

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^ο

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.enepnet.gr



Η Τεχνητή Νοημοσύνη ως Καταλύτης Ευέλικτων και Εξατομικευμένων Εκπαιδευτικών Πρακτικών: Επισκόπηση Πεδίου

Χρήστος Κουκάρας, Μαρία Μητσιάκη, Παρασκευάς Κουκάρας, Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης, Σταύρος Γ. Σταυρινίδης

doi: [10.12681/codiste.9914](https://doi.org/10.12681/codiste.9914)

Η Τεχνητή Νοημοσύνη ως Καταλύτης Ευέλικτων και Εξατομικευμένων Εκπαιδευτικών Πρακτικών: Επισκόπηση Πεδίου

Χρήστος Κουκάρας¹, Μαρία Μητσιάκη², Παρασκευάς Κουκάρας³,
Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης⁴, Σταύρος Γ. Σταυρινίδης⁵

^{1,5}Τμήμα Φυσικής, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης,

²Τμήμα Ελληνικής Φιλολογίας, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης,

³Σχολή Επιστήμης-Τεχνολογίας, Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος,

⁴Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,

¹ckoukaras@physics.duth.gr, ⁵sstavrin@physics.duth.gr

Περίληψη

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) αναδιαμορφώνει ραγδαία τον σύγχρονο εκπαιδευτικό χώρο, οδηγώντας σε στρατηγικές μάθησης που προσαρμόζονται στις ατομικές ανάγκες των μαθητών. Η παρούσα επισκόπηση πεδίου, διερευνά πώς τα προσαρμοστικά συστήματα μάθησης και τα ευφυή συστήματα διδασκαλίας, μπορούν να προσφέρουν πιο ουσιαστικές και εξατομικευμένες διδακτικές προσεγγίσεις. Επίσης, παρουσιάζονται περιπτώσεις σχεδιασμού μαθητο-κεντρικών μοντέλων και αναδεικνύονται οι προκλήσεις (τεχνολογικές υποδομές, επιμόρφωση, διαχείριση δεδομένων). Τέλος, δίνονται ρεαλιστικές λύσεις που μπορούν να διευκολύνουν την αποτελεσματική ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών στην εκπαιδευτική πράξη, εστιάζοντας στη διαφάνεια, στη διαθεσιμότητα και στην ισότιμη πρόσβαση.

Λέξεις κλειδιά: εξατομικευμένη μάθηση, ευέλικτα συστήματα, TN, υβριδική εκπαίδευση

Artificial Intelligence as a Catalyst for Flexible and Personalized Learning Practices: A Scoping Review

Christos Koukaras¹, Maria Mitsiaki², Paraskevas Koukaras³,
Euripides Chatzikraniotis⁴, Stavros G. Stavrinidis⁵

^{1,5}Physics Department, Democritus University of Thrace,

²Department of Greek Philology, Democritus University of Thrace,

³School of Science and Technology, International Hellenic University,

²Department of Physics, Aristotle University of Thessaloniki

¹ckoukaras@physics.duth.gr, ⁵sstavrin@physics.duth.gr

Abstract

Artificial Intelligence (AI) is rapidly reshaping the modern educational landscape, enabling learning strategies which can be finely tuned to individual student needs in scale. This scoping review investigates how adaptive learning systems and intelligent tutoring systems can offer more meaningful and personalized learning approaches. Additionally, student-centered digital tool models are presented, noting in parallel the challenges (technological infrastructure, training, data management). Finally, realistic solutions are given which can facilitate the harmonious and effective integration of new technologies into educational practice, focusing on transparency, availability and equal access.

Keywords: Personalized learning, flexible systems, AI, hybrid education

Εισαγωγή

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) διαθέτει πλέον μια εργαλειοθήκη που αναπροσαρμόζει έμπρακτα τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί προσεγγίζουν τη γνώση στη σύγχρονη τάξη (Wang et al., 2024). Τα προσαρμοστικά συστήματα μάθησης (ΠΣΜ) μέσω της TN και των εξατομικευμένων λειτουργιών τους, βοηθούν στην κάλυψη των ξεχωριστών μαθησιακών αναγκών κάθε μαθητή, ενθαρρύνοντας την ενεργή συμμετοχή και την αυτοπεποίθησή τους (Rizvi, 2023). Ένα σύστημα TN μπορεί να ρυθμίζει το εκπαιδευτικό υλικό και το επίπεδο δυσκολίας σε πραγματικό χρόνο, με βάση τις επιδόσεις και τα χαρακτηριστικά του μαθητή, ενισχύοντας την ενεργό συμμετοχή και τα μαθησιακά αποτελέσματα, μειώνοντας παράλληλα τον φόρτο εργασίας για τον εκπαιδευτικό (Ahmad et al., 2024· Chen et al., 2022· Lin et al., 2024· Wang et al., 2024)

