

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, ΔΠΘ
ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΔΠΘ

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

synedrio2025.enepht.gr



Εφαρμογές Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τεχνητής Νοημοσύνης στην Μελέτη Εννοιών και Φαινομένων των Φυσικών Επιστημών

Ζώης Ασημακόπουλος, Ζαχαρούλα Σμυρναίου

doi: [10.12681/codiste.9901](https://doi.org/10.12681/codiste.9901)

Εφαρμογές Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τεχνητής Νοημοσύνης στην Μελέτη Εννοιών και Φαινομένων των Φυσικών Επιστημών

Ζώης Ασημακόπουλος¹ και Ζαχαρούλα Σμυρναίου²

¹Διδάκτωρ, ²Καθηγήτρια,

Παιδαγωγικό Τμήμα Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης,
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

¹zoisasim@eds.uoa.gr, ¹asimakzois@cti.gr, ²zsmyrnaiou@eds.uoa.gr, ²zsmyrnaiou@cti.gr

Περίληψη

Η αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης (Τ.Ν.) στα πλαίσια δραστηριοτήτων Εκπαιδευτικής Ρομποτικής μπορεί να δημιουργήσει ένα πλούσιο μαθησιακό περιβάλλον το οποίο θα επιτρέψει στους μαθητές να διερευνήσουν πειραματικά έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών που ξεφεύγουν από την εμπειρία και την άμεση παρατήρησή τους. Έννοιες οι οποίες διαφορετικά που θα ήταν δύσκολο να προσεγγισθούν στην σχολική τάξη με συμβατικές μεθόδους. Σε αυτή την μικρής κλίμακας έρευνα επιχειρούμε να μελετήσουμε πως ο σχεδιασμός και η διδακτική αξιοποίηση δραστηριοτήτων εκπαιδευτικής ρομποτικής και Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να ενισχύσει το ενδιαφέρον των μαθητών και να συμβάλει στη μελέτη εννοιών και φαινομένων των αντικειμένων των Φυσικών Επιστημών.

Λέξεις κλειδιά: Εκπαιδευτική Ρομποτική, Επιστημονικά Πρότυπα Νέας Γενιάς, Τεχνητή Νοημοσύνη, Φυσικές Επιστήμες

Applications of Educational Robotics and AI in the Study of Concepts and Phenomena of Natural Sciences

Zois Asimakopoulos¹ and Zacharoula Smyrniou²

¹PhD, ²Professor,

Department of Educational Studies, National and Kapodistrian University of Athens

¹zoisasim@eds.uoa.gr, ¹asimakzois@cti.gr, ²zsmyrnaiou@eds.uoa.gr, ²zsmyrnaiou@cti.gr

Abstract

The use of artificial intelligence in the context of educational robotics activities can create a rich learning environment that will enable students to experimentally explore concepts and phenomena of Natural Sciences that go beyond their experience and direct observation, which would otherwise be difficult to approach in the classroom with conventional methods. In this small-scale research, we attempt to study how the design and instructional use of educational robotics and AI activities can enhance students' interest and contribute to the study of concepts and phenomena of science subjects.

Keywords: Educational Robotics, New Generation Science Standards, AI, Science

Εισαγωγή

Η τεχνητή νοημοσύνη (ΤΝ) αποτελεί πλέον κινητήριο μοχλό ανάπτυξης σε ολόένα και περισσότερους τομείς και όπως είναι φυσικό έχει σημαντικό αντίκτυπο στις επιστήμες και την εκπαίδευση. Η ΤΝ χρησιμοποιείται από τους επιστήμονες για τη δημιουργία υποθέσεων, το σχεδιασμό πειραμάτων, τη συλλογή και ερμηνεία δεδομένων με τρόπους που δεν ήταν προηγουμένως δυνατοί με παραδοσιακές μεθόδους (Erduran & Levirini, 2024). Οι

εφαρμογές της αφορούσαν κυρίως εκπαιδευτικά ρομπότ, μηχανική μάθηση, εξόρυξη δεδομένων, ευφυή συστήματα διδασκαλίας, αυτοματοποίηση και πρόβλεψη σε εφαρμογές επιστημονικού περιεχομένου (Jia et al., 2023). Η χρήση της ΤΝ εγείρει ορισμένα θεμελιώδη ερωτήματα σχετικά με τις επιστημονικές πρακτικές, ιδίως σε σχέση με τον τρόπο με τον οποίο διεξάγεται η επιστήμη και με το ποιος πράγματι ασχολείται με αυτή (National Research Council [NRC], 2012).

