



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**Μεταπτυχιακό/ Προηγμένες Τεχνολογίες Υπολογιστικών  
Συστημάτων**

**Διπλωματική εργασία  
« Χρήση τεχνικών τεχνητής νοημοσύνης σε εκπαιδευτικά λογισμικά:  
Ανασκόπηση βιβλιογραφίας»**

**Ιωαννίδου Άννα**

**A.M:21008**

**Εισηγητής : Χρήστος Τρούσσας**

**Αθήνα ,2023**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η διπλωματική αυτή εργασία είναι το τελευταίο σκαλοπάτι ολοκλήρωσης του μεταπτυχιακού μου στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής . Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους καθηγητές του τμήματος για όλες τις γνώσεις που μου μετέφεραν.

Κατά την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την ψυχολογική στήριξη που μου προσέφεραν όλο αυτό το διάστημα ώστε να ολοκληρώσω το μεταπτυχιακό μου και την συγκεκριμένη εργασία. Επίσης θα ήθελα να εκφράσω το πόσο ευγνώμων είμαι στον επιβλέπων καθηγητή μου που όποτε κι αν ζήτησα τη βοήθεια ανταποκρίθηκε άμεσα.

**Διπλωματική Εργασία με θέμα:**

**« Χρήση τεχνικών τεχνητής νοημοσύνης σε εκπαιδευτικά λογισμικά: Ανασκόπηση  
βιβλιογραφίας»**

**Ιωαννίδου Άννα**

**A.M:21008**

**Εισηγητές:**

**Δρ. Τρούσσας Χρήστος**

**Εξεταστική Επιτροπή:**

| <b>ΑΑ</b> | <b>Όνοματεπώνυμο</b>                  | <b>Υπογραφή</b> |
|-----------|---------------------------------------|-----------------|
| <b>1.</b> | <b>Επ. Καθηγητής Χρήστος Τρούσσας</b> |                 |
| <b>2.</b> | <b>Καθηγητής Ιωάννης Βογιατζής</b>    |                 |
| <b>3.</b> | <b>Αν. Καθηγητής Φοίβος Μυλωνάς</b>   |                 |

**Ημερομηνία Εξέτασης:3/7/2023**

**ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ**

"Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ενυπογράφως ότι είμαι αποκλειστικός συγγραφέας της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, για την ολοκλήρωση της οποίας κάθε βοήθεια είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται λεπτομερώς στην εργασία αυτή. Έχω αναφέρει πλήρως και με σαφείς αναφορές, όλες τις πηγές χρήσης δεδομένων, απόψεων, θέσεων και προτάσεων, ιδεών και λεκτικών αναφορών, είτε κατά κυριολεξία είτε βάση επιστημονικής παράφρασης. Αναλαμβάνω την προσωπική και ατομική ευθύνη ότι σε περίπτωση αποτυχίας στην υλοποίηση των ανωτέρω δηλωθέντων στοιχείων, είμαι υπόλογος έναντι λογοκλοπής, γεγονός που σημαίνει αποτυχία στην Πτυχιακή μου Εργασία και κατά συνέπεια αποτυχία απόκτησης του Τίτλου Σπουδών, πέραν των λοιπών συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων. Δηλώνω, συνεπώς, ότι αυτή η Πτυχιακή Εργασία προετοιμάστηκε και ολοκληρώθηκε από εμένα προσωπικά και αποκλειστικά και ότι, αναλαμβάνω πλήρως όλες τις συνέπειες του νόμου στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δε μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής άλλης πνευματικής ιδιοκτησίας."

**Η δηλούσα**

A photograph of a handwritten signature in blue ink on a light-colored background. The signature is stylized and appears to be the name 'Ioannidou Anna'.

**Ιωαννίδου Άννα**

## Περιεχόμενα

|   |    |
|---|----|
| 1. Εισαγωγή.....  | 6  |
| • 1.1. Η φύση της Τεχνητής Νοημοσύνης.....                                | 6  |
| • 1.2. Τεχνικές πτυχές της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση.....       | 9  |
| • 1.3. Ο ρόλος της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση.....               | 19 |
| • 2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....  | 23 |
| • 2.1. Ερευνητική Μέθοδος.....  | 23 |
| • 2.2. Συλλογή άρθρων – Κριτήρια αναζήτησης.....                          | 23 |
| • 2.3. Έλεγχος – Κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού άρθρων.....             | 24 |
| • 2.4. Αξιολόγηση ποιότητας μελέτης.....                                  | 25 |
| 3. Ερευνητικά Αποτελέσματα.....   | 26 |
| • 3.1. Τεχνητή Νοημοσύνη στην διαδικασία μάθησης.....                     | 27 |
| • 3.2. Τεχνητή Νοημοσύνη στην διδασκαλία.....                             | 36 |
| • 3.3. Τεχνητή Νοημοσύνη στην αξιολόγηση.....                             | 43 |
| • 3.4. Τεχνητή Νοημοσύνη στην διοίκηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας..... | 47 |
| • 3.5. Αποτελέσματα εφαρμογής Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση.....    | 52 |
| 4. Συμπεράσματα Μελέτης.....  | 62 |
| • 4.1. Μελλοντικές Προκλήσεις.....  | 64 |
| • 4.2. Περιορισμοί και μελλοντικές επεκτάσεις.....                        | 72 |

## 1. Εισαγωγή

### 1.1. Η φύση της Τεχνητής Νοημοσύνης

Είναι αδιαμφισβήτητο το γεγονός ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Ωστόσο, από διάφορες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί (Chen et al., 2020), υποστηρίζεται ότι ενώ οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές έχουν αποτελέσει την βάση για την ανάπτυξη της Τεχνητής Νοημοσύνης, η Τεχνητή Νοημοσύνη δεν ταυτίζεται μεμονωμένα με το υλικό ή το λογισμικό του υπολογιστή. Τα ενσωματωμένα συστήματα, οι αισθητήρες και άλλες προηγμένες τεχνολογίες έχουν πραγματοποιήσει την μεταφορά της TN στα μηχανήματα, καθώς και άλλους τύπους αντικειμένων.

Προσπαθώντας να δοθεί ένας ορισμός για την TN, έχει αναφερθεί ότι έχει 2 όψεις: το πεδίο και την θεωρία. Σαν πεδίο μελέτης, η TN αποτελεί περιοχή μελέτης στην επιστήμη των υπολογιστών, η οποία έχει σαν στόχο την επίλυση διαφορετικών γνωστικών προβλημάτων τα οποία σχετίζονται με την ανθρώπινη ευφυΐα, όπως η μάθηση, η επίλυση προβλημάτων, και η αναγνώριση προτύπων.

Σαν θεωρία, η TN έχει οριστεί σαν ένα θεωρητικό πλαίσιο, που συμβάλλει στην ανάπτυξη και χρήση υπολογιστικών συστημάτων με δυνατότητες ανθρώπινων

οντοτήτων, όπως η ευφυΐα και η ικανότητα πραγματοποίησης εργασιών που απαιτούν ανθρώπινη ευφυΐα (όπως η υπολογιστική όραση, η αναγνώριση φωνής, η λήψη αποφάσεων και η μετάφραση μεταξύ διαφορετικών γλωσσών) (Chassignol et al., 2018).

Σε άλλες μελέτες (Sharma et al., 2019), ο ορισμός που παρέχεται για την Τεχνητή Νοημοσύνη φέρνει στο προσκήνιο σχεδόν παρόμοια στοιχεία ή χαρακτηριστικά της Τεχνητής Νοημοσύνης. Ένας ορισμός που έχει δοθεί αναφέρει ότι πρόκειται για μηχανήματα τα οποία έχουν την ικανότητα να προσεγγίζουν τον ανθρώπινο συμπερασμό. Ένας ακόμη ορισμός που έχει δοθεί και είναι προσανατολισμένος προς τον εκπαιδευτικό τομέα, αναφέρει ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη αποτελεί το αποτέλεσμα πολλών δεκαετιών έρευνας και ανάπτυξης οδηγώντας σε συνεργασία:

- σχεδιαστές συστημάτων
- επιστήμονες δεδομένων
- σχεδιαστές προϊόντων
- στατιστικούς
- φιλολόγους
- ειδικούς στον χώρο της εκπαίδευσης

Στόχος της συνεργασίας όλων των παραπάνω είναι η ανάπτυξη εκπαιδευτικών συστημάτων με ένα επίπεδο ευφυΐας και την ικανότητα πραγματοποίησης διαφορετικών λειτουργιών, όπως:

- η υποβοήθηση των διδασκόντων στην πραγματοποίηση των εκάστοτε εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων
- η υποβοήθηση των εκπαιδευομένων στην ανάπτυξη των γνώσεων και των δεξιοτήτων τους

Επιπλέον υποστηρίζεται ότι οι χρήσεις της Τεχνητής Νοημοσύνης βελτίωσαν τις ικανότητες των προγραμμάτων και των λογισμικών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η αλγοριθμική μηχανική μάθηση, η οποία εφοδιάζει τα μηχανήματα με την ικανότητα πραγματοποίησης διαφορετικών εργασιών, που απαιτούν ανθρώπινη ευφυΐα και την ικανότητα προσαρμογής στο εκάστοτε περιβάλλον.

Γενικά μιλώντας, η Τεχνητή Νοημοσύνη, με βάση τα όσα αναφέραμε παραπάνω, προσανατολίζεται προς την ανάπτυξη μηχανημάτων που:

- διαθέτουν ένα επίπεδο ευφυΐας
- έχουν την ικανότητα πραγματοποίησης ανθρώπινων δραστηριοτήτων, όπως ή λήψη αποφάσεων και η προσαρμογή στο περιβάλλον.



## 1.2. Τεχνικές πτυχές της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση

Η εκπαίδευση η οποία προσανατολίζεται στην χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης περιλαμβάνει (Chen et al., 2020):

- ευφυή εκπαίδευση
- καινοτόμα εικονική μάθηση
- ανάλυση δεδομένων και πρόβλεψη

Τα κύρια σενάρια χρήσης Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση, όπως επίσης οι αντίστοιχες τεχνολογίες παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Αξίζει να σημειωθεί ότι αρχικά αναφέρονται τα 5 επικρατέστερα σενάρια χρήσης, τα οποία μπορούν να εξειδικευτούν ακόμη περισσότερο.

| Σενάριο Χρήσης                          | Χρησιμοποιούμενες τεχνικές  |
|---|---|
| Υποβοήθηση μαθητών και σχολίων          | Προσαρμοστική μέθοδος μάθησης -<br>Εξατομικευμένη προσέγγιση<br>μάθησης |
| Βαθμολόγηση και αξιολόγηση<br>εξετάσεων | Αναγνώριση εικόνας - Υπολογιστική<br>Όραση - Σύστημα Πρόβλεψης          |
| Εξατομικευμένη ευφυής διδασκαλία        | Εξόρυξη δεδομένων - Ευφυή<br>Συστήματα διδασκαλίας                      |

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Έξυπνο σχολείο           | Αναγνώριση Προσώπου –<br>Αναγνώριση Φωνής - Εικονικά<br>Εργαστήρια – Επαυξημένη<br>Πραγματικότητα – Εικονική<br>Πραγματικότητα |
| Απομακρυσμένη εκπαίδευση | Εικονική εξατομικευμένοι βοηθοί –<br>Ανάλυση Πραγματικού Χρόνου  |

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφέρουμε ότι τα ευφυή εκπαιδευτικά συστήματα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο, καθώς οι απαιτήσεις μάθησης εξελίσσονται και γίνονται πιο εξειδικευμένες. Τέτοιου τύπου συστήματα παρέχουν εξατομικευμένη καθοδήγηση και ανατροφοδότηση τόσο στους εκπαιδευτικούς όσο και στους εκπαιδευόμενους. Έχουν σχεδιαστεί ώστε να βελτιώνουν την αξία της μάθησης όπως επίσης και την αποτελεσματικότητά της μέσω διάφορων τεχνολογιών, ιδίως αυτών που σχετίζονται με την μηχανική μάθηση, οι οποίες σχετίζονται στενά με:

- στατιστικά μοντέλα
- θεωρία γνωστικής μάθησης

Επιπλέον αξίζει να αναφερθεί ότι υπάρχουν πολλές τεχνολογίες, οι οποίες υλοποιούνται σε ένα σύστημα ΤΝ έτσι ώστε να επιτύχουν:

- ανάλυση της μάθησης
- παροχή συστάσεων
- κατανόηση γνώσης
- απόκτηση γνώσης

Η βάση ανάπτυξης των συγκεκριμένων τεχνολογιών αποτελείται από τα παρακάτω επιστημονικά πεδία:

- μηχανική μάθηση
- εξόρυξη δεδομένων
- μοντελοποίηση γνώσης

Ένα εκπαιδευτικό σύστημα, το οποίο βασίζεται στην χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης αποτελείται από τα εκπαιδευτικά περιεχόμενα και τον αλγόριθμο που χρησιμοποιείται, ο οποίος με την σειρά του μπορεί να διαιρεθεί σε δύο τμήματα:

- το μοντέλο του συστήματος, το οποίο περιλαμβάνει το μοντέλο του εκπαιδευόμενου, το μοντέλο του εκπαιδευτή και το μοντέλο γνώσης
- τις ευφυείς τεχνολογίες

Συμπερασματικά μιλώντας, το μοντέλο λειτουργεί ως ο πυρήνας του συστήματος, παρέχοντας τεχνολογίες οι οποίες ενισχύουν την δυναμικότητα του εκάστοτε εκπαιδευτικού συστήματος.

