



Ψηφιακός Μετασχηματισμός και Εκπαιδευτική Πράξη

ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών
Ε.Κ.Π.Α., Παιδαγωγικό Τμήμα Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης
Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε., Παιδαγωγικό Τμήμα

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Δημιουργία και Αξιοποίηση μοντέλων Μηχανικής Μάθησης (Machine Learning)
από μαθητές προσχολικής ηλικίας

Πηνελόπη Γ. Κερασοβίτη

A.M.: 20011

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Χρήστος Τρούσσας, Επίκουρος Καθηγητής

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ: Χρήστος Τρούσσας, Επίκουρος Καθηγητής
Κλειώ Σγουροπούλου, Καθηγήτρια
Ζαχαρούλα Σμυρναίου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Ιούλιος 2022



Ψηφιακός Μετασχηματισμός και Εκπαιδευτική Πράξη

ΔΙΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών
Ε.Κ.Π.Α., Παιδαγωγικό Τμήμα Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης
Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε., Παιδαγωγικό Τμήμα

Δημιουργία και Αξιοποίηση μοντέλων Μηχανικής Μάθησης (Machine Learning) από μαθητές προσχολικής ηλικίας

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

Α/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΑΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Χρήστος Τρούσσας	Επίκουρος Καθηγητής	
2	Κλειώ Σγουροπούλου	Καθηγήτρια	
3	Ζαχαρούλα Σμυρναίου	Αναπληρώτρια Καθηγήτρια	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη **Πηνελόπη Κερασοβίτη** του **Γερασίμου**, με αριθμό μητρώου **20011** φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «**Ψηφιακός Μετασχηματισμός και Εκπαιδευτική Πράξη**» του Τμήματος **Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών** της Σχολής **Μηχανικών** του **Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής**, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

**Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή.*

Η Δηλούσα

*** Ονοματεπώνυμο /Ιδιότητα**

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα

(Υπογραφή)

** Εάν κάποιος επιθυμεί απαγόρευση πρόσβασης στην εργασία για χρονικό διάστημα 6-12 μηνών (embargo), θα πρέπει να υπογράψει ψηφιακά ο/η επιβλέπων/ουσα καθηγητής/τρια, για να γνωστοποιεί ότι είναι ενημερωμένος/η και συναινεί. Οι λόγοι χρονικού αποκλεισμού πρόσβασης περιγράφονται αναλυτικά στις πολιτικές του I.A. (σελ. 6):*

<https://www.uniwa.gr/wp->

[content/uploads/2021/01/%CE%A0%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CC%81%CF%82_%CE%99%CE%B4%CF%81%CF%85%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85%CC%81_%CE%91%CF%80%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CC%81%CE%BF%CF%85_final.pdf](https://www.uniwa.gr/wp-content/uploads/2021/01/%CE%A0%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CC%81%CF%82_%CE%99%CE%B4%CF%81%CF%85%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85%CC%81_%CE%91%CF%80%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CC%81%CE%BF%CF%85_final.pdf)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα ερευνητική εργασία εντάσσεται στη θεματική περιοχή της εκπαιδευτικής τεχνολογίας και αφορά στα πιθανά οφέλη που προκύπτουν σε επίπεδο ψηφιακών ικανοτήτων (competencies) κατά τη δημιουργία και αξιοποίηση μοντέλων μηχανικής μάθησης από μαθητές προσχολικής ηλικίας, με σκοπό την επίλυση του περιβαλλοντικού ζητήματος της κυκλικής οικονομίας (ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση άδειων συσκευασιών).

Η έρευνα ακολουθεί τις αρχές της Έρευνας Σχεδιασμού (DBR), ενώ η ανάλυση των παραχθέντων δεδομένων έγινε με τη μέθοδο της εμπειρικά θεμελιωμένης θεωρίας (grounded theory). Το δείγμα αποτέλεσαν 6 μαθητές προσχολικής ηλικίας (5 έως 6 ετών), που φοιτούν σε δημόσιο νηπιαγωγείο του Νομού Αττικής.

Ως θεματική του πειράματος διδασκαλίας επιλέχθηκε το περιβαλλοντικό ζήτημα της ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης άδειων συσκευασιών (κυκλική οικονομία), στο πλαίσιο του οποίου οι μαθητές εκπαιδεύσαν μοντέλα μηχανικής μάθησης, τα οποία και αξιοποίησαν στα παρακάτω ψηφιακά δομήματα:

- 1) Μία εφαρμογή που υποδεικνύει στο χρήστη το σωστό κάδο ανακύκλωσης, ανάλογα με το υλικό κατασκευής της άδειας συσκευασίας
- 2) Μία εφαρμογή για κινητά και φορητές συσκευές, που προτείνει στο χρήστη ιδέες επαναχρησιμοποίησης της άδειας συσκευασίας
- 3) Ένα «έξυπνο» ρομπότ, που αναγνωρίζει το υλικό των άδειων συσκευασιών και τις μεταφέρει στο σωστό κάδο ανακύκλωσης.

Όπως προκύπτει έπειτα και από την ανάλυση των δεδομένων που αντλήθηκαν, οι μαθητές δημιουργούν ποικίλες νοηματοδοτήσεις κατά τη δημιουργία μοντέλων μηχανικής μάθησης, ενώ παράλληλα - παρόλο που συχνά αποδίδουν στη μηχανή ανθρώπινες ιδιότητες - φαίνεται να κατανοούν ότι η εκπαίδευση ενός ML μοντέλου είναι ουσιαστικά μία διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης. Παράλληλα, φαίνεται ότι ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές ενεπλάκησαν στο πείραμα διδασκαλίας, αφού κλήθηκαν να αξιοποιήσουν άμεσα τα μοντέλα που δημιούργησαν, ενσωματώνοντάς τα σε εφαρμογές σχετιζόμενες με την κυκλική οικονομία, οδήγησε στην καλλιέργεια δεξιοτήτων δημιουργικής επίλυσης προβλημάτων, με αποτέλεσμα οι μαθητές/-τριες να μπορούν στη συνέχεια να σκεφτούν και να περιγράψουν και άλλες πιθανές εφαρμογές της μηχανικής μάθησης.

Τέλος, μολονότι πρόκειται για μία μικρής κλίμακας έρευνα, τόσο λόγω χρονικών περιορισμών, όσο και λόγω του μεγέθους του δείγματος, μπορεί να θέσει τα θεμέλια για περαιτέρω διερεύνηση της αξιοποίησης της μηχανικής μάθησης στην προσχολική εκπαίδευση, εντός σχολικού πλαισίου και με σκοπό την επίτευξη συγκεκριμένων προσδοκώμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Εκπαιδευτική τεχνολογία

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: μηχανική μάθηση, ικανότητες, εκπαιδευτική ρομποτική, περιβαλλοντική εκπαίδευση, δημιουργικότητα

ABSTRACT

This research paper is part of the thematic area of educational technology and concerns the potential benefits that arise at the level of digital competencies during the creation and utilization of machine learning models by preschool students, in order to solve the environmental problem of circular economy (recycling and reuse of empty packaging).