Θεωρητικό Υπόβαθρο/ Βιβλιογραφική επισκόπηση

Οι θεωρητικές αρχές με τις οποίες σχεδιάστηκε η παρούσα μελέτη βασίστηκαν στα Επιστημονικά Πρότυπα Νέας Γενιάς - Next Generation Science Standards (NRC, 2012) καθώς τις εφαρμογές Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και της Τεχνητής Νοημοσύνης.

Τα Επιστημονικά Πρότυπα Νέας Γενιάς - Next Generation Science Standards (NRC, 2012) υπογραμμίζουν τη σημασία της ενσωμάτωσης και κατανόησης των ιδεών της επιστήμης και δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στη δέσμευση στις επιστημονικές πρακτικές. Σχεδιάστηκαν με στόχο την ενίσχυση της επάρκειας και της εκτίμησης των μαθητών για την επιστήμη μέσα από τις σχολικές δράσεις, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στις επιστημονικές πρακτικές (NRC, 2012 Science SCASS States, 2018). Η έρευνα για τη μάθηση δείχνει ότι οι μαθητές προκειμένου να αναπτύξουν μια συνεκτική κατανόηση των επιστημονικών εξηγήσεων του κόσμου, χρειάζονται συνεχείς ευκαιρίες να εμπλακούν στις πρακτικές, να εργαστούν με τις υποκείμενες ιδέες και να εκτιμήσουν τις διασυνδέσεις μεταξύ αυτών των πρακτικών και ιδεών για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Η ανάπτυξη εννοιολογικής κατανόησης είναι πιο παραγωγική για μελλοντική μάθηση από την απλή απομνημόνευση διακριτών γεγονότων και ότι η μάθηση βιωματικών εμπειριών θα πρέπει να σχεδιάζεται με στόχο τη συνεκτική πρόοδο για πολλά χρόνια (Erduran & Levirini, 2024 NCR, 2007 Riopel & Smyrναίου, 2016). Έρευνες ανέδειξαν ότι μαθητές που εμπλέκονται σε μια διδασκαλία που έχει σχεδιαστεί με βάση τα Επιστημονικά Πρότυπα Νέας Γενιάς παρουσιάζουν α) μεγαλύτερο βαθμό εμπλοκής και είναι περισσότερο ενεργοποιημένοι και ενθουσιώδεις σε σχέση με τις επιστήμες, β) βιώνουν μια πιο ολοκληρωμένη και ουσιαστική συμμετοχή αφού επιτυγχάνει να εμπλέκει πιο αποτελεσματικά όλους τους μαθητές ακόμη και αυτούς με χαμηλές επιδόσεις και γ) εμφανίζουν ενδείξεις μάθησης υψηλότερου επιπέδου (Tyler et al, 2018).

Οι τρεις διαστάσεις του πλαισίου NGSS είναι επιγραμματικά: α) Scientific Practices – Επιστημονικές πρακτικές (Δημιουργία επιστημονικών ερωτημάτων, Ανάπτυξη και αξιοποίηση μοντέλων, Οργάνωση και διενέργεια έρευνας, Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, Αξιοποίηση μαθηματικών και υπολογιστική σκέψη, Κατασκευή επεξηγήσεων και σχεδιασμός λύσεων, Ανάπτυξη επιχειρηματολογίας, Λήψη, αξιολόγηση και κοινοποίηση πληροφοριών). β) Crosscutting Concepts - Διεπιστημονικές Αρχές – Έννοιες. (Μοτίβα, Σχέση αιτίου – αποτελέσματος, Κλίμακες, Αναλογίες και ποσότητες, Συστήματα και μοντέλα συστημάτων, Ενέργεια και ύλη, Δομή και λειτουργία, Σταθερότητα και οι αλλαγές) γ) Core Ideas - Θεμελιώδεις Επιστημονικές Ιδέες (καταναμημένες σε τέσσερα διακριτά πεδία: Φυσικές επιστήμες, Επιστήμες της ζωής, Επιστήμες της γης και του διαστήματος, Τεχνολογία, μηχανική και εφαρμογές Φ.Ε.

