

Εκπαιδευτικές προσεγγίσεις με τεχνητή νοημοσύνη στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση: συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας που διατίθεται στο scopus

Σπυρίδων Αραβαντινός¹, Ηρώ Βούλγαρη², Κωνσταντίνος Λαβίδας¹, Βασίλης Κόμης¹, Αναστασία Μισιρλή¹, Αγγελική Τζαβάρα¹, Ανδρομάχη Φιλιππίδη¹, Σταύρος Αθανασόπουλος²

aravantinos_spyridon@upatras.gr, vougari@ecd.uoa.gr, lavidas@upatras.gr, komis@upatras.gr, amisirli@upatras.gr, tzavara@upatras.gr, afilippidi@upatras.gr, athanasso@upatras.gr

¹ Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Πανεπιστήμιο Πατρών

² Τμήμα Εκπαίδευσης και Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

³ Τμήμα Φιλοσοφίας, Πανεπιστήμιο Πατρών

Περίληψη

Το άρθρο αναλύει συστηματικά εμπειρικές έρευνες σχετικά με τη χρήση τεχνητής νοημοσύνης (TN) στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση (ηλικίες 6-12 ετών). Εξετάσαμε 27 μελέτες στις οποίες καταλήξαμε ακολουθώντας τις κατευθυντήριες PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) από τη βάση δεδομένων SCOPUS, τις αναλύσαμε και κατηγοριοποιήσαμε τα ευρήματα. Η έρευνα επικεντρώθηκε στους στόχους των μελετών, το μαθησιακό περιεχόμενο, τα μαθησιακά αποτελέσματα, τις μαθησιακές δραστηριότητες, καθώς και τις παιδαγωγικές μεθόδους των δραστηριοτήτων-εργαλείων TN. Η κατηγοριοποίηση των ερευνητικών στόχων είναι: δημιουργία, εφαρμογή και αξιολόγηση εργαλείων TN και του μαθησιακού περιεχομένου: STEM & STEAM-TN & Μηχανική Μάθηση (MM), Γλώσσα, Μαθηματικά, Τέχνες και Διάφορα θέματα. Οι μαθησιακές δραστηριότητες χωρίστηκαν σε: Εφαρμογή-Εμπλοκή-Αλληλεπίδραση-Χρήση, Μέθοδος Project-Πολλαπλές δραστηριότητες, Εμπειρία-Πρακτική και Μαθητές ως Εκπαιδευτές και τα μαθησιακά αποτελέσματα σε Συναισθηματικό και Γνωστικό επίπεδο. Οι κατηγορίες των παιδαγωγικών μεθόδων των δραστηριοτήτων-εργαλείων TN ήταν τέσσερις: Βιωματική μάθηση, Μέθοδος Project, Κονστρουκτιβισμός και μάθηση με TN.

Λέξεις κλειδιά: Τεχνητή Νοημοσύνη, Εκπαίδευση με τεχνητή νοημοσύνη, Εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης, Δημοτικό σχολείο, Συστηματική ανασκόπηση

Εισαγωγή

Η «τεχνητή νοημοσύνη» (TN) μπορεί να οριστεί επαρκώς αναλύοντας διάφορες πτυχές της, οι οποίες περιλαμβάνουν την ικανότητα επίτευξης σύνθετων στόχων σε πολύπλοκα περιβάλλοντα, την εξήγηση και προσομοίωση της ευφυούς συμπεριφοράς με υπολογιστική επεξεργασία στο πλαίσιο του ορθολογισμού και του λογικού συλλογισμού και την επίδειξη συμπεριφοράς και νοημοσύνης που προσομοιώνουν τις ανθρώπινες, για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων (Athanassopoulos et al., 2023; Russell & Norvig, 2016). Από τις απαρχές της TN, υπήρξε συσχετισμός με την εκπαίδευση, καθώς οι πρωτοπόροι της επιθυμούσαν να τη συνδέσουν με τη μάθηση, με στόχο την κατανόηση τόσο του τρόπου

λειτουργίας της ίδιας όσο και της μαθησιακής διαδικασίας, τονίζοντας τη σημασία της γνωστικής επιπλήξης για την ανάπτυξη της ΤΝ για εκπαιδευτικούς σκοπούς (Doroudi, 2023). Σήμερα, καθώς η ΤΝ παρεισφρεί σε ολοένα και περισσότερους τομείς της καθημερινότητας με αυξανόμενο αντίκτυπο, η εκπαίδευση δεν θα μπορούσε να μείνει ανεπηρέαστη και το ενδιαφέρον στο σχετικό ερευνητικό πεδίο για την ΤΝ στην Εκπαίδευση (AIED) μεγαλώνει (Lavidas et al., 2024; Ye et al., 2021).

Την τελευταία πενταετία ορισμένες συστηματικές βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις προσπάθησαν να κατανοήσουν τις τάσεις της ΤΝ και τις εκπαιδευτικές επιπτώσεις. Η μελέτη σχετικά με τη διδασκαλία και τη μάθηση της Μηχανικής Μάθησης (ΜΜ) από τους Sanusi et al. (2023) επικεντρώθηκε εν μέρει στην παιδαγωγική και καθόλου στις μαθησιακές δραστηριότητες και τα μαθησιακά αποτελέσματα. Οι Yim και Su (2024) στην ανασκόπησή τους σχετικά με τα εργαλεία μάθησης ΤΝ στην εκπαίδευση, εστίασαν στα μαθησιακά αποτελέσματα και τη σημασία των καινοτόμων παιδαγωγικών στρατηγικών, αλλά ασχολήθηκαν κυρίως με το πλαίσιο του γραμματισμού στην ΤΝ. Η θεματική ανάλυση των Su et al. (2023) εντόπισε προκλήσεις κι ευκαιρίες που αναδύονται σε σχέση με τον ψηφιακό γραμματισμό στην Προσχολική Εκπαίδευση (ΠΕ), αλλά παρόλο που εξέτασε το μαθησιακό περιεχόμενο, τις παιδαγωγικές μεθόδους και τα μαθησιακά αποτελέσματα, δεν ανέλυσε τις μαθησιακές δραστηριότητες και δεν έλαβε υπόψη τις ηλικίες των μαθητών από 6 έως 12 ετών. Οι Su και Yang (2022) πραγματοποίησαν ακόμη μια ανασκόπηση σχετικά με την ΤΝ στην ΠΕ όσον αφορά τις ερευνητικές μεθόδους, τις δραστηριότητες, τα εργαλεία και τη γνώση για την ΤΝ, εντοπίζοντας βελτιώσεις στη διδασκαλία και τη μάθηση και τονίζοντας την έλλειψη έρευνας σχετικά με τα συστήματα διδασκαλίας ΤΝ για νεότερους μαθητές, χωρίς όμως να αναφέρονται στο μαθησιακό περιεχόμενο ή τα μαθησιακά αποτελέσματα. Επικεντρωμένη αποκλειστικά στην ΠΕ ήταν και η μελέτη της Crescenzi-Lanna (2023) για τη συνεργασία ανθρώπου-μηχανής στην εκπαίδευση και τις ηθικές επιπτώσεις της, σημειώνοντας ότι υπάρχουν προκλήσεις όσον αφορά το απόρρητο των δεδομένων και εξετάζοντας άλλες πτυχές της ΤΝ όπως για παράδειγμα την πρόβλεψη γεγονότων που σχετίζονται με την επιτυχία και την αξιολόγηση των μαθητών, χωρίς καμία αναφορά στην παιδαγωγική ή μαθησιακή σκοπιά.

Οι παραπάνω συστηματικές βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις είναι περιορισμένες, έχουν επικεντρωθεί ελάχιστα σε διαφορετικά στοιχεία της ΤΝ και είτε έχουν συμπεριλάβει ένα ευρύτερο ή ένα πιο περιορισμένο ηλικιακό εύρος μαθητών, είτε έχουν ασχοληθεί εν μέρει με τη μαθησιακή διάσταση. Η εργασία αυτή έχει ως στόχο να παρουσιάσει μια συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση παρέχοντας χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με τις τάσεις της έρευνας για τις εκπαιδευτικές εφαρμογές της ΤΝ στο δημοτικό σχολείο (6-12 ετών), επιχειρώντας να καλύψει αυτό το κενό. Η παιδαγωγική προσέγγιση για την ενσωμάτωση της ΤΝ σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα μπορεί να αποτελέσει τον καταλύτη για τον επανασχεδιασμό του προγράμματος σπουδών και τον μετασχηματισμό της εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών, οι οποίοι όχι μόνο επιδεικνύουν θετική στάση για την εφαρμογή της ΤΝ και για τα πλεονεκτήματά της στο σχολείο, αλλά είναι και πρόθυμοι να ενισχύσουν τις γνώσεις και τις δεξιότητές τους με επαγγελματική κατάρτιση (Han, 2021). Με την υιοθέτηση καινοτόμων παιδαγωγικών προσεγγίσεων που ενσωματώνουν τεχνολογίες ΤΝ, θα μπορέσουν να καθιερωθούν νέες πρακτικές βελτιστοποίησης της διδασκαλίας, οι οποίες θα ανταποκρίνονται στις εξατομικευμένες ανάγκες των μαθητών, ενισχύοντας την κριτική σκέψη και την ικανότητά τους για επίλυση προβλημάτων (Benvenuti et al., 2023). Μέσω της ανάπτυξης των υφιστάμενων και του σχεδιασμού νέων εργαλείων, το εκπαιδευτικό σύστημα βρίσκεται στα πρόθυρα σημαντικών αλλαγών που θα επηρεάσουν τις μελλοντικές προσεγγίσεις (OECD, 2018). Οι υπεύθυνοι χάραξης εκπαιδευτικής πολιτικής, οι σύμβουλοι εκπαίδευσης, οι εκπαιδευτικοί καθώς και άλλοι εμπλεκόμενοι φορείς όπως οι τοπικές

κοινωνίες, οι γονείς και φυσικά οι μαθητές επηρεάζονται άμεσα από τις ραγδαίες εξελίξεις, επιζητώντας από την επιστημονική κοινότητα την ετοιμότητα για να θέσει τις απαραίτητες κατευθύνσεις.