*Εκπαιδευτικό μοντέλο που βασίζεται στην χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.*

Σε ένα εκπαιδευτικό σύστημα, το οποίο βασίζεται στην χρήση ΤΝ, το μοντέλο του εκπαιδευόμενου είναι κρίσιμης σημασίας για την βελτίωση των ικανοτήτων μάθησης (Avella et. al, 2016). Πιο συγκεκριμένα, δημιουργείται με βάση τα δεδομένα συμπεριφοράς των εκπαιδευόμενων, τα οποία δημιουργούνται με την σειρά τους με την διαδικασία μάθησης. Στην προκειμένη περίπτωση ο τρόπος σκέψης καθώς και οι ικανότητες του εκπαιδευόμενου αναλύονται προκειμένου να υπάρξει πρόσβαση στις μαθησιακές του ικανότητες. Στην συνέχεια, πραγματοποιείται ανάλυση της γνώσης που έχει αποκτηθεί έτσι ώστε να αποκτηθεί γνώση σχετικά με τις δεξιότητες του εκπαιδευόμενου. Η μοντελοποίηση γνώσης δημιουργεί συνδεσιμότητα μεταξύ:

- των αποτελεσμάτων μάθησης
- διαφόρων παραγόντων όπως εκπαιδευτικά υλικά, πηγές και συμπεριφορές διδασκαλίας

Επιπλέον, αξίζει να αναφερθεί ότι το μοντέλο γνώσης δημιουργεί τον χάρτη της δομής της γνώσης με εμπεριστατωμένα εκπαιδευτικά περιεχόμενα, περιλαμβάνοντας:

- εξειδικευμένη γνώση
- κανόνες πραγματοποίησης λαθών, τα οποία πραγματοποιούνται από τους εκπαιδευόμενους

Συνδυάζοντας το μοντέλο γνώσης με το μοντέλο του εκπαιδευόμενου, το εκπαιδευτικό μοντέλο προσδιορίζει τους κανόνες για την πρόσβαση στην γνώση, γεγονός το οποίο επιτρέπει στους διδάσκοντες να προσδιορίσουν τις εκπαιδευτικές στρατηγικές και δράσεις. Με τον τρόπο αυτό, οι εκπαιδευόμενοι είναι πιθανόν να συμπεριφέρονται με θετικό τρόπο, να αναλαμβάνουν δράσεις ή αναζητούν βοήθεια, δημιουργώντας με τον τρόπο αυτό μια πιο διαδραστική εκπαιδευτική διαδικασία. Στην συγκεκριμένη περίπτωση αξίζει να αναφέρουμε ότι τα εξελιγμένα περιβάλλοντα διεπαφής που αναπτύσσονται, παρέχουν λειτουργίες, οι οποίες εμπεριέχουν ΤΝ, όπως:

- αλληλεπίδραση φυσικής γλώσσας
- αναγνώριση φωνής
- αναγνώριση συναισθήματος εκπαιδευόμενων

### *Τεχνολογίες ευφυούς εκπαίδευσης*

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η μηχανική μάθηση, η ανάλυση μάθησης, καθώς και η εξόρυξη δεδομένων αποτελούν τεχνολογίες, οι οποίες είναι άμεσα συνδεδεμένες με την εκπαίδευση. Την δεδομένη χρονική στιγμή, έχουν εμπλακεί 2 διαφορετικά πεδία, τα οποία βασίζονται σε (Estevez et al., 2019):

- ανάλυση μάθησης
- εκπαιδευτική εξόρυξη δεδομένων

Επικαλύπτονται σε αντικείμενα και τεχνικές και επωφελούνται από μία ποικιλία επιστημονικών κλάδων, όπως:

- μηχανική μάθηση
- εξόρυξη δεδομένων
- στατιστική
- μοντελοποίηση δεδομένων

Όσο αφορά την **μηχανική μάθηση** (Kuřak, et al., 2018), ο πυρήνας της είναι η ανακάλυψη γνώσης, που στην ουσία αποτελεί την διαδικασία ανάλυσης με βάση δεδομένα, τα οποία ονομάζονται δεδομένα εκπαίδευσης, δημιουργώντας ενδιαφέροντα πρότυπα και δομημένη γνώση (Chen et al., 2020). Συγκεκριμενοποιώντας στην περίπτωση της εκπαίδευσης, η μηχανική μάθηση

μπορεί να συμβάλει στην δημιουργία συστάσεων προς μαθητές κατά την διάρκεια επιλογής πανεπιστημίων. Αξιοποιεί δεδομένα επιτευγμάτων, φιλοδοξιών και προτιμήσεων των φοιτητών, έτσι ώστε να ληφθούν υπόψη για την διαδικασία του ταιριάσματος που θα πραγματοποιηθεί για την εύρεση του καλύτερου δυνατού πανεπιστημίου με βάση τα παραπάνω χαρακτηριστικά.

Επιπροσθέτως η συγκεκριμένη τεχνολογία μπορεί να βοηθήσει τους διδάσκοντες έτσι ώστε να κατανοήσουν το πως κάθε έννοια απορροφάται από τους μαθητές. Με τον τρόπο αυτό, οι διδάσκοντες θα είναι σε θέση να προσαρμόσουν τις εκπαιδευτικές μεθόδους που χρησιμοποιούν. Επιπλέον αξίζει να αναφέρουμε ότι η μηχανική μάθηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση των εργασιών αλλά και των εξετάσεων των μαθητών με γρηγορότερο και πιο αποτελεσματικό τρόπο σε σχέση με την βαθμολόγηση από τον ανθρώπινο παράγοντα.

Η βαθιά μάθηση, η οποία αποτελεί υποκατηγορία της μηχανικής μάθησης τα τελευταία χρόνια έχει συγκεντρώσει μεγάλο ενδιαφέρον. Το συγκεκριμένο επιστημονικό πεδίο περιλαμβάνει:

- μάθηση με χρήση δέντρων απόφασης
- επαγωγικό λογικό προγραμματισμό
- συσταδοποίηση
- ενισχυτική μάθηση

- Bayesian δίκτυα

Από τεχνικής άποψης, η βαθιά μάθηση δίνει έμφαση σε αυξανόμενα βαρυσήμαντες αναπαραστάσεις από διαδοχικά επίπεδα μάθησης. Τα χαρακτηριστικά αυτών των επιπέδων εξάγονται μέσω μοντέλων που ονομάζονται νευρωνικά δίκτυα.

Όσο αφορά την **ανάλυση μάθησης**, εστιάζει σε δεδομένα τα οποία προκύπτουν από χαρακτηριστικά των μαθητών και αντικείμενα γνώσης από το μοντέλο του εκπαιδευόμενου και το μοντέλο γνώσης. Η βασική φιλοσοφία της ανάλυσης μάθησης σχετίζεται με την εισαγωγή μιας νέας τεχνολογίας, πχ μηχανική μάθηση που εφαρμόζεται σε έναν μη – τεχνολογικό κόσμο όπως αυτόν της εκπαίδευσης. Ο βασικός της στόχος να προσαρμοστεί η εκάστοτε εκπαιδευτική μέθοδος στις εκάστοτε ανάγκες και ικανότητες του εκπαιδευόμενου.

Επιπλέον, αξίζει να αναφερθεί ότι χρησιμοποιεί τεχνικές, οι οποίες σχετίζονται με:

- μηχανική μάθηση
- οπτικοποίηση δεδομένων
- επιστήμες εκπαίδευση
- σημασιολογία



Σαν παράδειγμα θα αναφέρουμε την μάθηση ικανοτήτων η οποία βασίζεται στην χρήση ΤΝ. Στην συγκεκριμένη περίπτωση δημιουργούνται κρίσιμα δεδομένα για τους μαθητές και προβλέπονται οι κρίσιμες ικανότητες που πρέπει να επιδιώκουν, επιτρέποντας με τον τρόπο αυτό στα εκπαιδευτικά ιδρύματα να λειτουργούν προκαταβολικά. Πέρα όμως από την συγκεκριμένη περίπτωση, αξίζει να αναφέρουμε και το γεγονός ότι ανάλυση μάθησης χρησιμοποιεί την ουσιαστική δυνατότητα που παρέχει η Τεχνητή Νοημοσύνη για μάθηση. Θέλοντας να γίνουμε πιο συγκεκριμένοι, αναφέρουμε ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί να εξετάσει διάφορες παραμέτρους για την κατηγοριοποίηση των νεοεισερχόμενων μαθητών.

Επόμενο βήμα για την ανάλυση μάθησης είναι να ξεφύγει από τα στενά όρια και να κινηθεί προς συστήματα τα οποία θα έχουν μεγαλύτερο βαθμό πολυπλοκότητας. Μια πρόκληση της ανάλυσης μάθησης αποτελεί η ανάγκη εφαρμογής της σε συγκεκριμένα γνωστικά πλαίσια, αλλά και η ταυτόχρονη ανάγκη για γενίκευσή της έτσι ώστε να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί από διαφορετικά μαθήματα και εκπαιδευτικούς οργανισμούς. Το μόνο σίγουρο είναι το γεγονός ότι η ανάλυση μάθησης αναμένεται να χρησιμοποιηθεί ευρέως έτσι ώστε να μπορεί να υποστηρίξει την διαδικασία μάθησης για:

- εκπαιδευόμενους

- εκπαιδευτικούς
- διευθυντικά στελέχη
- εκπαιδευτικούς οργανισμούς

Όσο αφορά την **εξόρυξη δεδομένων** στον εκπαιδευτικό τομέα, προσπαθεί να δημιουργήσει συστηματικές και αυτόματες απαντήσεις στους εκπαιδευόμενους. Ενώ, όσο αφορά την εξόρυξη δεδομένων στον εκπαιδευτικό τομέα, η οποία όμως εμπεριέχει και στοιχεία TN, έχει σαν στόχο:

- την δημιουργία κανόνων συσχέτισης
- την προσφορά αντικειμένων γνώσης στους μαθητές για την κάλυψη των αναγκών τους

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αναφέρουμε την άντληση δημογραφικών δεδομένων, αλλά και δεδομένων βαθμολογιών των μαθητών από έναν μικρό αριθμό γραπτών εργασιών.

Επιπλέον, η εξόρυξη δεδομένων μεταβάλλεται σε ένα πολύτιμο εργαλείο για την βελτίωση της διαδικασίας μάθησης, οδηγώντας σε μια καλύτερη κατανόηση των εκπαιδευτικών παραμέτρων αλλά και των εκπαιδευομένων. Με άλλα λόγια, η εξόρυξη δεδομένων μπορεί να θεωρηθεί ως ανακάλυψη προτύπων και προβλεπτική μοντελοποίηση, που:

- εφαρμόζεται στην ανακάλυψη γνώσης
- επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να πραγματοποιήσουν προσαρμογές για την βελτιστοποίηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας

Μια από τις πλέον σημαντικές εφαρμογές είναι ότι τέτοιου τύπου εξόρυξη δεδομένων μπορεί να επιτύχει εξατομικευμένη μάθηση, όπου οι μαθητές ακολουθούν τον δικό τους τρόπο μάθησης, με τον δικό τους ρυθμό πάντοτε εξατομικευμένα προς τα χαρακτηριστικά τους. Συμπερασματικά, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι η εξόρυξη δεδομένων μπορεί να ενισχύσει την εκπαιδευτική διαδικασία και να την καταστήσει πιο ακριβή και πιο αξιόπιστη.

### 1.3. Ο ρόλος της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση

Στον παρακάτω συγκεντρωτικό πίνακα, παρουσιάζουμε τους τρόπους με τους οποίους μπορεί η ΤΝ να εφαρμοστεί σε 3 βασικά τμήματα της εκπαιδευτικής διαδικασίας (Chen et al., 2020):

- Διαχείριση
- Καθοδήγηση
- Μάθηση

| Τομέας     | Λειτουργίες   |
|------------|---|
| Διαχείριση | <ul style="list-style-type: none"><li>• Πραγματοποίηση των διαχειριστικών εργασιών γρηγορότερα (βαθμολόγηση, παροχή ανατροφοδότησης)</li><li>• Ανάπτυξη εξατομικευμένου πλάνου μάθησης</li><li>• Υποβοήθηση των διδασκόντων στην λήψη αποφάσεων</li><li>• Παροχή ανατροφοδότησης και δυνατότητα συνεργασίας με τον μαθητή άμεσα</li></ul> |
| Καθοδήγηση | <ul style="list-style-type: none"><li>• Αντίληψη του κατά πόσο ένας μαθητής μπορεί να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις των projects και των ασκήσεων</li><li>• Παροχή εξατομικευμένου περιεχομένου των μαθημάτων</li></ul>  |

|        |   |
|--------|---|
|        | <ul style="list-style-type: none"><li>• Υποστήριξη συνεργασίας εκτός των στενών περιθωρίων της τάξης</li><li>• Προσαρμογή της μεθόδου διδασκαλίας για κάθε μαθητή με βάση τα προσωπικά του χαρακτηριστικά</li><li>• Υποβοήθηση των διδασκόντων στην δημιουργία εξατομικευμένων πλάνων μάθησης</li></ul> |
| Μάθηση | <ul style="list-style-type: none"><li>• Αποκάλυψη των αδυναμιών των μαθητών και διευθέτησή τους σε πρώιμο στάδιο</li><li>• Παραμετροποίηση της διαδικασίας επιλογής πανεπιστημίου για τους μαθητές</li></ul>  |

- Πρόβλεψη του μονοπατιού καριέρας του κάθε μαθητή συλλέγοντας δεδομένα σχετικά με την απόδοσή του
- Προσδιορισμός της τρέχουσας κατάστασης και εφαρμογή ευφυούς προσαρμογής για επίτευξη καλύτερων εκπαιδευτικών αποτελεσμάτων

## 2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

### 2.1. Ερευνητική Μέθοδος

Στην περίπτωση της συγκεκριμένης βιβλιογραφικής ανασκόπησης σχετικά με την εφαρμογή μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης σε εκπαιδευτικά λογισμικά, ακολουθήθηκε η ερευνητική μέθοδος PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Πρόκειται για μία από τις πλέον διαδεδομένες μεθόδους συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης. Η εφαρμογή της μεθόδου αυτής πραγματοποιήθηκε σε 3 βήματα:

- Επιλογή άρθρων
- Έλεγχος άρθρων και απομάκρυνση άσχετων με το αντικείμενο άρθρων
- Κωδικοποίηση δεδομένων, εξαγωγή πληροφορίας και πραγματοποίηση ανάλυσης

### 2.2. Συλλογή άρθρων – Κριτήρια αναζήτησης

Αρχικά αξίζει αναφέρουμε τις πηγές, στις οποίες πραγματοποιήθηκε η αναζήτηση των επιστημονικών άρθρων:

- ERIC
- WOS
- SCOPUS

Στην συνέχεια, πραγματοποιήθηκε αναζήτηση στις 3 παραπάνω πηγές, όπου εκτός από το αντικείμενο (εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης σε εκπαιδευτικά λογισμικά), τέθηκαν τα παρακάτω κριτήρια:

- χρονολογία άρθρων από το 2012 και μετά
- τύπος εγγράφων: articles ή journals
- γλώσσα άρθρων: αγγλική
- τύπος αποτελεσμάτων: full text

Τα παραπάνω κριτήρια μας βοήθησαν σε ένα αρχικό φιλτράρισμα των αποτελεσμάτων.

### 2.3. Έλεγχος – Κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού άρθρων

Με βάση τα άρθρα, τα οποία επελέγησαν από το προηγούμενο βήμα, συνεχίστηκε η διαδικασία φιλτραρίσματος και επιλογής των τελικών άρθρων, τα οποία αποτέλεσαν την βάση της μελέτης μας. Τα κριτήρια, τα οποία ακολουθήθηκαν για την διαδικασία του αποκλεισμού άρθρων είναι τα παρακάτω:



- Μη εστίαση στον τομέα της εκπαίδευσης
- Άρθρα, τα οποία περιείχαν μόνο θεωρητικές γνώσεις.
- Άρθρα, τα οποία περιείχαν μόνο γενικότητες και σχολιασμούς, χωρίς αναφορά σε πραγματικά συστήματα.

