κατευθυντήριων γραμμών αναφορικά με τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης που να ευθυγραμμίζονται καλύτερα με τις κοινωνικές αξίες. Με λίγα λόγια, απαιτείται να υπάρχουν μέτρα

προστασίας αλλά και ανθρώπινη εποπτεία προκειμένου να γίνεται επίβλεψη όχι μόνο του τρόπου με τον οποίο σχεδιάζονται αυτά τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης, αλλά και του τρόπου που λειτουργούν και εξελίσσονται (Nguyen et al., 2022).

## **5. Δεοντολογικές κατευθυντήριες γραμμές και διεθνείς οργανισμοί**

Οι Nguyen et al., (2022) πραγματοποίησαν θεματική ανάλυση σχετικά με τις δεοντολογικές κατευθυντήριες γραμμές και εκθέσεις που σχετίζονται με την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση και οι οποίες αντλήθηκαν από διεθνείς οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένων της Σύστασης για τη δεοντολογία της τεχνητής νοημοσύνης (Ad Hoc Expert Group, 2020), της Έκθεσης της Επιτροπής Κοινωνικών και Ανθρωπιστικών Επιστημών της UNESCO του 2021 (UNESCO, 2021), της Συναίνεσης του Πεκίνο για την Τεχνητή Νοημοσύνη και την Εκπαίδευση (UNESCO, 2019), της Σύστασης του Υπουργικού Συμβουλίου του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης – ΟΟΣΑ (OECD, 2019), των Συμβουλών της Ομάδας Εμπειρογνομόνων Υψηλού Επιπέδου για την τεχνητή νοημοσύνη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (European Commission, 2019) και της Έκθεσης του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για την τεχνητή νοημοσύνη στον τομέα της εκπαίδευσης, του πολιτισμού και του οπτικοακουστικού τομέα (European Parliament, 2021). Η ανάλυσή τους είχε ως αποτέλεσμα την κωδικοποίηση των κοινών λέξεων που χρησιμοποιούνται στα κείμενα που εξέτασαν, καταλήγοντας σε 39 γενικούς κωδικούς δράσεων και ενεργειών που περιλαμβάνονται σε 7 κοινά θέματα – αρχές, όπως προκύπτουν στον Πίνακα 3.



**Πίνακας 3:** Δεοντολογικές Κατευθυντήριες γραμμές για την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση

| Δεοντολογικές Κατευθυντήριες γραμμές εφαρμογής τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση | Κωδικοί                           | Πηγές                        |                              |                          |             |                           |                                       |
|--|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|-------------|---------------------------|---------------------------------------|
|  | Γενικά                            | UNESCO Ethic AI 2020 (Draft) | UNESCO Education & AI (2021) | Beijing Consensus (2019) | ΟΟΣΑ (2021) | Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2019) | Έκθεση Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου (2021) |
| Διακυβέρνηση & Διαχείριση  | Διακυβέρνηση & Διαχείριση         | ✓                            | ✓                            | ✓                        | ✓           | ✓                         | ✓                                     |
|  | Ύπαρξη πολλών μετόχων             | ✓                            | ✓                            |                          | ✓           | ✓                         |                                       |
|  | Διεπιστημονικός σχεδιασμός        |                              | ✓                            |                          |             |                           |                                       |
|  | Διεθνής Συνεργασία                | ✓                            |                              |                          | ✓           |                           |                                       |
|  | Παρακολούθηση & Αξιολόγηση        | ✓                            | ✓                            |                          | ✓           | ✓                         | ✓                                     |
| Διαφάνεια & Λογοδοσία  | Διαφάνεια                         | ✓                            | ✓                            | ✓                        | ✓           | ✓                         | ✓                                     |
|  | Εξηγησιμότητα (explicability)     |                              |                              |                          |             | ✓                         |                                       |
|  | Εξηγησιμότητα (explainability)    | ✓                            | ✓                            |                          | ✓           | ✓                         | ✓                                     |
|  | Υπευθυνότητα                      | ✓                            |                              |                          |             |                           |                                       |
|  | Λογοδοσία                         | ✓                            |                              |                          |             | ✓                         |                                       |
| Βιωσιμότητα & Αναλογικότητα  | Δυνατότητα Ελέγχου                | ✓                            | ✓                            | ✓                        |             | ✓                         | ✓                                     |
|  | Βιωσιμότητα                       | ✓                            | ✓                            |                          | ✓           | ✓                         | ✓                                     |
|  | Περιβάλλον                        | ✓                            |                              |                          | ✓           | ✓                         |                                       |
|  | Τοπική Ευθυγράμμιση               | ✓                            | ✓                            | ✓                        |             |                           |                                       |
|  | Αναλογικότητα                     | ✓                            | ✓                            | ✓                        |             | ✓                         |                                       |
| Ιδιωτικότητα   | Οικονομία & Αγορά Εργασίας        | ✓                            | ✓                            |                          | ✓           | ✓                         | ✓                                     |
|  | Διαβίου μάθηση                    |                              | ✓                            | ✓                        |             |                           |                                       |
|  | Ιδιωτικότητα Δεδομένων            | ✓                            | ✓                            | ✓                        | ✓           | ✓                         | ✓                                     |
|  | Ιδιωτικότητα Παιδιών              |                              | ✓                            |                          |             |                           | ✓                                     |
|  | Προστασία & Ασφάλεια              | Διακυβέρνηση Δεδομένων       |                              |                          |             |                           | ✓                                     |
| Συμμετοχικότητα  | Ασφάλεια                          | ✓                            |                              |                          | ✓           | ✓                         | ✓                                     |
|  | Ευρωστία                          |                              |                              | ✓                        | ✓           | ✓                         | ✓                                     |
|  | Πρόβλεψη ζημιάς                   | ✓                            | ✓                            | ✓                        |             | ✓                         | ✓                                     |
|  | Προστασία                         |                              |                              |                          | ✓           | ✓                         | ✓                                     |
|  | Συμμετοχικότητα                   | Συμμετοχικότητα              | ✓                            | ✓                        | ✓           | ✓                         | ✓                                     |
| Ανθρωποκεντρική ΑΙΕΔ   | Προσβασιμότητα                    |                              | ✓                            |                          |             | ✓                         | ✓                                     |
|  | Ποικιλομορφία                     | ✓                            |                              |                          |             | ✓                         | ✓                                     |
|  | Ακεραιότητα δεδομένων             |                              |                              |                          |             | ✓                         | ✓                                     |
|  | Δεδομένα χωρίς διακρίσεις         | ✓                            |                              |                          |             | ✓                         | ✓                                     |
|  | Προκαταλήψεις Αλγορίθμων          |                              | ✓                            |                          |             | ✓                         | ✓                                     |
| Ανθρωποκεντρική ΑΙΕΔ   | Δικαιοσύνη                        | ✓                            | ✓                            | ✓                        | ✓           | ✓                         | ✓                                     |
|  | Ισότητα των φύλων                 | ✓                            | ✓                            | ✓                        |             | ✓                         | ✓                                     |
|  | Ανθρώπινη Εποπτεία                | ✓                            | ✓                            |                          | ✓           | ✓                         | ✓                                     |
|  | Ανθρωποκεντρική                   |                              | ✓                            | ✓                        | ✓           | ✓                         | ✓                                     |
|  | Ανθρώπινα Διακιώματα              | ✓                            |                              |                          |             | ✓                         |                                       |
| Ανθρωποκεντρική ΑΙΕΔ   | Ανθρώπινη Αξιοπρέπεια             | ✓                            |                              |                          |             | ✓                         |                                       |
|  | Ανθρώπινη Δραστηριότητα (Μάθησης) |                              | ✓                            | ✓                        |             | ✓                         |                                       |
|  | Ανθρώπινη Αυτονομία               | ✓                            |                              |                          | ✓           | ✓                         | ✓                                     |
|  | Ρόλος του Διδάσκοντα              |                              | ✓                            | ✓                        |             |                           |                                       |

Πηγή: Nguyen et al. (2022)

## 5.1 Αρχή διακυβέρνησης και διαχείρισης

Ένα από τα θέματα που επαναλαμβάνονται συχνά στις πολιτικές που αφορούν στις εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση είναι το ζήτημα της διακυβέρνησης και της διαχείρισης της εκπαίδευσης (Ashok et al., 2022). Για παράδειγμα, στην Έκθεση της Επιτροπής Κοινωνικών και Ανθρωπιστικών Επιστημών της UNESCO το 2021 υπογραμμίστηκε η ανάγκη για τη δημιουργία μιας οργανωτικής δομής με σκοπό τη διακυβέρνηση και τον συντονισμό των πολιτικών που σχετίζονται με την τεχνητή νοημοσύνη (Miao et al., 2021). Για μια τέτοια οργανωτική δομή γίνεται λόγος και σε άλλα έγγραφα, όπως στη Σύσταση του Υπουργικού Συμβουλίου του ΟΟΣΑ, στην οποία γίνεται λόγος για τις Αρχές που είναι απαραίτητες για την υπεύθυνη διαχείριση μιας αξιόπιστης τεχνητής νοημοσύνης (OECD, 2019). Όταν μιλάμε για διακυβέρνηση και διαχείριση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση αναφερόμαστε στον τρόπο με τον οποίο θα πρέπει η τεχνητή νοημοσύνη να χρησιμοποιείται στην εκπαίδευση και σε σχετικούς μηχανισμούς, προκειμένου να διασφαλίζεται η συμβατότητα μεταξύ του ρόλου της αναπτυσσόμενης τεχνολογίας και των σχεδιαστικών της σκοπών, με στόχο να βελτιστοποιούνται οι ανάγκες και τα οφέλη όλων των ενδιαφερόμενων. Σύμφωνα με τον Floridi (2018), με τον όρο «αρχή της διακυβέρνησης τεχνητής νοημοσύνης» ορίζεται επίσημα η πρακτική της θέσπισης και εφαρμογής πολιτικών, διαδικασιών και προτύπων για τη σωστή ανάπτυξη, χρήση και διαχείριση της πληροφορικής. Από την πλευρά της, η διαχείριση της τεχνητής νοημοσύνης θα μπορούσε να οριστεί ως η ηθική που ενσωματώνεται στην προσεκτική και υπεύθυνη διαχείριση του σχεδιασμού και της χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση. Κατά συνέπεια, ενώ η διακυβέρνηση αναφέρεται σε μια δομή ή πρότυπο, η διαχείριση αποτελεί δραστηριότητα (Greer, 2018). Σύμφωνα με τις Αρχές του ΟΟΣΑ για την υπεύθυνη διαχείριση μιας αξιόπιστης τεχνητής νοημοσύνης (OECD, 2019), υπάρχουν πέντε συμπληρωματικές αρχές που αφορούν όλους τους ενδιαφερόμενους: (α) ανάπτυξη χωρίς αποκλεισμούς, βιώσιμη ανάπτυξη και ευημερία, (β) ανθρωποκεντρικές αξίες και δικαιοσύνη, (γ) διαφάνεια και ικανότητα επεξήγησης, (δ) ευρωστία, ασφάλεια και ασφάλεια και (ε) λογοδοσία. Στην πράξη, ουσιαστικά, έγινε προσπάθεια με την πρώτη και τη δεύτερη αρχή η τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση να γίνει περισσότερο συμμετοχική και ανθρωποκεντρική. Οι τρεις τελευταίες αρχές του ΟΟΣΑ σχετίζονται με την ηθική των δεδομένων και τη φυσική ασφάλεια κατά τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση.