Επιπροσθέτως, οι αυτοματοποιημένες αξιολογήσεις μέσω TN (π.χ. λύσεις iFlyTek) κάνουν τη διαδικασία βαθμολόγησης πιο γρήγορη, δίκαιη και ορθολογική, δίνοντας ταυτόχρονα τη δυνατότητα διαχείρισης μεγάλων αριθμών μαθητών με ακρίβεια και διαφάνεια (iFlyTek, 2024). Η ικανότητα των συστημάτων TN να αποστέλλουν αμέσως σχόλια και διορθώσεις βοηθά τους μαθητές να εντοπίζουν και να διορθώνουν τα λάθη τους χωρίς καθυστέρηση, ενώ παράλληλα περιορίζει την προκατάληψη στη βαθμολόγηση.

Η πανδημία λειτούργησε ως επιταχυντής, ενσωματώνοντας ταχύτερα την TN σε υβριδικά και εξ αποστάσεως περιβάλλοντα μάθησης (Olmo-Muñoz et al., 2023). Καθώς η διδασκαλία μετατοπίστηκε σε διαδικτυακές πλατφόρμες, τα έξυπνα συστήματα ενσωματώθηκαν ταχύτερα στις ψηφιακές και κατ'επέκταση φυσικές τάξεις, βελτιώνοντας σημαντικά τη συμμετοχή των μαθητών και την προσβασιμότητα σε παγκόσμια κλίμακα (Marceddu et al., 2022).

Μεθοδολογία

Ως επισκόπηση πεδίου (scoping review), η παρούσα εργασία επιχειρεί να χαρτογραφήσει τα βασικά θέματα και υπο-πεδία που συνδέονται με τη χρήση TN στη διδασκαλία. Η αναζήτηση βιβλιογραφίας πραγματοποιήθηκε στις βάσεις δεδομένων IEEE Xplore, Scopus και WOS (2020–2024). Κυριότερες λέξεις κλειδιά: “AI in Education”, “Adaptive Learning Systems”, “Intelligent Tutoring Systems”, “VR in Education” και “Personalized Learning”.

Συνολικά, από μια αρχική λίστα 130 πηγών, διατηρήθηκαν 49 οι οποίες πληρούσαν κριτήρια συνάφειας ως προς την ανάπτυξη και αξιολόγηση εργαλείων TN για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

Η ανάλυση έγινε σε δύο στάδια: (α) επισκόπηση τίτλων και περιλήψεων για προκαταρκτική επιλογή, και (β) εις βάθος ποιοτική εξέταση του πλήρους κειμένου επιλεγέντων.

Σε επίπεδο ερευνητικών ερωτημάτων, η επισκόπηση επικεντρώθηκε στα εξής:

1. Πώς υποστηρίζει η TN την εξατομικευμένη μάθηση πρακτικά;

2. Μέσω τίνων πρακτικών εφαρμογών της TN βελτιώνεται η συμμετοχή των μαθητών και τα μαθησιακά τους αποτελέσματα;

3. Ποιες είναι οι κύριες προκλήσεις της TN στην εκπαίδευση σε επίπεδο υποδομών, πολιτικής και ηθικής και ποιες βιώσιμες λύσεις προτείνονται από την επιστημονική κοινότητα;

Οι θεματικές ενότητες της εργασίας διαρθρώθηκαν αντίστοιχα: ξεκινούν από τις τεχνολογικές βάσεις της εξατομικευμένης και κλιμακούμενης μάθησης, εξετάζουν εφαρμογές σε διάφορα εκπαιδευτικά πλαίσια, συζητούν τις προκλήσεις/προϋποθέσεις και καταλήγουν με μελλοντικές κατευθύνσεις και συμπεράσματα.

Τεχνολογικές Βάσεις Εξατομικευμένης και Κλιμακούμενης Εκπαίδευσης

Τα σύγχρονα Έξυπνα Συστήματα Διδασκαλίας (ΕΣΔ) αξιοποιούν εξελιγμένους αλγορίθμους TN για να προσαρμόζουν, σε πραγματικό χρόνο, το μαθησιακό υλικό, διατηρώντας το απαιτητικό δίχως να αποθαρρύνουν τον εκπαιδευόμενο. Το σύστημα ZOSMAT ανιχνεύει