Τέλος, απομακρύνθηκαν τα διπλότυπα άρθρα (λογικό γεγονός, αφού χρησιμοποιήθηκαν τρεις διαφορετικές πηγές) και στο τέλος προέκυψαν 59 διαφορετικά και αξιόπιστα επιστημονικά άρθρα, τα οποία αποτέλεσαν την βάση της μελέτης μας.

#### 2.4. Αξιολόγηση ποιότητας μελέτης

Όσο αφορά την ποιότητα της μελέτης, η οποία πραγματοποιήθηκε, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι είναι υψηλή, καθώς προηγήθηκε εξαντλητική διαδικασία αναζήτησης και επιλογής άρθρων και χρησιμοποιήθηκαν αξιόπιστες από την επιστημονική κοινότητα πηγές. Μπορούμε στο σημείο αυτό να ισχυριστούμε ότι η διαδικασία αναζήτησης και επιλογής άρθρων απαίτησε σημαντικό χρόνο και προσπάθεια, που ισοδυναμούν με την συγγραφή του κειμένου της εργασίας. Επιπλέον το πλήθος των άρθρων είναι σημαντικό για την πολύπλευρη αντιμετώπιση του ζητήματος και όσο αφορά την χρονολογία των άρθρων, τα

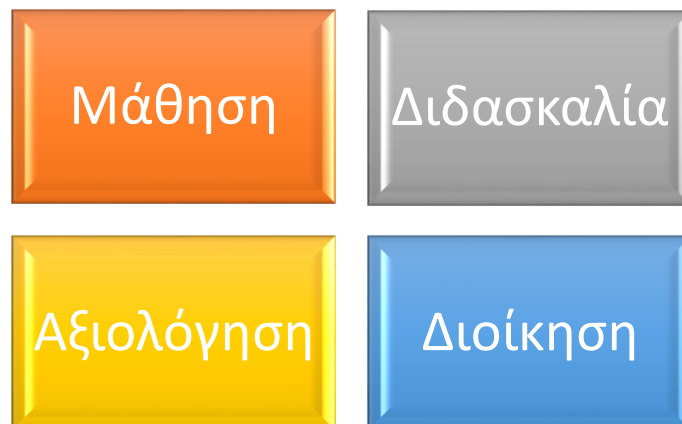
περισσότερα όπως θα διαπιστωθεί και στην συνέχεια είναι από το 2019 και μετά.

Όλα τα παραπάνω συνηγορούν στην αξιοπιστία των αποτελεσμάτων μας.

### 3. Ερευνητικά Αποτελέσματα

Όσο αφορά τα ερευνητικά αποτελέσματα, θα εστιάσουμε σε 4 διαφορετικούς τομείς εφαρμογής των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση:

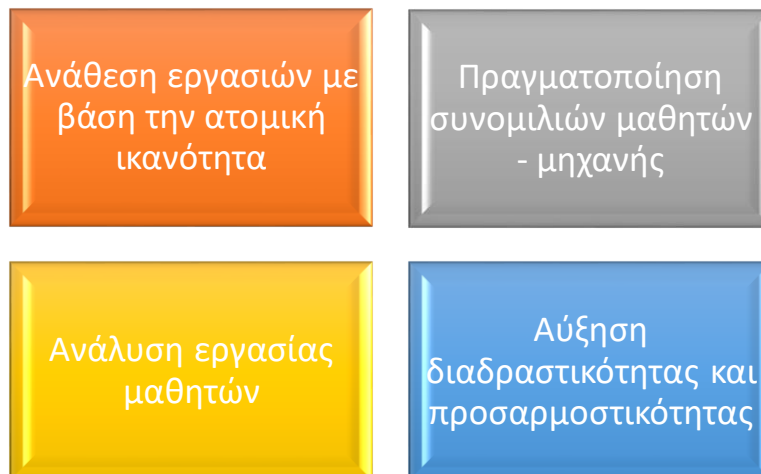
- Μάθηση
- Διδασκαλία
- Αξιολόγηση
- Διοίκηση



### 3.1. Τεχνητή Νοημοσύνη στην διαδικασία μάθησης

Η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην διαδικασία μάθησης μπορεί να ταξινομηθεί σε βασικές κατηγορίες:

- ανάθεση εργασιών με βάση την ατομική ικανότητα
- πραγματοποίηση συνομιλιών μαθητών-μηχανής
- ανάλυση της εργασίας των μαθητών με σκοπό την παροχή ανατροφοδότησης
- αύξηση της προσαρμοστικότητας και της διαδραστικότητας σε ψηφιακά περιβάλλοντα



Παρακάτω, ο αντίστοιχος συγκεντρωτικός πίνακας συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης που έχουν αναπτυχθεί στην συγκεκριμένη περίπτωση:

«Χρήση τεχνικών τεχνητής νοημοσύνης σε εκπαιδευτικά λογισμικά: Ανασκόπηση βιβλιογραφίας»

| Συγγραφέας                   | Έτος | Χώρα           | Επίπεδο<br>Εκπαίδευσης      | Τεχνολογία   | Χρήση  |
|------------------------------|------|----------------|-----------------------------|--|--|
| Bonneton-<br>Botte<br>et al. | 2020 | Γαλλία         | Προσχολική<br>εκπαίδευση    | Δεν<br>προσδιορίζεται                                    | Εφαρμογή<br>εκμάθησης<br>γραπτού<br>και<br>προφορικού<br>λόγου |
| Chew & Chua                  | 2020 | Μαλαι<br>σία   | Ανώτατη<br>εκπαίδευση       | Αναγνώριση<br>Ήχου,<br>Επεξεργασία<br>Φυσικής<br>Γλώσσας | Εκμάθηση<br>κινέζικης<br>γλώσσας                               |
| Chiu et al,                  | 2021 | Χονγκ<br>Κονγκ | Δευτεροβάθμια<br>εκπαίδευση | Δεν<br>προσδιορίζεται                                    | Ρομποτικό<br>αυτοκίνητο  |
| Gunawan et<br>al.            | 2021 | Ινδονη<br>σία  | Ανώτατη<br>εκπαίδευση       | Δεν<br>προσδιορίζεται                                    | Διαδικτυακ<br>ό<br>περιβάλλον<br>μάθησης                       |

|                                  |      |                |                       |   |                                   |
|----------------------------------|------|----------------|-----------------------|---|-----------------------------------|
| Hill et al.                      | 2015 | ΗΠΑ            | Ανώτατη<br>εκπαίδευση | Δεν<br>προσδιορίζεται   | Διαλογικός<br>πράκτορας           |
| Kickmeier-Rust<br>&<br>Holzinger | 2019 | Αυστρία        | Ανώτατη<br>εκπαίδευση | Βελτιστοποίηση<br>ACO   | Παιχνίδι                          |
| Kim et al.                       | 2021 | Κορέα          | Ανώτατη<br>εκπαίδευση | Δεν<br>προσδιορίζεται   | Διαλογικός<br>Πράκτορας           |
| Koc-Januchta<br>et al.           | 2020 | Σουηδία        | Ανώτατη<br>εκπαίδευση | Αναπαράσταση<br>γνώσης,<br>αλγοριθμικές<br>μέθοδοι και<br>επεξεργασία<br>φυσικής<br>γλώσσας | Διαδραστικ<br>ό βιβλίο            |
| Kong et al.                      | 2021 | Σιγκαπ<br>ούρη | Ανώτατη<br>εκπαίδευση | Επεξεργασία<br>φυσικής<br>γλώσσας   | Εξομοιωτής<br>εικονικού<br>ασθενή |
| Luckin &<br>Cukurova             | 2019 | Ηνωμέ<br>νο    | Ανώτατη<br>εκπαίδευση | Αναγνώριση<br>προσώπου  | Εμπορική<br>πλατφόρμα             |

«Χρήση τεχνικών τεχνητής νοημοσύνης σε εκπαιδευτικά λογισμικά: Ανασκόπηση βιβλιογραφίας»

|                    |      |          |                        |                                    |                              |
|--------------------|------|----------|------------------------|------------------------------------|------------------------------|
|                    |      | Βασίλειο |                        |                                    |                              |
| Palasundram et al. | 2019 | Μαλαισία | Ανώτατη εκπαίδευση     | Νευρωνικό Δίκτυο RNN               | Διαλογικός πράκτορας         |
| Salas-Pilco        | 2020 | Κίνα     | Πρωτοβάθμια εκπαίδευση | Δεν προσδιορίζεται                 | Ρομποτική                    |
| Shih et al., 2021  | 2021 | Ταϊβάν   | Ανώτατη Εκπαίδευση     | Συνελικτικό Νευρωνικό Δίκτυο (CNN) | Εργαλείο Ελέγχου αυτοκινήτου |
| Vahabzadeh et al.  | 2018 | ΗΠΑ      | Πρωτοβάθμια εκπαίδευση | MLP                                | Έξυπνα γυαλιά και εφαρμογές  |
| Villegas-Ch et al. | 2020 | Μεξικό   | Ανώτατη εκπαίδευση     | Επεξεργασία φυσικής γλώσσας        | Διαλογικός Πράκτορας         |
| Westera et al.     | 2020 | Ολλανδία | Δεν προσδιορίζεται     | Επεξεργασία φυσικής                | Ευφυή συστήματα              |

|  |  |  |  |                           |                 |
|--|--|--|--|---------------------------|-----------------|
|  |  |  |  | γλώσσας,<br>ασαφής λογική | διδασκαλία<br>ς |
|--|--|--|--|---------------------------|-----------------|

### Ανάθεση εργασιών με βάση την ατομική ικανότητα

Τα περιβάλλοντα που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη έχουν χρησιμοποιηθεί για την εξατομίκευση εργασιών, έτσι ώστε να διευκολύνουν την μάθηση των μαθητών. Για παράδειγμα, έχει δημιουργηθεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα τεχνητής νοημοσύνης (Hirankerd and Kittisunthonphisarn, 2020), που χρησιμοποιεί τεχνολογίες επαυξημένης, εικονικής και μικτής πραγματικότητας για την παρακολούθηση της προόδου της μάθησης των μαθητών, έτσι ώστε να τους ανατίθενται εργασίες προσαρμοσμένες στις ανάγκες και το προφίλ τους. Επίσης, έχει αναπτυχθεί ένας εικονικός ασθενής για την εκπαίδευση φοιτητών ιατρικής και την πραγματοποίηση κλινικών μελετών πάνω σε αυτόν (Kong et al., 2021). Επιπροσθέτως, έχει δημιουργηθεί και αναπτυχθεί ένα έξυπνο εικονικό εργαστήριο (Munawar et al. (2018)) για την κάλυψη των αναγκών των μαθητών μέσω της ανάθεσης εργαστηριακών ασκήσεων σε κατάλληλο επίπεδο, όπως επίσης και ένα «δέρμα» ενισχυμένο με τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης για την παροχή ανατροφοδότησης σε πραγματικό χρόνο, καθώς και εργασιών προς φοιτητές ιατρικής (Yang and Shulruf, 2019). Ωστόσο, αυτές οι μελέτες

υπογραμμίζουν την έλλειψη υποστηρικτικών μαθησιακών πόρων. Το γεγονός αυτό αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις προς την συγκεκριμένη κατεύθυνση. Καθώς οι εργασίες των μαθητών που παρέχονται από τα ευφυή συστήματα έχουν αναπτυχθεί εκ των προτέρων και δεν έχουν δημιουργηθεί δυναμικά, οι εργασίες δεν ήταν πάντα επαρκείς για την κάλυψη των ατομικών αναγκών των εκπαιδευόμενων. Τα αποτελέσματα των μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί, δείχνουν ότι η εξατομικευμένη μάθηση που προσφέρεται από τις τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο όσο αφορά την εφαρμογή, με την έλλειψη των κατάλληλων μαθησιακών πόρων να αποτελεί τη μεγαλύτερη πρόκληση.

### Πραγματοποίηση συνομιλιών μαθητών–μηχανής

Η χρήση διαλογικών πρακτόρων αποτελεί μία από τις πλέον συνηθισμένες προσεγγίσεις όσο αφορά την ανάπτυξη ευφυών εκπαιδευτικών συστημάτων. Οι περισσότερες από τις μελέτες υλοποίησαν διαλογικούς πράκτορες(chatbots) και διαδραστικά βιβλία, που επέτρεψαν στους μαθητές να πραγματοποιούν συνομιλίες με μηχανές σχετικά με την διαδικασία μάθησής τους. Οι τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης μιμούνται τις διαδικασίες της ανθρώπινης σκέψης χρησιμοποιώντας δομές που περιέχουν τη γνώση και την εμπειρία των



ανθρώπινων εμπειρογνομώνων. Οι διαλογικοί πράκτορες και τα βιβλία που έχουν κατασκευαστεί με αυτές τις τεχνικές έχουν εφαρμοστεί στην εκμάθηση γλωσσών, ώστε να βοηθήσουν τους μαθητές να αναπτύξουν τις επικοινωνιακές τους ικανότητες μέσω του συνεχιζόμενου διαλόγου. (Chew & Chua, 2020; Kim et al., 2021; Palasundram et al., 2019). Οι μαθητές αλληλοεπιδρούσαν με πράκτορες τεχνητής νοημοσύνης ακολουθώντας την τεχνική της υποβολής ερωτήσεων και της επιστροφής απαντήσεων. Οι περισσότεροι από τους μαθητές διαπίστωσαν ότι αυτή ήταν μια χρήσιμη και ευχάριστη μέθοδος απόκτησης απαντήσεων σε απλές ερωτήσεις. Ωστόσο, τα αποτελέσματα των ερευνών που πραγματοποιήθηκαν εμπεριέχουν ενδοιασμούς σχετικά με το κατά πόσο η χρήση τέτοιου τύπου συστημάτων βελτίωση την διαδικασία μάθησης με τρόπο ουσιαστικό. Επομένως η βελτίωση της απόδοσης τέτοιου τύπου συστημάτων, έτσι ώστε να ενισχύουν ακόμη περισσότερο την διαδικασία μάθησης, αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις για το μέλλον.

