

Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 14, Αρ. 2 (2026)

Πρακτικά 14ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

ΠΡΑΚΤΙΚΑ

14°

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ
ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
και ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ στην ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες
στην Εποχή της Τεχνητής Νοημοσύνης: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές

Στην μνήμη της Άννας Σπύριου



12-14 Απριλίου 2025

**ΥΠΟ ΤΗΝ ΑΙΓΙΔΑ
ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ, ΔΠΘ
ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΔΠΘ**

Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής & Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας,
Τμήμα Φυσικής, Σχολή Θετικών Επιστημών,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

synedrio2025.enepht.gr



Δυνατότητες και Προκλήσεις της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση STEM: Μια Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Δημήτρης Πανάγου, Γεώργιος Στύλος, Κωνσταντίνος Κώτσης

doi: [10.12681/codiste.9895](https://doi.org/10.12681/codiste.9895)

Δυνατότητες και Προκλήσεις της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση STEM: Μια Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Δημήτρης Πανάγου¹, Γεώργιος Στύλος² και Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης³

¹Υποψήφιος Διδάκτορας, ²Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό, ³Καθηγητής,
Εργαστήριο Εκπαίδευσης και Διδασκαλίας της Φυσικής
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
¹dimitrispanagou@yahoo.com

Περίληψη

Η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης (TN) στην εκπαίδευση STEM αποτελεί μια καινοτόμο προσέγγιση, απαιτώντας την ενσωμάτωση σύνθετων τεχνικών TN και εκπαιδευτικών προσεγγίσεων. Η παρούσα συστηματική ανασκόπηση ακολουθώντας την μεθοδολογία PRISMA 2020 και αξιοποιώντας την βάση δεδομένων Google Scholar, εξετάζει τη σύγκλιση STEM και TN, με στόχο την ανάλυση τάσεων, των εφαρμογών και των επιδράσεων τους. Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν τις δυνατότητες της TN σε συνδιασμό με την εκπαίδευση STEM για εξατομίκευση της μάθησης, αλλά και τις προκλήσεις των εκπαιδευτικών στην ανάπτυξη κατάλληλων παιδαγωγικών προσεγγίσεων. Συμπερασματικά, η παρούσα μελέτη ενισχύει τη βιβλιογραφία, παρέχοντας κατευθυντήριες γραμμές για μελλοντική έρευνα και εκπαιδευτικές πρακτικές στην ενσωμάτωση της TN στην εκπαίδευση STEM.

Λέξεις κλειδιά: εκπαίδευση STEM, δήλωση PRISMA 2020, τεχνητή νοημοσύνη, τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση

Potentials and Challenges of AI in STEM Education: A Literature Review

Dimitris Panagou¹, Georgios Stylos² and Konstantinos T. Kotsis³

¹PhD Candidate, ²Laboratory Teaching Staff, ³Professor,
Laboratory for Education and Teaching of Physics,
Department of Primary Education, University of Ioannina
¹dimitrispanagou@yahoo.com

Abstract

The integration of artificial intelligence (AI) in STEM education is an innovative approach, requiring the integration of complex AI techniques and educational approaches. Following the PRISMA 2020 methodology and utilizing the Google Scholar database, this systematic review examines the convergence of STEM and AI to analyze trends, applications, and impacts. The results highlight the potential of AI in combination with STEM education to personalize learning, as well as the challenges for teachers in developing appropriate pedagogical approaches. In conclusion, this study adds to the literature by providing guidelines for future research and educational practices in integrating AI into STEM education.