γνωστικές δυσκολίες και καθοδηγεί τους μαθητές στην κατάκτηση σύνθετων μαθηματικών εννοιών μέσω στοχευμένης ανατροφοδότησης (Li et al., 2023). Παρομοίως, οι Jiang et al. (2022) αναπτύσσουν αλγορίθμους που διαμορφώνουν εξατομικευμένες διαδρομές κλιμακούμενης δυσκολίας σε Μαζικά Ανοικτά Διαδικτυακά Μαθήματα (MOOCs), προσαρμόζοντας τη ροή στη διαρκώς εξελισσόμενη γνώση του χρήστη. Στο ίδιο πνεύμα, οι Kužilek et al. (2022) συνέδεσαν Data Mining, Learning Analytics και πιθανοτικά γραφήματα Markov ώστε να χαρτογραφήσουν στρατηγικές εξέτασης πρωτοετών, καθιστώντας τα προκύπτοντα πρότυπα ικανά να διαχωρίζουν εγκαίρως επιτυχημένους και μη φοιτητές, επιτρέποντας στοχευμένες παρεμβάσεις. Τα εργαλεία αξιολόγησης με ΤΝ χρησιμοποιώντας τεχνικές Machine Learning (ML) και Natural Language Processing (NLP), αυτοματοποιούν παραδοσιακές διαδικασίες προσφέροντας ακρίβεια, εξατομικευμένη ανατροφοδότηση και αναπροσαρμογή της διδασκαλίας σε πραγματικό χρόνο. Όπως για παράδειγμα, η Αυτόματη Αξιολόγηση Δοκιμιών (Automated Essay Scoring, AES) η οποία αναλύει γλωσσικά χαρακτηριστικά γραπτών εργασιών (Ramesh & Sanampudi, 2022· Wang et al., 2020· Weegar, & Idestam-Almquist, 2024).

Στα πλαίσια των predictive analytics και των έγκαιρων παρεμβάσεων οι Kim et al. (2023) εισήγαγαν το Adaptive Neuro-Learning System (ANLS), το οποίο ενσωματώνει EEG-νευροανάδραση σε διαδικτυακές διαλέξεις, καταγράφοντας την προσοχή και κατανόηση. Έτσι δίνεται η δυνατότητα στην τροποποίηση του εκπαιδευτικού υλικού σε πραγματικό χρόνο ανάλογα με τις τρέχουσες ανάγκες των μαθητών.

Η εξατομίκευση εκτείνεται και στη συναισθηματική σφαίρα. Οι Rebolledo-Mendez et al. (2022) τεκμηριώνουν ότι μαθητές με υψηλή συναισθηματική επίγνωση ωφελούνται ιδιαίτερα, καθώς τα ΕΣΔ τους βοηθούν να ρυθμίζουν το άγχος. Το SeisTutor εν παραδείγματι, προσαρμόζει στρατηγικές διδασκαλίας σε ψυχολογικές μεταβλητές, ενισχύοντας συμμετοχή και επίδοση (Singh et al., 2022).

Τροποποιώντας τις μηχανές αναζήτησης, οι Kameni et al. (2025), παρουσίασαν ένα καινοτόμο σύστημα πληροφόρησης (Information Retrieval System) που ενσωματώνει την Ταξινόμηση Bloom με τεχνικές NLP για ταξινόμηση αποτελεσμάτων αναζήτησης βάσει του γνωστικού επιπέδου των μαθητών.

Μέσω παιγνιοποίησης (gamification), οι Tenório et al. (2022) δείχνουν ότι η προσαρμογή στοχοθεσίας και επιπέδων από τους εκπαιδευτικούς αυξάνει θεαματικά τη συμμετοχή, ενώ τονίζουν τη σημασία της παιδαγωγικής ευκαμψίας στις προσαρμοστικές πλατφόρμες μάθησης.

Οι πλατφόρμες learner-sourcing, ως υποσύνολο των ΠΣΜ, μεταθέτουν στους μαθητές τους ρόλους του δημιουργού και επιμελητή μαθητικών δραστηριοτήτων, εξοικιώνοντάς τους σε αυτορρυθμιζόμενες πρακτικές ενώ παράλληλα παρέχουν εξατομικευμένες προσαρμοζόμενες εμπειρίες (Lahza et al., 2023· Li et al., 2023· Zheng et al., 2024).

Τα ΠΣΜ αποδεικνύονται ιδιαιτέρως γόνιμα σε πεδία υψηλής γνωστικής απαίτησης—π.χ. μαθηματικά και φυσικές επιστήμες—καθώς αποσυνθέτουν περίπλοκες έννοιες σε εύληπτες υπομονάδες, μειώνουν το γνωστικό φορτίο και προάγουν βαθύτερη κατανόηση ακόμη και σε μαθητές διαφορετικών υποβάθρων και επιπέδων (Dever et al., 2023· Lu et al., 2024).

Εφαρμογές σε Ποικίλα Εκπαιδευτικά Πλαίσια

Τα ΠΣΜ αποτελούν κρίσιμο υπόβαθρο και για την συμπερίληψη αλλά και την διοικητική αποδοτικότητα λόγω της δυνατότητας επικοινωνίας με διάφορες συσκευές (π.χ. αισθητήρες IOT). Η οριζόντια εφαρμογή τους σε μειονοτικές ομάδες, η ισότητα πρόσβασης και η ενσωμάτωσή τους σε έξυπνες υποδομές μπορούν να βελτιώσουν ολιστικά το εκπαιδευτικό περιβάλλον σε όλες τις βαθμίδες του.

