

Εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης στις Φυσικές Επιστήμες: Μια Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Αναστασία Γεωργίου¹, Αθηνά Καρατζά², Κανέλα Μαρία Μαρώση³,
Ευαγγελία Μαυρικάκη⁴, Αποστολία Γαλάνη⁵

^{1,2,3}Υποψήφια Διδάκτορας, ^{4,5}Καθηγήτρια,
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης,
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
¹*anastasg@primedu.uoa.gr*

Περίληψη

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (Τ.Ν.) εφαρμόζεται ολοένα και περισσότερο στην εκπαίδευση. Παρά τη δυναμική της, η αξιοποίησή της στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.) παραμένει περιορισμένη. Η παρούσα έρευνα έχει ως σκοπό να διερευνήσει τις εκπαιδευτικές εφαρμογές της Τ.Ν. και τα οφέλη της στα προαναφερθέντα πεδία. Για τον λόγο αυτό, μελετήθηκαν σχετικά άρθρα των τελευταίων πέντε ετών, με τα ευρήματα να επιβεβαιώνουν την Τ.Ν. ως πολλά υποσχόμενο εργαλείο, αφού προάγει την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας και ενισχύει την εμπλοκή των μαθητών/τριών στα μαθήματα Φ.Ε., ενώ φαίνεται να έχει θετική επίδραση σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες και στα διδακτικά αντικείμενα που εξετάστηκαν.

Λέξεις κλειδιά: εκπαιδευτικό εργαλείο, Τεχνητή Νοημοσύνη (Τ.Ν.), φυσικές επιστήμες

Applications of Artificial Intelligence in Natural Sciences: A Literature Review

Anastasia Georgiou¹, Athina Karatza², Kanela Maria Marosi³, Evangelia
Mavrikaki⁴, Apostolia Galani⁵

^{1,2,3}PhD Student, ^{4,5}Professor,
Department of Pedagogy and Primary Education,
National and Kapodistrian University of Athens
¹*anastasg@primedu.uoa.gr*

Abstract

Artificial Intelligence (AI) is increasingly being applied in education. Despite its potential, its utilization in the teaching of Natural Sciences (NS) remains limited. This research aims to investigate the educational applications of AI and its benefits in the aforementioned fields. For this reason, relevant articles of the last five years were studied, with the findings confirming AI as a promising tool, as it promotes teaching effectiveness and enhances student engagement in NS, while it seems to have a positive impact on all educational levels and subjects examined.

Keywords: Artificial Intelligence (AI), educational tool, natural science

Εισαγωγή

Ο Ψηφιακός Γραμματισμός συνιστά σημαντική δεξιότητα της εποχής μας. Οι εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης (Τ.Ν.) στην εκπαίδευση αυξάνονται με γοργούς ρυθμούς. Σύμφωνα με τους Russell και Norvig (2016), ως Τ.Ν. ορίζονται συστήματα που μιμούνται την ανθρώπινη σκέψη, με στόχους όπως η εξατομίκευση της εμπειρίας των μαθητών/τριών. Η Τ.Ν. όπως εφαρμόζεται στην εκπαίδευση μπορεί να διακριθεί σε τρεις κατηγορίες (Holmes et al., 2019), ανάλογα με το αν το επίκεντρο της χρήσης είναι: α) ο/η εκπαιδευόμενος/η, β) ο/η εκπαιδευτικός ή γ) ο εκπαιδευτικός φορέας. Η παρούσα έρευνα αποσκοπεί στην ανάλυση των εφαρμογών της Τ.Ν. στις Φυσικές Επιστήμες (Φ.Ε.), καθώς και στην ανάδειξη της προστιθέμενης αξίας της στα προαναφερθέντα αντικείμενα. Τα ερευνητικά ερωτήματα που καθοδήγησαν την έρευνά μας ήταν τα ακόλουθα:

[1] α. Ποιες εφαρμογές Τ.Ν. χρησιμοποιούνται ως εκπαιδευτικά εργαλεία στα μαθήματα των Φ.Ε. και β. σε ποια από τις τρεις κατηγορίες (εστιασμένες στον/στην εκπαιδευόμενο/η, στον/στην εκπαιδευτικό, στον φορέα) της Τ.Ν. στην εκπαίδευση υπάγονται;