Μέθοδος

Για τη συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση διερευνήσαμε τη βιβλιογραφία στο Scopus σχετικά με την ενσωμάτωση της ΤΝ σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα για μαθητές δημοτικού σχολείου (6-12 ετών). Αυτή η εργασία έχει εστιάσει: α) στους ερευνητικούς στόχους των άρθρων που εξετάστηκαν, β) στο μαθησιακό περιεχόμενο, γ) στις μαθησιακές δραστηριότητες, δ) στα μαθησιακά αποτελέσματα και ε) στην παιδαγωγική των δραστηριοτήτων ή των εργαλείων ΤΝ που χρησιμοποιούνται. Οι ερευνητικοί στόχοι αναφέρονται στις δηλώσεις των ερευνητών για την υλοποίηση κάθε έρευνας και το μαθησιακό περιεχόμενο αφορά το συγκεκριμένο μάθημα, ή τη θεματική που διδάσκεται με τη βοήθεια της ΤΝ (Su & Yang, 2022). Οι μαθησιακές δραστηριότητες αφορούν τις δραστηριότητες στις οποίες συμμετέχουν οι μαθητές κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας και τα μαθησιακά αποτελέσματα συνδέονται με αυτά που κατακτούν οι μαθητές σε σχέση με γνωστικές ή μη δεξιότητες (Druga et al., 2019). Τα γνωστικά μαθησιακά αποτελέσματα αναφέρονται σε συγκεκριμένες γνώσεις, ενώ τα μη γνωστικά περιλαμβάνουν δεξιότητες όπως η συνεργασία, η επικοινωνία, η κριτική σκέψη, οι ικανότητες επίλυσης προβλημάτων, οι κινητικές δεξιότητες κ.λπ. (Su et al., 2023). Η παιδαγωγική της δραστηριότητας ή του εργαλείου ΤΝ είναι αυτή που περιγράφεται στις μελέτες, για τον σχεδιασμό των μαθησιακών δραστηριοτήτων ή των εργαλείων ΤΝ που χρησιμοποιούνται σε κάθε περίπτωση και μπορεί να αναφέρεται σε διάφορες παιδαγωγικές προσεγγίσεις όπως η μετωπική διδασκαλία, η διερευνητική μάθηση, η μάθηση προσανατολισμένη στο σχεδιασμό, η συνεργατική μάθηση, η διαδραστική μάθηση, η μάθηση με τη μέθοδο project και η μάθηση με δραστηριότητες πρακτικής εξάσκησης.

Τα ερευνητικά μας ερωτήματα ήταν:

RQ1: Ποιοι είναι οι στόχοι των μελετών σχετικά με την εφαρμογή της ΤΝ;

RQ2: Ποιο είναι το μαθησιακό περιεχόμενο της διδακτικής διαδικασίας με ΤΝ;

RQ3: Ποιες είναι οι μαθησιακές δραστηριότητες με ΤΝ που συμμετέχουν οι μαθητές;

RQ4: Ποια είναι τα μαθησιακά αποτελέσματα όσον αφορά τις γνωστικές και μη δεξιότητες;

RQ5: Ποιες είναι οι παιδαγωγικές μέθοδοι των δραστηριοτήτων ή των εργαλείων ΤΝ;

Για την έρευνά μας, χρησιμοποιήσαμε το Scopus ως μια ενιαία βάση δεδομένων με απεριόριστη πρόσβαση, λόγω της κάλυψης του περιεχομένου του, της ευκολίας και της πρακτικότητάς του, αλλά και των αξιόπιστων δεικτών αντίκτυπου, οι οποίοι δεν μπορούν να χειραγωγηθούν τόσο εύκολα όσο αυτοί που παρέχονται από το Web of Science (Prancutė, 2021). Η επιλογή του Scopus έγινε επίσης επειδή μπορεί να προσφέρει καλύτερη εξειδικευμένη κάλυψη σε αυτό το συγκεκριμένο πεδίο αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή, το οποίο είναι εξαιρετικά σχετικό με τη βιβλιογραφική ανασκόπησης μας (Vieira & Gomes, 2009).

Η μέθοδος που επιλέχθηκε για τον εντοπισμό και τον έλεγχο των άρθρων ακολουθεί τις κατευθυντήριες γραμμές PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), για συστηματικές βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις (Page et al., 2021). Κατά τη διαδικασία φιλτραρίσματος, επιλέξαμε μόνο εμπειρικές μελέτες με εστίαση στις εκπαιδευτικές εφαρμογές της ΤΝ σε σχολικά περιβάλλοντα από την Α' έως την ΣΤ' τάξη του δημοτικού σχολείου. Η αναζήτηση στο ευρετήριο απέδωσε 186 λήμματα, εκ των οποίων 3 ήταν διπλότυπα, 18 αποκλείστηκαν από τον τίτλο τους, 32 από την περίληψη, 58 δεν ήταν

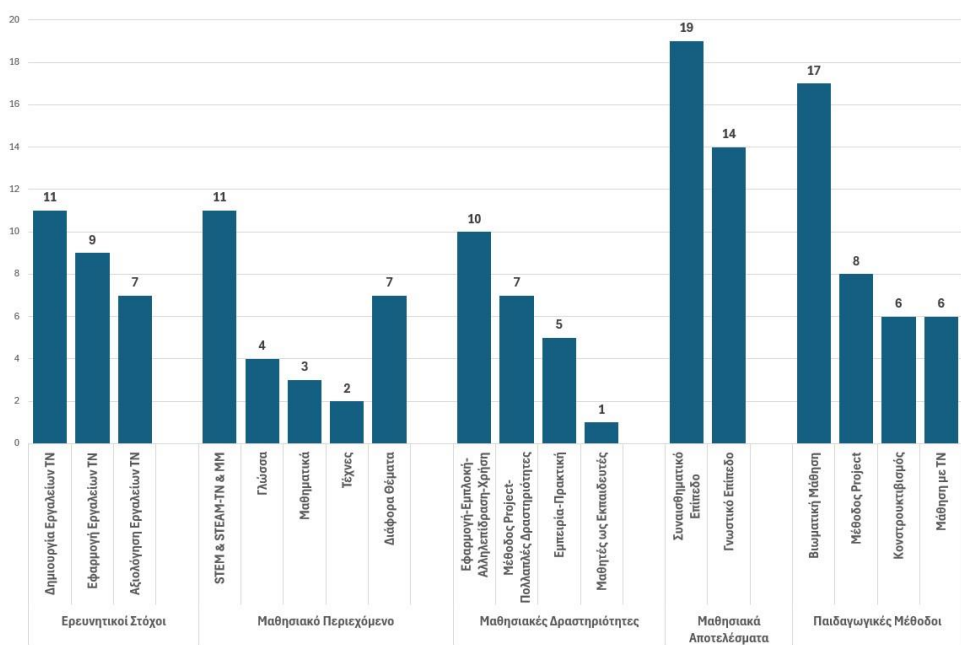
διαθέσιμα και 1 δεν μπορούσε να προσπελασθεί. Μετά την αφαίρεση των παραπάνω, καταλήξαμε σε 82 άρθρα, εκ των οποίων 3 ήταν προηγούμενες συστηματικές βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις, 3 αποσύρθηκαν, 2 δεν ήταν πλήρεις εργασίες, 16 ήταν θεωρητικά και 23 αναφέρονταν σε τεχνικούς όρους σχετικούς με τα συστήματα πληροφορικής που χρησιμοποιούνται στην ΤΝ για την εκπαίδευση, επομένως δεν σχετίζονταν άμεσα.