The research follows the principles of Design-based Research (DBR), while the analysis of the generated data was done with the method of empirically grounded theory. The sample consisted of 6 preschool students (5 to 6 years old).

The environmental issue of recycling and reuse of empty packaging (circular economy) was chosen as the theme of the teaching experiment, in which the students trained machine learning models, which they used in:

- 1) An application that indicates to the user the correct recycling bin, depending on the construction material of the empty packages
- 2) An application for smartphones and mobile devices, which offers the user ideas for reusing the empty packages
- 3) An AI-interfaced robot, which recognizes the material of empty packages and takes them to the correct recycling bin.

As can be seen from the analysis of the data obtained, students create a variety of meanings when creating machine learning models, while at the same time - although they often attribute human characteristics to the machine - they seem to understand that training an ML model is essentially a teaching- and-learning process. At the same time, it seems that the way in which the students got involved in the teaching experiment, after being called upon to directly utilize the models they created, integrating them into applications related to the circular economy, led to the cultivation of creative problem-solving skills - resulting in students to be able to think about and describe other possible applications of machine learning.

Finally, although it is a small-scale research, both due to time constraints and due to the size of the sample, it can lay the foundation for further investigation of the use of machine learning in preschool education, within a school context and in order to achieve specific learning outcomes.

SUBJECT AREA: Educational technology

KEYWORDS: machine learning, skills, educational robotics, environmental education, creativity

*Στον Αρούλη μου και στο Γιώργο μου,
για όλες εκείνες τις στιγμές που τους χρωστάω...*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Φτάνοντας στο τέλος αυτής της δημιουργικής, αλλά και κάποιες φορές επίπονης διαδρομής, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που φώτισαν το δρόμο μου και άνοιξαν νέους ορίζοντες στη σκέψη και τη δημιουργικότητά μου...

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, τον κύριο Χρήστο Τρούσσα, για την εμπιστοσύνη και το σεβασμό που έδειξε προς το πρόσωπό μου, υποστηρίζοντας και ενθαρρύνοντάς με στο δύσκολο αυτό εγχείρημα, προσφέροντάς μου ταυτόχρονα διακριτική καθοδήγηση και ελευθερία επιλογών. Ευχαριστώ επίσης και τα άλλα δύο μέλη της τριμελούς επιτροπής, την κυρία Σγουροπούλου Κλειώ και την κυρία Σμυρναίου Ζαχαρούλα, για τα πολύτιμα σχόλιά τους.

Παράλληλα, ευχαριστώ και όλους τους καθηγητές του ΨηΜΕΠ, για τις γνώσεις και τις εμπειρίες τους που μοιράστηκαν μαζί μου, συμβάλλοντας – ο καθένας από το δικό του ακαδημαϊκό αντικείμενο – στην ολόπλευρη επιστημονική μου εξέλιξη.

Ένα μεγάλο «ευχαριστώ» στους συμφοιτητές και τις συμφοιτήτριές μου για όσα μοιραστήκαμε αυτά τα δύο χρόνια, είτε στο πλαίσιο ομαδικών (συν)εργασιών, είτε και στο πλαίσιο της αλληλοϋποστήριξης και αλληλοβοήθειας. Στην Έλενα Κλαδά για την ενθάρρυνση και τις γνώσεις της που ανιδιοτελώς μου προσέφερε και στη Μαρίζα Μανωλάκη για τη θετική ενέργεια και τη στήριξη.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τη Μυριάνα Αγαπητού, η οποία μέσα σε αυτά τα 2 χρόνια κοινής πορείας έγινε από συμφοιτήτρια, φίλη καρδιάς... Η υποστήριξη, η βοήθεια, η ενθάρρυνση κι ο ενθουσιασμός που μου μετέδιδε ακόμη κι όταν τα πάντα έμοιαζαν δύσκολα, αποτέλεσαν για εμένα την αφορμή για την «κατασκευή» ενός πιο ανθεκτικού, επίμονου και στοχοπροσηλωμένου ατόμου...

Τέλος, θα ήθελα μέσα από την καρδιά μου να ευχαριστήσω τους γονείς μου, Γεράσιμο και Ελπίδα, και το σύζυγό μου, Γιώργο, για την ηθική και υλική στήριξη που μου παρείχαν, και που διαβάζοντας τα «άδηλα και τα κρύφια» της ψυχής μου, ήξεραν πότε να μιλούν και πότε να ακούν...

Και κυρίως το γιο μου, Άρη, που με ένα του χαμόγελο και ένα «Σ' αγαπώ!» φώτιζε το δρόμο μου και γαλήνευε την ψυχή μου...

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	9
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
2. ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ Τ.Π.Ε.	15
2.1 ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	15
2.2 ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟΥ: ΔΕΠΠΣ – ΑΠΣ.....	16
2.3 ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ (Τ.Π.Ε.) ΣΤΟ ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ	17
3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	19
3.1 ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ	19
3.1.1 ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ.....	19
3.1.2 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ	21
3.1.3 Η ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ Η ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	23
3.2 ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΕΣ ΘΕΩΡΙΕΣ	24
3.2.1 ΤΟ ΡΕΥΜΑ ΤΟΥ ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΗΤΙΣΜΟΥ	24
3.2.2 Ο ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΣ ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΗΤΙΣΜΟΣ	25
3.3 ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ (SKILLS) ΚΑΙ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ (COMPETENCIES)	25
3.3.1 ΘΕΩΡΙΑ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ DeSeCo - ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ	25
3.3.2 ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΙΚΑΝΟΤΗΤΩΝ ΓΙΑ ΠΟΛΙΤΕΣ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥΣ (DigComp & DigCompEdu)	30
3.3.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ	35
3.3.4 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ.....	37
3.4 ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΣΥΜΜΕΤΟΧΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ	38
3.4.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΗΝ ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ	39
3.4.2 ΜΑΘΑΙΝΩΝΤΑΣ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ	40
3.4.3 ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ	40
4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ	42
4.1 ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	42
4.1.1 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	42
4.1.2 ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΚΕΝΟΥ.....	44
4.1.3 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΘΕΜΑ – ΠΡΟΒΛΗΜΑ	45
4.1.4 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ.....	46