Keywords: artificial intelligence, STEM education, PRISMA 2020 statement

Εισαγωγή

Η τεχνητή νοημοσύνη (TN) αναγνωρίζεται ως μία από τις πλέον καινοτόμες τεχνολογίες του 21^{ου} αιώνα, με ευρείες εφαρμογές στους τομείς της υγείας, των επιχειρήσεων και της εκπαίδευσης (Ertel, 2024). Στον τομέα της εκπαίδευσης, η TN αξιοποιεί τη δυνατότητά της να επεξεργάζεται μεγάλα σύνολα δεδομένων και να αναγνωρίζει πρότυπα, συμβάλλοντας στην εξατομίκευση της μαθησιακής διαδικασίας και στην ενίσχυση της αποτελεσματικότητας της εκπαιδευτικής διδασκαλίας.

Ο συνδυασμός της TN με την εκπαίδευση STEM (Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά) προάγει τη δημιουργία δυναμικών μαθησιακών περιβαλλόντων, όπου οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν σημαντικές δεξιότητες, όπως η κριτική σκέψη και η επίλυση προβλημάτων (Xu & Ouyang, 2022). Επιπρόσθετα, ο εν λόγω συνδυασμός προσφέρει δυνατότητες, όπως προσαρμοστικά μαθησιακά συστήματα και διαδραστικά εργαλεία, τα οποία προσαρμόζουν το περιεχόμενο στις ατομικές ανάγκες των μαθητών, ενισχύοντας τη σύνδεση θεωρίας και πράξης (Chng et al., 2023).

Παράλληλα, η ενσωμάτωση της TN στην εκπαίδευση STEM συνοδεύεται από διάφορες προκλήσεις. Ζητήματα όπως η διαχείριση της ηθικής διάστασης, η προστασία των προσωπικών δεδομένων και η επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών αναδεικνύονται ως σημαντικά για την επιτυχή εφαρμογή της στις σχολικές αίθουσες (Joseph & Uzondu, 2024). Η παρούσα μελέτη αποσκοπεί στη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο η TN μπορεί να ενισχύσει τη διδασκαλία και τη μάθηση στον τομέα STEM, καθώς και στις προκλήσεις που απαιτούν περαιτέρω έρευνα και ανάλυση.

Συνοψίζοντας, η έρευνα φιλοδοξεί να καλύψει το υφιστάμενο ερευνητικό κενό, παρέχοντας μια ολοκληρωμένη κατανόηση των δυνατοτήτων και των προοπτικών που αναδύονται από τη σύζευξη TN και STEM, προκειμένου να συμβάλει στη διαμόρφωση στρατηγικών που προάγουν την εκπαιδευτική καινοτομία.

Μεθοδολογία

Η παρούσα έρευνα ακολουθεί τη μεθοδολογία συστηματικής βιβλιογραφικής επισκόπησης, βασισμένη στις αρχές του πρωτοκόλλου PRISMA 2020 (Page et al., 2021), το οποίο αποτελεί διεθνώς αναγνωρισμένο πρότυπο για την εξασφάλιση της διαφάνειας και της ποιότητας στη συλλογή και ανάλυση δεδομένων. Στόχος είναι η διερεύνηση της ενσωμάτωσης της τεχνητής νοημοσύνης (TN) στην εκπαίδευση STEM, εστιάζοντας στις τάσεις, τα οφέλη και τις προκλήσεις αυτής της σύνδεσης.

Εικόνα 1. Στάδια Διαδικασίας της Ανασκόπησης (PRISMA 2020)



Διαδικασία Συλλογής Δεδομένων

Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε μέσω της βάσης δεδομένων Google Scholar, καθώς προσφέρει πρόσβαση σε μεγάλο εύρος επιστημονικών άρθρων, βιβλίων και πρακτικών επιστημονικών συνεδρίων (Gehanno et al., 2013). Χρησιμοποιήθηκαν οι όροι "Artificial Intelligence in STEM Education," "AI in STEM Learning," "STEM and AI Integration,". Οι όροι αυτοί επιλέχθηκαν για την κάλυψη διαφορετικών διαστάσεων της συνδυαστικής εφαρμογής TN και STEM.