Εκτός από άρθρα περιοδικών συμπεριλήφθηκαν και ανακοινώσεις συνεδρίων για να μπορέσουμε να εντοπίσουμε τις πιο πρόσφατες εξελίξεις που απασχολούν την ερευνητική κοινότητα. Η ημερομηνία των άρθρων δεν προσδιορίστηκε ως σημαντικός παράγοντας συμπεριληψής ή αποκλεισμού μιας εργασίας, αν και οι περισσότερες μελέτες δημοσιεύθηκαν τα τελευταία 3 χρόνια και πιο συγκεκριμένα 9 από αυτές το 2023, 5 το 2022 και 7 το 2021. Αποκλείστηκαν εργασίες σε γλώσσες εκτός της αγγλικής ή σε μη σχετικά επιστημονικά πεδία όπως η Βιοχημεία, η Γενετική και η Μοριακή Βιολογία, οι Επιχειρήσεις, η Διοίκηση και η Λογιστική, τα Επαγγέλματα Υγείας, η Ιατρική. Οι μελέτες που επιλέχθηκαν είχαν μαθητές της ηλικίας-στόχου μας ως συμμετέχοντες, αλλά αποκλείσαμε μελέτες μόνο με εκπαιδευτικούς ή γονείς, αν και συμπεριλάβαμε εκείνες με μικτές ομάδες, όπως εκπαιδευτικούς και μαθητές. Οι περισσότερες έρευνες πραγματοποιήθηκαν στην Κίνα (N = 8), την Ταϊβάν (N = 4), τη Νότια Κορέα (N = 2), την Ινδονησία (N = 2) και την Ιαπωνία (N = 2). Άλλες διεξήχθησαν στις ΗΠΑ, τη Γερμανία, το Ισραήλ, τη Σιγκαπούρη, την Ινδία, τη Ρωσική Ομοσπονδία, τη Φινλανδία, την Ολλανδία και τη Σουηδία. Η Ασία ήταν η ήπειρος με τις περισσότερες έρευνες (N = 21), με δεύτερη την Ευρώπη (N = 5).

Τα δεδομένα από τα 27 επιλέξιμα άρθρα εξήχθησαν χρησιμοποιώντας ένα υπολογιστικό φύλλο EXCEL με διακριτές κατηγορίες, όπου οι σημαντικές πληροφορίες καταγράφηκαν στα κατάλληλα κελιά (Crescenzi-Lanna, 2023). Όταν όλα κωδικοποιήθηκαν στο υπολογιστικό φύλλο, το επόμενο βήμα μας ήταν να αναζητήσουμε παρόμοια μοτίβα σε συναφείς τομείς των μελετών και να πραγματοποιήσουμε θεματική ανάλυση για να επισημάνουμε ποιοτικά σημαντικές πτυχές τους. Έπειτα, εξετάστηκαν οι θεματικές που εντοπίσαμε κι επιχειρήσαμε να ερμηνεύσουμε τυχόν συνδέσεις ή διακριτά μοτίβα μεταξύ τους (Bryman, 2016).

Αποτελέσματα

Στη συνέχεια παρατίθενται τα ευρήματα ανά ερευνητικό ερώτημα, ενώ στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται μια συγκεντρωτική σύνοψη των αποτελεσμάτων από όλες τις κατηγορίες.



Σχήμα 1. Συγκεντρωτικό γράφημα αποτελεσμάτων

Ερευνητικοί στόχοι

Οι ερευνητικοί στόχοι των μελετών μπορούν να χωριστούν σε τρεις διακριτές κατηγορίες, καθώς σχεδιάστηκαν, αναπτύχθηκαν και δοκιμάστηκαν νέα εργαλεία και αξιολογήθηκαν ήδη υπάρχοντα. Η εστίαση έγινε σε διαφορετικές γνωστικές περιοχές, όπως μουσικά προγράμματα για την ενίσχυση της δημιουργικότητας (Choi, 2023), και στην προώθηση της υπολογιστικής σκέψης (Li et al., 2023) με την κατασκευή ενός μοντέλου διδασκαλίας STEM+TN βασισμένο στον σχεδιασμό. Επιπλέον, αναφέρθηκε η ανάπτυξη και αξιολόγηση μοντέλων διδασκαλίας και μάθησης που βασίζονται στην ΤΝ, όπως το CP3, στο πλαίσιο της σύγκλισης πολλαπλών θεμάτων (Joo & Park, 2022). Υπήρξε επίσης ανάπτυξη ρομποτικών παιχνιδιών κούιζ για την προώθηση της αυτορρυθμιζόμενης μάθησης και της αυξημένης μαθησιακής δέσμευσης (Weng et al., 2020), σε συνδυασμό με την ΤΝ και τον ρόλο της στην προώθηση της γνωστικής ανάπτυξης και της σωματικής υγείας των μαθητών μέσω της διαδραστικής μάθησης (Ma et al., 2021). Ακόμη, κατασκευάστηκε διδακτικό υλικό που ενσωματώνει έννοιες ΤΝ και ΜΜ στο πλαίσιο της κοινωνικής και επιστημονικής εκπαίδευσης (Napierala et al., 2023), καθώς και ένα σύστημα διδασκαλίας προσανατολισμένο στις ικανότητες STEAM (Shi & Rao, 2022). Αναπτύχθηκαν λύσεις βασισμένες στην ΤΝ για τον εντοπισμό της δυσλεξίας σε μαθητές δημοτικού σχολείου (Shalileh et al., 2023) και δημιουργήθηκαν εικονικοί συνεργάτες μάθησης με τη μορφή Bot για παιδιά με προβλήματα όρασης (Andinia & Isnainiyah, 2020) για τη βελτίωση των μαθησιακών τους αποτελεσμάτων. Η έρευνα επικεντρώθηκε επίσης στην καινοτομία των μεθόδων διδασκαλίας και των συστημάτων μάθησης, με την ανάπτυξη ευφών διδακτικών πόρων για τα Αγγλικά (Huang, 2021). Ολοκληρώνοντας την πρώτη κατηγορία, βρήκαμε ένα πρόγραμμα εκμάθησης ανοιχτών προτάσεων σε προβλήματα μαθηματικών (Barnard & Sandberg, 1988).

Στη δεύτερη κατηγορία, συμπεριλάβαμε μελέτες που στόχος τους ήταν να διερευνήσουν την εφαρμογή ενός εργαλείου ως διδακτικού βοηθήματος σε σχέση με τα μαθησιακά αποτελέσματα, την αποτελεσματικότητά του ή την αλληλεπίδραση TN-μαθητή. Οι Wu and Yang (2022) διερευνήσαν δραστηριότητες της επιστήμης της TN σε άτυπα προγράμματα σπουδών σχετικά με τα επιτεύγματα των μαθητών και οι Chen et al. (2022) χρησιμοποίησαν ένα εκπαιδευτικό σύστημα ικανοτήτων ψηφιακής τέχνης για μαθητές που βασίζεται στην TN και τους βοηθάει να βελτιώσουν τη φαντασία τους και τις δεξιότητές τους στο σχέδιο. Το κίνητρο για κατανόηση και εκμάθηση της MM μέσω προγραμματισμού και υπολογιστικών εννοιών επιτεύχθηκε σε ένα κονστрукτιβιστικό μαθησιακό περιβάλλον και τα κατάλληλα γνωστικά στηρίγματα, τα οποία χρησιμοποίησαν οι μαθητές για να κατασκευάσουν ένα νευρωνικό δίκτυο στη μελέτη των Shamir και Levin (2021). Επιπλέον, εξετάστηκαν εξατομικευμένες και προσαρμοστικές μαθησιακές εμπειρίες για την εκμάθηση και τις αλληλεπιδράσεις της αγγλικής γλώσσας (Wang et al., 2023), εφαρμόζοντας έναν εκπαιδευτή TN ως εξανθρωπισμένο παράγοντα ακολουθώντας το πλαίσιο CoI (Wang et al., 2022). Διερευνήθηκαν επίσης εκπαιδευτικά παιχνίδια για την περαιτέρω ενίσχυση των προσφερόμενων μαθησιακών εμπειριών και της ενασχόλησης με τα μαθηματικά (Pareto, 2014), και οι Wu et al. (2022) ανέλυσαν τη στάση, τα κίνητρα και το γνωστικό φορτίο σχετικά με την πρόθεση συνεχιζόμενης μάθησης στην εκπαίδευση STEAM και τα μαθησιακά αποτελέσματα που σχετίζονται με εκπαιδευτικές δραστηριότητες TN. Εξετάστηκε ακόμη ο αντίκτυπος και ο ρόλος της TN και της ρομποτικής, όσον αφορά τις πρακτικές διδασκαλίας και μάθησης, τη σωματική ανάπτυξη, τις κοινωνικοσυναισθηματικές δεξιότητες και την πνευματική ανάπτυξη των μαθητών (Salas-Pilco, 2020), καθώς και προσδιορίζοντας τις παιδαγωγικές και τεχνικές εκτιμήσεις κατά τον σχεδιασμό διδακτικών παρεμβάσεων με το Google Teachable Machine (GTM) (Toivonen et al., 2020).