4.1.5 ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ	48
4.1.6 ΣΚΟΠΟΣ.....	48
4.1.7 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ	48
4.1.8 ΔΕΙΓΜΑ – ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ ΣΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ	49
4.2 ΨΗΦΙΑΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ	51
4.2.1 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ	51
4.2.1.1 TEACHABLE MACHINE	51
4.2.1.2 MIT PERSONAL IMAGE CLASSIFIER	52
4.2.1.3 ΑΙ ΚΑΜΕΡΑ HUSKYLENS PRO	53
4.2.2 ΑΛΛΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ.....	54
4.2.2.1 SCRATCH	54
4.2.2.2 MIT APP INVENTOR	55
4.2.2.3 ΡΟΜΠΟΤ ΜΑQUEEN PLUS.....	55
4.3 ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ – ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΑΔΙΩΝ	56
4.3.1 ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ	57
4.3.1.1 ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΕΞΟΙΚΕΙΩΣΗΣ.....	59
4.3.1.2 ΦΑΣΗ 1 ^η : ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ΜΕ ΤΟ TEACHABLE MACHINE ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΟ SCRATCH	59
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ SCRATCH	62
4.3.1.3 ΦΑΣΗ 2 ^η : ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ΜΕ ΤΟ PERSONAL IMAGE CLASSIFIER ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΟ APP INVENTOR	64
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ APP INVENTOR	67
4.3.1.4 ΦΑΣΗ 3 ^η : ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΑΙ CAMERA HUSKYLENS PRO ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΟ ΡΟΜΠΟΤ ΜΑQUEEN PLUS	73
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΡΟΜΠΟΤ ΜΑQUEEN PLUS ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΗΣ ΑΙ ΚΑΜΕΡΑΣ HUSKYLENS PRO	75
4.4 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ	79
4.4.1 ΜΕΣΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	79
4.4.2 ΘΕΜΑΤΑ ΗΘΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ	81
4.5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	82
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	83
5.1 ΠΡΟΦΙΛ ΜΑΘΗΤΩΝ.....	83
5.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΝΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ	84
5.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ.....	88
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	104
6.1 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	105
6.2 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	106

ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	106
ΑΝΑΦΟΡΕΣ	108
ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ.....	114
ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ – ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ	115
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....	116

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Έπειτα από προσωπικές προσπάθειες να εντάξω την τεχνητή νοημοσύνη και τη μηχανική μάθηση στην εκπαιδευτική διαδικασία, στο πλαίσιο eTwinning έργων και πανελλήνιων μαθητικών διαγωνισμών, σύντομα αναδύθηκαν ζητήματα τα οποία θα έπρεπε και άξιζε να διερευνηθούν.

Παρόλο που διαβιούμε σε έναν κόσμο διαμεσολαβούμενο από εργαλεία και εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης και Μηχανικής Μάθησης (chatbots, ρομπότ, «έξυπνες» συσκευές κ.λπ.), πολλοί από εμάς δε συνειδητοποιούμε την έκταση της χρήσης της τεχνολογίας αυτής ή ακόμη και την αγνοούμε παντελώς. Παράλληλα, μολονότι η χρήση εφαρμογών με χαρακτηριστικά τεχνητής νοημοσύνης παρουσιάζει μία αλματώδη εξέλιξη, ελάχιστες είναι οι ερευνητικές αναφορές που πραγματεύονται την ένταξή της στην εκπαιδευτική διαδικασία, πολλώ δε μάλλον στην προσχολική εκπαίδευση.

Για το λόγο αυτό, η παρούσα διπλωματική εργασία, επιχειρεί μία καινοτόμα προσέγγιση της μηχανικής μάθησης και συγκεκριμένα της δημιουργίας μοντέλων ταξινόμησης εικόνων (image classification) στην εκπαιδευτική διαδικασία, αφού α) απευθύνεται σε μαθητές προσχολικής ηλικίας (5 - 6,5 ετών) **εντός του σχολικού πλαισίου**, β) επιδιώκει **συγκεκριμένα μαθησιακά αποτελέσματα**, τα οποία συνδέονται με το Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Ψηφιακών Ικανοτήτων DigComp 2.2 και γ) συνδέει τη δημιουργία μοντέλων μηχανικής μάθησης με την περαιτέρω **αξιοποίησή** τους, με σκοπό την **επίλυση περίπλοκων περιβαλλοντικών ζητημάτων**.

Με τον τρόπο αυτό, επιδιώκεται όχι μόνο η εμπλοκή των μαθητών με τη μηχανική μάθηση ως διαδικασία, αλλά και η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η τεχνολογία αυτή δύναται να αποτελέσει τη λύση σε μία πληθώρα καθημερινών περιβαλλοντικών, κοινωνικών, οικονομικών και λοιπών ζητημάτων.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Την τελευταία δεκαετία η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση θεωρούνται τεχνολογίες αιχμής, αφού αξιοποιούνται για την επίλυση απλών ή σύνθετων τεχνολογικών, κοινωνικών, οικονομικών, περιβαλλοντικών και άλλων ζητημάτων. Ήδη παρατηρείται ένα διαρκώς αυξανόμενο ενδιαφέρον προς την εκπαίδευση των μηχανών (υπολογιστές, ρομπότ κ.λπ.), ώστε να μπορούν να αναπαράγουν τις γνωστικές λειτουργίες του ανθρώπου, όπως η μάθηση, ο σχεδιασμός και η δημιουργικότητα.

Παρόλα αυτά, η τεχνητή νοημοσύνη δεν είναι μία προσφάτως εφευρεθείσα τεχνολογία. Ήδη από το 1918, σε μια προσπάθεια πάταξης της βιομηχανικής κατασκοπίας, ο Γερμανός εφευρέτης Άλαν Σέρμπιους δημιούργησε την Enigma, μία πολύπλοκη «ευφυή» μηχανή κρυπτογράφησης της επικοινωνίας, η οποία αρχικά χρησιμοποιήθηκε για την προστασία των εμπορικών, διπλωματικών ή στρατιωτικών συναλλαγών. Ωστόσο κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου πολέμου, η Enigma χρησιμοποιήθηκε από τους Γερμανούς για την ανταλλαγή κρυπτογραφημένων μηνυμάτων μεταξύ της Γερμανίας και των συμμαχικών χωρών, μέχρι που ο βρετανός μαθηματικός Άλαν Τούρινγκ κατάφερε να σπάσει τον κώδικά της, δημιουργώντας μια συσκευή τύπου υπολογιστή.

Η αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης όμως δεν περιορίστηκε εκεί. Ήδη το 1947 ο Άλαν Τούρινγκ, σε μία διάλεξη του στο London Mathematical Society έθεσε το ερώτημα αν μπορεί μια μηχανή να σκέφτεται όπως ο άνθρωπος, αναπτύσσοντας ακολούθως το 1948 το Turingchamp, ένα πρόγραμμα υπολογιστών, που μπορούσε να παίζει σκάκι με αντίπαλο έναν άνθρωπο, υπολογίζοντας τις αποδοτικότερες κινήσεις για την εξέλιξη της παρτίδας και θέτοντας ουσιαστικά τις βάσεις για την ανάπτυξη του Deep Blue της IBM, ο οποίος το 1996 κέρδισε τον πρωταθλητή στο σκάκι, Garry Kasparov.