[2] Ποια αποτελέσματα έχουν καταγραφεί από τις εφαρμογές Τ.Ν. στα μαθήματα των Φ.Ε. για τις ομάδες-στόχους (εκπαιδευόμενοι/ες, εκπαιδευτικοί, φορείς);

Μεθοδολογία

Στην παρούσα έρευνα διενεργήθηκε συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση με σκοπό την ανάλυση των σύγχρονων ερευνών σχετικά με τις εφαρμογές της Τ.Ν. στη διδασκαλία των Φ.Ε. Για τη διεξαγωγή της ανασκόπησης ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα: α) Η αναζήτηση της βιβλιογραφίας πραγματοποιήθηκε σε έγκυρες επιστημονικές βάσεις δεδομένων (Scopus, ERIC, Google Scholar) με τη χρήση των όρων ('Artificial Intelligence' OR 'AI' OR 'Τεχνητή Νοημοσύνη') AND ('Natural Sciences' OR 'Physic*' OR 'Chemistry' OR 'Biology' OR 'Φυσικ*' OR 'Χημεία' OR 'Βιολογία' OR 'Geo*' OR 'Γεω*' OR 'Astronomy' OR 'Αστρονομία') AND ('Education*' OR 'Εκπαίδευ*'), β) Έγινε συμπερίληψη άρθρων (2019–2024) για εφαρμογές Τ.Ν. στη διδασκαλία Φ.Ε. σε ελληνικά ή αγγλικά, με αποκλεισμό αυτών που επικεντρώνονται σε τεχνικές λεπτομέρειες ή είναι θεωρητικές προσεγγίσεις, γ) Η αρχική αναζήτηση έφερε 3.011 άρθρα, τα οποία μειώθηκαν σε 1.911 με τον χρονικό περιορισμό και σε 307 μετά από αξιολόγηση τίτλου, λέξεων-κλειδιών ή περιλήψης. Από αυτά, 181 πληρούσαν τα κριτήρια γλώσσας. Με την ανάλυση των πλήρων κειμένων, περιορίστηκαν σε 14, τα οποία παρουσίαζαν εφαρμογές της Τ.Ν. στη διδασκαλία των Φ.Ε. Τα αποτελέσματα κατηγοριοποιήθηκαν με βάση τη βαθμίδα εκπαίδευσης.

Αποτελέσματα

Αναφορικά με το πρώτο ερευνητικό ερώτημα, τα αποτελέσματα ανέδειξαν μια ποικιλία χρήσεων που διαφοροποιούνταν ανάλογα με τη βαθμίδα εκπαίδευσης. Στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση (Π.Ε.), η Τ.Ν. εφαρμόστηκε κυρίως στη διδασκαλία της Γεωγραφίας, με έμφαση στους/στις εκπαιδευόμενους/ες, στοχεύοντας στην ενίσχυση της εξατομικευμένης εμπειρίας (Κόνιαρη, 2024). Στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση (Δ.Ε.), δεν εντοπίστηκαν εφαρμογές της Τ.Ν. στη διδασκαλία της Γεωγραφίας και της Γεωλογίας, καταδεικνύοντας μια έλλειψη αξιοποίησης της συγκεκριμένης τεχνολογίας σε αυτόν τον τομέα. Αντιθέτως, η χρήση της Τ.Ν. στη διδασκαλία της Φυσικής, της Χημείας, της Βιολογίας και της Αστρονομίας, εντοπίστηκε σε 8 άρθρα και φάνηκε πως ενίσχυσε τόσο τους/τις εκπαιδευόμενους/ες όσο και τους/τις εκπαιδευτικούς, παρέχοντας εργαλεία όπως εικονικά εργαστήρια (Fages, 2020), που ενίσχυσαν τη μάθηση μέσω βιωματικών εμπειριών, καθώς και υποστήριξη αυτοματοποιημένων απαντήσεων (Leon & Vidhani, 2023) που διευκόλυναν τη διαδικασία αξιολόγησης. Επιπλέον, καταγράφηκαν εφαρμογές όπως Έξυπνοι Προσωπικοί Βοηθοί (Nasri et al., 2023) που προσέφεραν εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες και συνέβαλαν στην καλύτερη οργάνωση των εκπαιδευόμενων (Selvam, 2024), ενώ τα Μεγάλα Γλωσσικά

