ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

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

Τόμ. 14, Αρ. 1 (2025)

14ο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Συνόψεις

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

Δημήτρης Πανάγου, Γεώργιος Στύλος, Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης

doi: 10.12681/codiste.7627

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 07/03/2026 17:06:43

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

Δημήτρης Πανάγου[1], Γεώργιος Στύλος[2] και Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης[3]
[1]Υποψήφιος Διδάκτορας, [2]Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό, [3]Καθηγητής,
Εργαστήριο Εκπαίδευσης και Διδασκαλίας της Φυσικής,
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
dimitrispanagou@yahoo.com

Περίληψη

Η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης (ΤΝ) στην εκπαίδευση STEM αποτελεί μια καινοτόμο προσέγγιση, απαιτώντας την ενσωμάτωση σύνθετων τεχνικών ΤΝ και εκπαιδευτικών προσεγγίσεων. Η παρούσα συστηματική ανασκόπηση ακολουθώντας την μεθοδολογία PRISMA 2020 και αξιοποιώντας την βάση δεδομένων Google Scholar, εξετάζει τη σύγκλιση STEM και ΤΝ, με στόχο την ανάλυση τάσεων, των εφαρμογών και των επιδράσεων τους. Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν τις δυνατότητες της ΤΝ 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 ΤΝ στην εκπαίδευση STEM.

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

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

Dimitris Panagou[1], Georgios Stylos[2] and Konstantinos T. Kotsis[3]
[1]PhD Candidate, [2]Laboratory Teaching Staff, [3]Professor,
Laboratory for Education and Teaching of Physics,
Department of Primary Education, University of Ioannina
dimitrispanagou@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 (ΤΝ) αναγνωρίζεται ως μία από τις πλέον καινοτόμες τεχνολογίες του 21ου αιώνα, με ευρείες εφαρμογές στους τομείς της υγείας, των επιχειρήσεων και της

Αναγνωριστικό ψηφιακής εργασίας: https://doi.org/10.12681/codiste.7627

εκπαίδευσης (Ertel, 2024). Στον τομέα της εκπαίδευσης, η ΤΝ 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 ΤΝ με την εκπαίδευση STEM (Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά) προάγει τη δημιουργία δυναμικών μαθησιακών περιβαλλόντων, όπου οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν κρίσιμες δεξιότητες, όπως η κριτική σκέψη και η επίλυση προβλημάτων (Xu & Ouyang, 2022). Επιπρόσθετα, ο εν λόγω συνδιασμός 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 ΤΝ 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 ΤΝ 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 ΤΝ 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 (ΤΝ) στην εκπαίδευση STEM, εστιάζοντας στις τάσεις, τα οφέλη και τις προκλήσεις αυτής της σύνδεσης.

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. 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 ΤΝ 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 ΤΝ και της εκπαίδευσης STEM. Οι λέξεις-κλειδιά και οι συνδυασμοί τους βασίστηκαν σε καθιερωμένες κατηγορίες της βιβλιογραφίας και ακολούθως χρησιμοποιήθηκαν οι τελεστές Boolean (AND, OR) για τη διασφάλιση της πληρότητας της αναζήτησης. 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. Τα κριτήρια συμπερίληψης βασίστηκαν σε έγκυρα πρωτόκολλα συστηματικής ανασκόπησης, όπως αυτά που περιγράφονται από τον Petticrew & Roberts (2008).

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, οι προκλήσεις υιοθέτησης της ΤΝ στην εκπαίδευση STEM, καθώς και οι επιπτώσεις της στη διδασκαλία. 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.

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 ΤΝ 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 ΤΝ 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.

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 (Holmes et al., 2019). Και τέλος, οι έρευνες υποδυκνύουν το ότι οι εκπαιδευτικοί χρειάζονται επιπλέον επιμόρφωση για την πλήρη αξιοποίηση των δυνατοτήτων της ΤΝ, έτσι ώστε να είναι σε θέση να την αξιοποιήσουν στην διδασκαλία τους (Selwyn, 2019).

Το τρίτο ερώτημα της μελέτης μας αναφέρει το ότι ΤΝ 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 ΤΝ παρουσιάζουν αυξημένη απόδοση σε εργασίες STEM, λόγω της άμεσης πρόσβασης σε προσαρμοσμένο εκπαιδευτικό περιεχόμενο.

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 & Holmes, 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.

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

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. ISBN 978-3-658-43102-0 https://doi.org/10.1007/978-3-658-43102-0

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education. Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign. ISBN-13: 978-1-794-29370-0. https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AIED-Book-Excerpt-CCR.pdf

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., & Uzondu, N. C. (2024). Integrating AI and Machine Learning in STEM education: Challenges and opportunities. *Computer Science & IT Research Journal*, *5*(8), 1732-1750. https://doi.org/10.51594/csitrj.v5i8.1379

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

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

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