Η μεθοδολογία σχεδιάστηκε με βάση τις τεκμηριωμένες αρχές της συστηματικής ανασκόπησης (Booth et al., 2021). Στο αρχικό στάδιο, καθορίστηκαν οι ερευνητικοί στόχοι και τα ερωτήματα που σχετίζονται με τον συνδυασμό της TN και της εκπαίδευσης STEM. Οι λέξεις-κλειδιά και οι συνδυασμοί τους βασίστηκαν σε καθιερωμένες μεθοδολογίες και πλαίσια της διεθνούς βιβλιογραφίας, όπου αναλύονται στη συνέχεια.

Αρχικά, στη διαμόρφωση των ερευνητικών ερωτημάτων και την επιλογή των μελετών για συμπερίληψη ή αποκλεισμό τους, εφαρμόστηκε το πλαίσιο PICO (Population, Intervention, Comparison, Outcomes), προσαρμοσμένο για τις ανάγκες της παρούσας ανασκόπησης (Butler et al., 2016). Σύμφωνα με αυτό το πλαίσιο, τα κριτήρια ορίστηκαν ως εξής:

- **Population/Πληθυσμός (P):** Μαθητές πρωτοβάθμιας/δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης & εκπαιδευτικοί.
- **Intervention/Παρέμβαση (I):** Εφαρμογές TN (π.χ., έξυπνα συστήματα διδασκαλίας, generative AI, προσωποποιημένη μάθηση).
- **Comparison/Σύγκριση (C):** Παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας (χωρίς TN) ή άλλες ψηφιακές τεχνολογίες (π.χ., απλά εκπαιδευτικά λογισμικά).
- **Outcomes/Αποτελέσματα (O):** Ακαδημαϊκές επιδόσεις (βαθμοί, δοκιμασίες), ανάπτυξη δεξιοτήτων (κριτική σκέψη, δημιουργικότητα) ή εμπλοκή μαθητών (engagement).

Η χρήση του PICO βοήθησε στη συστηματική ταξινόμηση της βιβλιογραφίας και στον εντοπισμό μελετών που πληρούν τους στόχους της έρευνας, διασφαλίζοντας την επικαιρότητα και την εστιασμένη συλλογή δεδομένων (Linares-Espinós et al., 2018).

Ακολούθως, χρησιμοποιήθηκαν οι τελεστές Boolean (AND, OR) για τη διασφάλιση της πληρότητας της αναζήτησης (Bramer et al., 2018). Οι χρονικοί περιορισμοί (2019-2024) τέθηκαν για να διασφαλιστεί η επικαιρότητα των δεδομένων, ενώ εξετάστηκαν άρθρα μόνο στην αγγλική γλώσσα που δημοσιεύθηκαν σε επιστημονικά περιοδικά υψηλής αξιολόγησης (Impact Factor).

Κατά τη διαδικασία επιλογής, ακολουθήθηκε μια διαδοχική προσέγγιση φιλτραρίσματος. Αρχικά, εντοπίστηκαν 975 άρθρα, τα οποία επεξεργάστηκαν για την αφαίρεση διπλότυπων με τη βοήθεια εργαλείων όπως το *EndNote* και το *Zotero*. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε χειροκίνητος έλεγχος τίτλων και περιλήψεων για την προκαταρκτική αξιολόγηση της συνάφειας, αποκλείοντας 450 άρθρα που δεν πληρούσαν τα κριτήρια επιλογής (σχήμα 1).