Εν κατακλείδι, η διακυβέρνηση και η διαχείριση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση θα πρέπει να λαμβάνει προσεκτικά υπόψη τις διεπιστημονικές και πολυμερείς προοπτικές, καθώς και όλα τα ηθικά ζητήματα από σχετικούς τομείς, συμπεριλαμβανομένων, ενδεικτικά, της ηθικής δεδομένων, της ηθικής της μαθησιακής ανάλυσης, της υπολογιστικής ηθικής, των ανθρωπίνων δικαιωμάτων και της συμμετοχής (Nguyen et al., 2022).

## 5.2 Αρχή διαφάνειας και λογοδοσίας

Η ηθική των δεδομένων τόνισε την ύπαρξη της ανάγκης για διαφάνεια στη χρήση δεδομένων κατά την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση (Larsson & Heintz, 2020). Όπως επισήμαναν οι Wang & Cheng (2021), τα εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης έχουν σταδιακά εφαρμοστεί αρκετά εκτενώς στην εκπαίδευση προκειμένου να συμβάλλουν στη βελτίωση των πρακτικών μάθησης και διδασκαλίας. Παρόλα αυτά, το ερώτημα που αφορά στη διαφάνεια των δεδομένων που παράγονται παραμένει ακόμα αναπάντητο. Όπως έχει τονιστεί αυτή η ηθική αρχή είναι απαραίτητη τόσο για τους εκπαιδευτές όσο και τους εκπαιδευόμενους, καθώς η οπτικοποίηση δεδομένων αντιπροσωπεύει τη συμπεριφορά των εκπαιδευόμενων και τονίζει την πρόσθετη υποστήριξη που θα μπορούσαν να παρέχουν οι εκπαιδευτές (Core & Kalantzis, 2019). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η διαφάνεια έγκειται στο τι είναι τα ίδια τα δεδομένα, πού συλλέγονται, τι δείχνουν, τι συμβαίνει σε αυτά και πώς χρησιμοποιούνται. Αυτές οι ερωτήσεις θα μπορούσαν να απαντηθούν μόλις επιβεβαιωθεί η ιδιοκτησία, η προσβασιμότητα και η επεξήγηση των δεδομένων (Ashok et al., 2022).

Όπως πολύ σωστά έχει υποστηριχθεί από τον Remian (2019), η έννοια της ιδιοκτησίας δεδομένων, από τη φύση της, είναι θέμα διαφάνειας και δικαιοσύνης, αν την εξετάσουμε από την πλευρά του ποιος κατέχει και δικαιούται τα δικαιώματα πρόσβασης στα προσωπικά δεδομένα των εκπαιδευόμενων. Παρόλο που από τεχνικής απόψεως, η συναίνεση μπορεί συχνά να δίνεται στους συλλέκτες των δεδομένων, εξακολουθεί να είναι αντικείμενο πολλών συζητήσεων αν το απόρρητο των εκπαιδευόμενων παραβιάζεται τελικά από τη χρήση αυτών των δεδομένων. Ένας τρόπος επίλυσης του εν λόγω προβλήματος θα ήταν εάν προτασσόταν ένα έγκυρο επιχείρημα το οποίο αν και ευθυγραμμισμένο με την ακεραιότητα του κινήτρου για τη

συλλογή των δεδομένων, παραχωρεί την ιδιοκτησία στους ίδιους τους εκπαιδευόμενους. Ας μην ξεχνάμε ότι, οι εκπαιδευόμενοι είναι εκείνοι που παρέχουν τα δεδομένα, έχοντας έτσι τα δικαιώματα να κατέχουν και να ελέγχουν πώς τα δεδομένα αυτά θα πρέπει να χρησιμοποιούνται προς όφελος της δικής τους μάθησης (Holmes et al., 2022). Δεν θα πρέπει να παραληφθεί, ωστόσο, και ο εύλογος ισχυρισμός των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων ότι, εκείνα έχουν δικαίωμα πρόσβασης και χρήσης των δεδομένων των εκπαιδευόμενων, από τη στιγμή που η καταγραφή των αλληλεπιδράσεων και των επιδόσεων των εκπαιδευόμενων, στην ουσία, πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας ένα δομημένο σύστημα μάθησης που παρέχεται από αυτά τα εκπαιδευτικά ιδρύματα (Nguyen et al., 2022).

Η έννοια της επεξηγησιμότητας (explainability) ως προς την τεχνητή νοημοσύνη και τα δεδομένα είναι στενά συνδεδεμένη με τη διαφάνεια του συστήματος τεχνητής νοημοσύνης και των παραγόμενων δεδομένων. Πράγματι, τα δεδομένα θα πρέπει να διαθέτουν την ικανότητα να εξηγούν ορισμένες προβλέψεις από τεχνική άποψη ενός συγκεκριμένου ανθρώπου. Η επεξηγησιμότητα της τεχνητής νοημοσύνης, από την πλευρά της, σημαίνει ότι η γνώση σχετικά με το πώς τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης λειτούργησαν και έλαβαν μια απόφαση θα πρέπει να είναι καλά ενημερωμένη και εξηγήσιμη στα ενδιαφερόμενα μέρη, αν και η επεξηγησιμότητα βασίζεται τελικά στην τεχνική τους εμπειρία και ρόλο (Kazim & Koshiyama, 2021; UNESCO, 2019). Η αδιαφανής φύση της τεχνητής νοημοσύνης συχνά θέτει πολλές προκλήσεις που εμποδίζουν τους ενδιαφερόμενους να κατανοήσουν τη λογική αυτού του «μαύρου κουτιού» πίσω από τη λήψη αποφάσεων. Για παράδειγμα, η απουσία επεξηγησιμότητας θα μπορούσε να έχει ως αποτέλεσμα οι εκπαιδευτικοί να μην μπορούν να χρησιμοποιήσουν την τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση αποτελεσματικά και έγκαιρα προκειμένου να εντοπίσουν τα προβλήματα που σχετίζονται με τη συμπεριφορά και τη μαθησιακή απόδοση των εκπαιδευόμενων (Remian, 2019). Ως εκ τούτου, αυτή η ηθική ανησυχία επικεντρώνεται στην καταληπτότητα της λειτουργίας και των αποτελεσμάτων των εκπαιδευτικών συστημάτων ΑΙ.

Όσον αφορά, λοιπόν, στην αρχή της διαφάνειας ως προς τα δεδομένα και τους αλγόριθμους θα πρέπει να σημειωθεί ότι, η διαδικασία συλλογής, ανάλυσης και αναφοράς δεδομένων πρέπει να είναι διαφανής με ενημερωμένη συγκατάθεση και σαφήνεια της ιδιοκτησίας των δεδομένων, της προσβασιμότητας και των σκοπών για τον τρόπο χρήσης αυτών. Οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης θα πρέπει να είναι

εξηγήσιμοι και δικαιολογημένοι για συγκεκριμένους εκπαιδευτικούς σκοπούς (Nguyen et al., 2022).

Όπως επισημάνθηκε από τους Nguyen et al. (2022) στην θεματική τους ανάλυση, η διαφάνεια σχετικά με την τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση έχει επισημανθεί σε πολλές δεοντολογικές κατευθυντήριες γραμμές, συμπεριλαμβανομένων των κατευθυντήριων γραμμών ηθικής της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για αξιόπιστη τεχνητή νοημοσύνη (European Commission, 2019), της Έκθεσης του Ευρωπαϊκό Κοινοβουλίου για την τεχνητή νοημοσύνη (European Parliament, 2021), τις οδηγίες για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής της UNESCO (Miao et al., 2021), της Συναίνεσης του Πεκίνο (UNESCO, 2019), και της Σύστασης του ΟΟΣΑ για την υπεύθυνη διαχείριση της αξιόπιστης τεχνητής νοημοσύνης (OECD, 2019). Ωστόσο, τα στοιχεία και οι περιγραφές της διαφάνειας ποικίλλουν μεταξύ αυτών των εκθέσεων και των κατευθυντήριων γραμμών. Για παράδειγμα, ενώ η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εξήγησε τη διαφάνεια ως «στενά συνδεδεμένη με την αρχή της επεξηγησιμότητας και περιλαμβάνει τη διαφάνεια των στοιχείων που σχετίζονται με ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης: τα δεδομένα, το σύστημα και το επιχειρηματικό μοντέλο», η ad hoc ομάδα ειδικών της UNESCO, στο προσχέδιο που ετοίμασε με συστάσεις για τις δεοντολογικές κατευθυντήριες γραμμές της τεχνητής νοημοσύνης, παραπέμπει στη συσχέτισή της «στο μέτρο επαρκούς ευθύνης και λογοδοσίας» (Ad Hoc Expert Group, 2020).