### **Ανάλυση της εργασίας των μαθητών για ανατροφοδότηση**

Μια άλλη κοινή χρήση της τεχνητής νοημοσύνης είναι να παρέχει στους μαθητές έγκαιρη καθοδήγηση και ανατροφοδότηση αναλύοντας την εργασία και τη μαθησιακή τους διαδικασία. Για παράδειγμα, έχει αναπτυχθεί μια εφαρμογή

τεχνητής νοημοσύνης που βασίζεται σε σημειωματάρια, έτσι ώστε να αναγνωρίσει και να αποκτήσει το χειρόγραφο των μαθητών του νηπιαγωγείου και στη συνέχεια να αναλύσει τα χωροχρονικά χαρακτηριστικά του (δηλαδή το σχήμα, τη σειρά και την κατεύθυνση των τμημάτων) (Bonneton-Botte et al., 2020). Η εφαρμογή έδινε ανατροφοδότηση στους μαθητές στο τέλος κάθε συνεδρίας γραφής. Επιπλέον, μια άλλη μέθοδος (Vahabzadeh et al., 2018) χρησιμοποίησε έξυπνα γυαλιά με δυνατότητα τεχνητής νοημοσύνης για να βελτιώσει την προσοχή των αυτιστικών μαθητών, παρακολουθώντας τα κοινωνικά συνειδητοποιημένα συναισθήματα και τη συμπεριφορά τους. Στις περισσότερες περιπτώσεις, ωστόσο, η ανατροφοδότηση που δόθηκε από αυτά τα συστήματα ήταν προετοιμασμένη και δεν ανταποκρίθηκε στις ανάγκες κάθε μαθητή. Οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές θα προτιμούσαν ένα πιο φιλικό προς το χρήστη και αποτελεσματικό σύστημα, το οποίο να παρέχει ουσιαστικές συμβουλές έναντι της μηχανικής επανάληψης της ανατροφοδότησης. Αυτή η διαπίστωση (Holstein et al., 2019) αποτελεί μια μελλοντική πρόκληση, η οποία θα πρέπει να διερευνηθεί στο άμεσο μέλλον, ώστε να επιτευχθούν καλύτερα αποτελέσματα.

## Αύξηση της προσαρμοστικότητας και της διαδραστικότητας σε ψηφιακά περιβάλλοντα

Οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης έχουν επίσης εφαρμοστεί για τη συλλογή δεδομένων μάθησης των μαθητών και τη διευκόλυνση των αλληλεπιδράσεων, έτσι ώστε να επιτυγχάνονται πιο προσαρμοστικά ψηφιακά περιβάλλοντα. Για παράδειγμα, έχει αναπτυχθεί ένα προηγμένο περιβάλλον ηλεκτρονικής μάθησης για φοιτητές μηχανικών (Samarakou et al., 2015). Επιπλέον, έχει σχεδιαστεί και αναπτυχθεί ένας συνδυαστικός αλγόριθμος βελτιστοποίησης που ήταν χρήσιμος και αποτελεσματικός σε προσαρμοστικά παιχνίδια (Kickmeier-Rust and Holzinger, 2019). Επιπροσθέτως, έχουν χρησιμοποιηθεί τεχνικές, όπως αναγνώριση συναισθημάτων προσώπου και αυτόματη προσαρμογή δυσκολίας για την δημιουργία προφίλ των μαθητών και εφαρμοσμένες τεχνικές, όπως μη λεκτική σωματική κίνηση και συγχρονισμένη ομιλία στα χείλη, Τα προφίλ και οι χαρακτήρες των μαθητών ενίσχυσαν την προσαρμοστικότητα και τη διαδραστικότητα της μάθησης. Ωστόσο, αυτές οι μελέτες που επικεντρώνονται στην ανάπτυξη και εφαρμογή ψηφιακών περιβαλλόντων υποστηριζόμενων από τεχνητή νοημοσύνη, δεν εξέτασαν τον τρόπο με τον οποίο τα περιβάλλοντα αυτά ενισχύουν την διαδικασία μάθησης. Επομένως, προς την συγκεκριμένη

κατεύθυνση απαιτούνται πιο εξειδικευμένες μελέτες, που θα προβούν και σε ανάλυση αποτελεσμάτων.

### 3.2. Τεχνητή Νοημοσύνη στην διδασκαλία

Όσο αφορά την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην διδασκαλία, διακρίνονται οι τρεις παρακάτω κατηγορίες εφαρμογής:

- η παροχή προσαρμοστικών στρατηγικών διδασκαλίας
- η ενίσχυση της ικανότητας των εκπαιδευτικών να διδάσκουν
- η υποστήριξη της επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών



Παρακάτω, ο αντίστοιχος συγκεντρωτικός πίνακας συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης που έχουν αναπτυχθεί στην συγκεκριμένη περίπτωση:

| Συγγραφείας        | Έτος | Χώρα                | Επίπεδο<br>Εκπαίδευσης      | Τεχνολογία                         | Χρήση                            |
|--------------------|------|---------------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Aldeman<br>et al.  | 2021 | Βραζιλία            | Ανώτατη<br>εκπαίδευση       | J48                                | Ευφυές<br>σύστημα<br>διδασκαλίας |
| Bennane            | 2013 | Μαρόκο              | Ανώτατη<br>εκπαίδευση       | Ενισχυτική<br>μάθηση               | Παιδαγωγικό<br>ς πράκτορας       |
| Crowe et<br>al.    | 2017 | ΗΠΑ                 | Δεν<br>προσδιορίζεται       | Επεξεργασία<br>φυσικής<br>γλώσσας  | Ευφυές<br>σύστημα<br>διδασκαλίας |
| Cukurova<br>et al. | 2019 | Ηνωμένο<br>Βασίλειο | Ανώτατη<br>εκπαίδευση       | Αλγόριθμοι<br>ανάλυσης<br>ήχου     | Ευφυές<br>σύστημα<br>διδασκαλίας |
| Hsieh et al.       | 2020 | Ταϊβάν              | Δευτεροβάθμια<br>εκπαίδευση | Συνελικτικό<br>νευρωνικό<br>δίκτυο | Εκπαιδευτικό<br>ρομπότ           |

«Χρήση τεχνικών τεχνητής νοημοσύνης σε εκπαιδευτικά λογισμικά: Ανασκόπηση βιβλιογραφίας»

|                 |      |                     |                           |   |                                       |
|-----------------|------|---------------------|---------------------------|---|---------------------------------------|
| Huang           | 2018 | Ταϊβάν              | Ανώτατη<br>εκπαίδευση     | Δεν<br>προσδιορίζεται   | Σύστημα<br>διδασκαλίας                |
| Lampros et al.  | 2021 | Ηνωμένο<br>Βασίλειο | Πρωτοβάθμια<br>εκπαίδευση | Τεχνικές<br>μηχανικής<br>μάθησης,<br>Λογιστική<br>Παλινδρόμηση<br>και Random<br>Forests | Σύστημα<br>διδασκαλίας                |
| Luo             | 2018 | Κίνα                | Ανώτατη<br>εκπαίδευση     | Prolog  | Σύστημα<br>διδασκαλίας                |
| Mokmin          | 2020 | Μαλαισία            | Ανώτατη<br>εκπαίδευση     | Αλγόριθμος<br>CBR   | Mobile<br>εφαρμογή                    |
| Samaraku et al. | 2015 | Ελλάδα              | Ανώτατη<br>εκπαίδευση     | Δεν<br>προσδιορίζεται   | Σύστημα<br>αξιολόγησης<br>διδασκαλίας |

|                          |      |         |                        |                                |                                    |
|--------------------------|------|---------|------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Soong et al.             | 2020 | Καναδάς | Ανώτατη Εκπαίδευση     | Αλγόριθμος τεχνητής νοημοσύνης | Πακέτο λογισμικού                  |
| Topal et al.             | 2021 | Τουρκία | Πρωτοβάθμια εκπαίδευση | Επεξεργασία φυσικής γλώσσας    | Διαλογικός Πράκτορας               |
| Yang, Huan, & Yang, 2020 | 2020 | Κίνα    | Ανώτατη εκπαίδευση     | Συνελικτικό νευρωνικό δίκτυο   | Ευφυής πλατφόρμα διαχείρισης cloud |
| Zhang, J. J.             | 2021 | Κίνα    | Δεν προσδιορίζεται     | Δέντρο απόφασης                | Σύστημα διδασκαλίας                |

### Παροχή προσαρμοστικών στρατηγικών διδασκαλίας

Τα ευφυή συστήματα διδασκαλίας στοχεύουν στο να προτείνουν περιεχόμενο διδασκαλίας και εργασίες που είναι κατάλληλες για την εξυπηρέτηση των διδακτικών αναγκών (Aldeman et al., 2021). Για παράδειγμα, έχουν υλοποιηθεί συστήματα τεχνητής νοημοσύνης (Luo, 2018), τα οποία χρησιμοποιούν

πολυτροπικά δεδομένα αισθητήρων για τον εντοπισμό των συναισθηματικών καταστάσεων των μαθητών και για την παροχή βοήθειας προς τους εκπαιδευτικούς, ώστε να καθορίσουν τη βέλτιστη παρουσίαση του περιεχομένου, των μεθόδων διδασκαλίας και των στρατηγικών επικοινωνίας. Επιπλέον, έχει υλοποιηθεί ένας ταξινομητής τεχνητής νοημοσύνης (Lampros et al., 2021), ο οποίος χρησιμοποιείται για να προτείνει αποτελεσματικές στρατηγικές επικοινωνίας προς τους εκπαιδευτικούς, ώστε να διδάσκουν αυτιστικούς μαθητές αναλύοντας τις απαντήσεις και τα χαρακτηριστικά τους. Σε μια άλλη μελέτη (Crowe et al., 2017), οι εκπαιδευτικοί προσάρμοσαν τις στρατηγικές διδασκαλίας τους με βάση την άμεση ανατροφοδότηση που παρέχεται από ένα πακέτο λογισμικού επεξεργασίας του μαθησιακού υλικού. Ωστόσο, η ανάλυσή μας αποκάλυψε δύο σημαντικές προκλήσεις σε αυτόν τον τομέα:

- Πρώτον, υπάρχει έλλειψη πρακτικών δοκιμών αυτών των ευφυών συστημάτων. Μερικοί ερευνητές σημείωσαν ότι οι μελέτες τους περιορίστηκαν από τον ανεπαρκή αριθμό συμμετεχόντων και τη σύντομη διάρκεια του πειράματος.
- Δεύτερον, η έλλειψη κριτηρίων αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας αυτών των συστημάτων εμποδίζει την αντικειμενικότητα της αξιολόγησης και την ευεργετική ανάπτυξη των σχετικών τεχνολογιών.



## Ενίσχυση της ικανότητας διδασκαλίας των εκπαιδευτικών

Ο συνδυασμός της υποβοηθούμενης από υπολογιστή διδασκαλίας και των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης έχει εφαρμοστεί για να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς ώστε να διαχειριστούν τη διδασκαλία τους στην τάξη (D. Yang, Oh, & Wang, 2020; Zhang, 2021). Οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης έχουν χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη της διδασκαλίας σε διάφορες τάξεις με την αποτελεσματική μεταφόρτωση, ανάθεση και διανομή μαθησιακού υλικού. Αυτές οι εφαρμογές (Huang et al., 2021) έχουν βελτιώσει σημαντικά την αποτελεσματικότητα της διαχείρισης της τάξης για τους εκπαιδευτικούς. Ωστόσο, οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί δεν έχουν κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των τεχνολογιών. Χωρίς να κατανοήσουν τον μηχανισμό της ανάθεσης εργασιών και των συστάσεων στρατηγικής διδασκαλίας, οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι αισθάνονται ότι ο έλεγχός τους μειώθηκε και ότι εργάζονταν με ένα μαύρο κουτί. Η προκύπτουσα μείωση της αυτό-αποτελεσματικότητας μπορεί να αποθαρρύνει τους εκπαιδευτικούς από τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης για να υποστηρίξουν των μεθόδων διδασκαλίας τους.

## Υποστήριξη της επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών

Οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης έχουν εφαρμοστεί όχι μόνο για την υποστήριξη της διδασκαλίας αλλά και για την υποστήριξη της επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών. Στις μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί (Gunawan et al., 2021; Lampros et al., 2021), οι εκπαιδευτικοί έλαβαν προτάσεις και σχόλια σχετικά με τη διδασκαλία τους από συστήματα τεχνητής νοημοσύνης που ανέλυσαν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο στις τάξεις, όπως δεξιότητες συμπεριφοράς, και απαντήσεις των εκπαιδευτικών σε διαγνωστικές δοκιμές της γνώσης του παιδαγωγικού τους υποβάθρου. Τα μοντέλα αξιολόγησης διδασκαλίας έχουν επίσης κατασκευαστεί από δεδομένα διδασκαλίας (Hu, 2021; Li & Su, 2020). Η αντικειμενικότητα των αξιολογητών της τεχνητής νοημοσύνης σημαίνει ότι οι εκπαιδευτικοί προσβάλλονται λιγότερο από την κριτική και ενθαρρύνονται ώστε να προβληματιστούν σχετικά με τις διδακτικές τους πρακτικές. Ωστόσο, μόνο ένα από τα υπό εξέταση άρθρα είχε ως πρωταρχικό ερευνητικό στόχο την επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών, γεγονός που δείχνει ότι οι εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στις δραστηριότητες επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών βρίσκονται σε πρωταρχικό ακόμη στάδιο. Η ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης για το σκοπό αυτό αντιμετωπίζει επίσης ορισμένες προκλήσεις. Πιο συγκεκριμένα αναφέρουμε ότι, ο

περιορισμένος αριθμός προσχεδιασμένων προτάσεων και σχολίων μπορεί να μην είναι κατάλληλος για εκπαιδευτικούς που διαθέτουν μεγάλη εμπειρία.