Διανύουμε την εποχή της 4^{ης} βιομηχανικής επανάστασης, όπου η ανάδυση νέων τεχνολογιών όπως η ρομποτική, η ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων, η ΤΝ και το διαδίκτυο των πραγμάτων έχει επηρεάσει σχεδόν όλους τους τομείς της ζωής μας, συμπεριλαμβανομένης της εκπαίδευσης. Μέσω της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής (Ε.Ρ.), οι μαθητές παροτρύνονται να χρησιμοποιήσουν τις διεπιστημονικές δεξιότητες τους προκειμένου να κατασκευάσουν ρομπότ που θα συμβάλουν στην επίλυση επιστημονικών προβλημάτων. Η Εκπαιδευτική Ρομποτική είναι σε θέση να ενισχύσει τις δεξιότητες και την ανάπτυξη των γνώσεων τους μέσω του σχεδιασμού, της συναρμολόγησης και του προγραμματισμού των ρομπότ για την διεξαγωγή πειραμάτων και μετρήσεων στα αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών (Abidin et al., 2021). Έρευνες αναδεικνύουν ότι η

αξιοποίηση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής βελτιώνει την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων, την ανάπτυξη μαθηματικών/αλγοριθμικών δεξιοτήτων, καθώς και δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης και συνεργασίας μέσω της κοινωνικής αλληλεπίδρασης, ενώ συνδέεται και στη βελτίωση των ακαδημαϊκών επιδόσεων τους (Özgen Korkmaz, 2016 · Üsengül & Bahçeci 2020). Οι μαθητές μέσω της ενασχόλησης με αυθεντικές δραστηριότητες αποκτούν εμπειρίες απαραίτητες για τη μεταφορά της μάθησης σε σενάρια πραγματικής ζωής. Επιπρόσθετα, έχουν πολλές πιθανότητες να διεγείρουν τη δημιουργική σκέψη και να ενθαρρύνουν την κριτική σκέψη των συμμετεχόντων (Asimakopoulos & Smyrniotou, 2024 · Komninos et al., 2022). Όταν οι μαθητές σχεδιάζουν, κατασκευάζουν, προγραμματίζουν, αποσφαλματώνουν και μοιράζονται ρομπότ, εξερευνούν τα καθημερινά φαινόμενα της ζωής τους με έναν νέο και παιγνιώδη τρόπο (Cesaretti et al., 2021). Σύγχρονες μελέτες επισημαίνουν, ότι οι μεγαλύτερες ευκαιρίες για τη βελτίωση των δεξιοτήτων των μαθητών, είναι οι ρομποτικές προκλήσεις που προσανατολίζονται στη συνδημιουργία και όχι κατά την εφαρμογή αυστηρά διαδικαστικών δραστηριοτήτων που περιορίζουν τους μαθητές και δεν τους δίνουν τη δυνατότητα να αναπτύξουν τη δημιουργικότητα τους (Chatzopoulos, 2020 · Komis et al., 2017 · Papadakis & Kalogiannakis, 2021 · Theodoropoulou et al., 2023). Τα kit ρομποτικής παρέχουν μια αρθρωτή προσέγγιση όσον αφορά τον προγραμματισμό και την κατασκευή, που συχνά χρησιμοποιούνται ως παρεμβάσεις ενίσχυσης της δημιουργικότητας στο σχολικό πλαίσιο.

Η εφαρμογή της τεχνολογίας έξυπνων αισθητήρων στην εκπαίδευση παρουσιάζει ραγδαία ανάπτυξη, εστιάζει σε όλες τις πτυχές της μάθησης και επιτρέπει την συλλογή και αξιοποίηση μεγάλου όγκου δεδομένων. Τα συστήματα αυτά μπορούν να καταγράψουν τόσο την ανθρώπινη συμπεριφορά όσο και τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά συμβάλλοντας στη βελτιστοποίηση της μαθησιακής εμπειρίας (Chu et al., 2022 · Zhang et al., 2024).

Η τεχνολογία Τεχνητής Νοημοσύνης εξελίσσεται ραγδαία και οι εφαρμογές της στην εκπαίδευση υπόσχονται την παροχή εξατομικευμένης μάθησης, τη βελτίωση των αλληλεπιδράσεων με φορητές συσκευές, διαδικτυακά ή μεικτά μαθησιακά περιβάλλοντα και τη βελτιστοποίηση μεθόδων και στρατηγικών (Zhang & Aslan, 2021). Στόχος της τεχνητής νοημοσύνης είναι η δημιουργία υπολογιστικών μοντέλων που παρουσιάζουν «ευφυείς συμπεριφορές» όπως οι άνθρωποι (Kamguzzaman et al., 2023). Στην εκπαίδευση, η τεχνητή νοημοσύνη περιλαμβάνει μια σειρά τεχνολογιών όπως η μηχανική μάθηση, η επεξεργασία φυσικής γλώσσας, τα νευρωνικά δίκτυα κ.α. Αυτές οι τεχνολογίες επιτρέπουν την ανάπτυξη συστημάτων που μπορούν να μαθαίνουν από δεδομένα, να λαμβάνουν αποφάσεις και να εκτελούν εργασίες που συνήθως απαιτούν ανθρώπινη νοημοσύνη. Η εξατομικευμένη μάθηση, που καθοδηγείται από την ΤΝ, επιτρέπει την προσαρμογή του εκπαιδευτικού περιεχομένου ώστε να ανταποκρίνεται στις μοναδικές ανάγκες κάθε μαθητή. Αυτή η προσέγγιση μπορεί να βοηθήσει στην αντιμετώπιση των διαφορετικών ρυθμών και στυλ μάθησης μέσα σε μια τάξη, διασφαλίζοντας ότι όλοι οι μαθητές μπορούν να αξιοποιήσουν πλήρως τις δυνατότητές τους. (Kumar et al., 2024 · Smyrniotou et al., 2023).