Οι εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης (AI) όμως επεκτάθηκαν και σε κλάδους πέραν της οικονομίας ή της στρατηγικής. Για παράδειγμα, το 2001 ήταν μια χρονιά σταθμός, αφού στην AI πιστώθηκε η διάσπαση του ανθρώπινου γονιδιώματος, το οποίο αποτελούσε ένα από τα πιο ακανθώδη προβλήματα της βιοϊατρικής. Παράλληλα, τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής και εξοικονόμησης φυσικών πόρων (περιβάλλον), αλλά και εξάλειψης των κοινωνικών ανισοτήτων (κοινωνία), μέσω της δημιουργίας και αξιοποίησης εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης, με πολύπλοκους αλγόριθμους και συνεχώς βελτιούμενα μοντέλα μηχανικής μάθησης (ML). Αντίστοιχα, σημαντικό ρόλο φαίνεται να διαδραματίζει η AI και στη διαμόρφωση του γεωπολιτικού σκηνικού, με χαρακτηριστικό παράδειγμα τις αμερικανικές προεδρικές εκλογές του 2016, όπου chatbots επηρέαζαν άλλοτε θετικά κι άλλοτε αρνητικά την κοινή γνώμη, καταδεικνύοντας ταυτόχρονα και την ανάγκη για τον εξοπλισμό των πολιτών με εφόδια βαθιάς κατανόησης και επομένως αμφισβήτησης των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης.

Δεδομένου ότι η διατύπωση και υιοθέτηση νέων παιδαγωγικών θεωριών καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τις κοινωνικο-οικονομικές, πολιτικές και πολιτιστικές εξελίξεις, αφού η εκπαίδευση συντελεί στη δημιουργία των πολιτών που οι εκάστοτε συνθήκες επιτάσσουν, στα τέλη του 20ου αιώνα η ραγδαία εξάπλωση των νέων τεχνολογιών και η παγκοσμιοποίηση, είχαν ως αποτέλεσμα:

- i) τη μεταστροφή των εκπαιδευτικών συστημάτων σε **πρακτικές σύγκρισης** των προσδοκόμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων μεταξύ των χωρών (π.χ. πρόγραμμα PISA του ΟΟΣΑ),

- ii) την καθιέρωση του **επιστημονικού λόγου** ως ενδεικτικού τρόπου επικοινωνίας μεταξύ πολιτών με διαφορετική κουλτούρα και πολιτισμό, και επομένως
- iii) τη διαμόρφωση εκπαιδευτικών προγραμμάτων που θα παρέχουν στους μαθητές τα **κατάλληλα εφόδια**, ώστε να ανταποκριθούν σε ένα ψηφιακά διαμεσολαβούμενο κόσμο, με κύριο χαρακτηριστικό την ενεργό πολιτεΐότητα (Σμυρναίου, 2018).

Στο πλαίσιο αυτό, όπως εξάλλου αποτυπώνεται και στο «**Σχέδιο Δράσης για την Ψηφιακή Εκπαίδευση 2021-2027**» της Κομισιόν (της εκτελεστικής επιτροπής της Ευρωπαϊκής Ένωσης), η εκπαιδευτική πολιτική χαράσσεται με βάση 2 τομείς προτεραιότητας: α) την ανάπτυξη ενός **εκπαιδευτικού συστήματος υψηλής απόδοσης** με έμφαση στις ψηφιακές δεξιότητες και β) την **ενίσχυση των ψηφιακών δεξιοτήτων (skills) και ικανοτήτων (competencies)**, με σκοπό τον ψηφιακό μετασχηματισμό της εκπαίδευσης. Για το λόγο αυτό, η δράση 6 του σχεδίου αφορά στην τεχνητή νοημοσύνη και τη χρήση δεδομένων στην εκπαίδευση (τομέας προτεραιότητας 1), ενώ ταυτόχρονα η δράση 8 (τομέας προτεραιότητας 2) αφορά στην επικαιροποίηση του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Ψηφιακών Ικανοτήτων, ώστε να συμπεριλάβει δεξιότητες που σχετίζονται με την τεχνητή νοημοσύνη και τα δεδομένα (Σμυρναίου Ζ. , 2022).

Παρόλα αυτά, μολονότι η χάραξη των νέων ευρωπαϊκών στρατηγικών και προγραμμάτων για την εκπαίδευση τονίζει την κρισιμότητα της ένταξης και αξιοποίησης της τεχνητής νοημοσύνης στα αναλυτικά προγράμματα, (περισσότερο ως δεξιότητα, παρά ως αυτόνομο γνωστικό αντικείμενο), η επισκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας καταδεικνύει την έλλειψη ερευνητικών δεδομένων που θα μπορούσαν να εισφέρουν ουσιαστικές κατευθύνσεις για τους τρόπους με τους οποίους η ένταξη αυτή θα καταστεί εφικτή.

Η έλλειψη μάλιστα αυτή φαίνεται να είναι σαφώς μεγαλύτερη, όσον αφορά στην προσχολική εκπαίδευση, αφού οι ελάχιστες προσπάθειες για τη δημιουργία ενός μεθοδολογικού πλαισίου που θα ορίσει το πρόγραμμα σπουδών (curriculum) και τον τρόπο ένταξης της ΑΙ στη μαθησιακή διαδικασία, παρουσιάζονται περισσότερο ως επί χάρτου σχεδιασμοί, παρά ως πρακτικές εφαρμογές.

Προς το σκοπό αυτό, στην παρούσα διπλωματική εργασία επιχειρήθηκε η ένταξη της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης στην εκπαιδευτική διαδικασία, με δείγμα 6 μαθητές προσχολικής ηλικίας και με συγκεκριμένα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα, μέσα από έναν εφαρμοσμένο εκπαιδευτικό σχεδιασμό, που στόχο έχει να δημιουργήσει στους μαθητές τις κατάλληλες νοηματοδοτήσεις, ώστε να συνδέσουν τη διαδικασία εκπαίδευσης ενός μοντέλου μηχανικής μάθησης με την πρακτική αξιοποίησή του, ως ανάπτυξη μίας λύσης σε ένα περίπλοκο περιβαλλοντικό ζήτημα, αυτό της κυκλικής οικονομίας μέσω της επαναχρησιμοποίησης ή ανακύκλωσης άδειων συσκευασιών. Για το λόγο αυτό, αξιοποιήθηκαν δωρεάν ψηφιακά εργαλεία, τα οποία εστιάζουν στην **καλλιέργεια δεξιοτήτων και ικανοτήτων** που σχετίζονται με την **υπολογιστική σκέψη** και την **τεχνητή νοημοσύνη**.