### 3.3. Τεχνητή Νοημοσύνη στην αξιολόγηση

Όσο αφορά την αξιολόγηση, έχουν καταγραφεί σύμφωνα με την μελέτη που πραγματοποιήθηκε οι δύο παρακάτω κατηγορίες:

- πραγματοποίηση αυτόματης βαθμολόγησης
- πρόβλεψη της απόδοσης των μαθητών

Πραγματοποίηση  
αυτόματης  
βαθμολόγησης

Πρόβλεψη της  
απόδοσης των  
μαθητών

Παρακάτω, ο αντίστοιχος συγκεντρωτικός πίνακας συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης που έχουν αναπτυχθεί στην συγκεκριμένη περίπτωση:

«Χρήση τεχνικών τεχνητής νοημοσύνης σε εκπαιδευτικά λογισμικά: Ανασκόπηση βιβλιογραφίας»

| Συγγραφέας                 | Έτος | Χώρα               | Επίπεδο<br>Εκπαίδευσης                            | Τεχνολογία                | Χρήση                   |
|----------------------------|------|--------------------|---|---------------------------|-------------------------|
| Alghamdi<br>et al.         | 2020 | Σαουδική<br>Αραβία | Δεν<br>προσδιορίζεται                             | Ασαφής λογική             | Σύστημα<br>αξιολόγησης  |
| Costa-<br>Mendes et<br>al. | 2021 | Πορτογαλία         | Δευτεροβάθμια<br>εκπαίδευση                       | Random Forest,<br>SVM, NN | Σύστημα<br>πρόβλεψης    |
| Fu et al.                  | 2020 | Κίνα               | Ανώτατη<br>εκπαίδευση                             | Αναγνώριση<br>ομιλίας     | Αυτόματη<br>βαθμολόγηση |
| Holstein et<br>al.         | 2019 | ΗΠΑ                | Πρωτοβάθμια<br>και<br>δευτεροβάθμια<br>εκπαίδευση | Δεν<br>προσδιορίζεται     | Εργαλείο<br>ανάλυσης    |
| Hu, J. J.                  | 2021 | Κίνα               | Δεν<br>προσδιορίζεται                             | WNB                       | Σύστημα<br>αξιολόγησης  |
| Khan et al.                | 2021 | Μαλαισία           | Ανώτατη<br>εκπαίδευση                             | Νευρωνικά<br>Δίκτυα       | Σύστημα<br>Πρόβλεψης    |

|                               |      |                     |                           |                                 |                                    |
|-------------------------------|------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Li & Su                       | 2020 | Χονγκ<br>Κονγκ      | Πρωτοβάθμια<br>εκπαίδευση | Μέθοδοι<br>μηχανικής<br>μάθησης | Σύστημα<br>αξιολόγησης             |
| Parapadakis                   | 2020 | Ηνωμένο<br>Βασίλειο | Ανώτατη<br>εκπαίδευση     | Δεν<br>προσδιορίζεται           | Σύστημα<br>πρόβλεψης               |
| Rodriguez-<br>Barrios<br>et a | 2021 | Μεξικό              | Πρωτοβάθμια<br>εκπαίδευση | Bayesian Logic                  | Ανάλυση<br>κατανόησης<br>ανάγνωσης |
| Tang & Hai                    | 2021 | ΗΠΑ                 | Δεν<br>προσδιορίζεται     | AHP                             | Σύστημα<br>αξιολόγησης             |
| Wang &<br>Zheng               | 2020 | Κίνα                | Ανώτατη<br>εκπαίδευση     | AHP                             | Σύστημα<br>αξιολόγησης             |
| Yu                            | 2021 | Κίνα                | Ανώτατη<br>εκπαίδευση     | Random Forest                   | Μοντέλο<br>πρόβλεψης               |

### Πραγματοποίηση αυτόματης βαθμολόγησης

Η μελέτη μας έδειξε ότι η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης για την ενίσχυση και την αυτοματοποίηση της αξιολόγησης είχε ως αποτέλεσμα πιο αποτελεσματική

πραγματοποίηση αξιολόγησης (Alghamdi et al., 2020; Fu et al., 2020). Διαπιστώθηκε ότι τα ενισχυμένα με τεχνητή νοημοσύνη συστήματα βαθμολόγησης για την γραφή, την ομιλία γλωσσών και τα μαθηματικά παρείχαν πιο ακριβή, γρήγορη και ασφαλή αποτελέσματα. Ωστόσο, το μεγαλύτερο μέρος της αυτόματης βαθμολόγησης και διόρθωσης ήταν ομοιογενές και εφαρμόστηκε σε λίγους μόνο κλάδους και τομείς, όπως η εκμάθηση γλωσσών, γεγονός που δείχνει ότι αυτή η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στον συγκεκριμένο τομέα βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης. Η μετεγκατάσταση της τεχνολογίας σε αυθεντικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα θα παρουσίαζε τεράστιες προκλήσεις και επιπλέον, υπάρχουν ανεπαρκή κριτήρια για την αξιολόγηση της εγκυρότητας των συστημάτων βαθμολόγησης σε διαφορετικά πλαίσια.

### Πρόβλεψη της απόδοσης των μαθητών

Οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης φαίνεται να έχουν βοηθήσει στην πρόβλεψη της απόδοσης των μαθητών, ιδιαίτερα στην περίπτωση της ηλεκτρονικής εκπαίδευσης (Costa-Mendes et al., 2021; Yu, 2021). Έχουν αποδείξει την ικανότητα να προβλέπουν την απόδοση των μαθητών σε διαδικτυακά μαθήματα αξιολογώντας την έκταση και την ποιότητα της συμμετοχής τους σε μαθησιακές δραστηριότητες, όπως αποτελούν τα φόρουμ συζήτησης. Αυτή η

λειτουργικότητα είναι πολύ σημαντική για την εξ αποστάσεως εκπαίδευση λόγω της απουσίας εκπαιδευτικών. Ωστόσο, η επιλογή δεδομένων για πρόβλεψη είναι δύσκολη. Μια μελέτη υποστήριξε ότι τα δεδομένα των μαθητών που χρησιμοποιούνται για κλασικές στατιστικές μπορεί να μην ταιριάζουν σε μοντέλα πρόβλεψης τεχνητής νοημοσύνης. Για παράδειγμα, τα υπάρχοντα δεδομένα σχετικά με την υποστήριξη του οικογενειακού εισοδήματος, τη βοήθεια υποτροφιών και την κοινωνικοοικονομική κατάσταση της κομητείας δεν ήταν σε θέση να αντιπροσωπεύσουν κοινωνικοοικονομικές μεταβλητές για μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης που έπρεπε να αναπτυχθούν. Με άλλα λόγια, η επιλογή κατάλληλων δεδομένων για μοντέλα πρόβλεψης της απόδοσης των μαθητών παραμένει δύσκολη, καθώς τα δεδομένα δεν είναι τα ίδια με αυτά που χρησιμοποιούνται στην παραδοσιακή εκπαιδευτική έρευνα. Επομένως, προς την συγκεκριμένη κατεύθυνση απαιτείται ακόμη αρκετή προσπάθεια.

### 3.4. Τεχνητή Νοημοσύνη στην διοίκηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας

Οι τρεις περιπτώσεις εφαρμογής στην συγκεκριμένη περίπτωση σύμφωνα με την μελέτη που πραγματοποιήθηκε είναι οι παρακάτω:

- βελτίωση της απόδοσης των πλατφορμών διαχείρισης

- παροχή εξατομικευμένων υπηρεσιών
- υποστήριξη της εκπαιδευτικής λήψης αποφάσεων με αποδεικτικά στοιχεία



Παρακάτω, ο αντίστοιχος συγκεντρωτικός πίνακας συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης που έχουν αναπτυχθεί στην συγκεκριμένη περίπτωση:

| Συγγραφέας    | Έτος | Χώρα    | Επίπεδο<br>Εκπαίδευσης      | Τεχνολογία          | Χρήση                             |
|---------------|------|---------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Bellod et al. | 2021 | Ισπανία | Δευτεροβάθμια<br>εκπαίδευση | Νευρωνικά<br>Δίκτυα | Μέθοδος<br>ανάλυσης του<br>άγχους |



|                                 |      |                    |                       |                              |   |
|---------------------------------|------|--------------------|-----------------------|------------------------------|---|
| Hirankerd & Kittisunthonphisarn | 2020 | Ταϊλάνδη           | Ανώτατη<br>εκπαίδευση | AR,<br>αναγνώριση<br>ομιλίας | Σύστημα<br>διαχείρισης                                |
| Khan & Alotaibi                 | 2020 | Σαουδική<br>Αραβία | Ανώτατη<br>εκπαίδευση | Αναγνώριση<br>προσώπου       | Σύστημα<br>αυθεντικοποίησης<br>χρηστών                |
| Li                              | 2021 | Κίνα               | Ανώτατη<br>εκπαίδευση | Δεν<br>προσδιορίζεται        | Πλατφόρμα<br>διαχείρισης                              |
| Sharma et al.                   | 2019 | Νορβηγία           | Ανώτατη<br>εκπαίδευση | SVM                          | Σύστημα<br>διαχείρισης                                |
| Tsai et al.                     | 2020 | Ταϊβάν             | Ανώτατη<br>εκπαίδευση | MLP                          | Μοντέλο<br>πρόβλεψης                                  |
| Villegas-Ch et al.              | 2021 | Μεξικό             | Ανώτατη<br>εκπαίδευση | Δεν<br>προσδιορίζεται        | Σύστημα<br>συστάσεων<br>ακαδημαϊκών<br>δραστηριοτήτων |

### Βελτίωση της απόδοσης των πλατφορμών διαχείρισης

Τα αποτελέσματά μας δείχνουν ότι η τεχνητή νοημοσύνη έχει βελτιώσει σημαντικά την απόδοση των πλατφορμών διαχείρισης (Khan & Alotaibi, 2020; Li, 2021; Tang & Hai, 2021; Villegas-Ch et al., 2021). Αυτές οι πλατφόρμες έγιναν πιο ασφαλείς μέσω της προσθήκης μιας λειτουργίας ελέγχου ταυτότητας προσώπου για την διενέργεια εξετάσεων, και έγιναν πιο αποτελεσματικές για τους διαχειριστές, με την ανάθεση ρουτίνων που εμπεριέχουν μεθόδους τεχνητής νοημοσύνης σε εργασίες όπως ο προγραμματισμός μαθημάτων και η διαχείριση δεδομένων προσωπικού.

Παρόλα αυτά, επειδή οι περισσότερες έρευνες αφορούσαν τη μάθηση και τη διδασκαλία, ο ρόλος της διαχείρισης θεωρείται ως βοηθητική λειτουργία για την τεχνητή νοημοσύνη, και τείνει να είναι πιο ομοιογενής και να στερείται διαδραστικών μηχανισμών.

### Παροχή εξατομικευμένων υπηρεσιών

Οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης έχουν χρησιμοποιηθεί για να προσφέρουν εξατομικευμένες ακαδημαϊκές και μη ακαδημαϊκές συστάσεις, βελτιώνοντας έτσι την αποδοτικότητα και την ποιότητα του προσωπικού που τις χρησιμοποιεί

(Crowe et al., 2017). Για παράδειγμα, τα συστήματα συστάσεων δραστηριοτήτων μπορούν να προτείνουν το είδος των δραστηριοτήτων που είναι πιο κατάλληλες για μεμονωμένους μαθητές με βάση την αξιολόγηση της ακαδημαϊκής τους επίδοσης. Αυτό δείχνει ότι οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να αντικαταστήσουν το προσωπικό σε ορισμένα διοικητικά καθήκοντα. Ωστόσο, αυτές οι μελέτες (Villegas-Ch et al., 2021) είχαν ένα κοινό μειονέκτημα στην περιορισμένη ακρίβεια των μοντέλων χρηστών. Οι έξυπνες συστάσεις βασίζονται στην υπόθεση ότι τα συστήματα μπορούν να δημιουργήσουν μοντέλα χρηστών, αλλά οι μελέτες υιοθέτησαν δεδομένα όπως η ηλικία, το φύλο και οι συμπεριφορές. Αυτό δείχνει ότι υπάρχουν παρόμοιες προκλήσεις με εκείνες της πρόβλεψης της απόδοσης των μαθητών, με τα υπάρχοντα δεδομένα να μην είναι πάντα κατάλληλα για τα μοντέλα πρόβλεψης της τεχνητής νοημοσύνης που χρησιμοποιούνται.

### **Υποστήριξη της εκπαιδευτικής λήψης αποφάσεων με αποδεικτικά στοιχεία**

Οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης έχουν παράσχει στους εκπαιδευτικούς, διαχειριστές και τις ομάδες διαχείρισης αποδεικτικά στοιχεία για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων (Cukurova et al., 2019; Tsai et al., 2020; Villegas-Ch et al., 2021). Με την πρόσβαση σε μεγάλα δεδομένα, τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης

μπορούν να προβλέψουν την πιθανότητα διακοπής των μαθημάτων των μαθητών, να προσδιορίσουν τους παράγοντες που επηρεάζουν την ακαδημαϊκή απόδοση των μαθητών και να βοηθήσουν τους μαθητές στην επιλογή μαθημάτων.

Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί έτσι να παρέχει πληροφορίες για τη λήψη διοικητικών αποφάσεων και την ακαδημαϊκή παροχή συμβουλών. Ωστόσο, οι εφαρμογές σε αυτόν τον τομέα αντιμετωπίζουν παρόμοιες προκλήσεις με τις περιπτώσεις που εξετάσαμε προηγουμένως (δηλαδή, επιλογή κατάλληλων δεδομένων για προγνωστικά μοντέλα).

### 3.5. Αποτελέσματα εφαρμογής Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση

Τα αποτελέσματα εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση έχουν αντληθεί από τα παρακάτω άρθρα, τα οποία συνοψίζουμε στον παρακάτω πίνακα:

| Συγγραφέας     | Έτος |
|----------------|------|
| Aldeman et al. | 2021 |
| Chew & Chua    | 2020 |
| Chiu           | 2021 |

|                  |      |
|------------------|------|
| Chiu et al.      | 2022 |
| Fu et al.        | 2020 |
| Holstein         | 2019 |
| Ilić et al.      | 2021 |
| Kuleto et al.    | 2021 |
| Ma & Slater      | 2015 |
| Malik et al.     | 2021 |
| Porter & Grippa  | 2020 |
| Rodríguez et al. | 2021 |
| Terzi            | 2020 |
| Topal et al.     | 2021 |
| Tsai et al.      | 2020 |
| Wood et al.      | 2021 |
| Xia et al.       | 2022 |
| Yang, Oh, & Wang | 2020 |
| Yang & Shulruf   | 2019 |

## Αποτελέσματα για τους εκπαιδευόμενους

Πάνω από τα μισά άρθρα τα οποία μελετήθηκαν αναφέρθηκαν πολλές φορές στον αντίκτυπο της τεχνητής νοημοσύνης στους μαθητές ή στη στάση των μαθητών απέναντι στην τεχνητή νοημοσύνη. Οι περισσότερες από αυτές ήταν μελέτες που αφορούσαν τη χρήση ρομπότ τεχνητής νοημοσύνης, τα οποία είχαν σαν στόχο να παρακινήσουν τη συμμετοχή των μαθητών σε διάφορους κλάδους, συμπεριλαμβανομένης της φυσικής αγωγής, της επιστήμης των υπολογιστών και των μαθηματικών, και σε διαφορετικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, όπως το K-12 και η τριτοβάθμια εκπαίδευση (Chiu, 2021; Chiu et al., 2022; Xia et al., 2022; Ilić et al., 2021; Yang, Oh, & Wang, 2020). Οι αλληλεπιδράσεις ανθρώπου-ρομπότ βοήθησαν τους μαθητές με χαμηλές επιδόσεις να αισθάνονται πιο σίγουροι και χρήσιμοι και λιγότερο ευάλωτοι. Επιπλέον, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα συστήματα αυτόματης βαθμολόγησης που βασίζονται σε τεχνολογίες αναγνώρισης εικόνας και ομιλίας ενθαρρύνουν τη συμμετοχή στην εκμάθηση. Οι μαθητές αντιλήφθηκαν ότι αυτές οι βαθμολογίες ήταν πιο αντικειμενικές και έλαβαν άμεση και άμεση ανατροφοδότηση, η οποία ενθάρρυνε την ενεργό μάθηση. Συνολικά, αυτές οι μελέτες δείχνουν ότι το κύριο αποτέλεσμα της εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης στη μάθηση των μαθητών είναι η παροχή κινήτρου και η αύξηση της ενασχόλησης (Fu et al., 2020).