Η τελευταία κατηγορία έρευνας αφορούσε την αξιολόγηση και την ανάλυση του αντίκτυπου της TN στη μάθηση και τις αλληλεπιδράσεις των παιδιών. Η κοινωνική και συναισθηματική νοημοσύνη σχετικά με την ανάπτυξη του χαρακτήρα των μαθητών σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα αξιολογήθηκε με το εργαλείο PKES (Khilmiyah & Wiyono, 2023), εντοπίστηκαν οι αντιλήψεις των μαθητών και η διαδικασία αποδοχής ευφών μηχανών όπως τα ρομπότ (Omotkawa & Matsuura, 2018) και μελετήθηκε η επίδραση της AIEd στην κοινωνική προσαρμοστικότητα και τη συναισθηματική νοημοσύνη των εφήβων (Lai et al., 2023). Οι ηθικές επιπτώσεις προσεγγίστηκαν με συζήτηση για διλήμματα με βάση το συγκεκριμένο, με επαυξημένη πραγματικότητα και με μελέτη εννοιών όπως η εμπιστοσύνη, η ιδιωτικότητα και η υπεύθυνη χρήση της τεχνολογίας (Lin et al., 2023). Επιπλέον, υπήρξε μια αυτοματοποιημένη ανάλυση TN της ψηφιακής αφήγησης για διαθεματική μάθηση, με ενσωματωμένες δεξιότητες και προσαρμοστική ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο στην εκπαίδευση STEM (Gupta et al., 2023). Τέλος, οι Kajiwaru et al. (2023) εξέτασαν τον εκπαιδευτικό αντίκτυπο και τις αλλαγές στις εντυπώσεις της TN πριν και μετά από ένα παιχνίδι ρόλων για τη διαδικασία MM, εξασκώντας τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων και την υπολογιστική σκέψη και οι Bingi et al. (2021) διευκόλυναν και αξιολόγησαν τη μάθηση με εκπαιδευτικά εργαλεία που βασίζονται στην TN και ένα ανθρωποειδές.

Μαθησιακό περιεχόμενο

Το μαθησιακό περιεχόμενο μπορεί να χωριστεί σε τέσσερις κύριες κατηγορίες και μια επιπλέον με μελέτες ποικίλης θεματολογίας. Η πρώτη κατηγορία αποτελείται από έννοιες STEM (Li et al., 2023) και STEAM (Shi & Rao, 2022; Wu et al., 2022), στοιχεία TN και MM όπως η μηχανική έκφραση, η αντίληψη, η συλλογιστική και η συνείδηση, καθώς και από την ενσωμάτωσή τους σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα (Kajiwaru et al., 2023; Shamir & Levin, 2021;

Toivonen et al., 2020). Η σύνδεση τέτοιων αντικειμένων με πραγματικές ιστορίες ή προβληματικές καταστάσεις και η ψηφιακή αφήγηση με ενσωματωμένες έννοιες της φυσικής επιστήμης (Gupta et al., 2023), σε συνδυασμό με επιστημονικές περιπέτειες που συνδυάζουν έννοιες βιολογίας και ΤΝ (Napierala et al., 2023), μπορεί να αποτελέσει παράγοντα εμπλοκής για τους μαθητές στην εκπαίδευση STEM. Η χρήση της ρομποτικής και των εφαρμογών της στην εκπαίδευση, όπου ρομπότ όπως το Natasha Bot χρησιμοποιήθηκαν ως έξυπνοι βοηθοί μάθησης, μπορεί επίσης να συμπεριληφθεί εδώ μαζί με μαθήματα μηχανικής, ρομποτικής και άλλες έννοιες STEAM. Η εκμάθηση εννοιών όπως η ταξινόμηση αλγορίθμων δικτύου και δεδομένων (Joo & Park, 2022) και η γνώση της ΤΝ, η κωδικοποίηση, οι οπτικές εφαρμογές ΤΝ και η επίλυση προβλημάτων μέσω προγραμματισμού (Wu & Yang, 2022) ή μέσω της ρομποτικής (Salas-Pilco, 2020) είναι ένας τελευταίος κλάδος αυτής της κατηγορίας.

Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει την εκμάθηση γλωσσών με έναν εκπαιδευτή ΤΝ για ομιλία και ακρόαση (Wang et al., 2022; Wang et al., 2023), όπου οι ερευνητές ασχολήθηκαν με τη διδασκαλία του λεξιλογίου σε όλα τα επίπεδά του (λέξη, πρόταση, νόημα), στο πλαίσιο της διδασκαλίας της αγγλικής ως δεύτερης ξένης γλώσσας. Ο Huang (2021) σχεδίασε και ανέπτυξε ένα εκπαιδευτικό ρομπότ, για την ενίσχυση της διδασκαλίας της αγγλικής γλώσσας χρησιμοποιώντας ΤΝ, ενώ οι Shalileh et al. (2023) πρότειναν μια λύση βασισμένη στην ΤΝ για τον εντοπισμό της δυσλεξίας σε μαθητές δημοτικού σχολείου.

Η τρίτη κατηγορία αναφέρεται στα μαθηματικά και τη γεωμετρία, όπου τα παιδιά βελτίωσαν βασικές αριθμητικές έννοιες και το συλλογισμό τους αναλαμβάνοντας τον ρόλο του δασκάλου για τις εκπαιδευτικές εφαρμογές (Pareto, 2014). Σε αυτή την κατηγορία οι μαθητές διατύπωσαν επίσης μαθηματικές ερωτήσεις κι εξασκήθηκαν στην προθαφαίρεση με ένα πρόγραμμα διδασκαλίας υποβοηθούμενο από υπολογιστή (Barnard & Sandberg, 1988). Η ανάπτυξη παιχνιδιών κουίζ με μαθηματικές ερωτήσεις στην Ε' τάξη από τους Weng et al. (2020), προστέθηκε μαζί με την εξάσκηση των ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων με ένα ρομποτικό βοηθό, επίσης σε αυτήν την κατηγορία.

Η τέταρτη κατηγορία σχετίζεται με την καλλιτεχνική εκπαίδευση όπου οι μαθητές μπορούν να βελτιώσουν τις επιδόσεις τους στη ζωγραφική (Chen et al., 2022) και να ενισχύσουν την κατανόησή τους για τη θεωρία και την αρμονία της μουσικής (Choi, 2023).

Τα θέματα των υπόλοιπων ερευνών ήταν ποικίλα. Μια μελέτη διερευνήσε τα ηθικά διλήμματα και τον ρόλο των εκπαιδευτικών στην εφαρμογή της τεχνολογίας ΤΝ (Lin et al., 2023), μία εστίασε σε περιβαλλοντικά θέματα (Bingī et al., 2021), και μία στη φυσική αγωγή (Ma et al., 2021). Οι Omokawa και Matsuura (2018) επικεντρώθηκαν στο θέμα «Τι είναι η ζωή για μένα» διερευνώντας τις αντιλήψεις των μαθητών για την ηθική με την αλληλεπίδραση με ένα ανθρωποειδές, ενώ οι Khilmiyah και Wiyono (2023) διερευνήσαν τις συναισθηματικές και κοινωνικές αντιδράσεις των παιδιών με ένα όργανο (PKES) που μετρούσε τα μαθησιακά αποτελέσματα. Ένας βοηθός εικονικής μάθησης χρησιμοποιήθηκε από τους Andinia και Isnainiyah (2020) για να βοηθήσει μαθητές με αναπηρίες όρασης να απαντήσουν σε ερωτήσεις από διάφορα θέματα και τέλος, οι Lai et al. (2023) εστίασαν στην μελέτη της επίδρασης της AIED στην κοινωνική προσαρμοστικότητα των εφήβων μέσω πολλαπλών μαθημάτων σε πειραματικά σχολεία με αναμορφωμένα προγράμματα σπουδών για την ΤΝ.

Μαθησιακές δραστηριότητες

Όσον αφορά τις μαθησιακές δραστηριότητες, αυτές χωρίστηκαν σε τέσσερις κατηγορίες, αν και οι περισσότερες αλληλοσχετίζονται. Η πρώτη κατηγορία επικεντρώνεται στις αλληλεπιδράσεις με διάφορες πλατφόρμες κι εργαλεία και στην εμπλοκή, τη συμμετοχή και την εφαρμογή. Έτσι, ο Choi (2023) εξέτασε το μουσικό πρόγραμμα Doodle Bach για να βοηθήσει τους μαθητές να δημιουργήσουν μουσικές συνθέσεις, οι Shamir και Levin (2021)

ζήτησαν από τους μαθητές να κατασκευάσουν ένα τεχνούργημα βασισμένο στη MM χρησιμοποιώντας ένα προγραμματιζόμενο περιβάλλον και οι Barnard et al. (1988) χρησιμοποίησαν ένα πρόγραμμα που υποβοηθείται από υπολογιστή (CAI) για να διαγνώσουν τις στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων και τις παρανοήσεις των μαθητών. Στη μελέτη των Gupta et al. (2023), οι μαθητές χρησιμοποίησαν ένα μαθησιακό περιβάλλον για να συμμετάσχουν σε δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων και στη δημιουργία διαδραστικών επιστημονικών αφηγήσεων, ενώ στη μελέτη των Napierala et al. (2023) οι μαθητές έπαιξαν με ένα παιχνίδι μνήμης για τον εντοπισμό τύπων φύλλων στη Βιολογία και ταυτόχρονα, δοκίμασαν «δέντρα αποφάσεων» αλληλένδετα με την TN και την MM. Οι Bingi et al. (2021) αναφέρθηκαν σε διαδραστικές μαθησιακές δραστηριότητες όπως οι ερωταπαντήσεις και η λήψη ανατροφοδότησης από το ανθρωποειδές ΝΑΟ και οι Wang et al. (2023) περιέγραψαν έναν εκπαιδευτή TN για την εκμάθηση των Αγγλικών ως δεύτερης ξένης γλώσσας, βοηθώντας τους μαθητές να εξασκήσουν την ομιλία και την ακρόαση, καθώς και την προφορά (Wang et al., 2022). Οι μαθητές χρησιμοποίησαν επίσης εφαρμογές για συνεδρίες ερωταπαντήσεων με το bot Natasha (Andinia & Isnainiyah, 2020) και συμμετείχαν σε κοιζ μαθηματικών με το ρομπότ AI Zenbo όπως αναφέρεται από τους Weng et.al (2020).