Τα κριτήρια συμπερίληψης βασίστηκαν σε έγκυρα πρωτόκολλα συστηματικής ανασκόπησης, όπως αυτά που περιγράφονται από τον Petticrew & Roberts (2008). Τα κριτήρια επιλογής για να συμπεριληφθούν οι έρευνες στην ανασκόπηση αφορούσαν:

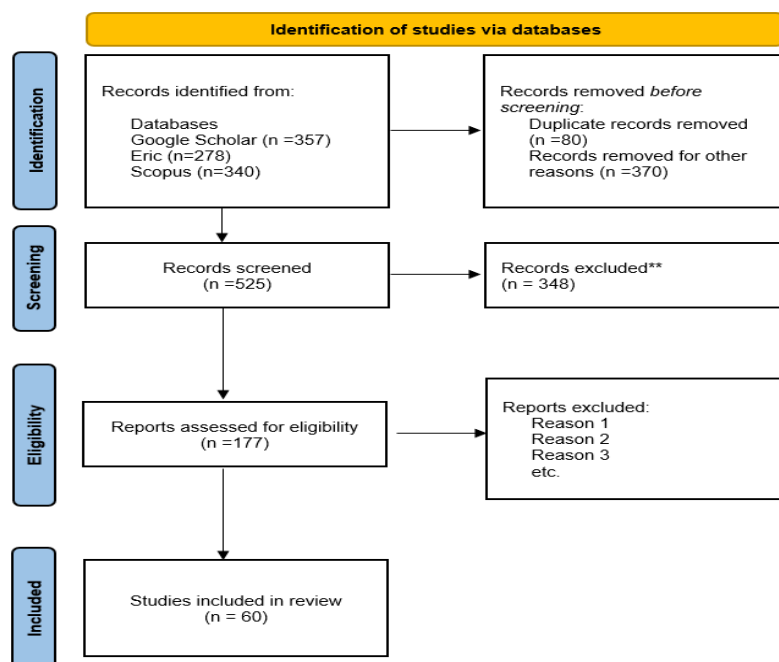
- Οι μελέτες να σχετίζονται με εκπαίδευση STEM με υποστήριξη TN (π.χ., AI chatbots, προσαρμοστικά συστήματα),
- Οι μελέτες να αναφέρουν αποτελέσματα μάθησης ή διδασκαλίας με TN (π.χ., βελτίωση βαθμών, εξατομίκευση),
- Οι μελέτες να έχουν δημοσιευτεί σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά,
- Οι μελέτες να παρουσιάζουν εμπειρικά αποτελέσματα (ποσοτικά/ποιοτικά δεδομένα),
- Οι μελέτες να είναι γραμμένες στα Αγγλικά,
- Πλήρες κείμενο διαθέσιμο.

Και αντιθέτως τα κριτήρια αποκλεισμού των ερευνών στην εν λόγω ανασκόπηση αναφέρονται ως:

- Μελέτες εκτός θέματος (π.χ., ΤΝ σε μη-εκπαιδευτικούς τομείς),
- Μελέτες χωρίς εκπαιδευτικό περιεχόμενο (π.χ., τεχνικά manual για ΑΙ),
- Ειδησεογραφικά άρθρα,
- Μελέτες που αναφέρουν μόνο σχεδιασμό εφαρμογών ΤΝ χωρίς αξιολόγηση,
- Μελέτες σε άλλες γλώσσες (χωρίς μετάφραση),
- Μελέτες με κενά δεδομένα ή μόνο abstract.

Για τα 60 άρθρα που προκρίθηκαν στην τελική φάση, πραγματοποιήθηκε πλήρης ανάγνωση και ενδελεχής αξιολόγηση, λαμβάνοντας υπόψη τη μεθοδολογική ποιότητα και τη θεωρητική τεκμηρίωση. Η ανάλυση επικεντρώθηκε στην ταυτοποίηση κοινών θεματικών, όπως η εξατομίκευση της μάθησης (Zhang et al., 2024), οι προκλήσεις υιοθέτησης της ΤΝ στην εκπαίδευση STEM (Triplet, 2023), καθώς και οι επιπτώσεις της στη διδασκαλία (Chiu & Li, 2023). Οι παρατηρήσεις οργανώθηκαν σύμφωνα με τα ερευνητικά ερωτήματα, διασφαλίζοντας την ευθυγράμμιση των αποτελεσμάτων με τον στόχο της παρούσας μελέτης. Η διαδικασία τεκμηρίωσης των αποτελεσμάτων ακολουθεί τις οδηγίες αναφοράς PRISMA για τη διαφάνεια και την ακρίβεια.