Παράλληλα με τη διαφάνεια στα δεδομένα και τους αλγόριθμους, η διαφάνεια θα πρέπει να είναι υψίστης σημασίας για όλους τους κανονισμούς που σχετίζονται με την τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση. Κάτι τέτοιο σημαίνει ότι, η διαδικασία θέσπισης, διενέργειας, παρακολούθησης και ελέγχου των κανονισμών για την τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση θα πρέπει να είναι διαφανής, ιχνηλατήσιμη, εξηγήσιμη και κοινοποιήσιμη με ανοιχτό και σαφή τρόπο. Παράλληλα, θα πρέπει να περιλαμβάνει σαφήνεια ως προς τους κανονιστικούς ρόλους, την προσβασιμότητα, τις ευθύνες και τους σκοπούς που προσδιορίζουν το πώς θα αναπτυχθεί και θα χρησιμοποιηθεί η τεχνητή νοημοσύνη και υπό ποιες συνθήκες. Επιπλέον, ο κανονισμός για την τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση θα πρέπει να είναι διαφανής ως προς τη δυνατότητα ελέγχου του και να συνδέεται επίσης με την επόμενη ηθική αρχή της ρυθμιστικής λογοδοσίας (Nguyen et al., 2022).

Σύμφωνα με την αρχή της λογοδοσίας, ο κανονισμός για την τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση θα πρέπει να αφορά ρητά την αναγνώριση και την ευθύνη για τις ενέργειες

κάθε ενδιαφερόμενου που εμπλέκεται στο σχεδιασμό και τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση, συμπεριλαμβανομένης της δυνατότητας ελέγχου, ελαχιστοποίησης και αναφοράς αρνητικών παρενεργειών, ανταλλαγών και αποζημίωσης (Nguyen et al., 2022). Ας μην ξεχνάμε ότι, περιλαμβάνει την έννοια της «υπεύθυνης τεχνητής νοημοσύνης» που χαρακτηρίζει την ηθική πρακτική του σχεδιασμού, της ανάπτυξης και της εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης με καλές προθέσεις προκειμένου να ενδυναμώσει τους ενδιαφερόμενους και την κοινωνία δίκαια.

### **5.3 Αρχή της βιωσιμότητας και της αναλογικότητας**

Όπως συμβαίνει και με άλλες τεχνολογικές προόδους, η ανάπτυξη και η εξάπλωση της τεχνητής νοημοσύνης θα πρέπει επίσης να λαμβάνει υπόψη τις περιβαλλοντικές ανησυχίες (Ad Hoc Expert Group, 2020; OECD, 2019). Συγκεκριμένα, προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος της βιωσιμότητας θα πρέπει ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη και η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση να πραγματοποιείται με τέτοιο τρόπο που να συμβάλλει στη βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης και την ελαχιστοποίηση του οικολογικού της αποτυπώματος (European Commission, 2019). Αντίστοιχα, θα πρέπει οι κανονισμοί που υιοθετούνται για αυτόν τον σκοπό να δημιουργούν πολιτικές που διασφαλίζουν ότι αυτές οι εκτιμήσεις εκπληρώνονται σε όλες τις διαδικασίες ανάπτυξης και εξάπλωσης της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση. Την ίδια στιγμή, θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους και άλλους βιώσιμους τομείς, συμπεριλαμβανομένων οικονομικών και κοινωνικών πτυχών, όπως η απασχολησιμότητα, ο πολιτισμός και η πολιτική (European Parliament, 2021).

Σύμφωνα, κατά συνέπεια, με την αρχή της βιωσιμότητας και της αναλογικότητας, η τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση θα πρέπει να σχεδιάζεται, να αναπτύσσεται και να χρησιμοποιείται με δικαιολογημένο τρόπο ώστε να μην διαταράσσει το περιβάλλον, την παγκόσμια οικονομία και την κοινωνία. Για παράδειγμα, κατά τη δημιουργία του κανονισμού για την τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση θα πρέπει να εξεταστεί η διασφάλιση πολιτικών που υποστηρίζουν τη λογοδοσία για πιθανές απώλειες θέσεων εργασίας και η αξιοποίηση των προκλήσεων ως ευκαιρία για καινοτομία (UNESCO, 2019). Η προσεκτική εξέταση της βιωσιμότητας και της αναλογικότητας θα

καταστήσει την τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση πιο προσιτή και ωφέλιμη για όλους (Nguyen et al., 2022).

## 5.4 Αρχή της ιδιωτικότητας

Το προσωπικό απόρρητο προέκυψε επίσης ως κρίσιμη ηθική ανησυχία στην εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση. Το απόρρητο, από τη φύση του, θα μπορούσε να οριστεί ως «το δικαίωμα να μείνεις μόνος», το οποίο υπογραμμίζει το δικαίωμα της προστασίας των προσωπικών πληροφοριών (Müller, 2020). Αυτή η ψηφιακή επανάσταση στην εκπαίδευση, ιδιαίτερα η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης και των αναλυτικών στοιχείων μάθησης στον τομέα της εκπαίδευσης, συνεπάγεται τη δημιουργία, συλλογή και ανάλυση τεράστιου όγκου προσωπικών δεδομένων για τη βελτιστοποίηση των μαθησιακών εμπειριών (Pardo & Siemens, 2014; Tzimas & Demetriadis, 2021). Τα προσωπικά δεδομένα των εκπαιδευτικών και των εκπαιδευόμενων ενδέχεται να διατρέχουν κίνδυνο παραβίασης του απορρήτου. Για παράδειγμα, όσον αφορά την εξατομικευμένη εκπαίδευση βασισμένη σε πράκτορες, οι προσωπικές πληροφορίες της μαθησιακής απόδοσης που συσσωρεύτηκαν στο παρελθόν θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για μελλοντική πρόβλεψη. Ωστόσο, κάτι τέτοιο μπορεί να αντιβαίνει τη θέληση πολλών εκπαιδευόμενων (X. Li, 2007).

Οι προγραμματιστές των εφαρμογών της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση θα πρέπει, προκειμένου να προστατεύσουν και να υποστηρίξουν το δικαίωμα της ιδιωτικής ζωής και της κοινωνικής ευημερίας των εκπαιδευόμενων κατά τη διάρκεια της μάθησης να αξιολογήσουν τις απόψεις των εκπαιδευτικών και των εκπαιδευόμενων ώστε να αποφασίσουν πώς θα αναπτυχθεί η τεχνητή νοημοσύνη στην τάξη (Miao et al., 2021). Για παράδειγμα, μια ηθική ανησυχία μπορεί να προκύψει από ένα σύστημα αναγνώρισης εκφράσεων προσώπου σε πραγματικό χρόνο που χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της συναισθηματικής κατάστασης ή τη συμμετοχή των εκπαιδευόμενων χωρίς τη συγκατάθεσή τους (Nguyen et al., 2022). Οι προγραμματιστές και οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να ενσωματώσουν τη διαφάνεια και την ορατότητα στις απειλές που σχετίζονται με την τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση, εξηγώντας παράλληλα τις πιθανές επιπτώσεις στη μάθηση, τη σταδιοδρομία και την κοινωνική ζωή των εκπαιδευόμενων. Ο στόχος είναι να καλλιεργηθεί η εμπιστοσύνη μεταξύ των εκπαιδευόμενων και να τους παρέχουμε γνώσεις για να αξιοποιήσουν τις δεξιότητές

τους σε διαφορετικά περιβάλλοντα, διατηρώντας παράλληλα τον έλεγχο των αντίστοιχων δεδομένων και των ψηφιακών ταυτοτήτων τους (Jobin et al., 2019).

Σύμφωνα, κατά συνέπεια, με την αρχή του απορρήτου, η τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση θα πρέπει να διασφαλίζει τη συγκατάθεση του χρήστη με καλή ενημέρωση και να διατηρεί το απόρρητο των πληροφοριών των χρηστών, τόσο όταν παρέχουν πληροφορίες όσο και όταν το σύστημα συλλέγει πληροφορίες σχετικά με αυτούς (Nguyen et al., 2022).

Στις περισσότερες περιπτώσεις, όταν τα εργαλεία της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση χρησιμοποιούνται για τη συμμετοχή των χρηστών σε μια συγκεκριμένη μαθησιακή δραστηριότητα, οι χρήστες υποτίθεται ότι δίνουν τη συγκατάθεσή τους σχετικά με τους όρους χρήσης της τεχνολογίας και τον τρόπο συλλογής, διαχείρισης και επεξεργασίας των προσωπικών τους δεδομένων. Μόλις τα δεδομένα συγκεντρωθούν, προκύπτουν ερωτήματα σχετικά με το πώς λειτουργεί η διαχείριση δεδομένων, πού και πόσο καιρό θα πρέπει να αποθηκεύονται οι προσωπικές τους πληροφορίες και σε ποιον πρέπει να παραχωρηθούν τα δικαιώματα προσβασιμότητας (Nguyen et al., 2022).