Μοντέλα (Large Language Models-LLMs) παρείχαν διαδραστική υποστήριξη για την κατανόηση των επιστημονικών εννοιών. Στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση (Τ.Ε.), εντοπίστηκαν 5 άρθρα και αναφερόντουσαν σε εργαλεία Τ.Ν., όπως τα εργαλεία ανάλυσης δεδομένων βασισμένα σε Τ.Ν. (Hassoun et al., 2021) που αξιοποιήθηκαν για την υποστήριξη της μαθησιακής διαδικασίας με επίκεντρο τον/την εκπαιδευόμενο/η. Επιπλέον, συστήματα αυτόματης βαθμολόγησης, όπως το Hybrid Automatic Scoring System, χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση της εννοιολογικής κατανόησης των φοιτητών/φοιτητριών σε μαθήματα Φυσικής βελτιώνοντας τη διαδικασία παροχής ανατροφοδότησης (Kurniawan et al., 2024). Επιπλέον, αξιοποιήθηκαν εφαρμογές που απευθύνονταν τόσο στους/στις εκπαιδευτικούς όσο και στους φορείς, όπως το AIoT (Artificial Intelligence of Things), προωθώντας μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την ενσωμάτωση της Τ.Ν. στην εκπαιδευτική διαδικασία (Zhang et al., 2021). Συνολικά, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η Τ.Ν. προσαρμοζόταν ανάλογα με τις ανάγκες κάθε βαθμίδας και μπορούσε να υποστηρίξει ποικίλους στόχους.

Αναφορικά με το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα προέκυψαν τα εξής ευρήματα: Στην Π.Ε., chatbots, όπως το ChatGPT, συνέβαλαν στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος των μαθητών/τριών, διευκολύνοντας την κατανόηση αφηρημένων εννοιών. Η άμεση πρόσβαση σε πληροφορίες ενίσχυσε την εμπλοκή τους, καθιστώντας τη μάθηση πιο δυναμική. Στη Δ.Ε., η Τ.Ν. συνέβαλε περαιτέρω μέσω έξυπνων βοηθών, όπως η Alexa, που προσέφεραν εξατομικευμένη υποστήριξη σε μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. Επιπλέον, το Chatbot Claude (Ben-Zion et al., 2024) ενίσχυσε το ενδιαφέρον των εκπαιδευόμενων. Τα εργαλεία αυτά προώθησαν την ενεργή συμμετοχή των μαθητών/τριών ακόμη και εκτός σχολικού ωραρίου. Παράλληλα, οι εκπαιδευτικοί αξιοποίησαν τα LLMs για τη δημιουργία μαθησιακού υλικού, όπως διαδραστικές ασκήσεις, συμβάλλοντας στη βελτίωση της ποιότητας της διδασκαλίας. Στην Τ.Ε., εφαρμογές όπως τα διαδραστικά βίντεο με ενσωματωμένη Τ.Ν. βελτίωσαν τις επιδόσεις των εκπαιδευόμενων διευκολύνοντας την εκτέλεση των ακαδημαϊκών τους δραστηριοτήτων (Kodkin & Artemeva, 2024). Συνολικά, τα αποτελέσματα ανέδειξαν τη θετική επίδραση των εφαρμογών Τ.Ν. στη διδασκαλία, καθώς προήγαγαν την αποτελεσματικότητα της εκπαιδευτικής διαδικασίας και ενίσχυσαν την εμπλοκή των φοιτητών/φοιτητριών στα μαθήματα των Φ.Ε..

Η ανάλυση των ερευνών έδειξε ότι η εφαρμογή της Τ.Ν. στην εκπαίδευση είχε θετική επίδραση σε όλες τις βαθμίδες και στα διδακτικά αντικείμενα που εξετάστηκαν. Αυτή η ανασκόπηση αναδεικνύει τη σημασία των τεχνολογιών Τ.Ν. στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα συμβάλλει στην κατανόηση των δυνατοτήτων που σχετίζονται με τον τομέα της Τ.Ν. στη διδασκαλία των Φ.Ε. Παρέχει πολύτιμες πληροφορίες που μπορούν να αξιοποιηθούν για μελλοντική έρευνα, ενισχύοντας τη θέση των Heeg & Anraamidou (2023) σχετικά με τα σημαντικά οφέλη που προσφέρει η Τ.Ν. Η ενσωμάτωση της Τ.Ν. στην εκπαίδευση έχει ήδη αρχίσει να αποδεικνύει τη δυναμική της σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες. Ειδικότερα, στην Π.Ε. ενίσχυσε το ενδιαφέρον και τις επιδόσεις των μαθητών/τριών, ενώ στη Δ.Ε. και Τ.Ε. οι εκπαιδευόμενοι/ες απολάμβαναν μεγαλύτερη αυτονομία. Η διαφοροποίηση των τύπων Τ.Ν. ανά εκπαιδευτική βαθμίδα αναδεικνύει την ανάγκη για προσαρμογή των εργαλείων στις απαιτήσεις κάθε ομάδας-στόχου. Συγκεκριμένα, οι εφαρμογές που επικεντρώνονται στον/στην εκπαιδευόμενο/η μπορούν να προσφέρουν αυξημένη αλληλεπίδραση, ενώ οι εφαρμογές που εστιάζουν στον/στην εκπαιδευτικό ή στον φορέα δύνανται να βελτιώσουν την εκπαιδευτική διαδικασία.