Λιγότερα από τα μισά περίπου άρθρα διερεύνησαν τις επιπτώσεις της τεχνητής νοημοσύνης στην ακαδημαϊκή απόδοση των μαθητών. Οι περισσότερες από τις μελέτες (Khan et al., 2021; Kim et al., 2021) αποκαλύπτουν σημαντικές αυξήσεις στις ακαδημαϊκές επιδόσεις με την υποστήριξη τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης, και κάποιες μελέτες που δείχνουν ότι δεν υπάρχει σημαντική αλλαγή στην απόδοση ανέφεραν ωστόσο ότι το ενδιαφέρον και η εμπιστοσύνη των μαθητών στη μάθηση αυξήθηκαν (Yang & Shulruf, 2019).

Οι μελέτες που εξέτασαν τις επιπτώσεις της τεχνητής νοημοσύνης στην απόδοση διαπίστωσαν ότι η τεχνητή νοημοσύνη όχι μόνο ενίσχυσε την απόδοση των μαθητών χωρίς δυσκολίες, αλλά και των μαθητών με ειδικές ανάγκες (Garg & Sharma, 2020). Για παράδειγμα, έχει σχεδιαστεί ένας δάσκαλος braille βασισμένος σε τεχνητή νοημοσύνη, για να υποστηρίξει τη μάθηση των μαθητών με προβλήματα όρασης και διαπίστωσε ότι οι μαθητές ανταποκρίθηκαν σημαντικά γρήγορα και με μεγάλη ακρίβεια. Ωστόσο, ορισμένες από τις μελέτες δείχνουν ότι δεν επωφελούνται όλοι οι μαθητές από τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης, με τους μαθητές με κίνητρα ή/και υψηλές επιδόσεις να αποτελούν την μεγάλη πλειοψηφία.

Μεταξύ των μαθητών του νηπιαγωγείου, για παράδειγμα, μόνο εκείνοι με ενδιάμεσες δεξιότητες είχαν καλύτερες επιδόσεις με την εκμάθηση της τεχνητής

νοημοσύνης και όχι εκείνοι με δεξιότητες αρχάριου επιπέδου (Bonneton-Botte et al., 2020). Μεταξύ των φοιτητών πανεπιστημίου, μόνο οι πιο παρακινημένοι πραγματοποίησαν ουσιαστικές συνομιλίες με διαλογικούς πράκτορες (chatbots). Στην εκμάθηση εικαστικών τεχνών, οι μαθητές με χαμηλότερους βαθμούς βρήκαν ένα έξυπνο σύστημα διδασκαλίας διασκεδαστικό, αλλά εκείνοι με υψηλότερους βαθμούς το βρήκαν ανιαρό.

Γενικά, οι μελέτες υποστηρίζουν την ιδέα ότι η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βελτιώσει την απόδοση των μαθητών, με την προϋπόθεση ότι η επίδρασή της εξαρτάται από τους ρόλους των εκπαιδευτικών στη διδασκαλία και τη μάθηση. Επιπλέον, οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης όχι μόνο υποστηρίζουν τη μάθηση στις τάξεις, αλλά μπορούν επίσης να αποτρέψουν τη σοβαρή απεμπλοκή των μαθητών από μαθησιακές δυσκολίες. Έχουν χρησιμοποιηθεί για να προβλέψουν την κατάσταση μάθησης των μαθητών, να βοηθήσουν τους υπεύθυνους προγραμμάτων ή τους δασκάλους να παρέχουν έγκαιρες ακαδημαϊκές συμβουλές και να μειώσουν αποτελεσματικά τα ποσοστά εγκατάλειψης των μαθητών από την εκάστοτε εκπαιδευτική διαδικασία (Tsai et al., 2020; Villegas-Ch et al., 2021).

Το τρίτο σημαντικό μαθησιακό αποτέλεσμα, που εξετάζεται από ένα μεγάλο ποσοστό των μελετών, είναι κάποιες πολύ σημαντικές δεξιότητες, συμπεριλαμβανομένης της διαδικτυακής συνεργασίας, της δημιουργικότητας και



των αυτορρυθμιζόμενων δεξιοτήτων. Οι πλατφόρμες ανατροφοδότησης σε πραγματικό χρόνο που υποστηρίζονται από την τεχνητή νοημοσύνη έχουν αποδειχθεί ότι παράγουν βιώσιμη ανάπτυξη στις δεξιότητες συνεργασίας εντός του διαδικτύου, δημιουργικότητα, δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, δεξιότητες επικοινωνίας και αυτοκατευθυνόμενη ικανότητα μάθησης μεταξύ φοιτητών πανεπιστημίου. Αυτές οι πλατφόρμες προωθούν άμεσα και εξατομικευμένα σχόλια και προβλήματα που εμπνέουν τους μαθητές να σκεφτούν πιο βαθιά και προσφέρουν βήμα προς βήμα καθοδήγηση και έγκαιρη βοήθεια, που ενθαρρύνει τους μαθητές να εντοπίσουν και να μάθουν από τα λογικά λάθη τους, επιτυγχάνοντας έτσι καλύτερη αυτοκατευθυνόμενη μάθηση. Τα μη γνωστικά μαθησιακά αποτελέσματα εξετάστηκαν σε ένα μικρό ποσοστό των μελετών. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι μαθητές ανέφεραν μια πιο θετική στάση και μεγαλύτερη εμπιστοσύνη στη μάθηση με χρήση της τεχνητής νοημοσύνης (Porter & Grippa, 2020). Για παράδειγμα, τα ρομπότ ενίσχυσαν την εμπιστοσύνη των μαθητών στη μάθηση, με αποτέλεσμα πιο θετική συνειδητοποίηση και στάση απέναντι στην αυτοκατευθυνόμενη, συνεργατική και κοινωνική μάθηση. Στην εκμάθηση γλωσσών, οι διαλογικοί πράκτορες όχι μόνο ενίσχυσαν την εμπιστοσύνη των μαθητών αλλά και μείωσαν το μαθησιακό τους άγχος. Ωστόσο, ορισμένοι μαθητές βρέθηκαν να αναπτύσσουν ισχυρότερο άγχος μετά τη χρήση

των τεχνολογιών για μάθηση. Πιο συγκεκριμένα, ανησυχούσαν για τις μελλοντικές ευκαιρίες απασχόλησής τους λόγω της ταχείας ανάπτυξης τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης (Hsieh et al., 2020).

### Αποτελέσματα για εκπαιδευτικούς

Ένα μεγάλο πλήθος άρθρων έχει επίσης αναφερθεί στον αντίκτυπο της τεχνητής νοημοσύνης όσο αφορά τους εκπαιδευτικούς ή όσο αφορά την στάση των εκπαιδευτικών απέναντι στην τεχνητή νοημοσύνη. Τα αποτελέσματα των εκπαιδευτικών μπορούν να ταξινομηθούν σε:

- αποδοτικότητα εργασίας
- διδακτική ικανότητα
- στάση απέναντι στην εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση

Ένα μεγάλο ποσοστό μελετών ανέφερε ότι οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης βελτίωσαν την αποτελεσματικότητα της εργασίας των εκπαιδευτικών. Οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης έχουν χρησιμοποιηθεί για την αυτοματοποίηση και την απλοποίηση τόσο ασυνήθιστων όσο και συνηθισμένων εργασιών, γεγονός που διευκολύνει την κατανομή του φόρτου εργασίας των εκπαιδευτικών (Yang, Oh, & Wang, 2020; Zhang, 2021).

Συγκεκριμένα, η τεχνητή νοημοσύνη έχει εφαρμοστεί στις παρακάτω περιπτώσεις:

- ηλεκτρονική διαχείριση τάξεων, συμπεριλαμβανομένης της εγγραφής σε μαθήματα και της παρακολούθησης των μαθητών
- ευφυείς μαθησιακοί πόροι, οργάνωση, συμπεριλαμβανομένης της δήλωσης παρουσίας των μαθητών και της ανάθεσης εργασιών
- αυτόματη βαθμολόγηση ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής και απλών εργασιών ανάγνωσης και γραφής
- συμβουλευτικές ή/και ερωτήσεις και απαντήσεις για την διαχείριση απλών ερωτημάτων από τους μαθητές και ερμηνεία των απαντήσεων των εκπαιδευτικών

Αυτές οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να εξοικονομήσουν στους εκπαιδευτικούς πολλές ώρες χρόνου, δίνοντάς τους την δυνατότητα να ασχοληθούν με πιο εξειδικευμένες δραστηριότητες. Η χρήση τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης για την υποστήριξη της διαδικτυακής διδασκαλίας ήταν ιδιαίτερα επωφελής κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19. Η επείγουσα μετάβαση από την πρόσωπο σε πρόσωπο προς την ηλεκτρονική διδασκαλία αύξησε τον φόρτο εργασίας των εκπαιδευτικών όσον αφορά την προετοιμασία και τη διαχείριση διαδικτυακών μαθημάτων και άσκησε μεγάλη πίεση στους

εκπαιδευτικούς, γεγονός που μείωσε τον ελεύθερο χρόνο τους. Ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης για την αυτόματη σύσταση ακαδημαϊκών δραστηριοτήτων στους μαθητές διαπιστώθηκε ότι έχει αυξήσει την αποδοτικότητα εργασίας των εκπαιδευτικών. Συνολικά, φαίνεται ότι οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να διαδραματίσουν πολύ αποτελεσματικό ρόλο στην ανάληψη απλών εργασιών για τους εκπαιδευτικούς και έτσι στην αύξηση της παραγωγικότητάς τους (Villegas-Ch et al., 2021).

Σε ένα ποσοστό άρθρων (λιγότερα από τα μισά), οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης βρέθηκαν να έχουν βελτιώσει τη διδακτική ικανότητα εμπνέοντας τους εκπαιδευτικούς και ενθαρρύνοντας τον αυτό-προβληματισμό. Ορισμένες έξυπνες πλατφόρμες μάθησης έχουν επιφορτιστεί με τη σύσταση προσαρμοστικού διδακτικού περιεχομένου και μεθόδων διδασκαλίας σε εκπαιδευτικούς και μαθητές. Αυτές οι συστάσεις μπορούν να εμπνεύσουν τους εκπαιδευτικούς δίνοντάς τους περισσότερες ιδέες προς εξέταση, συμπεριλαμβανομένων ευκαιριών να σχολιάσουν και να επικρίνουν τις ιδέες και το περιεχόμενο που δημιουργείται από την πλατφόρμα εάν διαφωνούν με τις συστάσεις της. Η διαδικασία δημιουργεί χώρο για τους εκπαιδευτικούς ώστε να προβληματιστούν σχετικά με τις δικές τους πρακτικές και έτσι να βελτιώσουν τη διδασκαλία τους. Οι πλατφόρμες μπορούν έτσι να βελτιώσουν έμμεσα την

ικανότητα διδασκαλίας των εκπαιδευτικών προτείνοντας διαφορετικές ιδέες και προσεγγίσεις. Οι περισσότερες από τις μελέτες ανέφεραν ότι οι εκπαιδευτικοί είχαν εκφράσει θετικές στάσεις απέναντι στη χρήση τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης για την υποστήριξη της διδασκαλίας, της μάθησης και της διοίκησης. Οι εκπαιδευτικοί γενικά αναγνώρισαν ότι οι τεχνολογίες είχαν βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της εργασίας τους και την ικανότητα διδασκαλίας, όπως περιγράφεται παραπάνω. Βρήκαν τη διδασκαλία με αυτές τις προηγμένες και αναδυόμενες τεχνολογίες διασκεδαστική και ενδιαφέρουσα και ήταν περίεργοι να μάθουν περισσότερα για τις τεχνολογίες και τις παιδαγωγικές τους μεθόδους. Ωστόσο, ορισμένοι εκπαιδευτικοί περιέγραψαν τις τεχνολογίες ως δύσκολες ως προς τον έλεγχο, δεν είχαν κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των τεχνολογιών και ανησυχούσαν για ηθικά ζητήματα, όπως προκατάληψη και παραβιάσεις της ιδιωτικής ζωής. Ορισμένοι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι τα ευφυή συστήματα είχαν κακή απόδοση. Για παράδειγμα, καθώς το περιεχόμενο που παρέχεται από τους πράκτορες της τεχνητής νοημοσύνης περιοριζόταν σε μια ενιαία μορφή, απέτυχε να καλύψει την ανάγκη για ποικίλες μεθόδους. Ορισμένοι εκπαιδευτικοί ανησυχούσαν επίσης ότι τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης απέτυχαν να εξηγήσουν τους λόγους και τον μηχανισμό πίσω από την ανάθεση διαφορετικών καθηκόντων στους μαθητές. Αυτό το γεγονός οδήγησε τους εκπαιδευτικούς στο

να αισθάνονται ευάλωτοι και απογοητευμένοι με την τεχνολογία. Επομένως, εάν συγκρίνουμε με βάση τα όσα αναφέραμε παραπάνω για τους μαθητές, οι εκπαιδευτικοί είχαν περισσότερες αμφιβολίες και αρνητικά συναισθήματα απέναντι στην τεχνητή νοημοσύνη από ό, τι οι μαθητές (Holstein et al., 2019).

#### 4. Συμπεράσματα Μελέτης

Στην περίπτωση της μάθησης, οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης έχουν εφαρμοστεί στις παρακάτω περιπτώσεις:

- ανάθεση εργασιών με βάση την ατομική ικανότητα
- παροχή συνομιλιών ανθρώπου-μηχανής
- ανάλυση της εργασίας των μαθητών για ανατροφοδότηση
- αύξηση της προσαρμοστικότητας και της διαδραστικότητας σε ψηφιακά περιβάλλοντα.

