

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




12-14 Απριλίου 2025

ΥΠΟ ΤΗΝ ΑΙΓΙΔΑ
ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ, ΑΠΘ
ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΑΠΘ

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

synedrio2025.enepht.gr



Εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης στις Φυσικές Επιστήμες: Μια Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

*Αναστασία Γεωργίου, Αθηνά Καρατζά, Κανέλα Μαρία
Μαρώση, Ευαγγελία Μαυρικάκη, Αποστολία Γαλάνη*

doi: [10.12681/codiste.9898](https://doi.org/10.12681/codiste.9898)

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, 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, educational tool, natural science

Εισαγωγή

Ο Ψηφιακός Γραμματισμός συνιστά μία εξαιρετικά σημαντική και απαραίτητη δεξιότητα της σύγχρονης εποχής, καθώς επηρεάζει και διαμορφώνει τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι επικοινωνούν, εργάζονται και μαθαίνουν. Οι εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στον τομέα της εκπαίδευσης αυξάνονται και επεκτείνονται με γοργούς, εντυπωσιακούς και διαρκώς επιταχυνόμενους ρυθμούς. Σύμφωνα με τους Russell και Norvig (2016), ως Τεχνητή Νοημοσύνη ορίζονται τα συστήματα εκείνα που έχουν την ικανότητα να μιμούνται την ανθρώπινη σκέψη, επιδιώκοντας στόχους όπως είναι, μεταξύ άλλων, η εξατομίκευση της εμπειρίας των μαθητών/τριών.

Η Τεχνητή Νοημοσύνη, όπως εφαρμόζεται σήμερα στο εκπαιδευτικό πλαίσιο, μπορεί να διακριθεί σε τρεις βασικές και διακριτές κατηγορίες, σύμφωνα με τους Holmes et al. (2019), ανάλογα με το ποιος είναι το κύριο επίκεντρο της χρήσης της: α) ο/η εκπαιδευόμενος/η (δηλαδή οι μαθητές και οι μαθήτριες), β) ο/η εκπαιδευτικός (οι διδάσκοντες), ή γ) ο εκπαιδευτικός φορέας (όπως σχολεία, πανεπιστήμια, εκπαιδευτικοί οργανισμοί και ιδρύματα).

Η παρούσα έρευνα αποσκοπεί στην εις βάθος ανάλυση των εφαρμογών της Τεχνητής Νοημοσύνης στον τομέα των Φυσικών Επιστημών, καθώς και στην ανάδειξη της προστιθέμενης αξίας που μπορεί να προκύψει από τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στα προαναφερθέντα εκπαιδευτικά αντικείμενα. Τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα που καθοδήγησαν την πορεία της παρούσας μελέτης ήταν τα ακόλουθα:

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

[2] Ποια αποτελέσματα έχουν καταγραφεί από τις εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών για τις ομάδες-στόχους (εκπαιδευόμενοι/ες, εκπαιδευτικοί, φορείς);

Μεθοδολογία

Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, διενεργήθηκε μία συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση, με σκοπό την εις βάθος ανάλυση και καταγραφή των σύγχρονων ερευνητικών μελετών που αφορούν τις εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Η επιλογή της μεθόδου αυτής κρίθηκε κατάλληλη, καθώς επιτρέπει τη συγκέντρωση, οργάνωση και αξιολόγηση της υφιστάμενης επιστημονικής γνώσης με τρόπο που να διασφαλίζει τη συστηματικότητα και την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων.

Για τη διεξαγωγή της εν λόγω βιβλιογραφικής ανασκόπησης ακολουθήθηκε μία σειρά από διακριτά και συγκεκριμένα βήματα, τα οποία περιγράφονται αναλυτικά στη συνέχεια:

α) Η αναζήτηση της σχετικής βιβλιογραφίας πραγματοποιήθηκε σε έγκυρες, διεθνώς αναγνωρισμένες και αξιόπιστες επιστημονικές βάσεις δεδομένων, όπως οι Scopus, ERIC και Google Scholar. Η αναζήτηση βασίστηκε στη χρήση στοχευμένων όρων και λέξεων-κλειδιών, τόσο στην ελληνική όσο και στην αγγλική γλώσσα, όπως: ('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) Κατά τη φάση της επιλογής του υλικού, έγινε συμπερίληψη επιστημονικών άρθρων δημοσιευμένων την περίοδο 2019–2024, τα οποία αφορούσαν εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης ειδικά στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Αποκλείστηκαν άρθρα που εστίαζαν σε καθαρά τεχνικές λεπτομέρειες των συστημάτων ή περιοριζόνταν σε θεωρητικές και αφηρημένες προσεγγίσεις χωρίς πρακτική εφαρμογή στην εκπαιδευτική διαδικασία.