Η δεύτερη κατηγορία αποτελείται από μελέτες που ενσωμάτωσαν πολλαπλές δραστηριότητες με τη μορφή project, παρέχοντας στους μαθητές ολιστικές κι εξατομικευμένες προσεγγίσεις. Εδώ βρήκαμε πραγματικές προβληματικές καταστάσεις που προώθησαν την ενεργό συμμετοχή στην επίλυση με συνομηλικούς και δραστηριότητες προγραμματισμού και δημιουργίας μοντέλων για τη βελτίωση της υπολογιστικής σκέψης (Shi & Rao, 2022). Στη μελέτη των Li et al. (2023) οι μαθητές επικεντρώθηκαν στη δημιουργία σεναρίων που περιείχαν πρακτική επίλυση προβλημάτων, σχεδιάζοντας και εφαρμόζοντας λύσεις για την προώθηση του επιστημονικού γραμματισμού και της διαθεματικής εξερεύνησης. Στη μελέτη του Huang (2021), οι μαθητές ασχολήθηκαν με τη δημιουργία σεναρίων ρόλων, ερωταπαντήσεις, αλληλεπιδράσεις στην τάξη, ομαδικές συζητήσεις, συνεργατικό παιχνίδι και κάρτες γνώσεων, ενώ στους Wu and Yang (2022), οι μαθητές συμμετείχαν σε ένα 6ωρο εκπαιδευτικό πρόγραμμα TN βασισμένο στο εννοιολογικό πλαίσιο μάθησης STEM και στη μάθηση με τη μέθοδο project, που περιλάμβανε διδακτικές συνεδρίες, πρακτικές ασκήσεις, ομαδικές δραστηριότητες και σχεδιασμό και επίλυση προβλημάτων σε σενάρια από την πραγματική ζωή. Οι Joo and Park (2022) ενέπλεξαν τους μαθητές σε πρακτικές δραστηριότητες και ασκήσεις φυσικής αλληλεπίδρασης για την εξερεύνηση εργαλείων και την κατανόηση του κοινωνικού αντίκτυπου της TN, καθώς και σε παιχνίδια συλλογής και ανάλυσης δεδομένων, με στόχο την ενίσχυση των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων και του συλλογισμού. Οι μαθητές χρησιμοποίησαν επίσης διαδικτυακά εργαλεία για μια εισαγωγή στις βασικές αρχές της MM, συμμετείχαν σε ομαδικές συζητήσεις για να εξασκήσουν την κριτική σκέψη και δημιουργικότητά τους και τους ανατέθηκε ένα σχέδιο εργασίας για να εργαστούν με το GTM. Στόχος τους ήταν να εκπαιδευτούν μοντέλα και να αναπτύξουν εφαρμογές για να προβληματιστούν, να αναστοχαστούν και να λάβουν ανατροφοδότηση για τις ενέργειές τους (Toivonen et al., 2020). Τέλος, οι Wu et al. (2022) ενσωμάτωσαν το STEAM με TN στις δραστηριότητές τους, για να παρέχουν στα παιδιά πρακτικές ευκαιρίες για τη δημιουργία έξυπνων συστημάτων, κατανοώντας την οπτική αναγνώριση, κωδικοποιώντας προγράμματα, συναρμολογώντας παιχνίδια, φτιάχνοντας γραφήματα και αξιολογώντας και συντονίζοντας τις σωστές παραμέτρους.

Η τρίτη κατηγορία αποτελείται από βιωματικές δραστηριότητες και πρακτική εξάσκηση που ενισχύουν την έκφραση και τη δημιουργικότητα, όπως είναι η παρακολούθηση προσομοιώσεων για μια ρεαλιστική έρευνα βασισμένη σε θέματα TN και ηθικής (Lin et al., 2023) και η εμπειρία ενός παιχνιδιού ρόλων για τη μηχανική μάθηση (ML-RPG), όπου οι

μαθητές ασχολούνται με εργασίες που σχετίζονται με τη διαδικασία MM (Kajiwara et al., 2023). Τα παιδιά αντάλλαξαν ιδέες, σχεδίασαν προηγμένα ρομποτικά μοντέλα για την επίλυση προβλημάτων της κοινότητας και παρουσίασαν τις λύσεις τους, επιδεικνύοντας κοινωνική ευθύνη (Salas-Pilco, 2020) και συνεργάστηκαν με το ρομπότ ΝΑΟ και τον προγραμματιστή του, προσποιήθηκαν ότι είναι το ανθρωποειδές, παρακολούθησαν μια ταινία για ρομπότ φροντίδας ή αναστοχάστηκαν γραπτός στη μελέτη των Omokawa και Matsuura (2018). Επιπρόσθετα, η ενασχόληση με τα εικαστικά και τη ζωγραφική περιλάμβανε μια σειρά από δραστηριότητες όπως η δημιουργία του έργου, η αναγνώριση των τεχνικών λεπτομερειών του και η εμπειρία μιας έκθεσης ζωγραφικής με χρήση εργαλείων επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented Reality - AR) (Chen et al., 2022).

Τέλος, σε μία περίπτωση οι μαθητές ενήργησαν ως δάσκαλοι για το διδακτικό παιχνίδι και το σύστημα, αλληλεπιδρώντας μαζί του, παίζοντας και απαντώντας σε συγκεκριμένες ερωτήσεις (Pareto, 2014).

Μαθησιακά αποτελέσματα

Όσον αφορά τα μαθησιακά αποτελέσματα, τα κατηγοριοποιήσαμε σε τρία επίπεδα: γνωστικές δεξιότητες, συναισθηματικές δεξιότητες και ψυχοκινητικές δεξιότητες (Rovai et al., 2009), με το επίκεντρο της βιβλιογραφίας μας να επικεντρώνεται στο συναισθηματικό και χωρίς καθόλου αναφορές για το ψυχοκινητικό επίπεδο. Η πρώτη κατηγορία συναισθηματικών δεξιοτήτων περιλαμβάνει αναφορές κοινωνικής και συναισθηματικής ανάπτυξης των συμμετεχόντων (Bingi et al., 2021), καθώς υπήρξε αναγνώριση, εκτίμηση και διαχείριση των συναισθημάτων τους (Khilmiyah & Wiyono, 2023), αλλά και αύξηση της κοινωνικής ευθύνης και δέσμευσης (Salas-Pilco, 2020) και συνεργασία με σεβασμό για τους άλλους στις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις (Shi & Rao, 2022). Καταγράφηκε επίσης συναισθηματική εμπλοκή με ρομποτικούς βοηθούς, καθώς και ενσυναίσθηση για αυτούς, αλλά και υψηλότερα επίπεδα ικανοποίησης και ενδιαφέροντος (Omokawa & Matsuura, 2018). Η αυτοαποτελεσματικότητα και η αυτοπεποίθηση αυξήθηκαν (Khilmiyah & Wiyono, 2023; Salas-Pilco, 2020) καθώς παρατηρήθηκε μετατόπιση της στάσης των μαθητών σε πιο θετικά επίπεδα, με λιγότερο άγχος και φόβο αποδοχής της ΤΝ (Kajiwara et al., 2023). Σε αυτή την κατηγορία συμπεριλάβαμε την αυτόνομη μάθηση (Huang, 2021; Shi & Rao, 2022), την ευθύνη, την επικοινωνία (Napierala et al., 2023), τη συνεργασία και αυξημένες αναφορές συμμετοχικότητας των μαθητών (Joo & Park, 2022; Pareto, 2014; Wu et al., 2022) σε συμφωνία με τη συνολική βελτίωσή τους σε διάφορους τομείς. Το ενδιαφέρον και η απόλαυση των μαθητών για μάθηση αυξήθηκε, όπως και η αναστοχαστική τους ικανότητα, τα εσωτερικά και εξωτερικά κίνητρά τους (Chen et al., 2022; Wang et al., 2022; Wang et al., 2023; Wu et al., 2022), και οι ενισχυμένες στάσεις κι αντιλήψεις τους για την ΤΝ (Wu et al., 2022).