Ο αντίκτυπος της Τεχνητής Νοημοσύνης στις επιστημονικές πρακτικές είναι τεράστιος. Υπάρχουν πλέον πολλά παραδείγματα που σχετίζονται με τη βιολογία, τα μαθηματικά, τη φυσική και τη χημεία, την αστρονομία και αλλά πεδία των Φυσικών Επιστημών. Η Τεχνητή Νοημοσύνη βοηθά τους επιστήμονες να εφαρμόζουν επιστημονικές πρακτικές όπως να θέτουν νέα ερωτήματα και να δημιουργούν υποθέσεις στη σωματιδιακή φυσική, τη βιολογία, τη χημεία και άλλους τομείς που οδηγούν στο σχεδιασμό και τη διεξαγωγή ερευνών (Erduran & Levirini, 2024).

Στην έρευνα που παρουσιάζεται επιχειρούμε να μελετήσουμε με ποιο τρόπο ο σχεδιασμός δραστηριοτήτων στα αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών, με την αξιοποίηση Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τεχνητής σε επίπεδο υλικού (hardware, κάμερες AI, αισθητήρες αναγνώριση φωνής, αναγνώριση χειρονομιών κ.α), μπορεί εμπλέξει ενεργά τους μαθητές στη μελέτη εννοιών και φαινομένων και να ενισχύσει τον επιστημονικό τρόπο σκέψης μέσα από την αξιοποίηση επιστημονικών πρακτικών.

Μεθοδολογία Έρευνας

Η μέθοδος που επιλέχθηκε για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης είναι αυτή της έρευνας μέσω σχεδιασμού. Πρόκειται για προσέγγιση που κινείται μεταξύ της εμπειρικής έρευνας και των πειραμάτων σχεδιασμού και μας βοηθάει να κατανοήσουμε πως, τότε και με ποιό τρόπο οι εκπαιδευτικές καινοτομίες που σχεδιάζονται και εφαρμόζονται είναι αποτελεσματικές στον πραγματικό κόσμο. Η έρευνα σχεδιασμού, πραγματοποιείται μέσα από επαναλαμβανόμενους κύκλους σχεδιασμού, εφαρμογής και αναστοχασμού, σε αντιδιαστολή με άλλες μεθοδολογίες που προσεγγίζουν αυτά τα στάδια ως ανεξάρτητες διαδικασίες που πραγματοποιούνται σειριακά. Ο σχεδιασμός αυτός επιτρέπει στον ερευνητή να εντοπίσει πιθανά προβλήματα στη θεωρητική τεκμηρίωση, το σχεδιασμό και την αξιοποίηση των εργαλείων στα οποία θεμελιώνεται το μεθοδολογικό πλαίσιο που ακολούθησε και να προσπαθήσει να τα επιλύσει αναθεωρώντας τον αρχικό σχεδιασμό (Bakker, 2018´ McKenney & Reeves, 2012´ 2018).

Ερευνητικά ερωτήματα

Η έρευνα σχεδιάστηκε με σκοπό να δώσει απαντήσεις στα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα: α) Πως μπορεί η αξιοποίηση της Ρομποτικής στην Εκπαιδευτική διαδικασία να εμπλέξει ενεργά τους μαθητές στη πειραματική μελέτη εννοιών και φαινομένων των Φ.Ε. και να ενισχύσει τον επιστημονικό τρόπο σκέψης; β) Ποια είναι η συμβολή της Τ.Ν. μέσω της κατάλληλης υλικοτεχνικής υποδομής όπως κάμερες ΑΙ, αισθητήρες αναγνώρισης φωνής και κινήσεων (gesture) στην πειραματική μελέτη εννοιών και φαινομένων των Φ.Ε.;