## **5.5 Αρχή της Προστασίας και Ασφάλειας**

Μία από τις κύριες λειτουργίες των εκπαιδευτικών συστημάτων μάθησης είναι η συλλογή δεδομένων των χρηστών, τα οποία αποτελούν το υπόβαθρο για προβλέψεις σχετικά με τις μαθησιακές συμπεριφορές και τις επιδόσεις τους. Πολλοί, ωστόσο, είναι εκείνοι που πιστεύουν ότι υπάρχει πολύ μεγάλη πιθανότητα τα δεδομένα αυτά να παραποιοούνται ή και να αλλοιώνονται από κάποιον ενδιαφερόμενο ή ακόμα χειρότερα από εγκληματίες του κυβερνοχώρου. Για το λόγο τούτο, η τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση θα πρέπει, σύμφωνα με την αρχή της Προστασίας, να σχεδιάζεται και να εφαρμόζεται με τρόπο που να διασφαλίζει ότι η λύση που προτείνει είναι αρκετά ισχυρή ώστε να διαφυλάσσει και να προστατεύει αποτελεσματικά τα δεδομένα από εγκλήματα στον κυβερνοχώρο, παραβιάσεις δεδομένων και απειλές διαφθοράς, διασφαλίζοντας το απόρρητο και την ασφάλεια των ευαίσθητων πληροφοριών (Nguyen et al., 2022).

Η ίδια η έννοια του αδιάφθορου όσον αφορά στην τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση δεν περιορίζεται μόνο σε αυτόν τον τομέα αλλά περιλαμβάνει την τεχνητή



νοημοσύνη στο σύνολό της. Για το λόγο τούτο τα συστήματά της θα πρέπει να κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο που να αντιστέκονται σθεναρά σε ανθρώπινους αντιπάλους που προσπαθούν με ζήλο να ανακαλύψουν εσκεμμένα λάθη στον αλγόριθμο για να τα εκμεταλλευτούν (Bostrom & Yudkowsky, 2014). Όπως γίνεται κατανοητό, η προστασία των προσωπικών δεδομένων όλων των ενδιαφερομένων, συμπεριλαμβανομένων των εκπαιδευόμενων, των εκπαιδευτών και των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων, αποτελεί εξέχουσας σημασίας προκειμένου να αποφευχθεί οποιαδήποτε κατάχρηση ή παραβίαση. Η προστασία, άλλωστε, του απορρήτου και της ασφάλειας των δεδομένων έχει ιδιαίτερη σημασία στην εποχή μας κατά την οποία γίνεται εξαιρετικά μεγάλη προσπάθεια να καταστεί αποδεκτή η εικονική μάθηση ως κάτι το φυσιολογικό. Για το λόγο τούτο, απαιτείται συντονισμένη προσπάθεια και αυτοσυνειδησία από όλους τους ενδιαφερόμενους (Nguyen et al., 2022).

Παρόλο που τα αναλυτικά στοιχεία μάθησης διέπονται από την ηθική των δεδομένων, πολλές μορφές τεχνητής νοημοσύνης εκφράζονται από κάποιο τεχνούργημα που αλληλεπιδρά με ανθρώπους σε διάφορα επίπεδα, όπως ρομπότ και αυτοοδηγούμενα αυτοκίνητα (Bryson & Theodorou, 2019; Manoharan, 2019). Κάτι τέτοιο, ωστόσο, εγείρει πολλές ανησυχίες για την τεχνική ασφάλεια σχετικά με τη λειτουργία της τεχνητής νοημοσύνης καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής της σε κανονική χρήση, ειδικά σε σκληρές συνθήκες ή όπου άλλοι παράγοντες (ανθρώπινοι και τεχνητοί) μπορούν να παρέμβουν στο σύστημα. Από τη σκοπιά, λοιπόν, της αρχής της Ασφάλειας, τα συστήματα της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση θα πρέπει να σχεδιάζονται, να αναπτύσσονται και να αξιοποιούνται με τρόπο που να πραγματοποιείται διαχείριση κινδύνου, έτσι ώστε οι χρήστες να προστατεύονται από ακούσια και απροσδόκητη βλάβη και να μετριάζονται τα θανατηφόρα περιστατικά (Nguyen et al., 2022).

Κατά συνέπεια, αποτελεί ζωτικής σημασίας οι προγραμματιστές της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση να φροντίζουν πολύ ώστε να σχεδιάζουν, να εκπαιδεύουν, να δοκιμάζουν πιλοτικά και να επικυρώνουν την ασφάλεια των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης (Leslie, 2019). Όπως επισημαίνεται και από την Ομάδα Εμπειρογνομόνων (Ad Hoc Expert Group, 2020) οι ομάδες των ενδιαφερομένων, συμπεριλαμβανομένων των προγραμματιστών προϊόντων, των εκπαιδευτικών και των δημόσιων αρχών, θα πρέπει να δημιουργήσουν εκείνους τους κατάλληλους μηχανισμούς εποπτείας, αξιολόγησης και δέουσας επιμέλειας προκειμένου να διασφαλίσουν την ικανότητα λογοδοσίας και ευρωστίας σε όλο τον

κύκλο ζωής της τεχνητής νοημοσύνης. Απαραίτητο είναι, επίσης, οι εν λόγω ομάδες να δημιουργήσουν λεπτομερείς οδηγίες ως προς τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης και να διασφαλίζουν ότι οι χρήστες τεχνητής νοημοσύνης (εκπαιδευτικοί και εκπαιδευόμενοι) λαμβάνουν επαρκή εκπαίδευση για να λειτουργούν με ασφάλεια το σύστημα εντός του καθορισμένου περιβάλλοντος (Nguyen et al., 2022).

## 5.6 Αρχή της Συμμετοχικότητας

Σύμφωνα με την Ομάδα Εμπειρογνομόνων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (European Commission, 2019) τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης που θα δημιουργούνται θα πρέπει να συμβάλλουν στην παγκόσμια δικαιοσύνη και να είναι εξίσου προσβάσιμα σε όλους. Η προσβασιμότητα είναι ζωτικής σημασίας προκειμένου να διασφαλιστεί ότι η κοινωνία μπορεί να αποκομίσει σημαντικά οφέλη από αυτά τα συστήματα, ενώ παράλληλα αποτρέπεται η παραβίαση των ανθρωπίνων δικαιωμάτων. Ως εκ τούτου, είναι υψίστης σημασίας η προσβασιμότητα να συνεπάγεται προσιτή τιμή, φιλικά προς τον χρήστη σχέδια που απευθύνονται σε άτομα διαφορετικών δημογραφικών στοιχείων, πολιτισμών και ιδιαίτερος εκείνων με αναπηρίες (Kazim & Koshiyama, 2021). Όπως τονίζεται στην Έκθεση των Εμπειρογνομόνων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, η ένταξη και η δίκαιη πρόσβαση στην εκπαίδευση που βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη τονίζει τις βασικές ανάγκες και τη διαθεσιμότητα για κάλυψη στο Διαδίκτυο, ακολουθούμενη από την ψηφιακή υποδομή επόμενης γενιάς.

Από τα ανωτέρω προκύπτει ότι η αρχή της Συμμετοχικότητας στην Προσβασιμότητα, σχετίζεται με τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την εξάπλωση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση, κατά τις οποίες θα πρέπει να διασφαλίζεται η ύπαρξη υποδομής, εξοπλισμού, δεξιοτήτων και κοινωνικής αποδοχής, επιτρέποντας τη δίκαιη πρόσβαση και χρήση της (Nguyen et al., 2022).

Είναι σαφές ότι, στην μετά τον COVID-19 εποχή μας, το τρέχον ψηφιακό χάσμα διευρύνεται, καθώς υπάρχουν χώρες με τόσο κακή υποδομή που αδυνατούν να σημειώσουν σημαντική πρόοδο στην ψηφιοποίηση (Palomares et al., 2021). Επιπλέον, η θεμελιώδης έλλειψη πρόσβασης στις τεχνολογίες, όπως συμβαίνει με εκπαιδευόμενους που προέρχονται από κοινωνικά μειονεκτικό περιβάλλον και δεν διαθέτουν προσωπικές ψηφιακές συσκευές, (Sá et al., 2021), απαιτεί συλλογικές συζητήσεις με όλους τους ενδιαφερόμενους σχετικά με τις πτυχές της

συμμετοχικότητας όσον αφορά στην τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση ώστε να μειωθούν οι εκπαιδευτικές ανισότητες. (Sá et al., 2021; United Nations, 2015).

Μια άλλη πτυχή της συμμετοχικότητας έχει να κάνει με τους αλγόριθμους της τεχνητής νοημοσύνης, οι οποίοι δεν θα πρέπει να περιλαμβάνουν διακρίσεις ή και προκαταλήψεις. Η ποιοτική εκπαίδευση είναι θεμελιώδους σημασίας για την προώθηση μιας κοινωνίας ευημερίας, όπου όλοι οι εκπαιδευόμενοι αντιμετωπίζονται ισότιμα ανεξάρτητα από το φύλο, τη φυλή, τις πεποιθήσεις, τον σεξουαλικό προσανατολισμό και οποιεσδήποτε άλλες συνθήκες ή περιστάσεις (Palomares et al., 2021). Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό οι προγραμματιστές τεχνητής νοημοσύνης να λαμβάνουν προφυλάξεις εκπαιδύοντας την ίδια την τεχνητή νοημοσύνη που χρησιμοποιείται στην εκπαίδευση με ολοκληρωμένα και διαφορετικά δεδομένα προκειμένου να μειώσουν τις περιπτώσεις όπου η τελευταία θα εκδηλώσει μια συγκεκριμένη προκατάληψη και θα παραβίαζε την αρχή της μη κακοήθειας (Hogehout, 2021).

Με άλλα λόγια, η αρχή της Συμμετοχικότητας σε Δεδομένα και Αλγόριθμους αφορά στην εφαρμογή αλγόριθμων και δεδομένων χωρίς διακρίσεις και προκαταλήψεις κατά τη φάση του σχεδιασμού, της ανάπτυξης και της εξάπλωσης της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση προκειμένου να διασφαλίζεται η δικαιοσύνη και η ισότητα μεταξύ διαφορετικών ομάδων δικαιούχων (Nguyen et al., 2022). Άλλωστε, όπως επισημαίνει και ο Borgesius (2018) στην έρευνα που δημοσιεύτηκε από το Συμβούλιο της Ευρώπης, η ποιότητα των δεδομένων παίζει κρίσιμο ρόλο στον καθορισμό του εάν η τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση θα μπορούσε να λάβει έγκυρες και αμερόληπτες αποφάσεις.