Όσον αφορά το γνωστικό επίπεδο, υπήρξαν μαθησιακά αποτελέσματα σχετικά με την κατανόηση της ΤΝ (Shamir & Levin, 2021), την κατανόηση βασικών εννοιών MM και τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές χρησιμοποιούν αυτές τις πρακτικές γνώσεις για να εκπαιδεύσουν μοντέλα MM ή για να δημιουργήσουν εφαρμογές (Toivonen et al., 2020) και να κατανοήσουν την υπολογιστική σκέψη (Joo & Park, 2022). Η κατανόηση των ηθικών ζητημάτων που προκύπτουν από τη χρήση της ΤΝ στο εκπαιδευτικό πλαίσιο (Lin et al., 2023), ήταν ένα από τα μαθησιακά αποτελέσματα, όπως και οι συζητήσεις εντός του συγκεκριμένου οριοθετημένου πλαισίου, των δυνατοτήτων και των περιορισμών της τεχνολογίας και της επάρκειάς της σε επιστημονικές έννοιες και τη δόμηση ιστοριών (Gupta et al., 2023). Σε σχέση με την ανάπτυξη της ικανότητας των μαθητών να λύνουν ένα πρόβλημα, ακολούθησε η αποδοχή της ΤΝ (Kajiwara et al., 2023) και η διορατικότητα για τις διαδικασίες (Barnard et al., 1988), που απαιτούν βελτιωμένη ικανότητα και ανάπτυξη τεχνικών δεξιοτήτων (Wu et al.,

2022). Βελτίωση παρατηρήθηκε επίσης σε πολλούς τομείς όπως η ποιότητα εργασίας (Wu & Yang, 2022), η προφορά, η κατανόηση ακρόασης και το λεξιλόγιο (Wang et al., 2022), η καλλιτεχνική έκφραση, η πρωτοτυπία, η απόδοση και η δημιουργικότητα (Chen et al., 2022), οι μουσικές γνωστικές ικανότητες (Choi, 2023), η εκμάθηση νέων εκφραστικών ικανοτήτων (Li et al., 2023) και η ικανότητα εφαρμογής της τεχνολογίας (Weng et al., 2020).

Παιδαγωγικές μέθοδοι των δραστηριοτήτων ή των εργαλείων τν

Όσον αφορά τις παιδαγωγικές μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν, αυτές χωρίστηκαν σε τέσσερις κύριες κατηγορίες, αν και συνήθως η χρήση τους ήταν μικτή με αρκετές μελέτες να ανήκουν σε περισσότερες από μία. Αρχικά, η βιωματική μάθηση ξεχώρισε ως συχνότερα χρησιμοποιούμενη με δραστηριότητες προσαρμοσμένες στα ενδιαφέροντα, τις ικανότητες και τις εμπειρίες των μαθητών. Εδώ εντοπίσαμε την επίλυση προβλημάτων (Salas-Pilco, 2020; Shi & Rao, 2022; Wang et al., 2023; Andinia & Isnainiyah, 2020) με δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης (Joo & Park, 2022; Gupta et al., 2023), την πρακτική μάθηση μέσω διαδραστικών αντικειμένων (Wu & Yang, 2022; Napierala et al., 2023; Salas-Pilco, 2020) και τις διαδραστικές αφηγήσεις (Gupta et al., 2023), καθώς και παιχνίδια ρόλων ή σενάρια (Kajiwarra et al., 2023; Lin et al., 2023; Huang, 2021). Σε αυτή την κατηγορία η μεταφορά γνώσης και μάθησης (Pareto, 2014; Lin et al., 2023) και η προώθηση δεξιοτήτων ηθικής συλλογιστικής (Lin et al., 2023), χρησιμοποιήθηκαν ως εργαλεία, μαζί με την αλληλεπίδραση μεταξύ μαθητών, δασκάλου και ΤΝ (Bingi et al., 2021).

Στη δεύτερη κατηγορία χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος project, η οποία καθορίστηκε από τους στόχους που επιδιώκονται και υλοποιούνται για την απόκτηση δεξιοτήτων STEAM (Shi & Rao, 2022). Οι δραστηριότητες ήταν μαθητοκεντρικές και η έρευνα πραγματοποιήθηκε μέσω εργασιών εστιασμένων στο σχεδιασμό και διαμορφωμένων στο πλαίσιο της μεθόδου (Salas-Pilco, 2020), με στόχο την επίλυση της προβληματικής κατάστασης και την επινόηση καινοτόμων λύσεων. Η περιστασιακή αξιολόγηση (Bingi et al., 2023), τοποθέτησε τους μαθητές σε σενάρια διερεύνησης κι αναζήτησης της αλήθειας (Wu et al., 2022; Lin et al., 2023) με την καθοδήγηση των εργαλείων ΤΝ. Υπήρξε επίσης ένας συνδυασμός δραστηριοτήτων, όπως διαλέξεις, ασκήσεις, ομαδικές συζητήσεις για την εξεύρεση λύσης (Wu & Yang, 2022) ή για την προαγωγή δεξιοτήτων λογικής συλλογιστικής σχετικά με τα ηθικά ζητήματα της ΤΝ (Lin et al., 2023), καθώς και μάθηση προσανατολισμένη στη δράση και την προσχεδιασμένη διερεύνηση (Napierala et al., 2023).

Στην τρίτη κατηγορία, ο κονστρουκτιβισμός ξεχώρισε ως θεωρία που υποστηρίζει την ενεργό συμμετοχή των μαθητών στην οικοδόμηση της γνώσης (Li et al., 2023; Shamir & Levin, 2021; Omokawa & Matsuura, 2018). Η ομαδική εργασία σε συνδυασμό με δραστηριότητες κριτικής σκέψης συνέβαλαν στην κατάκτηση της νέας γνώσης, που προσαρμόστηκε στις ανάγκες και τις δυνατότητες των παιδιών (Barnard et al., 1988). Οι μαθητές έγιναν οι σχεδιαστές και οι κατασκευαστές της δικής τους μάθησης (Toivonen et al., 2020) και με την προτροπή για αυτοκαθορισμό (Pareto, 2014), κατάφεραν να αντικρούσουν τυχόν παρανοήσεις που μπορεί να είχαν.

Στην τελευταία κατηγορία η τεχνολογία ενίσχυσε τις παιδαγωγικές μεθόδους. Εδώ βρήκαμε κοινωνικά ρομπότ ως βοηθούς μάθησης, προσαρμοσμένους να υποστηρίζουν την αυτοαποτελεσματικότητα και την αυτορρύθμιση της μάθησης (Khilmiyah & Wiyono, 2023; Weng et al., 2020), ή ακόμα και να προσποιούνται τους μαθητές, τοποθετώντας τους στο ρόλο του δασκάλου (Pareto, 2014). Η συμμετοχή της ΤΝ στη μαθησιακή διαδικασία ενίσχυσε το ενδιαφέρον και αναβάθμισε την ποιότητα του παρεχόμενου υλικού (Choi, 2023), έδωσε έμφαση στα κίνητρα, την καθοδηγούμενη παρατήρηση και σκέψη και ενθάρρυνε τη

δημιουργία (Chen et al., 2022), εξατομικεύοντας την ανατροφοδότηση που δόθηκε από τον εικονικό έξυπνο εκπαιδευτικό σε κάθε μαθητή ξεχωριστά (Wang et al., 2022).

Συμπεράσματα

Η εργασία αυτή εντόπισε ορισμένες ομοιότητες με τους Sanusi et al. (2023) σε μαθησιακούς στόχους, π.χ. έννοιες ΤΝ, κοινωνικά ρομπότ, παιχνίδια, κατανόηση της ΜΜ, και με τους Su and Yang (2022) στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των πλατφορμών και των ρομπότ, στη διερεύνηση πολλαπλών εφαρμογών και στην εξερεύνηση της χρήσης τους, των αντιλήψεων των μαθητών και των μαθησιακών αποτελεσμάτων. Το μαθησιακό περιεχόμενο των μελετών μας εστίασε κυρίως σε έννοιες ΤΝ και ΜΜ, όπως το μαθησιακό περιεχόμενο στους Su et al. (2023), π.χ. εμπειρία ΜΜ, συστήματα βασισμένα στη γνώση, ρομπότ, ΤΝ και ηθική. Τα ευρήματά μας επικεντρώθηκαν επίσης στην εκμάθηση γλωσσών και στα μαθηματικά και ορισμένες από τις μελέτες μας καταπιάστηκαν με ποικίλα θέματα.

Όσον αφορά τις μαθησιακές δραστηριότητες, εντοπίσαμε ομοιότητες με αυτές που αναφέρονται στους Sanusi et al. (2023), σχετικά με τις συζητήσεις, το παιχνίδι ρόλων, τα παιχνίδια ρομπότ και προσομοίωσης, την επιστημονική διερεύνηση, τη χρήση του GTM και τις δραστηριότητες χωρίς τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή. Το GTM βρέθηκε επίσης στις ανασκοπήσεις των Yim and Su (2024), Su et al. (2023) και Su and Yang (2022), καθώς και σε πρακτικές δραστηριότητες (Su et al., 2023), με εστίαση στην εκμάθηση εννοιών σχετικών με συστήματα που βασίζονται στη γνώση και την εποπτευόμενη ΜΜ, από μαθητές νηπιαγωγείου. Οι Su και Yang (2022) ανέφεραν επίσης την αποτελεσματικότητα των ευφών συστημάτων διδασκαλίας, της επίλυσης προβλημάτων, των αλληλεπιδράσεων με τα μέλη της ομάδας και της δημιουργικής διερεύνησης, όπως κι εμείς.