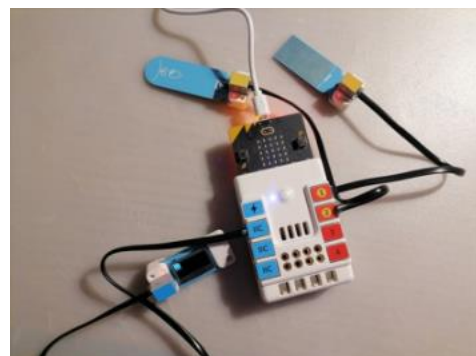
Σχεδιασμός εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων

Οι δραστηριότητες σχεδιάστηκαν με τρόπο ώστε οι μαθητές, εργαζόμενοι σε ομάδες, να εφαρμόζουν επιστημονικές πρακτικές, να συναρμολογούν και να προγραμματίζουν ρομποτικές διατάξεις Εκπαιδευτικής Ρομποτικής. Οι διατάξεις αυτές τους επιτρέπουν να συλλέγουν και να επεξεργάζονται δεδομένα που σχετίζονται με έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών.

Κάθε μία από τις δύο πρώτες ομάδες αναλαμβάνει να σχεδιάσει, να κατασκευάσει και να προγραμματίσει διατάξεις που υποστηρίζουν την πειραματική μελέτη εννοιών, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα, η στάθμη νερού και η υγρασία του εδάφους. Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται συνδέονται με την πλακέτα Nezha, στην οποία είναι ενσωματωμένη η μονάδα ελέγχου micro:bit.

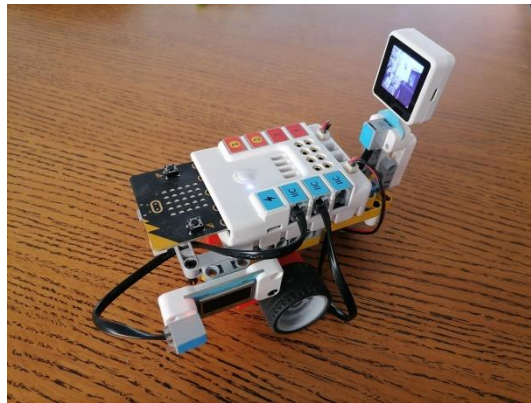
Κάθε αισθητήρας έχει προγραμματιστεί να συλλέγει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο (βλ. Εικόνες 1, 2). Τα πειραματικά δεδομένα εμφανίζονται άμεσα σε οθόνη LED, την οποία οι μαθητές έχουν ενσωματώσει σε κάθε ρομποτική κατασκευή.

Εικόνες 1, 2: Διατάξεις Εκπαιδευτικής Ρομποτικής για την πραγματοποίηση πειραματικών μετρήσεων φαινομένων των Φυσικών Επιστημών.



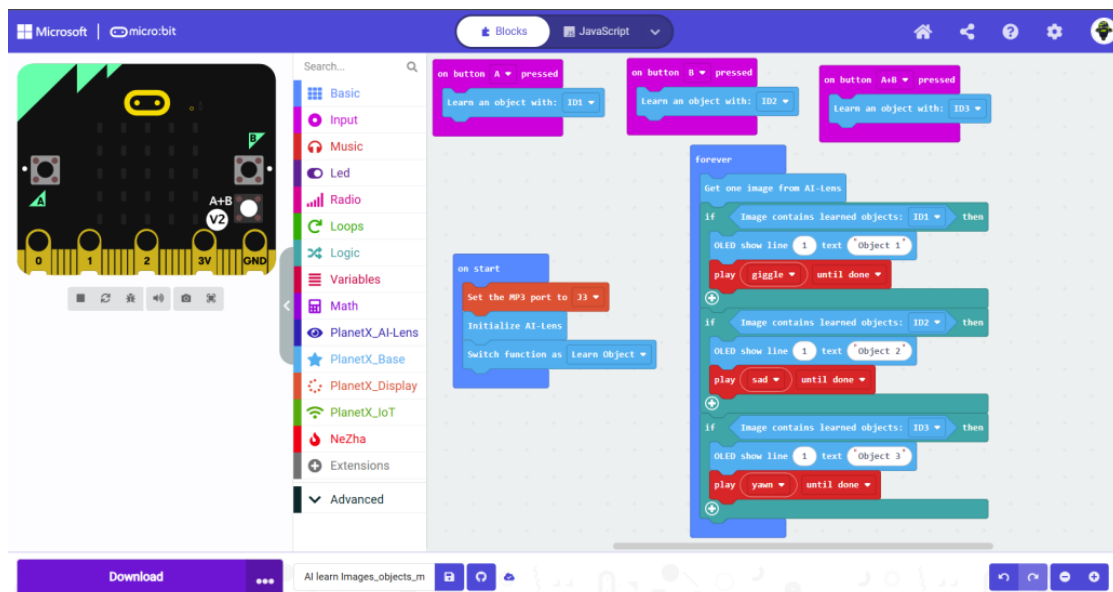
Η τρίτη ομάδα αναλαμβάνει να κατασκευάσει και να προγραμματίσει ένα όχημα, το οποίο κινείται κατά μήκος προκαθορισμένης διαδρομής, όπου έχουν εγκατασταθεί σταθμοί μέτρησης. Καθώς το όχημα διέρχεται από τους σταθμούς, συλλέγει πειραματικά δεδομένα με τη χρήση κάμερας Τεχνητής Νοημοσύνης (TN). Η συγκεκριμένη κάμερα διαθέτει δυνατότητα αναγνώρισης χρωμάτων, προσώπων, καρτών, σχημάτων κ.ά., ενώ μπορεί να εκπαιδευτεί ώστε να αναγνωρίζει αντικείμενα ή δομές που καθορίζονται από τον χρήστη. Τα δεδομένα που συλλέγονται απεικονίζονται σε οθόνη υγρών κρυστάλλων (βλ. Εικ. 3). Οι μαθητές καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους σε ειδικά σχεδιασμένα φύλλα δραστηριοτήτων.