## **5.7 Αρχή του Ανθρωποκεντρικού**

Ζούμε στην εποχή μας που η αυτονομία θεωρείται σύγχρονη ηθική και πολιτική αξία (Calvo et al., 2020). Για αυτό το λόγο θα πρέπει να υιοθετείται μια ανθρωποκεντρική προσέγγιση κατά την ανάπτυξη και ρύθμιση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση που να προστατεύει και να ενισχύει την ανθρώπινη αυτονομία. Σύμφωνα με την εν λόγω αρχή, οι εκπαιδευόμενοι θα πρέπει να υποστηρίζονται προκειμένου να αναπτύξουν τις δικές τους δυνατότητες (Miao et al., 2021; UNESCO, 2019).

Εν συντομία, προκειμένου να διασφαλιστεί η αρχή του Ανθρωποκεντρικού όσον αφορά στην τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση θα πρέπει ο στόχος της να είναι η συμπλήρωση και βελτίωση των γνωστικών, κοινωνικών και πολιτιστικών ικανοτήτων των ανθρώπων διατηρώντας παράλληλα οι τελευταίοι ουσιαστικές ευκαιρίες για ελευθερία επιλογής, διασφαλίζοντας τον ανθρώπινο έλεγχο στις εργασιακές διαδικασίες που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη (Nguyen et al., 2022).

Ως ανθρώπινη αυτονομία θεωρείται η ικανότητα να ζει κανείς τη ζωή του σύμφωνα με τα δικά του κίνητρα που δεν είναι αποτέλεσμα εξαπάτησης ή χειραγώγησης (Deci & Ryan, 2000). Οι βοηθοί τεχνητής νοημοσύνης εξυπηρετούν σήμερα μια ποικιλία λειτουργιών, γενικά με σκοπό να παρέχουν και να βοηθούν άτομα προτείνοντας κάποιες λύσεις. Σύμφωνα με τους Vesnic-Alujevic et al. (2020), αυτές οι λύσεις θα μπορούσαν να θεωρηθούν εξωτερικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη γνωστική προκατάληψη και τα συναισθήματα ενός ατόμου υπονομεύοντας ή χειραγωγώντας τα εγγενή κίνητρά του. Επομένως, κατά τον σχεδιασμό και τη λειτουργία της τεχνητής νοημοσύνης πρέπει να αποφεύγονται παραπλανητικές πληροφορίες που μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο την αυτονομία των χρηστών κατά την ανάπτυξη ανεξάρτητων σκέψεων ή να επηρεάζουν αρνητικά τα συναισθήματα και την κοινωνική ευημερία τους (Nguyen et al., 2022).

Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να τονιστεί ότι το εκπαιδευτικό πλαίσιο που αναπτύσσεται και λειτουργεί η τεχνητή νοημοσύνη είναι ιδιαίτερα σημαντικό, καθώς πολλοί χρήστες είναι παιδιά και νέοι, αποτελώντας μια ευάλωτη ομάδα που αξίζει ιδιαίτερης φροντίδας και προστασίας (European Parliament, 2021). Όπως έχει ήδη τονιστεί σε άλλο σημείο αυτής της διπλωματικής, θα πρέπει να υπάρχουν προγράμματα κατάρτισης που θα υποστηρίζουν τους εκπαιδευτικούς να αποκτήσουν τις απαιτούμενες δεξιότητες για την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση. Θα πρέπει να είναι σε θέση να προσαρμόζουν, να φιλτράρουν ή να μειώνουν την αυτοματοποίηση που μπορεί να εξαναγκάσει και να χειραγωγήσει τη σκέψη των εκπαιδευόμενων, καταλήγοντας να εμποδίζει αντί να υποστηρίζει τα κίνητρα και την ανάπτυξη της ταυτότητάς τους.

Η έννοια, ωστόσο της αυτονομίας δεν περιορίζεται στη διάσταση της βούλησης, ήτοι της ικανότητας ανάπτυξης ανεξάρτητων επιθυμιών και εγγενών κινήτρων. Έχει να κάνει και με την αυτονομία της δράσης (Möller, 2009), η οποία αναφέρεται στην ικανότητα κάποιου να ενεργεί βάσει προτιμήσεων χωρίς εξωτερικούς περιορισμούς. Όπως υποστηρίζουν οι Bryson & Theodorou (2019), το σύστημα της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση χρησιμοποιεί τεράστιες ποσότητες δεδομένων για να

κάνει προβλέψεις, οι οποίες, σε πολλές περιπτώσεις, έχουν ως αποτέλεσμα ανεπιθύμητες αφαιρέσεις επιλογών για να εμποδίσουν τους χρήστες να εμπλακούν ή να εκτελέσουν ενέργειες που το σύστημα θεωρεί ως σφάλματα. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η απόφαση του Facebook να αλλάξει τον αλγόριθμό του για να αποτρέψει ψευδείς ειδήσεις και να χρησιμοποιήσει πλαστά αναγνωριστικά. Τέτοιου είδους παρεμβάσεις από την τεχνητή νοημοσύνη, ανεξάρτητα από τις καλύτερες προθέσεις, δυνητικά περιορίζουν την ατομική ελευθερία έκφρασης (Nguyen et al., 2022). Ως εκ τούτου, οι άνθρωποι θα πρέπει να παραμείνουν στο επίκεντρο του σχεδιασμού και της εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης, να είναι αυτοί που πιθανώς αποφασίζουν τους στόχους της τεχνητής νοημοσύνης και να έχουν τη δύναμη να παρακάμπτουν τις αποφάσεις των μηχανών (Levmore & Fagan, 2019).

Εν κατακλείδι, προκειμένου να διασφαλιστεί ένα ανθρωποκεντρικό σύστημα τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση που να δίνει έμφαση στον εκπαιδευτικό οργανισμό, οι ερευνητές, οι προγραμματιστές και οι επαγγελματίες πρέπει να υιοθετήσουν μια διεπιστημονική προσέγγιση για την ανάπτυξη προσαρμοστικών συστημάτων μάθησης βασισμένα στη διαπραγμάτευση που δίνουν έμφαση αλλά δεν περιορίζονται σε εγκάρσιες ικανότητες (European Parliament, 2021). Η ίδια η τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση θα πρέπει να παρέχει στους εκπαιδευόμενους τη δύναμη να διαπραγματεύονται το είδος και τη συχνότητα της λαμβανόμενης υποστήριξης, το ικρίωμα όχι μόνο της γνώσης αλλά και των δεξιοτήτων μεταγνώσης και αυτορρύθμισης (Chou et al., 2018). Οι κυβερνήσεις και οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να γνωρίζουν τις δεξιότητες παιδείας της τεχνητής νοημοσύνης που είναι ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματική συνεργασία ανθρώπου-μηχανής τόσο για την ανάπτυξη όσο και την ενσωμάτωση του κατάλληλου προγράμματος σπουδών στις εκπαιδευτικές πρακτικές. Ως αποτέλεσμα, όχι μόνο οι εκπαιδευόμενοι και οι εκπαιδευτές θα παραμείνουν στον έλεγχο και στο επίκεντρο της εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης, αλλά άνθρωποι και μηχανές θα συνεργάζονται επίσης για βελτιωμένα εκπαιδευτικά αποτελέσματα αντί να χρησιμοποιούν την τεχνητή νοημοσύνη για να σφετερίζονται ανθρώπους (Bryson & Theodorou, 2019).

## 6. Συμπεράσματα

Με τη διπλωματική αυτή εργασία πραγματοποιήθηκε μια προσπάθεια να αποτυπώσουμε τις τελευταίες εξελίξεις που έχουν πραγματοποιηθεί κατά την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση.

Σε πρώτη φάση επιχειρήθηκε να απεικονιστεί η πορεία της τεχνητής νοημοσύνης στο ρου της ιστορίας, αλλά και να γίνει καταγραφή των ορισμών που υπάρχουν στη βιβλιογραφία σχετικά με το τι είναι τεχνητή νοημοσύνη γενικά αλλά και τι σημαίνει συγκεκριμένα για την εκπαίδευση. Μέσα από την έρευνα που πραγματοποιήθηκε καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι η τεχνητή νοημοσύνη κάθε άλλο από καινούρια έννοια δεν είναι. Αν και η απόδοση του συγκεκριμένου όρου έγινε σχετικά πρόσφατα, μορφές τεχνητής νοημοσύνης εμφανίζονται ακόμα και στην ελληνική μυθολογία. Παρόλα αυτά, οι μελετητές δεν μπορούν να καταλήξουν σε έναν και μοναδικό ορισμό του τι ακριβώς είναι η εν λόγω έννοια και περιορίζονται να την εξειδικεύουν ανάλογα με το πεδίο στον οποίο εφαρμόζεται.

Παράλληλα έγινε προσπάθεια να προσδιοριστούν τα μαθησιακά στυλ της εκπαίδευσης και πώς η τεχνητή νοημοσύνη επιδρά σε αυτά. Μέσα από την παρουσίαση των τρόπων με τους οποίους μπορεί να εφαρμοστεί η τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση επιχειρήθηκε να αποδοθεί η ευρεία διάσταση που μπορεί να λάβει η εφαρμογή της.

Στη συνέχεια παρουσιάστηκαν συγκεκριμένα παραδείγματα εφαρμογής της, προκειμένου να δοθεί έμφαση στο πόσο έχει εισχωρήσει η τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση αλλά και στη ζωή μας εν γένει. Αν και η παρουσίαση των παραδειγμάτων αυτών κάθε άλλο από εξαντλητική δεν είναι, θεωρούμε ότι δίνει πλήρη εικόνα της σημασίας που αποδίδεται στην τεχνητή νοημοσύνη στις μέρες μας.