Οι χρονικοί περιορισμοί που τέθηκαν εξ αρχής, οδήγησαν στην υλοποίηση μίας μικρής κλίμακας έρευνας (τόσο ως προς το δείγμα και ως προς τη χρονική έκταση του πειράματος διδασκαλίας), που όμως δύνανται να αξιοποιηθούν σε μεγαλύτερης κλίμακας έρευνες, σχετικά με την εκπαίδευση και αξιοποίηση μοντέλων μηχανικής μάθησης με την εμπλοκή μαθητών προσχολικής ηλικίας.

2. ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ Τ.Π.Ε.

2.1 ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Με τον όρο «προσχολική εκπαίδευση» (early childhood education/ preschool education) περιγράφεται η συστηματική, οργανωμένη και σαφώς δομημένη παροχή εκπαίδευσης και φροντίδας σε παιδιά από τη γέννησή τους έως και τη μετάβασή τους στο δημοτικό σχολείο, που συνήθως καθίσταται υποχρεωτική για τις ηλικίες 4 έως και 6 ετών, αν και δύναται να ξεκινάει και από την ηλικία των 2 ετών.¹

Η σημασία της ανάγκης παροχής υψηλής ποιότητας προσχολικής εκπαίδευσης αναγνωρίζεται και από την Ευρωπαϊκή Ένωση (European Commission), δεδομένου ότι θέτει τα θεμέλια για τη μετέπειτα επιτυχημένη ζωή των παιδιών, την ευημερία, την κοινωνική ένταξη και την επαγγελματική αποκατάστασή τους. Ιδιαίτερη, δε, μέριμνα λαμβάνεται για παιδιά από μειονεκτικά περιβάλλοντα, σε ένα πλαίσιο συμπερίληψης και ίσων ευκαιριών.

Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Πυλώνα Κοινωνικών Δικαιωμάτων, κάθε παιδί στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δικαίωμα πρόσβασης σε μία οικονομικά προσιτή και υψηλής ποιότητας προσχολική εκπαίδευση, γεγονός που επιδιώκεται να αποσυνδέσει το μορφωτικό επίπεδο από την κοινωνική, οικονομική και πολιτιστική κατάσταση, άρνοντας τις παγιωμένες ανισότητες και δημιουργώντας ένα νέο, πιο δίκαιο κόσμο για όλους.

Παράλληλα, η UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) τονίζει ότι η προσχολική εκπαίδευση είναι πολύ περισσότερο από ένας τρόπος ομαλής μετάβασης των παιδιών από το οικογενειακό τους περιβάλλον στο δημοτικό σχολείο, αναγνωρίζοντας τη συμβολή της στην ολόπλευρη ανάπτυξη του παιδιού και στην καλλιέργεια θετικών στάσεων και αξιών, που σχετίζονται με την ισότητα των φύλων και την κοινωνική συνοχή. Θεωρείται δε, μία από τις καλύτερες επενδύσεις που μπορεί να κάνει μακροπρόθεσμα ένα κράτος.²

Ταυτόχρονα, η επιστημονική κοινότητα επισημαίνει τη σημασία της ποιοτικής προσχολικής εκπαίδευσης στη μετέπειτα πορεία και ανάπτυξη του ατόμου, α) αναδεικνύοντας την επίδραση που αυτή έχει στη γνωστική και ακαδημαϊκή εξέλιξη του παιδιού, ακόμη κι όταν αυτό διαβιεί σε καθεστώς φτώχειας (Barnett S. W., 1998), β) συνδέοντάς τη με τις υψηλές σχολικές επιδόσεις (Barnett W. S.) και την εξάλειψη του φαινομένου της σχολικής εγκατάλειψης (Ou & Reynolds, 2004), γ) τονίζοντας τον ενεργό ρόλο της στην κοινωνικοποίηση του παιδιού (Haskins, 1989), δ) διερευνώντας την πιθανή σύνδεσή της με την κατάκτηση της αναγνωστικής ικανότητας (Cebola - Boado, Radl, & Slazar, 2017), αλλά και ε) υπερτονίζοντας την συμβολή της στην ανάπτυξη και καλλιέργεια εναλλακτικών στρατηγικών σκέψης στη διαχείριση των κοινωνικών σχέσεων μεταξύ συνομηλίκων ή μεταξύ παιδιών και ενηλίκων (Seyhan, Karabay, Tuncdemir, Greenburg, & Domitrovic, 2019).

Για το λόγο αυτό, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, μέσω της έκθεσης Eurydice παρουσιάζει συγκριτικά στοιχεία για την προσχολική εκπαίδευση και αγωγή στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τα οποία αφορούν στο εύρος, στις ωφελούμενες ηλικίες, στο

¹ Πηγή: <https://education.ec.europa.eu/education-levels/early-childhood-education-and-care/early-childhood-education-and-care-initiatives>

² Πηγή: <https://www.unesco.org/en/education/early-childhood>

κόστος εκπαίδευσης κ.λπ., θέτοντας παράλληλα τον προβληματισμό για την ανάγκη χάραξης ενός κοινού πλαισίου αναφοράς, που θα άρει τις διαφοροποιήσεις και τις ανισότητες μεταξύ των κρατών - μελών (European Education and Culture Executive Agency, Eurydice, 2019).

2.2 ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟΥ: ΔΕΠΠΣ – ΑΠΣ

Η πρώτη ιστορικά καταγεγραμμένη προσπάθεια του ελληνικού κράτους για τη δημιουργία ενός οργανωμένου πλαισίου προσχολικής εκπαίδευσης γίνεται το 1895, όταν με νόμο καθορίζεται η ηλικία φοίτησης των παιδιών στο Νηπιαγωγείο. Δύο χρόνια αργότερα, το 1907, η Αικατερίνη Λασκαρίδου ιδρύει το Διδασκαλείο και το πρώτο Νηπιαγωγείο στην Αθήνα, τον «Πρότυπο Νηπιακό Κήπο». Παρόλο που ήδη το 1931-1932 έχουν ιδρυθεί στην Ελλάδα περίπου 500 νηπιαγωγεία, ο Β΄ Παγκόσμιος πόλεμος και η βιομηχανική επανάσταση που ακολούθησε διαφοροποιούν το πλαίσιο αναγκών για την προσχολική εκπαίδευση, με τη χώρα μας να υστερεί σε σχεδιασμό και πρωτοβουλίες.

Η πραγματική μέριμνα για τη θεσμοθέτηση της προσχολικής εκπαίδευσης στην Ελλάδα έρχεται το 1962, όταν για πρώτη φορά συντάσσεται το «Αναλυτικό Πρόγραμμα του Νηπιαγωγείου», το οποίο παρέμεινε σε ισχύ έως και το 1980.