Εικόνα 3: Ρομποτικό όχημα το οποίο κινείται στον χώρο των μετρήσεων και με αξιοποίηση κάμερας Τεχνητής Νοημοσύνης αναγνωρίζει το πείραμα που εκτελείται και ανακτά τα πειραματικά δεδομένα.



Ο προγραμματισμός των τριών ρομποτικών διατάξεων πραγματοποιήθηκε μέσω της διαδικτυακής πλατφόρμας makeCode της Microsoft. Πρόκειται για ένα γραφικό περιβάλλον ανάπτυξης βασισμένο σε μπλοκ κώδικα, με χαρακτηριστικά και λειτουργίες αντίστοιχες του Scratch (βλ. Εικ. 4). Η φιλική προς τον χρήστη σχεδίασή του το καθιστά ιδιαίτερα κατάλληλο για αρχάριους, συμπεριλαμβανομένων μαθητών χωρίς προηγούμενη εμπειρία στον προγραμματισμό.

Εικόνα 4: Το περιβάλλον προγραμματισμού makeCode της Microsoft



Διεξαγωγή έρευνας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο 4ο Γυμνάσιο Δάφνης και εξελίχθηκε σε δύο φάσεις: μία πιλοτική και μία κύρια. Η πιλοτική φάση εφαρμόστηκε σε δείγμα έξι (6) μαθητών της Β' Γυμνασίου, ενώ η κύρια φάση σε δείγμα δώδεκα (12) μαθητών της ίδιας τάξης. Οι μαθητές σε όλα τα στάδια της έρευνας συμπλήρωναν τα φύλλα δραστηριοτήτων σημειώνοντας παράλληλα τις παρατηρήσεις τους αλλά και πιθανές δυσκολίες που αντιμετώπισαν.

Βασικός στόχος της μελέτης ήταν η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των σχεδιασμένων δραστηριοτήτων. Με βάση τα δεδομένα που συλλέχθηκαν κατά την πιλοτική φάση, επανασχεδιάστηκαν ορισμένες δραστηριότητες, τροποποιήθηκαν τα φύλλα εργασίας και προστέθηκαν επιπλέον πειραματικές μετρήσεις στους δύο σταθμούς, με αξιοποίηση κατάλληλων αισθητήρων. Στην πιλοτική φάση, οι μαθητές εργάστηκαν σε ομάδες των δύο ατόμων, ενώ στην κύρια φάση κάθε ομάδα αποτελούνταν από τέσσερα άτομα. Κάθε ομάδα είχε στη διάθεσή της έναν φορητό υπολογιστή, ένα κιτ εκπαιδευτικής ρομποτικής Nezha για Micro:bit, καθώς και τους απαραίτητους αισθητήρες, σύμφωνα με τις απαιτήσεις των αντίστοιχων δραστηριοτήτων.