Προκειμένου να ολοκληρώσουμε τη μελέτη μας γύρω από τις εξελίξεις της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση, θα έπρεπε να συμπεριλάβουμε τις απόψεις τόσο των υποστηρικτών της όσο και των επικριτών της. Μέσα από την παρουσίαση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων που προκύπτουν από την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση έγινε σαφές αφενός ότι η άκριτη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης μόνο αρνητικές επιπτώσεις μπορεί να έχει και αφετέρου ότι απέχουμε πολύ από την εποχή που ένα ρομπότ θα μπορέσει να αντικαταστήσει πλήρως τον ίδιο τον άνθρωπο, ως δάσκαλο.

Η συνειδητοποίηση αυτή οδήγησε και σε ένα ακόμα συμπέρασμα που σχετίζεται με τους απαραίτητους μηχανισμούς στήριξης. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε η συμφωνία

στους κόλπους της ακαδημαϊκής κοινότητας για την πλαισίωση της όλης διαδικασίας εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση με τους κατάλληλους μηχανισμούς στήριξης όχι μόνο σε κρατικό επίπεδο αλλά και σε διεθνές και ευρωπαϊκό επίπεδο. Για το λόγο αυτό, διεθνείς οργανισμοί και ευρωπαϊκοί θεσμοί πρωτοστατούν στην παροχή κατευθυντήριων γραμμών προκειμένου η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση να πραγματοποιείται μέσα σε ασφαλές περιβάλλον και μόνο προς όφελος της ανθρωπότητας.

Μέσα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε καταλήγουμε, επίσης, στο συμπέρασμα ότι προκειμένου να προωθηθεί καλύτερα η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση, θα πρέπει να ληφθούν μέτρα σε τεχνικό, σχεδιαστικό και πρακτικό επίπεδο (Yufei et al., 2020).

Πιο συγκεκριμένα, σε τεχνικό επίπεδο, είναι εξαιρετικά σημαντικό να προωθηθούν μέτρα που να ενισχύουν περαιτέρω την εποπτεία της ασφάλειας των πληροφοριών και της δεοντολογίας. Σήμερα, πραγματοποιείται σε μεγάλο βαθμό έρευνα γύρω από την τεχνολογία της τεχνητής νοημοσύνης, αλλά είναι απαραίτητο να ενισχυθεί παράλληλα και η εποπτεία που σχετίζεται με την ασφάλεια των πληροφοριών της εκπαίδευσης και την ηθική. Δεν θα πρέπει να ξεχνάμε ότι, όταν κατά τη διαδικασία της εκπαίδευσης γίνεται χρήση της τεχνητής νοημοσύνης αναπόφευκτα συγκεντρώνονται πληροφορίες και δεδομένα για τους εκπαιδευόμενους που είναι απόρρητα, αφορούν προτιμήσεις άμεσα συνδεδεμένες με την προσωπικότητά τους, τα επίπεδα ικανοτήτων τους και άλλα ζητήματα. Στην περίπτωση που τα εν λόγω δεδομένα διαρρεύσουν, οι εκπαιδευόμενοι ενδέχεται να υποστούν σοβαρά ψυχολογικά χτυπήματα, επηρεάζοντας έτσι την πραγματική επίδραση της εκπαίδευσης και της διδασκαλίας. Κατά συνέπεια, η χρήση αποτελεσματικών τεχνικών κρυπτογράφησης πρέπει να αποτελεί προτεραιότητα για τη βελτίωση αυτού του κινδύνου (Yufei et al., 2020).

Πέραν όμως του τεχνικού επιπέδου, βελτίωση θα πρέπει να συντελεστεί και όσον αφορά στο σχεδιασμό των μοντέλων της τεχνητής νοημοσύνης που χρησιμοποιούνται στον τομέα της εκπαίδευσης. Προς το παρόν, η έρευνα που πραγματοποιείται σε αυτό το πεδίο βρίσκεται ακόμη σε αρχικό στάδιο και οι συγκεκριμένες ερευνητικές ιδέες πρέπει να βελτιώνονται συνεχώς και να συνδυάζονται με τις υπάρχουσες θεωρίες προκειμένου να βελτιωθεί το υπάρχον μοντέλο. Αυτό που αξίζει να σημειωθεί είναι ότι οι ερευνητές θα πρέπει να δώσουν μεγάλη προσοχή προκειμένου να διασφαλίσουν ότι τα μοντέλα που κατασκευάζουν συμβαδίζουν με τους νόμους της ανάπτυξης της

εκπαίδευσης ώστε τόσο τα ίδια όσο και οι εκπαιδευτές και οι εκπαιδευόμενοι να μη χάνονται στη ζούγκλα της τεχνολογίας (Yufei et al., 2020).

Παράλληλα, θα πρέπει να επεκταθεί ακόμα περισσότερο η πρακτική εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση. Προς το παρόν, οι εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης που χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση βασίζονται κυρίως στην προώθηση προϊόντων σχεδιασμένων να εφαρμοστούν σε επιχειρήσεις. Αυτά τα προϊόντα δεν καλύπτουν εξολοκλήρου ζητήματα διδασκαλίας, μάθησης, διαχείρισης, εξέτασης και άλλα εκπαιδευτικά σενάρια. Ταυτόχρονα, οι προγραμματιστές που απασχολούνται στις επιχειρήσεις ενδιαφέρονται για την ανάπτυξη συνεχώς νέων εφαρμογών. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην πραγματοποιείται ολοκληρωμένη ανάλυση και περίληψη των τυπικών περιπτώσεων κατά τις οποίες εφαρμόζεται η τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση και κατά συνέπεια να μην επεκτείνεται η πρακτική της εφαρμογή λόγω έλλειψης εμπειρίας και σχετικής θεωρίας. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι, το πεδίο εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση ορίζεται συχνά ως ένα εκπαιδευτικό ίδρυμα, γεγονός που καθιστά και το εύρος εφαρμογής της σχετικά στενό. Ως εκ τούτου, η έρευνα πρέπει να δώσει μεγαλύτερη προσοχή στη διαφοροποίηση των σεναρίων εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση και να προωθήσει την πλήρη εφαρμογή της στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, την επαγγελματική εκπαίδευση, τη βασική εκπαίδευση και την ειδική εκπαίδευση (Yufei et al., 2020).

Συνοπτικά, διαπιστώθηκε ότι η τεχνολογία τεχνητής νοημοσύνης έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλές διαφορετικές πτυχές στον εκπαιδευτικό τομέα, από την προώθηση της εκπαιδευτικής καινοτομίας, την υποβοήθηση των διεργασιών διδασκαλίας και μάθησης και τη διαχείριση της έξυπνης ζωής στην πανεπιστημιούπολη έως την παροχή χρήσιμων πληροφοριών στους ενδιαφερόμενους. Στο πλαίσιο του 21ου αιώνα, η χρήση της τεχνολογίας τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση είναι αναμφισβήτητη. Η τεχνολογία τεχνητής νοημοσύνης θα είναι πολύ απαραίτητη στο μέλλον για να διασφαλίσει την αποτελεσματική διαδικασία της διδασκαλίας και μάθησης μεταξύ εκπαιδευτικών και εκπαιδευόμενων και θα είναι απαραίτητη για τη βελτίωση του εκπαιδευτικού συστήματος.



## 7. Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Ad Hoc Expert Group. (2020). *Outcome document: first draft of the Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence*.  
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373434>
- Aoun, E. J. (2017). *ROBOT-PROOF Higher Education in the Age of Artificial Intelligence*. The MIT Press Cambridge.
- Ashok, M., Madan, R., Joha, A., & Sivarajah, U. (2022). Ethical framework for Artificial Intelligence and Digital technologies. *International Journal of Information Management*, 62, 102433.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102433>
- Bailey, L. W. (2019). *Educational technology and the new world of persistent learning* /. IGI Global.
- Bajaj, R., & Sharma, V. (2018). Smart Education with artificial intelligence based determination of learning styles. *Procedia Computer Science*, 132, 834–842.  
<https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2018.05.095>
- Boden, M. A. (2018). *Artificial Intelligence: A Very Short Introduction* (Vol. 1). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/actrade/9780199602919.001.0001>
- Borana, J. (2016). Applications of Artificial Intelligence & Associated Technologies. *Proceedings of International Conference on Emerging Technologies in Engineering, Biomedical, Management and Science [ETEBMS-2016]*.
- Borgesius, F. Z. (2018). *Discrimination, artificial intelligence and algorithmic decision-making*. <https://rm.coe.int/discrimination-artificial-intelligence-and-algorithmic-decision-making/1680925d73>
- Bostrom, N., & Yudkowsky, E. (2014). The ethics of artificial intelligence. In *The Cambridge Handbook of Artificial Intelligence* (pp. 316–334). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139046855.020>
- Bryson, J. J., & Theodorou, A. (2019). *How Society Can Maintain Human-Centric Artificial Intelligence* (pp. 305–323). [https://doi.org/10.1007/978-981-13-7725-9\\_16](https://doi.org/10.1007/978-981-13-7725-9_16)
- Calvo, R. A., Peters, D., Vold, K., & Ryan, R. M. (2020). *Supporting Human Autonomy in AI Systems: A Framework for Ethical Enquiry* (pp. 31–54). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-50585-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-50585-1_2)
- CampIT. (2022). <http://www.campit.gr/el/>