Για παράδειγμα, ένα κλειστό οικοσύστημα ΤΝ για την εκπαίδευση Κωφών συνδύασε αναγνώριση ομιλίας, computer vision και 3D avatars, επιτυγχάνοντας ουσιαστική αύξηση κατανόησης περιεχομένου και άρση πολιτισμικών εμποδίων σε πανεπιστήμια χωρών του Παγκόσμιου Νότου (Coy et al., 2024).

Στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση, συστήματα υποβοηθούμενης μάθησης μέσω υπολογιστή (Computer-Assisted Learning – CAL), όπως το MindSpark, προσφέρουν εξατομικευμένη εκμάθηση με χαμηλό κόστος, ενώ εφαρμογές όπως το Intelligent Digital Education Environment (IDEE) αξιοποιούν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για να ενισχύσουν τη συμμετοχή και επίδοση των μαθητών μέσω της ΤΝ και της ρομποτικής (Orlando & Paz, 2024). Στα πλαίσια του Erasmus+, τροποποιήθηκε το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών περιλαμβάνοντας την ΤΝ, βελτιώνοντας σημαντικά τις δεξιότητες ΤΝ των μαθητών μέσω βιωματικών εργαστηρίων (Bellas et al., 2023). Επιπρόσθετα, η συν-σχεδίαση του αναλυτικού προγράμματος μαζί από την ΤΝ μαζί με εκπαιδευτικούς όχι μόνο μπορεί να αυξήσει την παιδαγωγική συνάφεια αλλά και την αυτοπεποίθησή τους στη διδασκαλία περί ΤΝ (Ottenbreit-Leftwich et al., 2023).

Ένα Campus Management System μηχανικής μάθησης, το οποίο σχεδιάστηκε για τη στρατηγική υποστήριξη φοιτητών, χρησιμοποιώντας «Student Success Predictor» πέτυχε 93% ακρίβεια στην πρόβλεψη επίδοσης και κινδύνου εγκατάλειψης σπουδών, επιτρέποντας έτσι στοχευμένες παρεμβάσεις (Shoaib et al., 2024).

Στο επίπεδο της κυβερνο-ασφαλείας, προτεινόμενα frameworks αρχιτεκτονικών 5G-IoT για «έξυπνες αίθουσες» και διοίκηση, ενσωματώνουν μηχανισμούς μηδενικής εμπιστοσύνης (AI-IDPS) και πίνακες ελέγχου σε πραγματικό χρόνο, εξασφαλίζοντας ασφαλή ροή προσωποποιημένων δεδομένων (Koukaras et al., 2025).

Από την άλλη, συστήματα όπως το FieldTripOrganizer μπορούν να αυτοματοποιήσουν τον προγραμματισμό εκπαιδευτικών εκδρομών, μειώνοντας τον διοικητικό και αυξάνοντας τη συμμετοχή μαθητών (Mauro et al., 2023).

Προκλήσεις επεκτασιμότητας και Στρατηγικές Λύσεις

Η ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαίδευση συνοδεύεται από δυσκολίες σε επίπεδο υποδομών, επιμόρφωσης και διαχείρισης δεδομένων. Πολλά σχολεία στερούνται υποδομών, ενώ οι cloud-based λύσεις ΤΝ πολλαπλασιάζουν τα ρίσκα κυβερνοασφάλειας, αυξάνουν τους κινδύνους ασφαλείας, επιδεινώνοντας ανισότητες σε περιθωριοποιημένες κοινότητες (Nguyen et al., 2023· Wambui, 2024). Η ραγδαία διάδοση εργαλείων, όπως ο ChatGPT εξηγείται μέσω του θεωρητικού σχήματος Push-Pull-Mooring, το οποίο καταδεικνύει ότι τα εκπαιδευτικά οφέλη συνυπάρχουν με ανησυχίες για αντιγραφή και μείωση της αυτοδύναμης σκέψης (Annamalai, 2024· Wise et al., 2024).

Ταυτόχρονα, η περιορισμένη ψηφιακή ικανότητα των εκπαιδευτικών αναστέλλει πρακτικά την αξιοποίηση, παρότι προγράμματα όπως ML4STEM αποδεικνύουν ότι βιωματική κατάρτιση ενισχύει την αυτοπεποίθηση και την ευελιξία (Tang et al., 2023). Η διαδραστικότητα και η προσωποποιημένη ανατροφοδότηση και η συν-σχεδίαση αναλυτικών προγραμμάτων μεταξύ ΤΝ και διδασκόντων προάγει τη βιωσιμότητα των καινοτομιών ενισχύουν την υιοθέτηση (Copur-Gencturk et al., 2024· Ottenbreit-Leftwich et al., 2023).