Σχήμα 1. Διάγραμμα ροής PRISMA



Τα Ερευνητικά Ερωτήματα που θέτει η ανασκόπηση είναι:

1. Πώς αξιοποιείται η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση STEM;
2. Ποια είναι τα κύρια οφέλη και προκλήσεις που σχετίζονται με την ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαίδευση STEM;
3. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων στην εκπαίδευση STEM;

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της επισκόπησης δείχνουν ότι η TN χρησιμοποιείται ευρέως στην εκπαίδευση STEM για την εξατομίκευση της μάθησης, μέσω συστημάτων προσαρμοστικής μάθησης και ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων. Ενδεικτικά, σύμφωνα με τον Luckin & Holmes (2016), οι πλατφόρμες TN παρέχουν προσωποποιημένη ανατροφοδότηση στους μαθητές, βοηθώντας τους να κατανοήσουν πολύπλοκες έννοιες των Φυσικών Επιστημών ενώ παράλληλα, εφαρμογές όπως οι εκπαιδευτικοί εικονικοί βοηθοί προάγουν την ενεργή συμμετοχή των μαθητών.

Σημαντικό παράδειγμα αυτής της εφαρμογής αποτελεί η χρήση του εργαλείου "Cognitive Tutor", το οποίο προσαρμόζει το περιεχόμενο στις ανάγκες του κάθε μαθητή με βάση την απόδοσή του σε πραγματικό χρόνο, προσφέροντας υποστήριξη που σχετίζεται με τον τρόπο σκέψης του (Pane et al., 2014). Επιπλέον, η τεχνητή νοημοσύνη ενισχύει την ικανότητα των μαθητών να ρυθμίζουν οι ίδιοι τη μάθησή τους, καθώς παρέχει προγνωστικά αναλύσεων που επισημαίνουν περιοχές αδυναμίας και προτείνουν στρατηγικές βελτίωσης (Holmes et al., 2019). Οι δυνατότητες αυτές, όταν αξιοποιούνται κατάλληλα, οδηγούν σε πιο ουσιαστική εμπλοκή με το αντικείμενο και σε βαθύτερη κατανόηση εννοιών, ειδικά σε γνωστικά απαιτητικά πεδία όπως η Φυσική και τα Μαθηματικά.

Μετέπειτα, η ανάλυση εντοπίζει σημαντικά οφέλη, όπως η βελτίωση της πρόσβασης στη μάθηση, η ανάπτυξη κριτικής σκέψης και η ενίσχυση της πρακτικής εφαρμογής των θεωρητικών γνώσεων (Chng et al., 2023). Ωστόσο, προκλήσεις όπως η προστασία προσωπικών δεδομένων, η έλλειψη εκπαιδευτικής επιμόρφωσης και οι ηθικές ανησυχίες παραμένουν σημαντικά εμπόδια. Και τέλος, οι έρευνες υποδεικνύουν το ότι οι εκπαιδευτικοί χρειάζονται επιπλέον επιμόρφωση για την πλήρη αξιοποίηση των δυνατοτήτων της TN, έτσι ώστε να είναι σε θέση να την αξιοποιήσουν στην διδασκαλία τους (Selwyn, 2019).

Πέραν των παραπάνω, έχει διαπιστωθεί ότι η TN συμβάλλει και στη γεφύρωση εκπαιδευτικών ανισοτήτων, ιδίως σε υποβαθμισμένες περιοχές, όπου η πρόσβαση σε εξειδικευμένους εκπαιδευτικούς πόρους είναι περιορισμένη (Zawacki-Richter et al., 2019). Εφαρμογές όπως το Squirrel AI στην Κίνα έχουν χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη μαθητών από αγροτικές περιοχές, ενισχύοντας την απόδοσή τους μέσω προσωποποιημένων μαθησιακών διαδρομών (Knox, 2020). Παράλληλα, οι ηθικές προεκτάσεις που αφορούν την προκατάληψη αλγορίθμων και την αξιολόγηση μαθητών χωρίς ανθρώπινη κρίση, αποτελούν κρίσιμους τομείς που χρήζουν συνεχούς διερεύνησης και θεσμικής ρύθμισης (Williamson & Eynon, 2020).