Στην περίπτωση της διδασκαλίας, οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης έχουν εφαρμοστεί στις παρακάτω περιπτώσεις:

- παροχή προσαρμοστικών στρατηγικών διδασκαλίας
- ενίσχυση της ικανότητας των εκπαιδευτικών να διδάσκουν
- υποστήριξη της επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών.

Στην περίπτωση της αξιολόγησης, οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης έχουν εφαρμοστεί στις παρακάτω περιπτώσεις:

- πραγματοποίηση αυτόματης βαθμολόγησης
- πρόβλεψη απόδοσης μαθητών

Στην περίπτωση της διοίκησης, οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης έχουν εφαρμοστεί στις παρακάτω περιπτώσεις:

- βελτίωση της απόδοσης των πλατφορμών διαχείρισης
- παροχή εξατομικευμένων υπηρεσιών (μη ακαδημαϊκών και ακαδημαϊκών)
- υποστήριξη της εκπαιδευτικής λήψης αποφάσεων με αποδεικτικά στοιχεία

Όσο αφορά τις επιπτώσεις στην περίπτωση των μαθητών, συνοπτικά αναφέρουμε τις παρακάτω περιπτώσεις, στις οποίες έχουν καταγραφεί αποτελέσματα:

- κίνητρα
- ακαδημαϊκές επιδόσεις
- δεξιότητες
- μη γνωστικές πτυχές

Όσο αφορά τις επιπτώσεις στην περίπτωση των εκπαιδευτικών, συνοπτικά αναφέρουμε τις παρακάτω περιπτώσεις, στις οποίες έχουν καταγραφεί αποτελέσματα:

- αποδοτικότητα εργασίας
- ικανότητα διδασκαλίας
- στάση απέναντι στην εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης

Τα όσα έχουν μελετηθεί μέχρι στιγμής αφορούν την τρέχουσα περίοδο και είναι αδιαμφισβήτητο το γεγονός ότι στο μέλλον θα προκύψουν επιπλέον αποτελέσματα και πεδία εφαρμογής, καθώς αυξάνεται και η πολυπλοκότητα των αντίστοιχων συστημάτων. Με τον τρόπο αυτό, θα είναι εφικτή η δημιουργία περισσότερων συγκριτικών αποτελεσμάτων, μέσω των οποίων θα μπορέσουν να εξαχθούν περισσότερα και πληρέστερα συμπεράσματα όσο αφορά την εφαρμογή των μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης στα εκπαιδευτικά λογισμικά και την εκπαιδευτική διαδικασία γενικότερα.

#### 4.1. Μελλοντικές Προκλήσεις

Στην παρούσα ενότητα αναφέρονται μελλοντικές προκλήσεις όσο αφορά την εφαρμογή μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης σε εκπαιδευτικά λογισμικά:



## Έλλειψη σχετικών μαθησιακών πόρων για εξατομικευμένη / προσαρμοστική μάθηση

Οι εκπαιδευτικοί έχουν αναφέρει ότι οι μέθοδοι διδασκαλίας και οι μαθησιακοί πόροι που συνιστώνται από εξατομικευμένες/προσαρμοστικές πλατφόρμες μάθησης είναι υπερβολικά ομοιογενείς. Οι πράκτορες της τεχνητής νοημοσύνης πραγματοποιούν συστάσεις για μαθησιακά αντικείμενα, τα οποία είναι τυχόν επαναχρησιμοποιήσιμοι τυποποιημένοι ψηφιακοί εκπαιδευτικοί πόροι που μπορούν εύκολα να επαναχρησιμοποιηθούν και να προσαρμοστούν για να ταιριάζουν σε έναν μαθησιακό στόχο σε διάφορα πλαίσια. Απαιτείται περαιτέρω έρευνα για να διερευνηθεί πώς τα μαθησιακά αντικείμενα πρέπει να χρησιμοποιούνται στην εξατομικευμένη και προσαρμοστική μάθηση και πώς μπορούν να σχεδιαστούν καλύτερα μαθησιακά αντικείμενα για το σκοπό αυτό.

## Επιλογή κατάλληλων δεδομένων για προγνωστικά μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης

Τα καλά δομημένα δεδομένα των μαθητών που χρησιμοποιούνται σε υπάρχοντα παραδοσιακά προγνωστικά μοντέλα (γραμμικές παλινδρομήσεις) δεν είναι πάντα κατάλληλα για τις αναδυόμενες τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης. Ένα

αποτελεσματικό μοντέλο πρόβλεψης της τεχνητής νοημοσύνης απαιτεί ένα πιο λεπτομερές σύνολο δομημένων και λιγότερο δομημένων δεδομένων μαθητών, γεγονός που εγείρει σημαντικά ζητήματα απορρήτου. Με τα μοντέλα να στοχεύουν συχνά σε νέους μαθητές, ο τρόπος εξισορρόπησης της αποτελεσματικότητας των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης με ηθικούς περιορισμούς είναι ζωτικής σημασίας. Απαιτείται περαιτέρω έρευνα σχετικά με τους τύπους δεδομένων που πρέπει να χρησιμοποιούνται σε μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης, με προσεκτική εξέταση των ηθικών ζητημάτων.

**Έλλειψη σύνδεσης μεταξύ των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης και της χρήσης τους στη διδασκαλία**

Οι αναδυόμενες τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης επιδιώκουν να προσφέρουν εκπαιδευτική βοήθεια και να παρέχουν στους εκπαιδευτικούς πλούσιες πληροφορίες που υποστηρίζουν την παιδαγωγική τους λήψη αποφάσεων. Ωστόσο, αυτή η ανασκόπηση δείχνει ότι οι εκπαιδευτικοί ενδέχεται να μην έχουν επαρκή κατανόηση των τεχνολογιών για την αποτελεσματική εφαρμογή τους. Οι εκπαιδευτικοί μερικές φορές δεν είναι σε θέση να ερμηνεύσουν τις πληροφορίες που παρέχονται από την ανάλυση της μάθησης, δεν έχουν κατανόηση των δυνατοτήτων των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση και

μπορεί να είναι αβέβαιοι σχετικά με τις παιδαγωγικές επιπτώσεις της χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης για τη διδασκαλία των μαθητών. Κατά συνέπεια, η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να διερευνήσει τους ρόλους των εκπαιδευτικών στις παιδαγωγικές μεθόδους που υποστηρίζονται από την τεχνητή νοημοσύνη.

### Έλλειψη διεπιστημονικών τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης για μάθηση

Καθώς η μάθηση είναι περίπλοκη, οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης που αναπτύσσονται μπορεί να μην είναι αποτελεσματικές για όλη τη μάθηση των μαθητών. Αν και η τεχνητή νοημοσύνη περιλαμβάνει μια ποικιλία υποπεδίων, όπως η επεξεργασία φυσικής γλώσσας, η υπολογιστική όραση και τα νευρωνικά δίκτυα, οι τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης που χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση τείνουν να είναι απλές και ενιαίες. Η ανάπτυξη τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης είναι σχετικά καθυστερημένη στον τομέα της εκπαίδευσης και οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν γενικά τεχνολογίες για μάθηση και διδασκαλία, οι οποίες μπορεί να μην είναι οι πλέον κατάλληλες για την επίτευξη των σκοπών τους. Ως εκ τούτου, οι ερευνητές θα πρέπει να προσπαθήσουν να αναπτύξουν διεπιστημονικά εργαλεία με τη χρήση πιο προηγμένων τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης.

## Επιδείνωση της εκπαιδευτικής ανισότητας με τη διεύρυνση του ψηφιακού χάσματος μεταξύ των μαθητών

Οι περισσότερες από τις μελέτες διαπίστωσαν ότι οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης θα μπορούσαν να παρακινήσουν τη συμμετοχή των μαθητών και να προωθήσουν τις δεξιότητες της σύγχρονης εποχής. Ωστόσο, τα οφέλη συχνά συγκεντρώνονται κυρίως στους πιο ικανούς και παρακινημένους μαθητές. Υπάρχουν δύο εύλογες εξηγήσεις για αυτό το εύρημα:

- οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης δεν είναι καλά σχεδιασμένες και αναπτυγμένες για τη μάθηση των μαθητών.
- οι εκπαιδευτικοί δεν έχουν παιδαγωγικές γνώσεις για την εφαρμογή των τεχνολογιών.

Οι μαθητές που χρειάζονταν μεγαλύτερη υποστήριξη μπορεί να είχαν αποθαρρυνθεί από τη χρήση τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης επειδή δυσκολεύονταν να επικοινωνήσουν με τους πράκτορες της τεχνητής νοημοσύνης και βρήκαν τους μαθησιακούς πόρους ακατάλληλους.

Η εισαγωγή ή η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης μπορεί έτσι να συμβάλει στη διεύρυνση του ψηφιακού χάσματος και στην επιδείνωση της εκπαιδευτικής ανισότητας. Η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να επικεντρωθεί

- στην πρόταση ενός νέου παιδαγωγικού πλαισίου για τη μάθηση και τη διδασκαλία της τεχνητής νοημοσύνης
- στη χρήση μιας προσέγγισης των επιστημών μάθησης για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη αλγορίθμων για εξατομικευμένη μάθηση.

### Ανεπαρκής γνώση των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης μεταξύ των εκπαιδευτικών

Οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί δεν έχουν κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης, και ως εκ τούτου, διδάσκουν αυτοματοποιημένα. Ως αποτέλεσμα, δεν είναι σε θέση να απαντήσουν σε ερωτήσεις των μαθητών που σχετίζονται με την χρήση της τεχνητής νοημοσύνης και δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν πλήρως τις τεχνολογίες για μάθηση, διδασκαλία και αξιολόγηση. Η ανάγκη για τους εκπαιδευτικούς να έχουν γνώση της τεχνητής νοημοσύνης και η εφαρμογή της στην παιδαγωγική θα πρέπει επομένως να εξεταστεί άμεσα στο μέλλον.

## Αρνητική στάση απέναντι στην τεχνητή νοημοσύνη των μαθητών και των εκπαιδευτικών

Μερικοί μαθητές και εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι αισθάνονται άγχος και λιγότερο σίγουροι όταν μαθαίνουν με την τεχνητή νοημοσύνη. Οι μαθητές μπορούν να ανησυχούν για το μέλλον τους, καθώς οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να κάνουν την προτιμώμενη σταδιοδρομία τους περιττή. Εν τω μεταξύ, η έλλειψη γνώσης των εκπαιδευτικών για τα συστήματα μπορεί να οδηγήσει σε αδύναμη αποτελεσματικότητα.

Αυτές οι αβεβαιότητες μπορούν να δημιουργήσουν αρνητικές στάσεις απέναντι στην τεχνητή νοημοσύνη, η οποία επηρεάζει τις προθέσεις συμπεριφοράς όσο αφορά τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης για την υποστήριξη της μάθησης και της διδασκαλίας. Απαιτούνται περισσότερες μελέτες επομένως, οι οποίες θα κληθούν να δώσουν λύση στο συγκεκριμένο πρόβλημα.

## Έλλειψη μελέτης για κοινωνικό-συναισθηματικές πτυχές

Οι περισσότερες μελέτες έχουν αφιερωθεί σε γνωστικά αποτελέσματα και προσαρμοστική μάθηση, με λίγες να έχουν εξετάσει κοινωνικό-συναισθηματικά αποτελέσματα. Τα ηθικά ζητήματα έχουν συζητηθεί προσεκτικά στην έρευνα των

εφαρμογών της ΤΝ στο δίκαιο, τη μηχανική και τις κοινωνικές επιστήμες, αλλά όχι στην εκπαίδευση. Συνεπώς, απαιτείται περισσότερη έρευνα σχετικά με τα ηθικά ζητήματα που σχετίζονται με την χρήση τεχνητής νοημοσύνης σε εκπαιδευτικά λογισμικά και γενικότερα στην εκπαίδευση.

### Αναποτελεσματικές μέθοδοι αξιολόγησης της εφαρμογής τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση

Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μέθοδοι αξιολόγησης μπορεί να μην είναι αποτελεσματικές όσο αφορά την έρευνα εφαρμογής των μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση. Οι περισσότερες από τις μελέτες χρησιμοποίησαν υπάρχουσες μεθόδους για την αξιολόγηση αναδυόμενων τεχνολογιών που είναι καινοτόμες στη χρήση μεγάλων δεδομένων (π.χ. τεράστιος αριθμός φοιτητών) και κακώς δομημένων δεδομένων. Οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές έχουν αναφέρει ότι αισθάνονται σύγχυση ή αποθαρρύνονται με τα συστήματα με δυνατότητα τεχνητής νοημοσύνης. Κατά συνέπεια, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα ως προς την πραγματοποίηση περισσότερων και πιο αξιόπιστων μελετών που θα κινηθούν προς την συγκεκριμένη κατεύθυνση.

#### 4.2. Περιορισμοί και μελλοντικές επεκτάσεις

Όσο αφορά την διαδικασία αναζήτησης άρθρων, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν περισσότερες λέξεις – κλειδιά και να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στις συντομογραφίες. Μια τέτοια διαδικασία προτείνεται σαν μελλοντική επέκταση, όπως επίσης και η χρήση περισσότερων πηγών προς αναζήτηση άρθρων. Με τον τρόπο αυτό θα ενισχυθεί ακόμη περισσότερο η μελέτη, και θα παραχθούν ακόμη περισσότερα και αξιόπιστα αποτελέσματα. Το μόνο βέβαιο είναι ότι προς την συγκεκριμένη κατεύθυνση υπάρχει αρκετό μέλλον, το οποίο χρίζει ιδιαίτερης προσοχής και ανάλυσης.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ

Aldeman, N. L. S., Aita, K., Machado, V. P., da Mata Sousa, L. C. D., Coelho, A. G. B., da Silva, A. S., Mendes, A. P. D., Neres, F. J. D., & do Monte, S. J. H. (2021). Smartpath (k): A platform for teaching glomerulopathies using machine learning. *BMC Medical Education*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12909-021-02680-1>

Alghamdi, A. A., Alanezi, M. A., & Khan, Z. F. (2020). Design and implementation of a computer aided intelligent examination system. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(1), 30–44. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i01.11102>

Avella, J. T., Kebritchi, M., Nunn, S. G., & Kanai, T. (2016). Learning analytics methods, benefits, and challenges in higher education: A systematic literature review. *Online Learning*, 20(2), 13-29.

Bellod, H. C., Ram~A3n, V. B., Fern~Aijndez, E. C., & Luj~Aijn, J. F. G. (2021). Analysis of stress and academic-sports commitment through self-organizing artificial neural networks. *Challenges*, 42, 136–144. <https://doi.org/10.47197/RETOS.V42I0.86983>

Bennane, A. (2013). Adaptive educational software by applying reinforcement learning. *Informatics in Education*, 12(1), 13–27. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=EJ1064356&site=ehost-live&scope=site>.