Οι ψηφιακές στάσεις παραμένουν καθοριστικές, ειδικά στην ειδική αγωγή, όπου οι υπάρχουσες πλατφόρμες παραβλέπουν λειτουργικές ανάγκες (Pierres et al., 2024· Yao & Wang, 2024). Ωστόσο, συστήματα όπως αυτό των Coy et al. (2024) για Κωφούς, το οποίο συνδυάζει αναγνώριση φωνής, computer-vision και 3D avatars, μπορούν να επιλύσουν γλωσσικά, συναισθηματικά και πολιτισμικά εμπόδια.

Η απουσία διαφάνειας και κοινού πλαισίου ανταλλαγής δεδομένων αποτελούν εμπόδια, για τη δημιουργία ενιαίων προτύπων και συστημάτων ασφαλείας (Bukar et al., 2024). Εργαλεία όπως το P-AIEd και EAIEd, NagNet, Squirrel AI μπορούν να ενσωματώνουν δείκτες προόδου και διαφάνειας, ενδυναμώνοντας την κριτική σκέψη και ισότιμη πρόσβαση (Airaj, 2024· Bittencourt et al., 2023· Zhu et al., 2023). Επιπρόσθετα, τεχνικές μάθησης fairness-aware και μετρικές ανίχνευσης παραπληροφόρησης, καθίστανται αναγκαίες (Kasseropoulos et al., 2022).

Σε διοικητικό επίπεδο, η αναβάθμιση υποδομών μπορεί να επιτευχθεί με υβριδικές αρχιτεκτονικές edge-cloud και Διαδικτύου των Πραγμάτων (IOT) με ψηφιακά δίδυμα

campus. Μοντέλα προγνωστικής συντήρησης υποδομών μπορούν να εφαρμοστούν σε εκπαιδευτικά ιδρύματα, και σε συνδυασμό με την ευρύτερη χρήση εργαλείων ΤΝ να μειώσουν λειτουργικές δαπάνες, ενισχύοντας τη βιωσιμότητα (Koukaras et al., 2022). Ταυτόχρονα, ο συνδυασμός ολιστικών frameworks με αναλυτικά συστήματα πρόβλεψης ή εγκατάλειψης σπουδών, όπως ο AI Student Success Predictor, θα επιτρέπει στοχευμένες παρεμβάσεις από τους υπευθύνους σπουδών (Shoib et al., 2024).

Για να αντιμετωπιστούν οι παραπάνω προκλήσεις, απαιτούνται τεχνικό-πολιτικές παρεμβάσεις: κύκλοι συνεχούς βελτίωσης, εθνικές οδηγίες για γενετική ΤΝ και καθολική πρόσβαση σε ανοικτά πρότυπα διαλειτουργικότητας (Ahmad et al., 2024· Bhimdiwala et al., 2022· Giannini et al., 2024· Mao et al., 2024). Η συντονισμένη σύμπραξη κράτους, εκπαιδευτικών, και η υιοθέτηση ανοιχτών εργαλείων ΤΝ, μπορεί να διασφαλιστεί μια πραγματικά δίκαιη, ασφαλή και προσβάσιμη εκπαιδευτική εμπειρία (Alharbi & Khalil, 2023· Göksel & Bozkurt, 2019· Nouman et al., 2024· United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 2023).

Μελλοντικές Κατευθύνσεις

Οι καθηλωτικές εμπειρίες μάθησης (π.χ. VR) μπορούν μελλοντικά να μετατρέψουν τη γνώση σε μια πιο δυναμική, συμμετοχική διαδικασία (Hwang et al., 2020). Παράλληλα, τεχνικές εξηγήσιμης ΤΝ (xAI) θα επιτρέπουν στους διδάσκοντες να κατανοούν και να ερμηνεύουν συστάσεις ΤΝ, διατηρώντας την παιδαγωγική τους αυτονομία (Parkani et al., 2024). Εργαλεία όπως το Trustworthy Knowledge Tracing δείχνουν xAI και προγνωστική ακρίβεια μπορούν να συνυπάρχουν (Lu et al., 2024). Παράλληλα, η χρήση συσκευών ΙΟΤ προσφέρει ροές δεδομένων σε πραγματικό χρόνο για δείκτες κόπωσης ή συναισθηματικής διάθεσης αναβαθμίζοντας τη συμμετοχή των μαθητών (Marceddu et al., 2022).