Το τρίτο ερώτημα της μελέτης μας αναφέρει το ότι TN έχει τη δυνατότητα να ενισχύσει σημαντικά τα μαθησιακά αποτελέσματα, όπως αποδεικνύεται από τη χρήση προσαρμοστικών συστημάτων μάθησης που αυξάνουν την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας (Xu & Ouyang, 2022). Ειδικότερα, οι μαθητές που χρησιμοποιούν τεχνολογίες TN παρουσιάζουν αυξημένη απόδοση σε εργασίες STEM, λόγω της άμεσης πρόσβασης σε προσαρμοσμένο εκπαιδευτικό περιεχόμενο.

Επιπρόσθετα, ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι οι τεχνολογίες TN μπορούν να υποστηρίξουν την ανάπτυξη ενσυνείδησης των μαθητών ως προς τις μαθησιακές τους στρατηγικές, μέσω της παροχής αναλυτικής ανατροφοδότησης και αυτοματοποιημένων μεταγνωστικών εργαλείων (Roll & Wylie, 2016). Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το σύστημα "AIDA" (Artificial Intelligence Data Assistant), το οποίο εφαρμόστηκε πρόσφατα στη διδασκαλία της επιστημονικής σκέψης σε μαθητές λυκείου. Το AIDA χρησιμοποιεί αλγορίθμους μηχανικής μάθησης για να εντοπίζει αυτόματα μαθησιακά κενά και να παρέχει ακριβή καθοδήγηση βασισμένη στις εξατομικευμένες ανάγκες του μαθητή, οδηγώντας σε στατιστικά σημαντική βελτίωση της απόδοσης (Zhai & Krajeck, 2024). Τέτοια ευφυή συστήματα ενισχύουν όχι μόνο την κατανόηση των επιστημονικών εννοιών, αλλά και την ικανότητα των μαθητών να σκέφτονται κριτικά και να λαμβάνουν αποφάσεις βάσει δεδομένων και δεξιότητες σημαντικές για το STEM πεδίο.

Συμπεράσματα

Η παρούσα ανασκόπηση αναδεικνύει ότι η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων στην εκπαίδευση STEM. Παρόλο που η τεχνολογία αυτή δεν μπορεί να αντικαταστήσει τον ρόλο των εκπαιδευτικών, έχει τη δυνατότητα να συμπληρώσει τη διδασκαλία και να βελτιώσει την πρόσβαση στη μάθηση. Η χρήση της ΤΝ στην εκπαίδευση STEM περιλαμβάνει εφαρμογές όπως τα συστήματα προσαρμοστικής μάθησης, οι εξατομικευμένοι ψηφιακοί εκπαιδευτές και τα εργαλεία αξιολόγησης, τα οποία μπορούν να ανταποκριθούν στις ανάγκες κάθε μαθητή, προσφέροντας προσωποποιημένη υποστήριξη και βελτιώνοντας την ακαδημαϊκή απόδοση (Luckin et al., 2016). Επιπλέον, η ΤΝ μπορεί να υποστηρίξει την έρευνα στην εκπαίδευση STEM μέσω της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων, επιτρέποντας την αναγνώριση τάσεων και την πρόβλεψη μαθησιακών αποτελεσμάτων, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε πιο αποτελεσματικές στρατηγικές διδασκαλίας (Roll & Wylie, 2016). Ωστόσο, η συνεχιζόμενη έρευνα και ο ηθικός σχεδιασμός νέων εφαρμογών ΤΝ είναι απαραίτητες για τη βελτίωση της ποιότητας και της ασφάλειας της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Τα τελευταία χρόνια, η ΤΝ αξιοποιείται και για την καλλιέργεια δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου σκέψης (higher-order thinking skills), όπως η επίλυση προβλημάτων, η δημιουργικότητα και η επιστημονική επιχειρηματολογία, μέσα από διαδραστικά ψηφιακά περιβάλλοντα μάθησης. Για παράδειγμα, τα ευφυή εργαστηριακά συστήματα (AI-powered virtual labs) επιτρέπουν στους μαθητές να διεξάγουν προσομοιωμένα πειράματα, να κάνουν υποθέσεις, να αναλύουν δεδομένα και να εξάγουν συμπεράσματα σε ασφαλή και ελεγχόμενα περιβάλλοντα (Chaudhry & Kazim, 2022). Τέτοια περιβάλλοντα συνδυάζουν την τεχνολογία αιχμής με τις αρχές της διερευνητικής μάθησης, ενισχύοντας τη μεταγνώση και τη δυνατότητα αυτορρύθμισης της μάθησης σε μαθητές όλων των επιπέδων.