Γνωστικά μαθησιακά αποτελέσματα, όπως η κατανόηση της ΤΝ, της ΜΜ ή των συστημάτων που βασίζονται στη γνώση, εντοπίστηκαν επίσης από τους Yim and Su (2024) και Su et al. (2023), καθώς και συναισθηματικές και συμπεριφοριστικές αλλαγές, π.χ. κίνητρα, αυτοαποτελεσματικότητα, υψηλή συμμετοχή μαθητών, δεξιότητες συνεργασίας και επικοινωνίας. Οι συναισθηματικές δεξιότητες αναφέρθηκαν περισσότερο από οποιαδήποτε άλλη κατηγορία στη μελέτη μας, σε αντίθεση με την ανασκόπηση των Su et al. (2023), όπου μόνο δύο ερευνητές είχαν σχεδιάσει δραστηριότητες για την ενίσχυση των δεξιοτήτων σκέψης σε μεγαλύτερες τάξεις του δημοτικού. Αντίθετα, η δημιουργική, συναισθηματική και συνεργατική έρευνα παρουσιάστηκαν ως βελτιωμένες δεξιότητες, αν και δεν υπήρξε καμία αναφορά στις στάσεις, τα κίνητρα και την αυτοπεποίθηση (Su et al., 2023).

Σε σχέση με την παιδαγωγική σχεδιάστηκαν: μάθηση με τη μέθοδο project, ενεργή και συμμετοχική μάθηση, συνεργατικές μέθοδοι και διαλέξεις, όπως και στις μελέτες των Sanusi et al. (2023). Η πιο δημοφιλής παιδαγωγική μέθοδος στις μελέτες μας ήταν η βιωματική μάθηση και σε συνδυασμό με την μέθοδο project και τον εποικοδομισμό ως συσχετιζόμενα, συμφωνούν με τα ευρήματα των Yim και Su (2024). Ακολουθεί η αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή και η μαθητοκεντρική διδασκαλία που βασίζεται στο παιχνίδι, ενώ τα ευρήματα των Su et al. (2023) είναι παρόμοια με τα δικά μας σχετικά με τη βιωματική μάθηση βάσει δραστηριοτήτων. Οι προσεγγίσεις που βασίζονται στη μέθοδο project χρησιμοποιούνται λιγότερο στο νηπιαγωγείο απ' ό,τι στα δημοτικά σχολεία, ενώ ο γραμματισμός για τη δημιουργική διερεύνηση ταυριάζει καλύτερα στους μαθητές μικρότερης ηλικίας (Aravantinos et al., 2024).

Η χρήση της ΤΝ και οι εφαρμογές της στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση (6 έως 12 ετών) είναι ένας τομέας αυξανόμενου ενδιαφέροντος και έχει σημειώσει σημαντική ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια. Οι εκπαιδευτικοί διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη διευκόλυνση των αλληλεπιδράσεων των μαθητών με την ΤΝ, καθοδηγώντας και αξιολογώντας τη χρήση της

τεχνολογίας με δημιουργικούς τρόπους. Για το λόγο αυτό, πρέπει να προετοιμαστούν κατάλληλα ώστε να χρησιμοποιούν αποτελεσματικά τα νέα εργαλεία ΤΝ και να τα ενσωματώνουν στις διδακτικές τους μεθόδους για τη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων (Voulgari et al., 2022). Ο ρόλος, οι απαιτούμενες γνώσεις και δεξιότητες, οι αντιλήψεις, καθώς και η κατάρτιση των εκπαιδευτικών, αναμένεται να απασχολήσουν σημαντικά την εκπαιδευτική κοινότητα στο άμεσο μέλλον (Lozano & Blanco Fontao, 2023). Επιπλέον, η ανάπτυξη ενός προγράμματος σπουδών που θα ενσωματώνει τον γραμματισμό για την ΤΝ, θα πρέπει να οργανωθεί με εστίαση στους μαθητές και να παρέχει τα κατάλληλα εργαλεία για την προώθηση της μάθησης (Dai et al., 2023; Su & Zhong, 2022). Από την άλλη, τα ζητήματα που εγείρει η εφαρμογή της ΤΝ είναι πολυπλόκαμα, τόσο όσον αφορά στον αντίκτυπό της στις διδακτικομαθησιακές διεργασίες και τα μαθησιακά αποτελέσματα, όσο και για τα ηθικά και δεοντολογικά διλήμματα που συνεπάγεται (Nunes Vilaza et al., 2022).

Μερικοί από τους περιορισμούς αυτής της εργασίας, είναι ότι τα άρθρα που δεν ήταν προσβάσιμα κατά τη στιγμή της ανάκτησης μπορεί να περιέχουν κρίσιμα εμπειρικά στοιχεία που απαιτούνται για την ανασκόπηση, η οποία επιπλέον δεν έχει λάβει υπόψη άλλες βάσεις δεδομένων και ευρετήρια, όπως για παράδειγμα το Web of Science, χρησιμοποιώντας βιβλιογραφία μόνο από το Scopus. Ένα ακόμη σημαντικό ζήτημα για την έρευνα, είναι ότι τα θέματα που μελετήσαμε είναι άρρηκτα συνδεδεμένα, καθιστώντας δύσκολο το εγχείρημα για τη διαφοροποίηση των ευρημάτων λόγω του μεγέθους των αλληλεπικαλυπτόμενων πληροφοριών. Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να επικεντρωθούν πέρα από την πρωτοβάθμια εκπαίδευση και στις υπόλοιπες βαθμίδες για να παράσχουν μια πιο λεπτομερή επισκόπηση των προσεγγίσεων ΤΝ σε συνάρτηση με τα μαθησιακά αποτελέσματα και τις πιθανές επιπτώσεις. Η έρευνα θα πρέπει επίσης να επεκταθεί σε περισσότερες χώρες συμπεριλαμβάνοντας κι άλλες γλώσσες και σε διαφορετικά εκπαιδευτικά πλαίσια και συγκείμενα.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Andinia, A., & Isnainiyah, I. N. (2020). Design of Learning Application using Trivia Method based on Google Assistant for Vision Impairment Disability. *Proceedings - 2nd International Conference on Informatics, Multimedia, Cyber, and Information System, ICIMCIS 2020* (pp. 220–225). <https://doi.org/10.1109/ICIMCIS51567.2020.9354326>
- Aravantinos, S., Lavidas, K., Voulgari, I., Papadakis, S., Karalis, T., & Komis, V. (2024). Educational Approaches with AI in Primary School Settings: A Systematic Review of the Literature Available in Scopus. *Education Sciences*, 14(7), 744. <https://doi.org/10.3390/educsci14070744>
- Athanassopoulos, S., Manoli, P., Gouvi, M., Lavidas, K., & Komis, V. (2023). The use of ChatGPT as a learning tool to improve foreign language writing in a multilingual and multicultural classroom. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 3(2), 818–824. <https://doi.org/10.25082/amler.2023.02.009>
- Barnard, Y. F., & Sandberg, J. A. (1988). Applying artificial intelligence insights in a CAI program for “open sentence” mathematical problems in primary schools. *Instructional Science*, 17(3), 263–276. <https://doi.org/10.1007/BF00048345>
- Benvenuti, M., Cangelosi, A., Weinberger, A., Mazzoni, E., Benassi, M., Barbaresi, M., & Orsoni, M. (2023). Artificial intelligence and human behavioral development: A perspective on new skills and competences acquisition for the educational context. *Computers in Human Behavior*, 148, 107903. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107903>
- Bingi, B., Vardhan, H., & Singh, L. (2021). Interactive Learning System for Children. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 419–426. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8025-3_41
- Bryman, A. (2016). *Social research methods*. London: Oxford University Press.