Τη δεκαετία που ακολουθεί, ο ρόλος των νηπιαγωγείων αναβαθμίζεται και αναπτύσσονται τα πρώτα αναλυτικά προγράμματα, που στοχεύουν στην ολόπλευρη ανάπτυξη των νηπίων, μέσα από ψυχοκινητικές και κοινωνικο-συναισθηματικές δραστηριότητες, δραστηριότητες αισθητικής αγωγής, ανάπτυξης της λογικομαθηματικής σκέψης, αλλά και καλλιέργειας προγραφικών και προαναγνωστικών δεξιοτήτων.

Με το ΦΕΚ 303B/13-03-2003, το Αναλυτικό πρόγραμμα αλλάζει και αντικαθίσταται από το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (Δ.Ε.Π.Π.Σ.) - συνοδευόμενο για πρώτη φορά και από τον «Οδηγό Νηπιαγωγού» - το οποίο υιοθετεί μεθόδους και πρακτικές ομαδοσυνεργατικής μάθησης, προτείνει το συγκερασμό των γνωστικών αντικειμένων, ενώ ταυτόχρονα εισάγει τη μέθοδο project και την προσέγγιση της γνώσης μέσα από διεπιστημονικές θεματικές ενότητες. Ταυτόχρονα, διατυπώνεται με σαφήνεια και ο σκοπός του νηπιαγωγείου, που είναι η σωματική, συναισθηματική, νοητική και κοινωνική ανάπτυξη των παιδιών. Αναγνωρίζεται δε ως ο βασικός φορέας κοινωνικοποίησης του παιδιού, μετά την οικογένεια.

Ακολούθως, το 2011 στο πλαίσιο του προγράμματος του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ), με τίτλο «Νέο Σχολείο», το ΔΕΠΠΣ εμπλουτίζεται με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (Α.Π.Σ.), στο οποίο ενσωματώνονται οι πρόσφατες παιδαγωγικές εξελίξεις, τόσο σε επίπεδο δεξιοτήτων (κριτική σκέψη, επικοινωνία, συνεργασία, δημιουργικότητα), όσο και σε επίπεδο στάσεων και συμπεριφορών (ενεργός πολιτεία, ενσυναίσθηση κ.λπ.).

Ένα ακόμη οργανωμένο πρόγραμμα βασισμένο στις δεξιότητες, εισάγεται στην υποχρεωτική προσχολική εκπαίδευση το σχ. έτος 2021-2022 και το οποίο αναλύεται διεξοδικά στη σχετική [υποενότητα «3.3.1 Θεωρία Δεξιοτήτων DeSeCo – Εργαστήρια Δεξιοτήτων»](#).

Τέλος, με το ΦΕΚ 5961/17-12-2021 δημοσιεύεται το νέο Πρόγραμμα Σπουδών για την προσχολική εκπαίδευση, το οποίο πρόκειται να τεθεί σε ισχύ πιλοτικά στα πειραματικά

νηπιαγωγεία έως και το σχ. έτος 2022-2023, ενώ η υλοποίησή του θα επεκταθεί σε όλα τα Νηπιαγωγεία της χώρας από το σχ. έτος 2023-2024 και εφεξής.

2.3 ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ (Τ.Π.Ε.) ΣΤΟ ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ

Ο «πανταχού παρών υπολογιστής», ο κατακλυσμός της δραστηριότητας των ανθρώπων από δεδομένα μεταξύ αυτών και τα δεδομένα μάθησης (Troussas, Krouska, & Virvou, Using a Multi Module Model for Learning Analytics to Predict Learners' Cognitive States and Provide Tailored Learning Pathways and Assessment, 2020), η αύξηση της υπολογιστικής ισχύος των μηχανών, καθώς επίσης και η ανάπτυξη των υπηρεσιών νέφους (cloud computing services), επέφεραν την εξάπλωση της χρήσης του υπολογιστή σε κάθε τομέα και πτυχή της καθημερινότητας (Lewis & Denning, 2018).

Την πρόσθετη παιδαγωγική αξία της ενσωμάτωσης των νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση, είχε ήδη επισημάνει από τη δεκαετία του 1960 ο Seymour Papert, τονίζοντας ότι η εμπλοκή των μαθητών με δραστηριότητες κατασκευής ή επεξεργασίας υπολογιστικών τεχνουργημάτων, μέσα σε ένα πλαίσιο ομαδοσυνεργασίας και ανταλλαγής ιδεών, μπορεί να συμβάλει στην ενεργητική κατασκευή της γνώσης (Papert, 1980).

Στο πλαίσιο αυτό, και οι Brooker et. al (2002) υποστηρίζουν ότι οι μαθητές προσχολικής ηλικίας γεννιούνται και διαβιούν σε ένα κόσμο πλούσιο σε ψηφιακά ερεθίσματα, επομένως η αξιοποίηση των ΤΠΕ για εκπαιδευτικούς σκοπούς, δύναται να αποφέρει γνωστικά, γλωσσικά και κοινωνικοσυναισθηματικά οφέλη (Brooker & Siraj-Blatchford, 2002)

Παράλληλα, οι Drigas και Kokkalia (2014) ανέδειξαν το ρόλο των ΤΠΕ ως εργαλείο που μπορεί να συμβάλει στην καλλιέργεια γνώσεων και εμπειριών, συγκεντρώνοντας έρευνες που αποδεικνύουν τα πρόσθετα παιδαγωγικά οφέλη που η ενσωμάτωση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία αποφέρει, τόσο σε γνωστικό επίπεδο, όσο και σε επίπεδο δεξιοτήτων εγγραμματοσμού, λογικομαθηματικής σκέψης, αποκλίνουσας σκέψης, αδρής και λεπτής κινητικότητας, αλλά και κοινωνικο-συναισθηματικής εξέλιξης (Drigas & Kokkalia, 2014).

Υπό το πρίσμα των εξελίξεων αυτών, η πρώτη θεσμοθετημένη ένταξη των ψηφιακών τεχνολογιών στο νηπιαγωγείο για τη χώρα μας, συντελέστηκε το 2003, όταν για πρώτη φορά οι νέες τεχνολογίες προσαρτήθηκαν στο Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών – Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών, ως αυτόνομο γνωστικό αντικείμενο, υπό τον τίτλο «Παιδί και Πληροφορική» (2003), με σκοπό *«να εξοικειωθούν τα παιδιά με απλές βασικές λειτουργίες του υπολογιστή και να έρθουν σε μια πρώτη επαφή με διάφορες χρήσεις του»* (ΔΕΠΠΣ, 2003).