Επιπλέον, η αξιοποίηση ΤΝ μπορεί να συμβάλει στη μείωση των ανισοτήτων στην εκπαίδευση STEM, ιδίως σε υποεξυπηρετούμενες περιοχές ή μειονεκτούσες ομάδες μαθητών. Έρευνες δείχνουν ότι εργαλεία ΤΝ που είναι ενσωματωμένα σε φθηνές, φορητές συσκευές μπορούν να προσφέρουν προσωποποιημένη υποστήριξη ακόμη και σε μαθητές με περιορισμένη πρόσβαση σε εκπαιδευτικούς πόρους (Holmes et al., 2022). Αυτό ενισχύει τη συμμετοχικότητα και προάγει την ισότητα ευκαιριών στη STEM εκπαίδευση, επιτρέποντας τη διαμόρφωση ενός πιο δίκαιου και περιεκτικού μαθησιακού περιβάλλοντος.

Εν κατακλείδι, η χρήση της ΤΝ στην εκπαίδευση STEM αντιπροσωπεύει μια καινοτόμο προσέγγιση που ενισχύει τις δυνατότητες μάθησης και προετοιμάζει τους μαθητές για τις προκλήσεις του σύγχρονου κόσμου. Ωστόσο, η επιτυχής εφαρμογή της ΤΝ απαιτεί συνεχή έρευνα για την αποτίμηση της αποτελεσματικότητάς της και την αντιμετώπιση των ηθικών ζητημάτων που εγείρονται. Μόνο μέσα από μια ολιστική προσέγγιση, που συνδυάζει την τεχνολογική καινοτομία με ηθικές αρχές και εκπαιδευτική δεοντολογία, η ΤΝ μπορεί να λειτουργήσει προς όφελος της εκπαίδευσης STEM, παρέχοντας ασφαλείς, καινοτόμες και ηθικά αποδεκτές λύσεις (Selwyn, 2019).

Βιβλιογραφία

- Booth, A., Sutton, A., Clowes, M., & Martyn-St James, M. (2021). *Systematic approaches to a successful literature review*. Sage. ISBN 978-1529711844
- Bramer, W. M., De Jonge, G. B., Rethlefsen, M. L., Mast, F., & Kleijnen, J. (2018). A systematic approach to searching: an efficient and complete method to develop literature searches. *Journal of the Medical Library Association: JMLA*, 106(4), 531. <https://doi/10.5195/jmla.2018.283>
- Butler, A., Hall, H., & Copnell, B. (2016). A guide to writing a qualitative systematic review protocol to enhance evidence-based practice in nursing and health care. *Worldviews on Evidence-Based Nursing*, 13(3), 241-249. <https://doi.org/10.1111/wvn.12134>
- Chaudhry, M. A., & Kazim, E. (2022). Artificial Intelligence in Education (AIEd): A high-level academic and industry note 2021. *AI and Ethics*, 2(1), 157-165. <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00074-z>