Αποτελέσματα/Συμπεράσματα

Από την πιλοτική φάση συλλέχθηκαν τα φύλλα δραστηριοτήτων των μαθητών καθώς και οπτικοακουστικό υλικό. Οι καταγραφές αυτές περιγράφουν γεγονότα που επηρέασαν τη διαδικασία δημιουργίας νοημάτων και προέκυψαν ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ των μελών των ομάδων, καθώς και με τις διατάξεις E.P. Τα δεδομένα κωδικοποιήθηκαν και αναλύθηκαν με το λογισμικό Atlas.ti. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι η αξιοποίηση διατάξεων E.P. μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία ενός πλούσιου μαθησιακού περιβάλλοντος και την ενίσχυση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τη μελέτη φαινομένων και εννοιών των Φ.Ε.

Οι μαθητές μέσα από την εμπλοκή τους στις διαδικασίες σχεδιασμού, κατασκευής και προγραμματισμού διατάξεων Εκπαιδευτικής Ρομποτικής ανέπτυξαν δεξιότητες επικοινωνίας, συνεργασίας και κριτικής σκέψης, δεξιότητες που σχετίζονται με τη λήψη, τη διαχείριση και την αξιολόγηση πληροφοριών καθώς και αποτελεσματικής αξιοποίησης της τεχνολογίας. Η ενσωμάτωση διατάξεων E.P. μέσα από τον σχεδιασμό των κατάλληλων δράσεων διερεύνησης έχει τη δυνατότητα να ενισχύσει το ενδιαφέρον των μαθητών για τη μελέτη εννοιών των Φ.Ε. και να συμβάλει στην οικοδόμηση επιστημονικής γνώσης.

Η ενσωμάτωση στις δραστηριότητες, κάμερας που ενσωματώνει Τεχνητή Νοημοσύνη έδωσε την ευκαιρία στους μαθητές να μελετήσουν σε πραγματικές συνθήκες πως εξοπλισμός αυτής της κατηγορίας μπορεί να «εκπαιδευτεί» προκειμένου να εξυπηρετήσει τη μελέτη εννοιών και φαινομένων των Φυσικών Επιστημών. Οι μαθητές έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για δραστηριότητες στις οποίες εμπλέκεται η ΤΝ και ιδιαίτερα στη φάση προγραμματισμού της κάμερας στο περιβάλλον makeCode.

Προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση

Σε επόμενες φάσεις διερεύνησης σχεδιάζεται η ενσωμάτωση αισθητήρα αναγνώρισης φωνής για καθοδήγηση του ρομποτικού οχήματος και ανάκτηση πειραματικών δεδομένων με φωνητικές εντολές. Η χρήση συστήματος αναπαραγωγής ήχου στο εκπαιδευτικό ρομπότ θα επιτρέψει την αμφίδρομη επικοινωνία των μαθητών με την πειραματική διάταξη και την ανακοίνωση των αποτελεσμάτων των πειραμάτων μέσω φωνητικών μηνυμάτων. Στις προθέσεις μας για επόμενα στάδια της έρευνας είναι η αξιοποίηση αισθητήρα αναγνώρισης χειρονομιών για την επιλογή της κατεύθυνσης κίνησης του ρομποτικού οχήματος, την πραγματοποίηση επιλογών που σχετίζονται με την εκτέλεση των πειραμάτων αλλά και την λήψη δεδομένων σε συνδυασμό με την χρήση κάμερας Τεχνητής Νοημοσύνης.