Σε αυτή την πρώτη προσπάθεια, η βασική επιδίωξη ήταν να εξοικειωθούν οι μαθητές με τον υπολογιστή και τα μέρη που τον αποτελούν (ποντίκι, πληκτρολόγιο, οθόνη κ.λπ.), ενώ παράλληλα να γνωρίσουν και άλλες ηλεκτρονικές συσκευές και μέσα, τα οποία θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν τόσο στη μαθησιακή διαδικασία, όσο και στην καθημερινότητά τους.

Ωστόσο, το πλαίσιο αυτό έχει πλέον διαφοροποιηθεί κατά πολύ, αφού στην πιο πρόσφατη έκδοση του Αναλυτικού Προγράμματος του Νηπιαγωγείου (ΦΕΚ 5961/17-12-2021) και σε μια προσπάθεια διεπιστημονικής προσέγγισης της γνώσης, οι ψηφιακές

τεχνολογίες διαπερνούν όλους τους γνωστικούς τομείς και δημιουργείται ένας νέος άξονας, ο οποίος ονομάζεται «Παιδί και Επικοινωνία» και διαχωρίζεται σε δύο θεματικές ενότητες: α) τη Γλώσσα και β) τις Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ). Η δεύτερη θεματική (ΤΠΕ) προσεγγίζει τον ΗΥ όχι ως αντικείμενο, αλλά ως μέσο και στοχεύει στην εξοικείωση των μαθητών με τη χρήση ψηφιακών περιβαλλόντων, ενώ παράλληλα αναγνωρίζει το διαμεσολαβητικό ρόλο που μπορούν οι ψηφιακές τεχνολογίες να διαδραματίσουν στην κάλυψη επικοινωνιακών αναγκών.

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

3.1 ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ

3.1.1 ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

Από το ξεκλείδωμα του Smartphone μας με την τεχνολογία αναγνώρισης προσώπου, έως και τους ψηφιακούς βοηθούς ή τα chatbots, η τεχνητή νοημοσύνη – μέσα από τις εφαρμογές της – εξυφαίνεται σε κάθε πτυχή της καθημερινότητάς μας, ανοίγοντας νέους ορίζοντες και εγείροντας ταυτόχρονα ανησυχίες. Ως αποτέλεσμα αυτού, ήδη οι μαθητές από πολύ μικρή ηλικία, έρχονται σε επαφή με AI εφαρμογές στην εκπαίδευση, την υγεία, την αυτοκίνηση, την ψυχαγωγία ακόμη και τη ρομποτική (Druga, Vu, Likhith, & Qiu, 2019). Παρόλο που η επιστημονική κοινότητα φαίνεται να πιστεύει στην τεράστια δυναμική της και στην μεγάλη οικονομική ανάπτυξη στην οποία δύναται να συντελέσει (Vartiainen, Tedre, & Valtonenc, 2020), η τεχνητή νοημοσύνη συχνά αντιμετωπίζεται με σκεπτικισμό, αφού έχει αποτελέσει την αφορμή για να διατυπωθούν και κάποιες ενστάσεις ή και φοβίες για το ρόλο που αυτή μπορεί μελλοντικά να επιτελέσει. Για παράδειγμα, για τον Stephen Hawking η AI μπορεί να είναι το καλύτερο ή το χειρότερο πράγμα που συνέβη ποτέ στην ανθρωπότητα, μιας και αν γίνει πιο «έξυπνη» από τον άνθρωπο, ενδέχεται να αφανίσει ολόκληρο το ανθρώπινο είδος³. Ακόμη όμως και ο ιδρυτής της Tesla, Elon Musk, που το όνομά του είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με την τεχνητή νοημοσύνη, κρούει τον κώδωνα του κινδύνου, επισημαίνοντας την ανάγκη οριοθέτησης και ελέγχου της τεχνολογίας αυτής.⁴

Τι είναι όμως η τεχνητή νοημοσύνη και για ποιο λόγο αποδίδονται σε αυτήν χαρακτηριστικά παντοδυναμίας; Μολονότι ο όρος “Artificial Intelligence” επινοήθηκε το 1956 από το John McCarthy, κατά τη διάρκεια ενός συνεδρίου ερευνητών με θέμα την προσομοίωση της ανθρώπινης νοημοσύνης με τη χρήση υπολογιστών, ώστε να περιγράψει τη μελέτη της μάθησης και της νοημοσύνης με τόση ακρίβεια, που να μπορεί να κατασκευαστεί μια μηχανή για να την προσομοιώσει, ως έννοια ήταν ήδη γνωστή από το 1950, όταν τέθηκε από τον Άλαν Τούρινγκ για πρώτη φορά το ερώτημα αν οι μηχανές μπορούν να σκεφτούν.

Σύμφωνα με το “English Oxford Living Dictionary”, η AI είναι «η θεωρία και η ανάπτυξη υπολογιστικών συστημάτων, ικανών να αναπαράγουν λειτουργίες που κανονικά θα απαιτούσαν την ύπαρξη ανθρώπινης ευφυίας, όπως η οπτική αντίληψη, η αναγνώριση ομιλίας, η λήψη αποφάσεων, και η μετάφραση μεταξύ διαφόρων γλωσσών».⁵ Αντίστοιχα, η εγκυκλοπαίδεια Britannica ορίζει την τεχνητή νοημοσύνη ως «την ικανότητα ενός ψηφιακού υπολογιστή ή ενός ρομπότ ελεγχόμενου από υπολογιστή να εκτελεί εργασίες που συνήθως συνδέονται με νοήμονα όντα».⁶

³ Πηγή: <https://www.independent.co.uk/tech/stephen-hawking-artificial-intelligence-could-wipe-out-humanity-when-it-gets-too-clever-as-humans-could-become-like-ants-being-stepped-on-a6686496.html>

⁴ Πηγή: <https://www.independent.co.uk/tech/elon-musk-artificial-intelligence-openai-neuralink-ai-warning-a8074821.html>

⁵ Πηγή: https://www.lexico.com/definition/artificial_intelligence

⁶ Πηγή: <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence>

Ο ορισμός του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου κινείται στο ίδιο πλαίσιο, αφού ταυτίζει την τεχνητή νοημοσύνη με «την ικανότητα μιας μηχανής να αναπαράγει τις γνωστικές λειτουργίες ενός ανθρώπου, όπως είναι η μάθηση, ο σχεδιασμός και η δημιουργικότητα».⁷ Με τον τρόπο αυτό, η μηχανή καθίσταται ικανή να «κατανοεί» το περιβάλλον γύρω της και λαμβάνοντας έτοιμα δεδομένα (input data) ή δεδομένα μέσω αισθητήρων (π.χ. AI κάμερες, αισθητήρες απόστασης κ.λπ.), να παραμετροποιεί τις αποκρίσεις της βάσει αυτών, δηλαδή να αναπροσαρμόζει και να βελτιώνει τη συμπεριφορά της.