Bonneton-Botte, N., Fleury, S., Girard, N., Le Magadou, M., Cherbonnier, A., Renault, M., Anquetil, E., & Jamet, E. (2020). Can tablet apps support the learning of handwriting? An investigation of learning outcomes in kindergarten classroom.

Chassignol, M., Khoroshavin, A., Klimova, A., & Bilyatdinova, A. (2018). Artificial Intelligence trends in education: a narrative overview. *Procedia Computer Science*, 136, 16-24.

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

Chew, E., & Chua, X. N. (2020). Robotic Chinese language tutor: Personalising progress assessment and feedback or taking over your job? *On the Horizon*, 28(3), 113–124. <https://doi.org/10.1108/OTH-04-2020-0015>

Chiu, T. K. F. (2021). A holistic approach to Artificial Intelligence (AI) curriculum for K- 12 schools. *TechTrends*, 65, 796–807. <https://doi.org/10.1007/s11528-021-00637-1>

Costa-Mendes, R., Oliveira, T., Castelli, M., & Cruz-Jesus, F. (2021). A machine learning approximation of the 2015 Portuguese high school student grades: A hybrid approach. *Education and Information Technologies*, 26(2), 1527–1547. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10316-y>

Crowe, D., LaPierre, M., & Kebritchi, M. (2017). Knowledge based artificial augmentation intelligence technology: Next step in academic instructional tools for distance learning. *TechTrends: Linking Research and Practice to Improve Learning*, 61 (5), 494–506. <https://doi.org/10.1007/s11528-017-0210-4>

Cukurova, M., Kent, C., & Luckin, R. (2019). Artificial intelligence and multimodal data in the service of human decision-making: A case study in debate tutoring. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 3032–3046. <https://doi.org/10.1111/bjet.12829>

Estevez, J., Garate, G., & Graña, M. (2019). Gentle introduction to artificial intelligence for high-school students using scratch. *IEEE access*, 7, 179027-179036.

Fu, S., Gu, H., & Yang, B. (2020). The affordances of AI-enabled automatic scoring applications on learners' continuous learning intention: An empirical study in China.

Garg, S., & Sharma, S. (2020). Impact of artificial intelligence in special need education to promote inclusive pedagogy. *International Journal of Information and Education Technology*, 10(7), 523–527. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2020.10.7.1418>

Gunawan, K. D. H., Liliyasi, L., Kaniawati, I., & Setiawan, W. (2021). Implementation of competency enhancement program for science teachers assisted by artificial intelligence in designing HOTS-based integrated science learning. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 7(1), 55–65. <https://doi.org/10.30870/jppi.v7i1.8655>

Hill, J., Randolph Ford, W., & Farreras, I. G. (2015). Real conversations with artificial intelligence: A comparison between human–human online conversations and human–chatbot conversations. *Computers in Human Behavior*, 49, 245–250. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.02.026>

Hirankerd, K., & Kittisunthonphisarn, N. (2020). E-learning management system based on reality technology with AI. *International Journal of Information and Education Technology*, 10(4), 259–264. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2020.10.4.1373>

Holstein, K., McLaren, B. M., & Aleven, V. (2019). Co-designing a real-time classroom orchestration tool to support teacher-AI complementarity. *Journal of Learning Analytics*, 6(2), 27–52. <https://doi.org/10.18608/jla.2019.62.3>

Hsieh, Y. Z., Lin, S. S., Luo, Y. C., Jeng, Y. L., Tan, S. W., Chen, C. R., & Chiang, P. Y. (2020). ARCS-assisted teaching robots based on anticipatory computing and emotional Big Data for improving sustainable learning efficiency and motivation. *Sustainability (Switzerland)*, 12(14). <https://doi.org/10.3390/su12145605>. Article 5605

Hu, J. J. (2021). Teaching evaluation system by use of machine learning and artificial intelligence Methods. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(5), 87–101. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i05.20299>

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>

Khan, I., Ahmad, A. R., Jabeur, N., & Mahdi, M. N. (2021). An artificial intelligence approach to monitor student performance and devise preventive measures. *Smart Learning Environments*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-021-00161-y>

Ilić, M. P., Páun, D., Popović Šević, N., Hadžić, A., & Jianu, A. (2021). Needs and performance analysis for changes in higher education and implementation of artificial intelligence, machine learning, and extended reality. *Education Sciences*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/educsci11100568>. Article 568.

Khan, Z. F., & Alotaibi, S. R. (2020). Design and Implementation of a computerized user authentication system for e-learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(9), 4–18. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i09.12387>

Kickmeier-Rust, M. D., & Holzinger, A. (2019). Interactive ant colony optimization to support adaptation in serious games. *International Journal of Serious Games*, 6(3), 37–50. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v6i3.308>

Kim, H. S., Kim, N. Y., & Cha, Y. (2021). Is it beneficial to use AI chatbots to improve learners' speaking performance? *Journal of ASIA TEFL*, 18(1), 161–178. <https://doi.org/10.18823/asiatefl.2021.18.1.10.161>

Koc-Januchta, M. M., Schonborn, K. J., Tibell, L. A. E., Chaudhri, V. K., & Heller, H. C. (2020). Engaging with biology by asking questions: Investigating students' interaction and learning with an artificial intelligence-enriched textbook. *Journal of Educational Computing Research*, 58(6), 1190–1224. <https://doi.org/10.1177/0735633120921581>

Kong, J. S. M., Teo, B. S., Lee, Y. J., Pabba, A. B., Lee, E. J. D., & Sng, J. C. G. (2021). Virtual integrated patient: An AI supplementary tool for second-year medical students. *Asia Pacific Scholar*, 6(3), 87–90. <https://doi.org/10.29060/TAPS.2021-6-3/SC2394>

Kučak, D., Juričić, V., & Đambić, G. (2018). MACHINE LEARNING IN EDUCATION-A SURVEY OF CURRENT RESEARCH TRENDS. *Annals of DAAAM & Proceedings*, 29.

Kuleto, V., Ilíć, M., Dumangiu, M., Ranković, M., Martins, O. M. D., Păun, D., & Mihoreanu, L. (2021). Exploring opportunities and challenges of artificial intelligence and machine learning in higher education institutions. *Sustainability (Switzerland)*, 13(18). <https://doi.org/10.3390/su131810424>. Article 10424.

Lamos, V., Mintz, J., & Qu, X. (2021). An artificial intelligence approach for selecting effective teacher communication strategies in autism education. *NPJ Science of Learning*, 6(1). <https://doi.org/10.1038/s41539-021-00102-x>

Luckin, R., & Cukurova, M. (2019). Designing educational technologies in the age of AI: A learning sciences-driven approach. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 2824–2838. <https://doi.org/10.1111/bjet.12861>

Li, M., & Su, Y. (2020). Evaluation of online teaching quality of basic education based on artificial intelligence. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(16), 147–161. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i16.15937>

Li, Q. (2021). The use of artificial intelligence combined with cloud computing in the design of education information management platform. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(5), 32–44. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i05.20309>

Luo, D. L. (2018). Guide teaching system based on artificial intelligence. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 13(8), 90–102. <https://doi.org/10.3991/ijet.v13i08.9058>

Ma, H., & Slater, T. (2015). Using the developmental path of cause to bridge the gap between AWE scores and writing teachers' evaluations. *Writing & Pedagogy*, 7(2–3), 395–422. <https://doi.org/10.1558/wap.v7i2-3.26376>

Malik, R., Sharma, A., Trivedi, S., & Mishra, R. (2021). Adoption of chatbots for learning among university students: Role of perceived convenience and enhanced performance. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(18), 200–212. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i18.24315>

Mokmin, N. A. M. (2020). The effectiveness of a personalized virtual fitness trainer in teaching physical education by applying the artificial intelligent algorithm. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 8(5), 258–264. <https://doi.org/10.13189/saj.2020.080514>

Munawar, S., Toor, S. K., Aslam, M., & Hamid, M. (2018). Move to smart learning environment: Exploratory research of challenges in computer laboratory and design intelligent virtual laboratory for eLearning technology. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(5), 1645–1662. <https://doi.org/10.29333/ejmste/85036>

Palasundram, K., Mohd Sharef, N., Nasharuddin, N. A., Kasmiran, K. A., & Azman, A. (2019). Sequence to sequence model performance for education chatbot. *International*



Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET), 14(24), 56–68.

<https://doi.org/10.3991/ijet.v14i24.12187>

Parapadakis, D. (2020). Can artificial intelligence help predict a learner’s needs? Lessons from predicting student satisfaction. *London Review of Education*, 18(2), 178–195.

<https://doi.org/10.14324/LRE.18.2.03>

Porter, B., & Grippa, F. (2020). A platform for AI-enabled real-time feedback to promote digital collaboration. *Sustainability (Switzerland)*, 12(24), 1–13. <https://doi.org/10.3390/su122410243>. Article 10243.

Rodriguez-Barrios, E. U., Melendez-Armenta, R. A., Garcia-Aburto, S. G., Lavoignet-Ruiz, M., Sandoval-Herazo, L. C., Molina-Navarro, A., & Morales-Rosales, L. A. (2021). Bayesian approach to analyze reading comprehension: A case study in elementary school children in Mexico. *Sustainability (Switzerland)*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/su13084285>. Article 4285

Salas-Pilco, S. Z. (2020). The impact of AI and robotics on physical, social-emotional and intellectual learning outcomes: An integrated analytical framework. *British Journal of Educational Technology*, 51(5), 1808–1825. <https://doi.org/10.1111/bjet.12984>

Samarakou, M., Fylladitakis, E. D., Fruh, W. G., Hatziapostolou, A., & Gelegenis, J. J. (2015). An advanced elearning environment developed for engineering learners.

International Journal of Emerging Technologies in Learning, 10(3), 22–33. <https://doi.org/10.3991/ijet.v10i3.4484>

Sharma, K., Papamitsiou, Z., & Giannakos, M. (2019). Building pipelines for educational data using ai and multimodal analytics: A "grey-box" approach. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 3004–3031. <https://doi.org/10.1111/bjet.12854>

Shih, P. K., Lin, C. H., Wu, L. Y., & Yu, C. C. (2021). Learning ethics in AI-teaching nonengineering undergraduates through situated learning. *Sustainability (Switzerland)*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/su13073718>. Article 3718.

Soong, R., Pautler, B. G., Moser, A., Jenne, A., Lysak, D. H., Adamo, A., & Simpson, A. J. (2020). Case (computer-assisted structure elucidation) study for an undergraduate organic chemistry class. *Journal of Chemical Education*, 97(3), 855–860. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00498>

Tang, J., & Hai, L. (2021). Construction and exploration of an intelligent evaluation system for educational app through artificial intelligence technology. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(5), 17–31. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i05.20293>

Terzi, R. (2020). An adaptation of artificial intelligence anxiety scale into Turkish: Reliability and validity study. *International Online Journal of Education and Teaching*, 7(4), 1501–1515. <http://iojet.org/index.php/IOJET/article/view/1031>.

Topal, A. D., Eren, C. D., & Gecer, A. K. (2021). Chatbot application in a 5th grade science course. *Education and Information Technologies*, 26(5), 6241–6265. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10627-8>

Tsai, S. C., Chen, C. H., Shiao, Y. T., Ciou, J. S., & Wu, T. N. (2020). Precision education with statistical learning and deep learning: A case study in Taiwan. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00186-2>

Vahabzadeh, A., Keshav, N. U., Abdus-Sabur, R., Huey, K., Liu, R., & Sahin, N. T. (2018). Improved socio-emotional and behavioral functioning in students with autism following school-based smartglasses intervention: Multi-stage feasibility and controlled efficacy study. *Behavioral Sciences*, 8(10). <https://doi.org/10.3390/bs8100085>. Article 85.

Villegas-Ch, W., Arias-Navarrete, A., & Palacios-Pacheco, X. (2020). Proposal of an architecture for the integration of a Chatbot with artificial intelligence in a smart campus for the improvement of learning. *Sustainability (Switzerland)*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/su12041500>. Article 1500.

Villegas-Ch, W., S´anchez-Viteri, S., & Rom´an-Ca˜nizares, M. (2021). Academic activities recommendation system for sustainable education in the age of COVID-19. *Informatics*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/informatics8020029>. Article 29.

Wang, Y. P., & Zheng, G. (2020). Application of artificial intelligence in college dance teaching and its performance analysis. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(16), 178–190. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i16.15939>

Westera, W., Prada, R., Mascarenhas, S., Santos, P. A., Dias, J., Guimaraes, M., Georgiadis, K., Nyamsuren, E., Bahreini, K., Yumak, Z., Christyowidiasmoro, C., Dascalu, M., Gutu-Robu, G., & Ruseti, S. (2020). Artificial intelligence moving serious gaming: Presenting reusable game AI components. *Education and Information Technologies*, 25(1), 351–380. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09968-2>

Wood, E. A., Ange, B. L., & Miller, D. D. (2021). Are we ready to integrate artificial intelligence literacy into medical school curriculum: Students and faculty survey. *Journal of Medical Education and Curricular Development*, 8. <https://doi.org/10.1177/23821205211024078>

Xia, Q., Chiu, T. K., Zhou, X., Chai, C. S., & Cheng, M. (2022). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100118.

Xia, Q., Chiu, T. K. F., Lee, M., Temitayo I., Dai, Y., & Chai, C.S. (2022). A Self determination theory design approach for inclusive and diverse Artificial Intelligence (AI) K-12 education, *Computers & Education*, 189, 104582 . doi:10.1016/j.compedu.2022.104582.

Yang, C. B., Huan, S. L., & Yang, Y. (2020a). A practical teaching mode for colleges supported by artificial intelligence. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(17), 195–206. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i17.16737>

Yang, D., Oh, E. S., & Wang, Y. (2020b). Hybrid physical education teaching and curriculum design based on a voice interactive artificial intelligence educational robot. *Sustainability (Switzerland)*, 12(19), 1–14. <https://doi.org/10.3390/su12198000>

Yang, Y. Y., & Shulruf, B. (2019). Expert-led and artificial intelligence (AI) systemassisted tutoring course increase confidence of Chinese medical interns on suturing and ligature skills: Prospective pilot study. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, 16. <https://doi.org/10.3352/jeehp.2019.16.7>

Yu, J. (2021). Academic performance prediction method of online education using random forest algorithm and artificial intelligence methods. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(5), 45–57. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i05.20297>

Zhang, J. J. (2021a). Computer assisted instruction system under artificial intelligence technology. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(5), 4–16.  
<https://doi.org/10.3991/ijet.v16i05.20307>