- Chakravarthy, V. S. (2019). *Demystifying the Brain*. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-3320-0>
- Chou, C.-Y., Lai, K. R., Chao, P.-Y., Tseng, S.-F., & Liao, T.-Y. (2018). A negotiation-based adaptive learning system for regulating help-seeking behaviors. *Computers & Education*, *126*, 115–128. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.010>
- Colchester, K., Hagaras, H., Alghazzawi, D., & Aldabbagh, G. (2017). A Survey of Artificial Intelligence Techniques Employed for Adaptive Educational Systems within E-Learning Platforms. *Journal of Artificial Intelligence and Soft Computing Research*, *7*(1), 47–64. <https://doi.org/10.1515/jaiscr-2017-0004>
- Cope, B., & Kalantzis, M. (2019). Education 2.0: Artificial Intelligence and the End of the Test. *Beijing International Review of Education*, *1*(2–3), 528–543. <https://doi.org/10.1163/25902539-00102009>
- Crockett, K., Latham, A., & Whitton, N. (2017). On predicting learning styles in conversational intelligent tutoring systems using fuzzy decision trees. *International Journal of Human-Computer Studies*, *97*, 98–115. <https://doi.org/10.1016/J.IJHCS.2016.08.005>
- Dadhich P. (2020). *Impact of Artificial Intelligence on the current education system - Latest Digital Transformation Trends | Cloud News | Wire19*. <https://wire19.com/impact-of-artificial-intelligence-on-education-system/>
- Darleen Opfer, V., Kaufman, J. H., & Thompson CORPORATION, L. E. (2016). *Implementation of K–12 State Standards for Mathematics and English Language Arts and Literacy: Findings from the American Teacher Panel*. <https://doi.org/10.7249/RR1529-1>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The “What” and “Why” of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. *Psychological Inquiry*, *11*(4), 227–268. [https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104\\_01](https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01)
- Deng, L. (2014). Deep Learning: Methods and Applications. *Foundations and Trends® in Signal Processing*, *7*(3–4), 197–387. <https://doi.org/10.1561/20000000039>
- European Commission. (2019). *High-level expert group on artificial intelligence | Shaping Europe’s digital future*. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/expert-group-ai>
- European Parliament. (2021). *REPORT on artificial intelligence in education, culture and the audiovisual sector*. Committee on Culture and Education. [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0127\\_EN.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0127_EN.html)

- Fahimirad, M., & Kotamjani, S. S. (2018). A Review on Application of Artificial Intelligence in Teaching and Learning in Educational Contexts. *International Journal of Learning and Development*, 8(4), 106. <https://doi.org/10.5296/ijld.v8i4.14057>
- 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>
- Ferguson, R., Clow, D., Beale, R., Cooper, A. J., Morris, N., Bayne, S., & Woodgate, A. (2015). *Moving Through MOOCs: Pedagogy, Learning Design and Patterns of Engagement* (pp. 70–84). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-24258-3\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-24258-3_6)
- Fernandes M, A., Cláudio, A. P., Martinho, C., Melaré Vieira Barros D, Carvalho E, Carmo M, & Seixas S. (2018). Virtual Tutoring. [https://www.researchgate.net/publication/326548569\\_Virtual\\_Tutoring](https://www.researchgate.net/publication/326548569_Virtual_Tutoring)
- Floridi, L. (2018). Soft Ethics and the Governance of the Digital. *Philosophy & Technology*, 31(1), 1–8. <https://doi.org/10.1007/s13347-018-0303-9>
- Ganga X. (2021). Educational Artificial Intelligence (EAI) Connotation, Key Technology and Application Trend -Interpretation and analysis of the two reports entitled “Preparing for the Future of Artificial Intelligence” and “The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan.” *2021 International Conference on Intelligent Computing, Automation and Applications (ICAA)*, 219–223. <https://doi.org/10.1109/ICAA53760.2021.00046>
- George, G., & Thomas, M. R. (2019). Integration of Artificial Intelligence in Human Resource. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. <https://doi.org/10.35940/ijitee.L3364.129219>
- Grace, K., Salvatier, J., Dafoe, A., Zhang, B., & Evans, O. (2018). *When Will AI Exceed Human Performance? Evidence from AI Experts*.
- Greer, S. L. (2018). *Organization and Governance: Stewardship and Governance in Health Systems* (pp. 1–9). [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6419-8\\_22-1](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6419-8_22-1)
- Heidig, S., & Clarebout, G. (2011). Do pedagogical agents make a difference to student motivation and learning? *Educational Research Review*, 6(1), 27–54. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2010.07.004>

- Heinemann, C., & Uskov, V. L. (2018). *Smart University: Literature Review and Creative Analysis* (pp. 11–46). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-59454-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-59454-5_2)
- Hinton, G. E., & Salakhutdinov, R. R. (2006). Reducing the dimensionality of data with neural networks. *Science*, *313*(5786), 504–507. [https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1127647/SUPPL\\_FILE/HINTON.SOM.PDF](https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1127647/SUPPL_FILE/HINTON.SOM.PDF)
- Hogenhout, L. (2021). *A Framework for Ethical AI at the United Nations*. United Nations. [https://unite.un.org/sites/unite.un.org/files/unite\\_paper\\_-\\_ethical\\_ai\\_at\\_the\\_un.pdf](https://unite.un.org/sites/unite.un.org/files/unite_paper_-_ethical_ai_at_the_un.pdf)
- Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Baker, T., Shum, S. B., Santos, O. C., Rodrigo, M. T., Cukurova, M., Bittencourt, I. I., & Koedinger, K. R. (2022). Ethics of AI in Education: Towards a Community-Wide Framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *32*(3), 504–526. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00239-1>
- Holstein, K., McLaren, B. M., & Alevan, V. (2019). *Designing for Complementarity: Teacher and Student Needs for Orchestration Support in AI-enhanced Classrooms*.
- Hon, H.-W. (2019). *A Brief History of Intelligence*. 1–1. <https://doi.org/10.1145/3340555.3353962>
- Huang, S.-P. (2018). Effects of Using Artificial Intelligence Teaching System for Environmental Education on Environmental Knowledge and Attitude. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *14*(7), 3277–3284. <https://doi.org/10.29333/ejmste/91248>
- Huang, T.-C., Chen, M.-Y., & Hsu, W.-P. (2019). Do Learning Styles Matter? Motivating Learners in an Augmented Geopark. *Educational Technology & Society*, *22*(1), 70–81.
- Huttar, C. M., & BrintzenhofeSzoc, K. (2020). Virtual Reality and Computer Simulation in Social Work Education: A Systematic Review. *Journal of Social Work Education*, *56*(1), 131–141. <https://doi.org/10.1080/10437797.2019.1648221>
- Jackson P. C. (2019). *Introduction to Artificial Intelligence* (3rd ed.). Dover Publications, Inc.
- Jobin, A., Ienca, M., & Vayena, E. (2019). The global landscape of AI ethics guidelines. *Nature Machine Intelligence*, *1*(9), 389–399. <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0088-2>

- Johnson, W. L., & Lester, J. C. (2016). Face-to-Face Interaction with Pedagogical Agents, Twenty Years Later. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(1), 25–36. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0065-9>
- Joshi, S., Rambola, R. K., & Churi, P. (2021). Evaluating Artificial Intelligence in Education for Next Generation. *Journal of Physics: Conference Series*, 1714(1), 012039. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1714/1/012039>
- Kandpal, A. P. K., & Mehta, B. A. (2019). Comparative Study between Multiplicative Neuron and Spiking Neuron Model. *2019 4th International Conference on Internet of Things: Smart Innovation and Usages (IoT-SIU)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/IoT-SIU.2019.8777726>
- Kazim, E., & Koshiyama, A. S. (2021). A high-level overview of AI ethics. *Patterns*, 2(9), 100314. <https://doi.org/10.1016/j.patter.2021.100314>
- Kim, Y., & Baylor, A. L. (2016). Research-Based Design of Pedagogical Agent Roles: a Review, Progress, and Recommendations. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(1), 160–169. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0055-y>
- Kolb, D., Boyatzis, R., & Mainemelis, C. (2001). Experiential Learning Theory: Previous Research and New Directions, in in Perspectives on Thinking, Learning and Cognitive Styles. In R. J. Sternberg & L.-f. Zhang (Eds.), *Perspectives on thinking, learning, and cognitive styles* (pp. 227–247). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Kolb, D., & Kolb, A. (2013). *The Kolb Learning Style Inventory 4.0: A comprehensive Guide to the Theory, Psychometrics, Research on Validity and Educational Applications*. Experience Based Learning Systems, Inc. <https://learningfromexperience.com/research-library/the-kolb-learning-style-inventory-4-0/>
- Lan, Q. (2021). Construction of Personalized Education Model for College Students Driven by Big Data and Artificial Intelligence. *Journal of Physics: Conference Series*, 1744(3), 032022. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1744/3/032022>
- Larsson, S., & Heintz, F. (2020). Transparency in artificial intelligence. *Internet Policy Review*, 9(2). <https://doi.org/10.14763/2020.2.1469>
- Latham, A., Crockett, K., & McLean, D. (2014). An adaptation algorithm for an intelligent natural language tutoring system. *Computers & Education*, 71, 97–110. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2013.09.014>