Ωστόσο, η τεχνολογία δεν αρκεί χωρίς επένδυση στο ανθρώπινο κεφάλαιο. Το ML4STEM έδειξε ότι βιωματικά, προσαρμοσμένα εργαστήρια αυξάνουν την αυτοπεποίθηση των εκπαιδευτικών και διευκολύνουν τη μεταφορά των νέων δεξιοτήτων στην τάξη (Tang et al., 2023). Παράλληλα, τα αναλυτικά προγράμματα «AI + Ethics» στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση καλλιεργούν την κατανόηση της ΤΝ (Williams et al., 2023). Οι Nguyen et al. (2023) καλούν για εφαρμογή των αρχών της F-A-T-E (Fairness, Accountability, Transparency, Ethics) σε όλα τα στάδια νέων σχεδιασμών. Τέλος, οι Giannini et al. (2024) τονίζουν την ανάγκη θεσμοθέτησης των γενετικών μοντέλων, για την προστασία της ακαδημαϊκής ακεραιότητας και της πνευματικής ιδιοκτησίας.

Συμπεράσματα

Το παρόν πόνημα, καταδεικνύει τον μετασχηματιστικό ρόλο της ΤΝ στη σύγχρονη εκπαίδευση και συμβάλλει στη συζήτηση για τη βιώσιμη ενσωμάτωσή της. Παρουσιάζει παραδείγματα εφαρμογής της ΤΝ σε ποικίλα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα και αναδεικνύει τις κύριες προκλήσεις—από τις τεχνολογικές υποδομές και την κατάρτιση των εκπαιδευτικών έως τη διαχείριση των δεδομένων. Τέλος, προτείνονται στρατηγικές λύσεις που συνδυάζουν την καινοτομία με τη δίκαιη πρόσβαση, θέτοντας τα θεμέλια για μια πιο ισότιμη, ποιοτική και εμπνευσμένη εκπαιδευτική εμπειρία σε παγκόσμια κλίμακα.

Βιβλιογραφία

- Ahmad, K., Iqbal, W., El-Hassan, A., Qadir, J., Benhaddou, D., Ayyash, M., & Al-Fuqaha, A. (2024). Data-driven artificial intelligence in education: A comprehensive review. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 12–31. <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3314610>
- Airaj, M. (2024). Ethical artificial intelligence for teaching-learning in higher education. *Education and Information Technologies*, 29(13), 17145–17167. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12545-x>

- Alharbi, K., & Khalil, L. (2023). Artificial intelligence (AI) in ESL vocabulary learning: An exploratory study on students and teachers' perspectives. *Migration Letters*, 20(S12), 1030-1045. <https://migrationletters.com/index.php/ml/article/view/8224>
- Annamalai, N. (2024). Factors affecting english language high school teachers switching intention to chatgpt: a push-pull-mooring theory perspective. *Interactive Learning Environments*, 33(2), 1367-1384. <https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2371928>
- Bellas, F., Guerreiro-Santalla, S., Naya-Varela, M., & Duro, R. J. (2022). Ai curriculum for european high schools: an embedded intelligence approach. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 33(2), 399-426. <https://doi.org/10.1007/s40593-022-00315-0>
- Bhimdiwala, A., Neri, R. C., & Gomez, L. M. (2022). Advancing the design and implementation of artificial intelligence in education through continuous improvement. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(3), 756-782. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00278-8>
- Bittencourt, I. I., Chalco, G. C., Santos, J., Fernandes, S. C. S., Silva, J., Batista, N., & Isotani, S. (2023). Positive artificial intelligence in education (p-ai-ed): a roadmap. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 34(3), 732-792. <https://doi.org/10.1007/s40593-023-00357-y>
- Bukar, U. A., Sayeed, M. S., Abdul Razak, S. F., Yogarayan, S., & Sneesl, R. (2024). Decision-making framework for the utilization of generative artificial intelligence in education: A case study of ChatGPT. *IEEE Access*, 12, 95368-95389. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3425172>
- Chen, X., Zou, D., Xie, H., Cheng, G., & Liu, C. (2022). Two decades of artificial intelligence in education: Contributors, collaborations, research topics, challenges, and future directions. *Educational Technology and Society*, 25(1), 28-47. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85124236565&partnerID=40&md5=c2afbc2b4fdae769181678cdde48ecfe>
- Copur-Gencturk, Y., Li, J., & Atabaş, Ş. (2024). Improving teaching at scale: can ai be incorporated into professional development to create interactive, personalized learning for teachers?. *American Educational Research Journal*, 61(4), 767-802. <https://doi.org/10.3102/00028312241248514>
- Coy, A., Mohammed, P. S., & Skerrit, P. (2025). Inclusive deaf education enabled by artificial intelligence: The path to a solution. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 35, 96-134. <https://doi.org/10.1007/s40593-024-00419-9>
- Fang, Y., Lippert, A., Cai, Z., Chen, S., Frijters, J.C., Greenberg, D., & Graesser, A.C.: Patterns of adults with low literacy skills interacting with an intelligent tutoring system. *International Journal of Artificial Intelligence in Education* 32(2), 297-322 (2022) <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00266-y>
- Giannini, S., Tawil, S., Miao, F., & Holmes, W. (2024). *Guidance for generative AI in education and research*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). <https://doi.org/10.54675/EWZM9535>
- Göksel, N., & Bozkurt, A. (2019). Artificial intelligence in education: Current insights and future perspectives. Στο S. Sisman-Ugur & G. Kurubacak (Επιμ.), *Handbook of Research on Learning in the Age of Transhumanism*, σσ. 224-236. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-8431-5.ch014>
- Hwang, G.-J., Xie, H., Wah, B. W., & Gasevic, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of artificial intelligence in education. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 1, 100001. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001>
- iFlyTek. (2024). iFLYTEK supports Sichuan Province's high-quality education through artificial intelligence. Retrieved 20-6-2025 from: <https://www.iflytek.com/en/news-events/news/41.html>
- Jiang, B., Li, X., Yang, S., Kong, Y., Cheng, W., Hao, C., & Lin, Q. (2022). Data-Driven Personalized Learning Path Planning Based on Cognitive Diagnostic Assessments in MOOCs. *Applied Sciences*, 12(8), 3982. <https://doi.org/10.3390/app12083982>
- Kameni, J.S.H., Batchakui, B., & Nkambou, R. (2024). Optimization of information retrieval systems for learning contexts. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 35, 65-95. <https://doi.org/10.1007/s40593-024-00415-z>
- Kasseropoulos, D. P., Koukaras, P., & Tjortjis, C. (2022). Exploiting textual information for fake news detection. *International Journal of Neural Systems*, 32(12), 2250058. <https://doi.org/10.1142/S0129065722500587>
- Kim, H., Chae, Y., Kim, S., & Im, C.-H. (2023). Development of a computer-aided education system inspired by face-to-face learning by incorporating EEG-based neurofeedback into online video lectures. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 16(1), 78-91. <https://doi.org/10.1109/TLT.2022.3200394>
- Koukaras, C., Koukaras, P., Ioannidis, D., & Stavrinides, S. G. (2025). AI-Driven Telecommunications