- Chen, S. Y., Lin, P. H., & Chien, W. C. (2022). Children's Digital Art Ability Training System Based on AI-Assisted Learning: A Case Study of Drawing Color Perception. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.823078>
- Choi, M. (2023). Design, Implementation, and Effects of Elementary Music Creation Class Using an AI-Based Music Program, Doodle Bach. *Korean Journal of Research in Music Education*, 52(4), 211–237. <https://doi.org/10.30775/KMES.52.4.211>
- Crescenzi-Lanna, L. (2023). Literature review of the reciprocal value of artificial and human intelligence in early childhood education. *Journal of Research on Technology in Education*, 55(1), 21–33. <https://doi.org/10.1080/15391523.2022.2128480>
- Dai, Y., Liu, A., Qin, J., Guo, Y., Jong, M. S. Y., Chai, C. S., & Lin, Z. (2023). Collaborative construction of artificial intelligence curriculum in primary schools. *Journal of Engineering Education*, 112(1), 23–42. <https://doi.org/10.1002/jee.20503>
- Doroudi, S. (2023). The Intertwined Histories of Artificial Intelligence and Education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 33(4), 885–928. <https://doi.org/10.1007/s40593-022-00313-2>
- Druga, S., Vu, S. T., Likhith, E., & Qiu, T. (2019). Inclusive AI literacy for kids around the world. *ACM International Conference Proceeding Series*, 104–111. <https://doi.org/10.1145/3311890.3311904>
- Gupta, A., Smith, A., Vandenberg, J., ElSayed, R., Fox, K., Minogue, J., Hubbard Cheuoua, A., Oliver, K., Ringstaff, C., & Mott, B. (2023). Fostering Interdisciplinary Learning for Elementary Students Through Developing Interactive Digital Stories. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 14384 LNCS, 50–67. https://doi.org/10.1007/978-3-031-47658-7_5
- Han, X. (2021). How Does AI Engage in Education? A Quantitative Research on AI Curriculum and Instruction in Public Primary Schools. *ACM International Conference Proceeding Series*, 15–19. <https://doi.org/10.1145/3510309.3510312>
- Huang, S. (2021). Design and Development of Educational Robot Teaching Resources Using Artificial Intelligence Technology. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(5), 116–129. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i05.20311>
- Joo, K. H., & Park, N. H. (2022). Design Artificial Intelligence Convergence Teaching and Learning Model CP3 and Evaluations. *Journal of Curriculum and Teaching*, 11(8), 291–302. <https://doi.org/10.5430/jct.v11n8p291>
- Khilmiyah, A., & Wiyono, G. (2023). Assessment of Emotional and Social Intelligence Using Artificial Intellegent. *Communications in Computer and Information Science*, 1836 CCIS, 447–453. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36004-6_61
- Lai, T., Xie, C., Ruan, M., Wang, Z., Lu, H., & Fu, S. (2023). Influence of artificial intelligence in education on adolescents' social adaptability: The mediatory role of social support. *PLoS ONE*, 18(3 March). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283170>
- Lavidas, K., Voulgari, I., Papadakis, S., Athanassopoulos, S., Anastasiou, A., Filippidi, A., Komis, V., & Karacapilidis, N. (2024). Determinants of Humanities and Social Sciences Students' Intentions to Use Artificial Intelligence Applications for Academic Purposes. *Information*, 15(6), 314. <https://doi.org/10.3390/info15060314>
- Li, X., Xiang, H., Zhou, X., & Jing, H. (2023). An empirical study on designing STEM + AI teaching to cultivate primary school students' computational thinking perspective. *ACM International Conference Proceeding Series*, 1–7. <https://doi.org/10.1145/3606094.3606130>
- Lin, X. F., Wang, Z., Zhou, W., Luo, G., Hwang, G. J., Zhou, Y., Wang, J., Hu, Q., Li, W., & Liang, Z. M. (2023). Technological support to foster students' artificial intelligence ethics: An augmented reality-based contextualized dilemma discussion approach. *Computers and Education*, 201. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104813>
- Lozano, A., & Blanco Fontao, C. (2023). Is the Education System Prepared for the Irruption of Artificial Intelligence? A Study on the Perceptions of Students of Primary Education Degree from a Dual Perspective: Current Pupils and Future Teachers. *Education Sciences*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/educsci13070733>
- Ma, Z., Xin, C., & Zheng, H. (2021). Construction of a Teaching System Based on Big Data and Artificial Intelligence to Promote the Physical Health of Primary School Students. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/9777862>

- Napierala, S., Grey, J., Brinda, T., & Gryl, I. (2023). What Type of Leaf is It? – AI in Primary Social and Science Education. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 685 AICT, 233–243. https://doi.org/10.1007/978-3-031-43393-1_22
- Nunes Vilaza, G., Doherty, K., McCashin, D., Coyle, D., Bardram, J., & Barry, M. (2022). A Scoping Review of Ethics Across SIGCHI. *DIS 2022 - Proceedings of the 2022 ACM Designing Interactive Systems Conference: Digital Wellbeing*, 137–154. <https://doi.org/10.1145/3532106.3533511>
- OECD. 2018. The Future of Education and Skills: Education 2030 Position Paper. Retrieved May 26, 2024 from [http://www.oecd.org/education/2030-project/about/documents/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](http://www.oecd.org/education/2030-project/about/documents/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf)
- Omokawa, R., & Matsuura, S. (2018). Development of thought using a humanoid robot in an elementary school classroom. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10908 LNCS, 541–552. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92052-8_43
- 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., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. In *The BMJ* (Vol. 372). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pareto, L. (2014). A teachable agent game engaging primary school children to learn arithmetic concepts and reasoning. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 24(3), 251–283. <https://doi.org/10.1007/s40593-014-0018-8>
- Pranckutė, R. (2021). Web of Science (WoS) and Scopus: the titans of bibliographic information in today's academic world. In *Publications* (Vol. 9, Issue 1). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/publications9010012>
- Rovai, A. P., Wighting, M. J., Baker, J. D., & Grooms, L. D. (2009). Development of an instrument to measure perceived cognitive, affective, and psychomotor learning in traditional and virtual classroom higher education settings. *The Internet and Higher Education*, 12(1), 7–13. <https://doi.org/10.1016/j.IHEDUC.2008.10.002>
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence: a modern approach*. Pearson
- Salas-Pilco, S. Z. (2020). The impact of AI and robotics on physical, social-emotional and intellectual learning outcomes: An integrated analytical framework. *British Journal of Educational Technology*, 51(5), 1808–1825. <https://doi.org/10.1111/bjet.12984>
- Sanusi, I. T., Oyelere, S. S., Vartiainen, H., Suhonen, J., & Tukiainen, M. (2023). A systematic review of teaching and learning machine learning in K-12 education. *Education and Information Technologies*, 28(5), 5967–5997. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11416-7>
- Shalileh, S., Ignatov, D., Lopukhina, A., & Dragoy, O. (2023). Identifying dyslexia in school pupils from eye movement and demographic data using artificial intelligence. *PLoS ONE*, 18(11 November). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0292047>
- Shamir, G., & Levin, I. (2021). Neural Network Construction Practices in Elementary School. *KI - Künstliche Intelligenz*, 35(2), 181–189. <https://doi.org/10.1007/s13218-021-00729-3>
- Shi, Y., & Rao, L. (2022). Construction of STEAM Graded Teaching System Using Backpropagation Neural Network Model under Ability Orientation. *Scientific Programming*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/7792943>
- Su, J., Ng, D. T. K., & Chu, S. K. W. (2023). Artificial Intelligence (AI) Literacy in Early Childhood Education: The Challenges and Opportunities. In *Computers and Education: Artificial Intelligence* (Vol. 4). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100124>
- Su, J., & Yang, W. (2023). A systematic review of integrating computational thinking in early childhood education. *Computers and Education Open*, 4, 100122. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2023.100122>
- Su, J., & Zhong, Y. (2022). Artificial Intelligence (AI) in early childhood education: Curriculum design and future directions. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100072>
- Toivonen, T., Jormanainen, I., Kahila, J., Tedre, M., Valtonen, T., & Vartiainen, H. (2020). Co-designing machine learning apps in K-12 with primary school children. *Proceedings - IEEE 20th International*

- Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2020*, 308–310. <https://doi.org/10.1109/ICALT49669.2020.00099>
- Vieira, E. S., & Gomes, J. A. N. F. (2009). A comparison of Scopus and Web of science for a typical university. *Scientometrics*, 81(2), 587–600. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-2178-0>
- Voulgari, I., Stouraitis, E., Camilleri, V., & Karpouzis, K. (2022). Artificial Intelligence and Machine Learning Education and Literacy: Teacher Training for Primary and Secondary Education Teachers. In *Handbook of Research on Integrating ICTs in STEAM Education* (pp. 1–21). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-3861-9.ch001>
- Wang, X., Pang, H., Wallace, M. P., Wang, Q., & Chen, W. (2022). Learners' perceived AI presences in AI-supported language learning: a study of AI as a humanized agent from community of inquiry. *Computer Assisted Language Learning*. <https://doi.org/10.1080/09588221.2022.2056203>
- Wang, X., Liu, Q., Pang, H., Tan, S. C., Lei, J., Wallace, M. P., & Li, L. (2023). What matters in AI-supported learning: A study of human-AI interactions in language learning using cluster analysis and epistemic network analysis. *Computers and Education*, 194. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104703>
- Weng, T. S., Li, C. K., & Hsu, M. H. (2020). Development of robotic quiz games for self-regulated learning of primary school children. *ACM International Conference Proceeding Series*, 58–62. <https://doi.org/10.1145/3442536.3442546>
- Wu, S. Y., & Yang, K. K. (2022). The Effectiveness of Teacher Support for Students' Learning of Artificial Intelligence Popular Science Activities. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.868623>
- Ye, R., Sun, F., & Li, J. (2021). Artificial Intelligence in Education: Origin, Development and Rise. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 13016 LNAI, 545–553. https://doi.org/10.1007/978-3-030-89092-6_49
- Yim, I. H. Y., & Su, J. (2024). Artificial intelligence (AI) learning tools in K-12 education: A scoping review. *Journal of Computers in Education*. <https://doi.org/10.1007/s40692-023-00304-9>

Παράρτημα

Για το παράρτημα μπορείτε να ανατρέξετε στον ακόλουθο σύνδεσμο <https://bit.ly/45QekSt>