γ) Η αρχική αναζήτηση απέδωσε συνολικά 3.011 άρθρα. Ο αριθμός αυτός περιορίστηκε σε 1.911 μετά την εφαρμογή του χρονικού περιορισμού (2019–2024). Στη συνέχεια, εφαρμόστηκε ποιοτική αξιολόγηση με βάση τον τίτλο, τις λέξεις-κλειδιά και τις περιλήψεις των άρθρων, μειώνοντας τον αριθμό των άρθρων σε 307. Από αυτά, 181 άρθρα πληρούσαν τα προκαθορισμένα γλωσσικά κριτήρια (ελληνικά ή αγγλικά). Κατόπιν ενδελεχούς ανάλυσης του πλήρους κειμένου αυτών των άρθρων, επιλέχθηκαν τελικά 14 μελέτες, οι οποίες πληρούσαν πλήρως τα κριτήρια ένταξης και περιλάμβαναν σαφείς εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Τα τελικά αποτελέσματα της ανασκόπησης αυτής κατηγοριοποιήθηκαν με βάση τη βαθμίδα εκπαίδευσης (π.χ. πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια, τριτοβάθμια), ώστε να αναδειχθεί η εστίαση και η κατανομή των εφαρμογών της Τεχνητής Νοημοσύνης στο εκπαιδευτικό φάσμα και να εντοπιστούν πιθανά κενά ή περιοχές με αυξημένο ενδιαφέρον για μελλοντική έρευνα και παρέμβαση.

Αποτελέσματα

Αναφορικά με το πρώτο ερευνητικό ερώτημα, τα αποτελέσματα ανέδειξαν μια αξιοσημείωτη ποικιλία χρήσεων της Τεχνητής Νοημοσύνης, οι οποίες διαφοροποιούνταν ανάλογα με τη βαθμίδα εκπαίδευσης και το ιδιαίτερο παιδαγωγικό πλαίσιο κάθε περίπτωσης.

Στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, η Τεχνητή Νοημοσύνη εφαρμόστηκε κυρίως στη διδασκαλία της Γεωγραφίας, με βασικό επίκεντρο τους/τις εκπαιδευόμενους/ες, στοχεύοντας στην ενίσχυση της εξατομικευμένης εμπειρίας μάθησης (Κόνιαρη, 2024). Οι παρεμβάσεις εστίαζαν στη βελτίωση της αλληλεπίδρασης του μαθητή με το περιεχόμενο και στην αξιοποίηση τεχνολογιών που ενισχύουν τη διαδραστικότητα.

Στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, δεν εντοπίστηκαν εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία της Γεωγραφίας και της Γεωλογίας, γεγονός που καταδεικνύει μια εμφανή έλλειψη αξιοποίησης της συγκεκριμένης τεχνολογίας σε αυτούς τους τομείς. Αντιθέτως, στην περίπτωση της Φυσικής, της Χημείας, της Βιολογίας και της Αστρονομίας, η χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης εντοπίστηκε σε 8 άρθρα. Οι εφαρμογές αυτές φάνηκε πως ενίσχυσαν ουσιαστικά τόσο τους/τις εκπαιδευόμενους/ες όσο και τους/τις εκπαιδευτικούς, προσφέροντας καινοτόμα εργαλεία, όπως εικονικά εργαστήρια (Fages, 2020), τα οποία προώθησαν τη μάθηση μέσα από βιωματικές εμπειρίες. Επιπλέον, η υιοθέτηση υποστήριξης με αυτοματοποιημένες απαντήσεις (Leon, 2023) διευκόλυνε τη διαδικασία της διαμορφωτικής αξιολόγησης, εξοικονομώντας χρόνο και προσφέροντας άμεση ανατροφοδότηση. Καταγράφηκαν επίσης εφαρμογές όπως Έξυπνοι Προσωπικοί Βοηθοί (Nasri et al., 2023), που παρείχαν εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες και συνέβαλαν στη βελτιωμένη οργάνωση της μελέτης των εκπαιδευόμενων (Selvam, 2024). Επιπλέον, η χρήση Μεγάλων Γλωσσικών Μοντέλων (Large Language Models – LLMs) προσέφερε διαδραστική υποστήριξη, διευκολύνοντας την κατανόηση σύνθετων και αφηρημένων επιστημονικών εννοιών.

Στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση, εντοπίστηκαν 5 άρθρα, τα οποία περιέγραφαν τη χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης με στόχο την υποστήριξη της μαθησιακής διαδικασίας, κυρίως με επίκεντρο τον/την εκπαιδευόμενο/η. Συγκεκριμένα, αξιοποιήθηκαν εργαλεία ανάλυσης δεδομένων βασισμένα σε Τεχνητή Νοημοσύνη (Hassoun et al., 2021), τα οποία διευκόλυναν την εμβάθυνση στη γνώση μέσα από εξατομικευμένη επεξεργασία πληροφορίας. Επιπλέον, συστήματα αυτόματης βαθμολόγησης, όπως το Hybrid Automatic Scoring System, χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση της εννοιολογικής κατανόησης των φοιτητών/φοιτητριών σε μαθήματα Φυσικής, προσφέροντας αποτελεσματική και άμεση παροχή ανατροφοδότησης (Kurniawan et al., 2024). Παράλληλα, καταγράφηκαν εφαρμογές που αφορούσαν όχι μόνο τους/τις εκπαιδευτικούς, αλλά και τους ίδιους τους εκπαιδευτικούς φορείς. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το AIoT (Artificial Intelligence of Things), το οποίο αξιοποιήθηκε ως μέρος μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης για την ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία, ενισχύοντας τη συνολική στρατηγική

διδασκαλίας και μάθησης (Zhang et al., 2021). Συνολικά, τα αποτελέσματα κατέδειξαν ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί να προσαρμόζεται με ευελιξία στις ανάγκες κάθε βαθμίδας εκπαίδευσης, υποστηρίζοντας ποικίλους παιδαγωγικούς στόχους και προωθώντας την εκπαιδευτική καινοτομία.

Αναφορικά με το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, προέκυψαν εξίσου σημαντικά και ενδιαφέροντα ευρήματα: Στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, εφαρμογές όπως τα chatbots – ενδεικτικά το ChatGPT – συνέβαλαν σημαντικά στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος των μαθητών/τριών για τα μαθήματα, διευκολύνοντας την κατανόηση αφηρημένων και δυσνόητων εννοιών. Η άμεση και εύκολη πρόσβαση σε πληροφορίες ενίσχυσε την ενεργή εμπλοκή των μαθητών/τριών, μετατρέποντας τη μάθηση σε μία πιο δυναμική, αλληλεπιδραστική και προσωποποιημένη διαδικασία.

Στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, η συμβολή της Τεχνητής Νοημοσύνης διευρύνθηκε περαιτέρω με την αξιοποίηση έξυπνων βοηθών, όπως η Alexa, οι οποίοι προσέφεραν εξατομικευμένη υποστήριξη σε μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες, προωθώντας την εκπαιδευτική ισότητα και συμπερίληψη. Επιπλέον, η χρήση προηγμένων εργαλείων, όπως το Chatbot Claude (Ben-Zion et al., 2024), συνέβαλε στην αύξηση του κινήτρου και του ενδιαφέροντος των εκπαιδευομένων. Τα εργαλεία αυτά παρείχαν τη δυνατότητα στους/στις μαθητές/τριες να συμμετέχουν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία ακόμη και εκτός του σχολικού ωραρίου, προωθώντας την αυτορρυθμιζόμενη μάθηση. Παράλληλα, οι εκπαιδευτικοί αξιοποίησαν τα LLMs για τη δημιουργία ποιοτικού και προσαρμοσμένου μαθησιακού υλικού, όπως διαδραστικές ασκήσεις και ερωτηματολόγια, ενισχύοντας την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας και προσαρμόζοντάς την στις ανάγκες κάθε μαθητή.

Στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση, εφαρμογές όπως τα διαδραστικά βίντεο με ενσωματωμένες τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης συνέβαλαν ουσιαστικά στη βελτίωση των ακαδημαϊκών επιδόσεων των εκπαιδευόμενων, διευκολύνοντας την εκτέλεση σύνθετων δραστηριοτήτων και ενισχύοντας τη συμμετοχή τους σε μαθήματα απαιτητικών επιστημονικών αντικειμένων (Kodkin & Artemeva, 2024). Συνολικά, τα ευρήματα ανέδειξαν τη θετική και πολυδιάστατη επίδραση των εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδακτική διαδικασία, ενισχύοντας την ποιότητα της μάθησης, την ακαδημαϊκή επίδοση και τη γενικότερη εμπλοκή των φοιτητών/φοιτητριών στα γνωστικά αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών.

Η ενδελεχής ανάλυση των ερευνών επιβεβαίωσε ότι η εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση είχε σαφώς θετική επίδραση σε όλες τις βαθμίδες της εκπαιδευτικής βαθμίδας και στα διδακτικά αντικείμενα που εξετάστηκαν. Η παρούσα ανασκόπηση αναδεικνύει με σαφήνεια τη σημασία των τεχνολογιών Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία, καθώς αυτές μπορούν να λειτουργήσουν ως καταλύτης για την εξέλιξη της διδασκαλίας και τη βελτίωση της μαθησιακής εμπειρίας στο σύγχρονο ψηφιακό σχολείο.

Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα συμβάλλει ουσιαστικά στην εμβάθυνση της κατανόησης των δυνατοτήτων που προσφέρει η Τεχνητή Νοημοσύνη στον τομέα της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Μέσα από τη συστηματική προσέγγιση και την τεκμηριωμένη ανασκόπηση των σύγχρονων ερευνητικών δεδομένων, παρέχει πολύτιμες πληροφορίες και προτάσεις που μπορούν να αξιοποιηθούν για μελλοντικές μελέτες, ενισχύοντας τη θεωρητική βάση και την πρακτική εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στο πεδίο της εκπαίδευσης. Τα ευρήματα της μελέτης εναρμονίζονται και ενισχύουν τη θέση των Heeg & Anraamidou (2023), οι οποίοι τονίζουν τα σημαντικά και πολυεπίπεδα οφέλη της Τεχνητής Νοημοσύνης ως εργαλείου ενίσχυσης της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Η ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαιδευτική πράξη έχει ήδη αρχίσει να αναδεικνύει τη δυναμική και τον μετασχηματιστικό της ρόλο σε όλες τις βαθμίδες της

εκπαίδευσης, από την Πρωτοβάθμια έως και την Τριτοβάθμια Εκπαίδευση. Ειδικότερα, στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση καταγράφηκε ενίσχυση του ενδιαφέροντος των μαθητών/τριών, καθώς και σημαντική βελτίωση στις επιδόσεις τους, γεγονός που αποδίδεται στην αυξημένη αλληλεπίδραση και την παιγνιώδη διάσταση των εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης. Αντίστοιχα, στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση και την Τριτοβάθμια Εκπαίδευση παρατηρήθηκε ενίσχυση της αυτονομίας των εκπαιδευομένων, με την Τεχνητή Νοημοσύνη να προσφέρει εργαλεία προσαρμοσμένα στις ανάγκες της εξατομικευμένης μάθησης και της υποστήριξης της ανεξάρτητης μελέτης.

Η διαφοροποίηση των τύπων και εφαρμογών της Τεχνητής Νοημοσύνης ανάλογα με τη βαθμίδα εκπαίδευσης αναδεικνύει με σαφήνεια την ανάγκη για στοχευμένη προσαρμογή των εργαλείων στις ιδιαιτερότητες και απαιτήσεις κάθε ομάδας-στόχου. Συγκεκριμένα, οι εφαρμογές που επικεντρώνονται στον/στην εκπαιδευόμενο/η συμβάλλουν στην αύξηση της διαδραστικότητας, στην καλλιέργεια της αυτενέργειας και στην ενίσχυση της μαθησιακής εμπλοκής. Παράλληλα, οι εφαρμογές που εστιάζουν στον/στην εκπαιδευτικό ή στον εκπαιδευτικό φορέα μπορούν να λειτουργήσουν υποστηρικτικά, συμβάλλοντας στη βελτίωση της διδακτικής διαδικασίας, της αξιολόγησης και του εκπαιδευτικού σχεδιασμού.

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://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. <https://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. <https://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. <https://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. <https://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. <https://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/10.26434/chemrxiv-2023-qpxz3>
- 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*. 4η εκδ. Pearson. ISBN 10: 1-292-40113-3.

- 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), σσ. 1661-1664. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICISE-IE53922.2021.00367>