- Leslie, D. (2019). *Understanding artificial intelligence ethics and safety*.  
<https://doi.org/10.5281/ZENODO.3240529>
- Levmore, S., & Fagan, F. (2019). The Impact of Artificial Intelligence on Rules, Standards, and Judicial Discretion. *SSRN Electronic Journal*.  
<https://doi.org/10.2139/ssrn.3362563>
- Li, B. P., Kong, S. C., & Chen, G. (2015). *A Study on the Development of the Smart Classroom Scale* (pp. 45–52). [https://doi.org/10.1007/978-3-662-44188-6\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-662-44188-6_6)
- Li, X. (2007). Intelligent Agent-Supported Online Education. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 5(2), 311–331. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4609.2007.00143.x>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Pearson, L. B. F. (2016a). *Intelligence Unleashed An argument for AI in Education*.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Pearson, L. B. F. (2016b). *Intelligence Unleashed An argument for AI in Education*.
- Luo, J., Meng, Q., & Cai, Y. (2018). Analysis of the Impact of Artificial Intelligence Application on the Development of Accounting Industry. *Open Journal of Business and Management*, 06(04), 850–856.  
<https://doi.org/10.4236/ojbm.2018.64063>
- Manoharan, Dr. S. (2019). An Improved Safety Algorithm for Artificial Intelligence Enabled Processors in Self Driving Cars. *Journal of Artificial Intelligence and Capsule Networks*, 2019(2), 95–104. <https://doi.org/10.36548/jaicn.2019.2.005>
- Martin, J., Bohuslava, J., & Igor, H. (2018). Augmented Reality in Education 4.0. *2018 IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*, 231–236.  
<https://doi.org/10.1109/STC-CSIT.2018.8526676>
- McCarthy, J. (2007). *WHAT IS ARTIFICIAL INTELLIGENCE?* <http://www-formal.stanford.edu/jmc/>
- Miao, F., Holmes, W., Ronghuai, H., & Hui, Z. (2021). *AI and education: guidance for policy-makers*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709>
- Min-Allah, N., & Alrashed, S. (2020). Smart campus—A sketch. *Sustainable Cities and Society*, 59, 102231. <https://doi.org/10.1016/J.SCS.2020.102231>
- Mohamed, F., Abdeslam, J., & Lahcen, E. B. (2018). Towards New Approach to Enhance Learning Based on Internet of Things and Virtual Reality. *Proceedings*

- of the International Conference on Learning and Optimization Algorithms: Theory and Applications*, 1–5. <https://doi.org/10.1145/3230905.3230955>
- Möller, K. (2009). Two Conceptions of Positive Liberty: Towards an Autonomy-based Theory of Constitutional Rights. *Oxford Journal of Legal Studies*, 29(4), 757–786. <https://doi.org/10.1093/ojls/gqp029>
- Moore, M., & Kearsley, G. (2012). *Distance Education A Systems View of Online Learning* (3rd ed.). Wadsworth, Belmont.
- Müller, V. C. (2020). *Ethics of Artificial Intelligence and Robotics*. <http://plato.stanford.edu/>
- Nazemi, K., Burkhardt, D., Ginters, E., & Kohlhammer, J. (2015). ScienceDirect Semantics Visualization-Definition, Approaches and Challenges. *Procedia Computer Science*, 75, 75–83. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.216>
- Nguyen, A., Ngo, H. N., Hong, Y., Dang, B., & Nguyen, B.-P. T. (2022). Ethical principles for artificial intelligence in education. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11316-w>
- OECD. (2019). Recommendation of the Council on Artificial Intelligence. In *Artificial Intelligence in Society*. OECD. <https://doi.org/10.1787/EEDFEE77-EN>
- Osetskiy V., Vitrenko A., Tatomyr I., Bilan S., & HirnykYe. (2021). Artificial Intelligence Application in Education: Financial Implications and Prospects. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 2(33), 574–584. <https://doi.org/10.18371/fcapt.v2i33.207246>
- Palomares, I., Martínez-Cámara, E., Montes, R., García-Moral, P., Chiachio, M., Chiachio, J., Alonso, S., Melero, F. J., Molina, D., Fernández, B., Moral, C., Marchena, R., de Vargas, J. P., & Herrera, F. (2021). A panoramic view and swot analysis of artificial intelligence for achieving the sustainable development goals by 2030: progress and prospects. *Applied Intelligence*, 51(9), 6497–6527. <https://doi.org/10.1007/s10489-021-02264-y>
- Pardo, A., & Siemens, G. (2014). Ethical and privacy principles for learning analytics. *British Journal of Educational Technology*, 45(3), 438–450. <https://doi.org/10.1111/bjet.12152>
- Peters, M. A. (2019). Roboethics in education and society. <https://doi.org/10.1080/00131857.2019.1602890>, 52(1), 11–16. <https://doi.org/10.1080/00131857.2019.1602890>

- Potode, M. A., & Manjare, M. P. (2015). E-Learning Using Artificial Intelligence. *International Journal of Computer Science and Information Technology Research*, 3(1), 78–82. [www.researchpublish.com](http://www.researchpublish.com)
- Remian, D. (2019). Augmenting Education: Ethical Considerations for Incorporating Artificial Intelligence in Education. *Instructional Design Capstones Collection*. [https://scholarworks.umb.edu/instruction\\_capstone/52](https://scholarworks.umb.edu/instruction_capstone/52)
- Renz, A., & Hilbig, R. (2020). Prerequisites for artificial intelligence in further education: identification of drivers, barriers, and business models of educational technology companies. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1), 1–21. <https://doi.org/10.1186/S41239-020-00193-3/FIGURES/6>
- Russell J. S., Norvig Peter, & Chang Ming-wei. (2022). *Artificial intelligence: A modern approach*. (Pearson Education Limited, Ed.; Fourth Edition).
- Sadiku, M. N. O., Ashaolu, T. J., Ajayi-Majebi, A., & Musa, S. M. (2021). Artificial Intelligence in Education. *International Journal Of Scientific Advances*, 2(1). <https://doi.org/10.51542/ijscia.v2i1.2>
- Sá, M. J., Santos, A. I., Serpa, S., & Miguel Ferreira, C. (2021). Digitainability—Digital Competences Post-COVID-19 for a Sustainable Society. *Sustainability*, 13(17), 9564. <https://doi.org/10.3390/su13179564>
- Self, J. (2016). The Birth of IJAIED. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(1), 4–12. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0040-5>
- Şeren, M., & Özcan, E. (2021). Post pandemic education: Distance education to artificial intelligence based education. *International Journal of Curriculum and Instruction (Special Issue)*, 13(1), 212–225.
- Silver, D., Huang, A., Maddison, C. J., Guez, A., Sifre, L., van den Driessche, G., Schrittwieser, J., Antonoglou, I., Panneershelvam, V., Lanctot, M., Dieleman, S., Grewe, D., Nham, J., Kalchbrenner, N., Sutskever, I., Lillicrap, T., Leach, M., Kavukcuoglu, K., Graepel, T., & Hassabis, D. (2016). Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search. *Nature*, 529(7587), 484–489. <https://doi.org/10.1038/nature16961>
- Smart Campus*. (2022). <https://www2.aua.gr/el/info/smart-campus>
- Timms, M. J. (2016). Letting Artificial Intelligence in Education Out of the Box: Educational Cobots and Smart Classrooms. *International Journal of Artificial*



- Intelligence in Education*, 26(2), 701–712. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0095-y>
- Tzimas, D., & Demetriadis, S. (2021). Ethical issues in learning analytics: a review of the field. *Educational Technology Research and Development*, 69(2), 1101–1133. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-09977-4>
- UNESCO. (2019). *Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303>
- UNESCO. (2021). *Report of the Social and Human Sciences Commission (SHS) - UNESCO Digital Library*. 14. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379920>
- United Nations. (2015). *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development | Department of Economic and Social Affairs*. United Nations. <https://sdgs.un.org/publications/transforming-our-world-2030-agenda-sustainable-development-17981>
- Van der Vorst, T., & Jelicic, N. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Can AI bring the full potential of personalized learning to education?* <https://www.econstor.eu/handle/10419/205222>
- Vesnic-Alujevic, L., Nascimento, S., & Pólvara, A. (2020). Societal and ethical impacts of artificial intelligence: Critical notes on European policy frameworks. *Telecommunications Policy*, 44(6), 101961. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2020.101961>
- Wang, T., & Cheng, E. C. K. (2021). An investigation of barriers to Hong Kong K-12 schools incorporating Artificial Intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100031. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100031>
- Wong, G., Greenhalgh, T., Westhorp, G., Buckingham, J., & Pawson, R. (2013). RAMESES publication standards: meta-narrative reviews. *BMC Medicine*, 11(1), 20. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-11-20>
- Yufei, L., Saleh, S., Jiahui, H., Mohamad, S., & Abdullah, S. (2020). Review of the Application of Artificial Intelligence in Education. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*. *Www.Ijicc.Net*, 12(8). <https://doi.org/10.53333/IJICC2013/12850>

- Zadrozny, W. W., Gallagher, S., Shalaby, W., & Avadhani, A. (2015). Simulating IBM Watson in the Classroom. *Proceedings of the 46th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 72–77. <https://doi.org/10.1145/2676723.2677287>
- Zhang, K., & Aslan, A. B. (2021). AI technologies for education: Recent research & future directions. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2. <https://doi.org/10.1016/J.CAEAI.2021.100025>
- Zhou, Y., Zhao, S., Wang, X., & Liu, W. (2018). *Deep Learning Model and Its Application in Big Data* (pp. 795–806). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-91797-9\\_55](https://doi.org/10.1007/978-3-319-91797-9_55)
- Ζαχόπουλος Χ, & Στασινάκης Π. (2015). (PDF) Σύστημα Ανάδρασης - Ανατροφοδότησης και Αυτό-αξιολόγησης στην Πλατφόρμα Τηλεκπαίδευσης Moodle: Μελέτη Περίπτωσης στο μάθημα Βιολογία Γενικής Παιδείας Γ' Λυκείου. [https://www.researchgate.net/publication/326031731\\_Systema\\_Anadrases\\_-\\_Anatrophodoteses\\_kai\\_Auto-axiologeses\\_sten\\_Platphorma\\_Telekpaideuses\\_Moodle\\_Melete\\_Periptoses\\_sto\\_mathema\\_Biologia\\_Genikes\\_Paideias\\_G'\\_Lykeiou](https://www.researchgate.net/publication/326031731_Systema_Anadrases_-_Anatrophodoteses_kai_Auto-axiologeses_sten_Platphorma_Telekpaideuses_Moodle_Melete_Periptoses_sto_mathema_Biologia_Genikes_Paideias_G'_Lykeiou)
- ΟΠΑ. (2021). *Εξετάσεις στο ΟΠΑ με χρήση του eclass Έκδοση 4 η Ομάδα υποστήριξης εξ αποστάσεως διδασκαλίας ΟΠΑ*. <https://eclass.gunet.gr/info/manual.php>