- Chiu, T. K., & Li, Y. (2023). How can emerging technologies impact STEM education?. *Journal for STEM Education Research*, 6(3), 375-384. <https://doi.org/10.1007/s41979-023-00113-w>
- Chng, E., Tan, A. L., & Tan, S. C. (2023). Examining the use of emerging technologies in schools: A review of artificial intelligence and immersive technologies in STEM education. *Journal for STEM Education Research*, 6(3), 385-407. <https://doi.org/10.1007/s41979-023-00092-y>
- Ertel, W. (2024). *Introduction to artificial intelligence*. Springer Nature.
- Gehanno, J. F., Rollin, L., & Darmoni, S. (2013). Is the coverage of Google Scholar enough to be used alone for systematic reviews. *BMC medical informatics and decision making*, 13, 1-5. <https://doi.org/10.1186/1472-6947-13-7>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Baker, T., Shum, S. B., & Koedinger, K. R. (2022). Ethics of AI in education: Towards a community-wide framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 1-23. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00239-1>
- Joseph, O. B., & Uzundu, N. C. (2024). Integrating AI and Machine Learning in STEM education: Challenges and opportunities. *Computer Science & IT Research Journal*, 5(8), 1732-1750.
- Knox, J. (2020). Artificial intelligence and education in China. *Learning, Media and Technology*, 45(3), 298-311. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1754236>
- Linares-Espinós, E., Hernández, V., Domínguez-Escrig, J. L., Fernández-Pello, S., Hevia, V., Mayor, J., Padilla-Fernández, B. & Ribal, M. J. (2018). Methodology of a systematic review. *Actas Urológicas Españolas (English Edition)*, 42(8), 499-506. <https://doi.org/10.1016/j.acuroe.2018.07.002>
- Luckin, R., Cukurova, M., Kent, C., & Du Boulay, B. (2022). Empowering educators to be AI-ready. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100076>
- Luckin, R., & Holmes, W. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1475756>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting, P., & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pane, J. F., Griffin, B. A., McCaffrey, D. F., & Karam, R. (2014). Effectiveness of cognitive tutor algebra I at scale. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 36(2), 127-144. <https://doi.org/10.3102/0162373713507480>
- Petticrew, M., & Roberts, H. (2008). *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. John Wiley & Sons. ISBN:9781405121101. <https://doi.org/10.1002/9780470754887>
- Roll, I., & Wylie, R. (2016). Evolution and revolution in artificial intelligence in education. *International journal of artificial intelligence in education*, 26, 582-599. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0110-3>
- Selwyn, N. (2019). *Should robots replace teachers?: AI and the future of education*. John Wiley & Sons. ISBN: 978-1-509-52896-7
- Triplett, W. J. (2023). Artificial intelligence in STEM education. *Cybersecurity and Innovative Technology Journal*, 1(1), 23-29. <https://doi.org/10.53889/citj.vii1.296>
- Williamson, B., & Eynon, R. (2020). Historical threads, missing links, and future directions in AI in education. *Learning, Media and Technology*, 45(3), 223-235. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1798995>
- Xu, W., & Ouyang, F. (2022). The application of AI technologies in STEM education: a systematic review from 2011 to 2021. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 59. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00377-5>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators?. *International*

journal of educational technology in higher education, 16(1), 1-27. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

Zhai, X., & Krajcik, J. (Επιμ.). (2024). *Uses of artificial intelligence in STEM education*. Oxford University Press.

Zhang, L., Qu, J., & Zhang, Z. (2024). The Impact of Personalized Learning Driven by Artificial Intelligence on STEM Education in Primary and Secondary Schools. *International Journal of New Developments in Education*, 6(10). <https://doi.org/10.25236/IJNDE.2024.061005>