Επιπρόσθετα στις προθέσεις μας είναι να εφαρμοστεί η έρευνα σε μεγαλύτερο δείγμα μαθητών ώστε να μπορούμε να μελετήσουμε την επίδραση των εκπαιδευτικών ρομπότ καθώς και της υλικοτεχνικής υποδομής Τεχνητής Νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης σε τυπικά τμήματα δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, τα οποία απαρτίζονται από μαθητές διαφορετικών γνωστικών επιπέδων.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Abidin, Z., Arifudin, R., Hardyanto W., Akhlis, I., Umer R., and Kurniawa, N. (2021) Low-cost educational robotics for promoting STEM education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918, 042018. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/4/042018>
- Asimakopoulos Z., Smyrniou Z. (2024). A horizontal Cross-disciplinary approach to science teaching using digital and blended learning environments. *INTED2024 Proceedings. 18th International Technology, Education and Development Conference, 3999-4007*. Valencia (Spain). <https://doi.org/10.21125/inted.2024.1028>
- Bakker, A. (2018). What is design research in education? Στο A. Bakker, *Design Research in Education*, σσ. 3-22. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203701010>
- Cesaretti, L., Screpanti L., Scaradozzi D., Mangina E.. (2021). Analysis of Educational Robotics Activities Using a Machine Learning Approach. Στο D. Scaradozzi, L. Guasti, M. Di Stasio, B. Miotti, A. Moneriù, and P. Blikstein (Επιμ.) *Makers at School, Educational Robotics and Innovative Learning Environments. Lecture Notes in Networks and Systems*, τ. 240, σσ. 203–11. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77040-2_27
- Chatzopoulos, A., Kalogiannakis, M., Papoutsidakis, M., Psycharis, S., & Papachristos, D. (2020). Measuring the Impact on Student's Computational Thinking Skills Through STEM and Educational Robotics Project Implementation. Στο M. Kalogiannakis & S. Papadakis (Επιμ.), *Handbook of Research on Tools for Teaching Computational Thinking in P-12 Education*, σσ. 238-288. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-4576-8.ch010>
- Chu, S.-T., Hwang, G.-J., & Tu, Y.-F. (2022). Artificial intelligence-based robots in education: A systematic review of selected SSCI publications. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100091. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100091>
- Erduran, S., Levrini, O., (2024). The impact of artificial intelligence on scientific practices: an emergent area of research for science education, *International Journal of Science Education*, 46(18). <https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2306604>
- Jia, F., Sun, D., & Looi, C. (2023). Artificial intelligence in science education (2013–2023): Research trends in ten years. *Journal of Science Education and Technology*, 33. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10077-6>
- Kamruzzaman, M.M., Alanazi, S., Alruwaili, M., Alshammari, N., Elaiwat, S., Abu-Zanona, M., Innab, N., Elzaghmouri, B. M., & Alanazi, B. A. (2023). Integration of AI and the IoT in Education. Στο *Encyclopedia*. <https://encyclopedia.pub/entry/51801>
- Komis, V., Romero, M., Misirli, A. (2017). A Scenario-Based Approach for Designing Educational Robotics Activities for Co-creative Problem Solving. Στο D. Alimisis, M. Moro, E. Menegatti (Επιμ.), *Educational Robotics in the Makers Era, Advances in Intelligent Systems and Computing*, τ. 560, σσ. 158 – 169. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-55553-9_12
- Komninos, T., Paraskevas, M., Smyrniou, Z. & Serpanos, D. (2022). Cyberphysical Systems in K–12 Education. *Computer* 55(5), 81–84. <https://doi.org/10.1109/MC.2022.3158165>
- Kumar A., Meenakshi R., Dharini R., Sisodia, Perwej Y., Kakde A.C., Rakhimjonovna F.M. (2024). Transforming Education Through Iot and AI Opportunities And Challenges *Educational Administration: Theory and Practice*, 30(5), 11610 – 11622. <https://doi.org/10.53555/kuey.v30i5.4982>
- McKenney, S., & Reeves, T. (2012). *Conducting Educational Design Research: What it is, How we do it, and Why*. London: Routledge. ISBN 9781138095564.

- McKenney, S., & Reeves, T. C. (2018). *Conducting educational design research*. UK: Routledge. ISBN 9781138095564
- National Research Council. (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Committee on Science Learning, Kindergarten Through Eighth Grade. Στο R.A. Duschl, H.A. Schweingruber, A.W. Shouse (Επιμ.). *Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. *The National Academies*. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M. (2021). *Handbook of Research on Using Educational Robotics to Facilitate Student Learning*. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-6717-3>
- Riopel, M., Smyrnaioy, Z. (2016). *New Developments in Science and Technology Education* (1^η εκδ.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-22933-1>
- Science SCASS States (2018). *Using Crosscutting Concepts To Prompt Student Responses*. CCSSO Science SCASS Committee on Classroom Assessment.
- Smyrnaioy, Z., Liapakis, A., & Bougia, A. (2023). Ethical Use of Artificial Intelligence and New Technologies in Education 5.0. *Journal of Artificial Intelligence, Machine Learning and Data Science* 1(4), 119-124.
- Theodoropoulou, I., Lavidas, K., Komis, V. (2023). Results and prospects from the utilization of Educational Robotics in Greek Schools. *Technology, Knowledge and Learning*, 28, 225–240. <https://doi.org/10.1007/s10758-021-09555-w>
- Üşengül, L., & Bahçeci F. (2020). The Effect of Lego Wedo 2.0 Education on Academic Achievement and Attitudes and Computational Thinking Skills of Learners toward Science. *World Journal of Education* 10(4), 83. <https://doi.org/10.5430/wje.v10n4p83>
- Zhang, K., & Aslan, A. B. (2021). AI technologies for education: Recent research & future directions. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100025. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100025>
- Zhang, X., Ding, Y., Huang, X., Li, W., Long, L., and Ding, S. (2024). Smart Classrooms: How Sensors and AI Are Shaping Educational Paradigms. *Sensors*, 24(17). <https://doi.org/10.3390/s24175487>