- for Smart Classrooms: Transforming Education Through Personalized Learning and Secure Networks. *Telecom*, 6(2), 21. <https://doi.org/10.3390/telecom6020021>
- Kužilek, J., Zdráhal, Z., Vaclavek, J., Fuglík, V., Skočilas, J., & Wolff, A. (2022). First-year engineering students' strategies for taking exams. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 33(3), 583-608. <https://doi.org/10.1007/s40593-022-00303-4>
- Lahza, H., Khosravi, H., & Demartini, G. (2023). Analytics of learning tactics and strategies in an online learnersourcing environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(1), 94-112. <https://doi.org/10.1111/jcal.12729>
- Li, S., Zheng, J., & Lajoie, S.P. (2022). Temporal structures and sequential patterns of self-regulated learning behaviors in problem solving with an intelligent tutoring system. *Educational Technology and Society*, 25(4), 1-14. <https://www.jstor.org/stable/48695977>
- Lu, Y., Wang, D., Chen, P., & Zhang, Z. (2024). Design and Evaluation of Trustworthy Knowledge Tracing Model for Intelligent Tutoring System. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, τ. 17, σσ. 1661-1676. <https://doi.org/10.1109/TLT.2024.3403135>
- Mao, J., Chen, B., & Liu, J. C. (2024). Generative artificial intelligence in education and its implications for assessment. *TechTrends*, 68(1), 58-66. <https://doi.org/10.1007/s11528-023-00911-4>
- Marceddu, A. C., Pugliese, L., Sini, J., Espinosa, G. R., Amel Solouki, M., Chiavassa, P., Giusto, E., Montrucchio, B., Violante, M., & De Pace, F. (2022). A novel redundant validation iot system for affective learning based on facial expressions and biological signals. *Sensors* 22(7). <https://doi.org/10.3390/s22072773>
- Mauro, N., Ardissono, L., Cena, F., Scarpinati, L., & Torta, G. (2023). An intelligent support system to help teachers plan field trips. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 34(3), 793-824. <https://doi.org/10.1007/s40593-023-00366-x>
- Nguyen, A. N., Ngo, H. N., Hong, Y., Dang, B., & Nguyen, B.-P. T. (2023). Ethical principles for artificial intelligence in education. *Education and Information Technologies*, 28(4), 4221-4241. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11316-w>
- Nouman, N., Shaikh, Z. A., & Wasi, S. (2024). A novel personalized learning framework with interactive e-mentoring. *IEEE Access*, 12, 10428-10458. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3354167>
- Olmo-Muñoz, J., González-Calero, J. A., Diago, P. D., Arnau, D., & Arevalillo-Herráez, M. (2023). Intelligent tutoring systems for word problem solving in COVID-19 days: Could they have been (part of) the solution? *ZDM Mathematics Education*, 55(1, SI), 35-48. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01396-w>
- Orlando, S., Gaudio, E., & Paz, F. (2024). Toward embedding robotics in learning environments with support to teachers: The IDEE experience. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 874-884. <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3339882>
- Ottenbreit-Leftwich, A., Glazewski, K., Jeon, M., Jantaraweragul, K., Hmelo-Silver, C. E., Scribner, A., Lee, S., Mott, B., & Lester, J. C. (2023). Lessons learned for AI education with elementary students and teachers. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 33(2), 267-289. <https://doi.org/10.1007/s40593-022-00304-3>
- Pierres, O., Christen, M., Schmitt-Koopmann, F. M., & Darvishy, A. (2024). Could the use of AI in higher education hinder students with disabilities? A scoping review. *IEEE Access*, 12, 27810-27828. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3365368>
- Ramesh, D., & Sanampudi, S. K. (2022). An automated essay scoring systems: A systematic literature review. *Artificial Intelligence Review*, 55(3), 2495-2527. <https://doi.org/10.1007/s10462-021-10068-2>
- Rebolledo-Mendez, G., Huerta-Pacheco, N. S., Baker, R. S., & Boulay, B. d. (2021). Meta-affective behaviour within an intelligent tutoring system for mathematics. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(1), 174-195. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00247-1>
- Rizvi, M. (2023). Investigating AI-powered tutoring systems that adapt to individual student needs, providing personalized guidance and assessments. *The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences*, 31, 67-73. <https://doi.org/10.55549/epess.1381518>
- Shoib, M., Sayed, N., Singh, J., Shafi, J., Khan, S., & Ali, F. (2024). AI student success predictor: Enhancing personalised learning in campus-management systems. *Computers in Human Behavior*, 158, 108301. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2024.108301>
- Singh, N., Gunjan, V. K., Mishra, A. K., Mishra, R. K., & Nawaz, N. (2022). SeisTutor: A Custom-Tailored Intelligent Tutoring System and Sustainable Education. *Sustainability*, 14(7), 4167. <https://doi.org/10.3390/su14074167>
- Tang, J., Zhou, X., Wan, X., Daley, M., & Bai, Z. (2023). ML4STEM professional development program:

- Enriching K-12 STEM teaching with machine learning. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 33(1), 185–224. <https://doi.org/10.1007/s40593-022-00292-4>
- Tenório, K., Dermeval, D., Monteiro, M., Peixoto, A., & da Silva, A. P. (2022). Exploring design concepts to enable teachers to monitor and adapt gamification in adaptive learning systems: A qualitative research approach. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(4), 867–891. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00274-y>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2023). *Reflections on Generative AI and the Future of Education*. Ανακτήθηκε στις 25-6-2025 από: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385877>
- Wambui, D. A. (2024). Adaptive learning technologies: Customizing education to individual needs. *Research Output Journal of Arts and Management*, 3(3), 1–6. ROJAM Publications. https://www.researchgate.net/publication/383273049_Adaptive_Learning_Technologies_Customizing_Education_to_Individual_Needs
- Wang, S., Christensen, C., Cui, W., Tong, R., Yarnall, L., Shear, L., & Feng, M. (2020). When adaptive learning is effective learning: Comparison of an adaptive learning system to teacher-led instruction. *Interactive Learning Environments*, 31(2), 793–803. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1808794>
- Wang, S., Wang, F., Zhu, Z., Wang, J., Tran, T., & Du, Z. (2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review. *Expert Systems with Applications*, 252, 124167. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124167>
- Weegar, R., & Idestam-Almquist, P. (2024). Reducing workload in short answer grading using machine learning. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 34(2), 247–273. <https://doi.org/10.1007/s40593-022-00322-1>
- Williams, B. (2023). AI must be kept in check at school: The use of artificial intelligence in education needs to be subject to supervision and independent evaluations. *The UNESCO Courier*, 4, 6–9. <https://courier.unesco.org/en/subscribe>
- Wise, B., Emerson, L., Van Luyn, A., Dyson, B., Bjork, C., & Thomas, S. E. (2024). A scholarly dialogue: Writing scholarship, authorship, academic integrity and the challenges of AI. *Higher Education Research & Development*, 43(3), 578–590. <https://doi.org/10.1080/07294360.2023.2280195>
- Yao, N., & Wang, Q. (2024). Factors influencing pre-service special education teachers' intention toward AI in education: Digital literacy, teacher self-efficacy, perceived ease of use, and perceived usefulness. *Heliyon*, 10(14), e34894. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34894>
- Zhu, H., Hu, P., Tang, X., Xia, D., & Huang, H. (2023). Nagnet: A novel framework for real-time students' sentiment analysis in the wisdom classroom. *Concurrency and Computation: Practice & Experience*, 35(22). <https://doi.org/10.1002/cpe.7727>