Βιβλιογραφία

- Κόνιαρη, Χ. (2024). *Η χρήση του ChatGPT ως εκπαιδευτικό εργαλείο στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση: μία μελέτη περίπτωσης στο μάθημα της γεωγραφίας ΣΤ΄ Δημοτικού*. [Αδημοσίευτη Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία]. Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής. <http://dx.doi.org/10.26265/polynoe-6047>
- Ben-Zion, Y., Zarzecki, R. E., Glazer, J., & Finkelstein, N. D. (2024). Leveraging AI for Rapid Generation of Physics Simulations in Education: Building Your Own Virtual Lab. arXiv preprint arXiv:2412.07482. <http://dx.doi.org/10.48550/arXiv.2412.07482>
- Fages, F. (2020). Artificial intelligence in biological modelling. Στο P. Marquis, O. Papini, H. Prade (Επιμ.) *A Guided Tour of Artificial Intelligence Research: Volume III: Interfaces and Applications of Artificial Intelligence*, σ. 265-302. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-06170-8_8
- Hassoun, S., Jefferson, F., Shi, X., Stucky, B., Wang, J., & Rosa Jr, E. (2021). Artificial intelligence for biology. *Integrative and Comparative Biology*, 61(6), 2267-2275. <http://dx.doi.org/10.1093/icb/icab188>
- Heeg, D. M., & Avraamidou, L. (2023). The use of Artificial intelligence in school science: a systematic literature review. *Educational Media International*, 60(2), 125-150. <http://dx.doi.org/10.1080/09523987.2023.2264990>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in Education: Promises and implications for teaching & learning*. The Center for Curriculum Redesign. ISBN: 978-1794293700. Ανακτήθηκε από: <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AIED-Book-Excerpt-CCR.pdf>
- Kodkin, V. L., & Artem'eva, E. V. (2024). ChatGPT: Application in Chemistry Education and Challenges. *Journal of Computer and Communications*, 12(3), 196-206. <http://dx.doi.org/10.4236/jcc.2024.123012>
- Kurniawan, W., Riantoni, C., Lestari, N., & Ropawandi, D. (2024). A hybrid automatic scoring system: Artificial intelligence-based evaluation of physics concept comprehension essay test. *International Journal of Information and Education Technology*, 14(6), 876-882. <http://dx.doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.6.2113>
- Leon, A. J., & Vidhani, D. (2023). ChatGPT needs a chemistry tutor too. *Journal of Chemical Education*, 100(10), 3859-3865. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00288>
- Nasri, N. M., Nasri, N., Nasri, N. F., & Abd Talib, M. A. (2023). The Impact of integrating an intelligent personal assistant (IPA) on secondary school physics students' scientific inquiry skills. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 16(2), 232-242. <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3241058>
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence: a modern approach*. 4^η εκδ. Pearson. ISBN 978-1292401133
- Selvam, A. A. A. (2024). Exploring the Impact of Artificial Intelligence on Transforming Physics, Chemistry, and Biology Education. *Journal of Broader Impacts in STEM*, 2. <https://doi.org/10.21428/a70c814c.747297aa>
- Zhang, Y., Ning, Y., Li, B., & Liu, Y. (2021). An innovative classroom teaching technology assisted by artificial intelligence of things. Στο *2021 2nd International Conference on Information Science and Education (ICISE-IE)*, σ. 1661-1664. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICISE-IE53922.2021.00367>