Η ταχεία εξάπλωση της AI είναι πολυπαραγοντική, αφού αποδίδεται στην πανταχού παρούσα ψηφιακή διαμεσολάβηση, στον κατακλυσμό της καθημερινότητας των ανθρώπων από δεδομένα και στην αύξηση της υπολογιστικής ισχύος των μηχανών (Lewis & Denning, 2018), ενώ ο κολοσσιαίος ρόλος που η τεχνητή νοημοσύνη διαφαίνεται ότι θα διαδραματίσει τα επόμενα χρόνια, αποδεικνύεται και από τη σύγκρισή της με την εμφάνιση της ηλεκτρικής ενέργειας κατά το παρελθόν (Σμυρναίου Ζ. , 2022).

Ο τρόπος λειτουργίας της AI είναι ιδιαίτερα περίπλοκος. Πίσω από τις εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης υπάρχουν αλγόριθμοι, οι οποίοι τροφοδοτούνται με δεδομένα που τους παρέχονται από τους χρήστες των AI εφαρμογών, με αποτέλεσμα οι αλγόριθμοι να μαθαίνουν και να κατηγοριοποιούν τις επιθυμίες ή/και τις προτιμήσεις αυτών και να μπορούν να αναπροσαρμόζουν τη συμπεριφορά τους.

Η τροφοδότηση των αλγορίθμων με δεδομένα βασίζεται στα ηλεκτρονικά ίχνη που οι χρήστες αφήνουν, χρησιμοποιώντας εφαρμογές που διευκολύνουν τις ενέργειές τους: η συλλογή δεδομένων τοποθεσίας, οι αναρτήσεις στα κοινωνικά δίκτυα, οι προσωπικές τους φωτογραφίες, οι επιλογές μουσικής ή ταινιών στις συνδρομητικές πλατφόρμες, το ιστορικό περιήγησης ή αγορών στο διαδίκτυο, οι αντιδράσεις τους (reactions, like, dislike κ.λπ.) σε δημοσιεύσεις άλλων, αποτελούν μερικές μόνο πηγές δεδομένων που εκπαιδεύουν τις AI εφαρμογές (Kramer, Guillory, & Hancock, 2014).

Ως επιστημονικό πεδίο, η τεχνητή νοημοσύνη περικλείει α) τη **μηχανική μάθηση**, η οποία εστιάζει στη χρήση δεδομένων και αλγορίθμων, που μιμούνται τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι μαθαίνουν, βελτιώνοντας τη συμπεριφορά τους, β) τα **νευρωνικά δίκτυα**, τα οποία αναπαράγουν τη συμπεριφορά του ανθρώπινου εγκεφάλου, επιτρέποντας στον υπολογιστή να αναγνωρίζει μοτίβα και να επιλύει προβλήματα μέσω της AI, της ML και της DL, και γ) τη **βαθιά μάθηση**, μέσω της οποίας μπορούν να δημιουργηθούν υπολογιστικά συστήματα ικανά να ομαδοποιούν δεδομένα και να κάνουν προβλέψεις, με απίστευτη ακρίβεια.⁸

Χάρης στη ραγδαία εξέλιξη και εξάπλωση της τεχνητής νοημοσύνης, τα τελευταία χρόνια έχει δημιουργηθεί μία πληθώρα ψηφιακών εφαρμογών που ενσωματώνουν την AI τεχνολογία και οι οποίες διακρίνονται σε 3 κατηγορίες (Γεωργούλη, 2015):

- 1) **Εφαρμογές γνωστικής επιστήμης** (π.χ. προσαρμοστικά ευφυή περιβάλλοντα μάθησης, ευφυείς πράκτορες κ.λπ.)
- 2) **Εφαρμογές ρομποτικής** (μηχανές με δυνατότητα αφής, μηχανικοί βραχίονες, μηχανές με ικανότητα πλοήγησης στο χώρο κ.λπ.)

⁷ Πηγή: <https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/society/20200827STO85804/ti-einai-i-techniti-noimosuni-kai-pos-chrisimopoietai>

⁸ Πηγή: <https://www.ibm.com/cloud/blog/ai-vs-machine-learning-vs-deep-learning-vs-neural-networks>

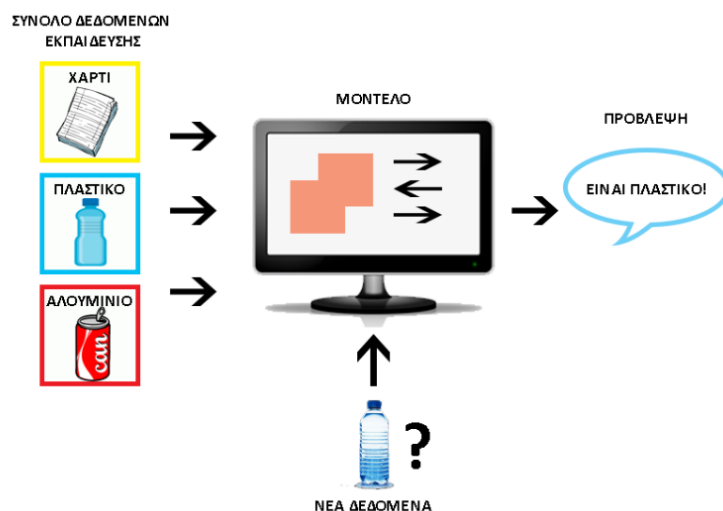
3) **Εφαρμογές φυσικών διεπαφών** (μηχανές με ικανότητες αναγνώρισης φωνής ή ομιλίας με φυσική γλώσσα).

Όπως γίνεται κατανοητό, η τεχνητή νοημοσύνη ήδη διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην επίλυση απλών ή περίπλοκων ζητημάτων, όπως για παράδειγμα η **πρόσφατη διαχείριση της πανδημίας COVID19** (π.χ. συσκευές θερμικής απεικόνισης), η **κυβερνοασφάλεια** (εντοπισμός και αναγνώριση απειλών), η **κατασκευή έξυπνων κτιρίων και πόλεων** (εξοικονόμηση ενέργειας, έξυπνη ρύθμιση της κυκλοφορίας κ.λπ.), οι **αυτόματες μεταφράσεις** (στη φυσική ροή του λόγου), η **καταπολέμηση των ψευδών ειδήσεων** (εντοπισμός των fake news), η **δημόσια διοίκηση** (π.χ. έγκαιρη ενημέρωση για επικείμενα ακραία καιρικά φαινόμενα) και αλλού.

3.1.2 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ

Ακολουθώντας τη φιλοσοφία των τρόπων με τους οποίους μαθαίνει ο άνθρωπος, τα μοντέλα μηχανικής μάθησης διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες (Γεωργούλη, 2015):

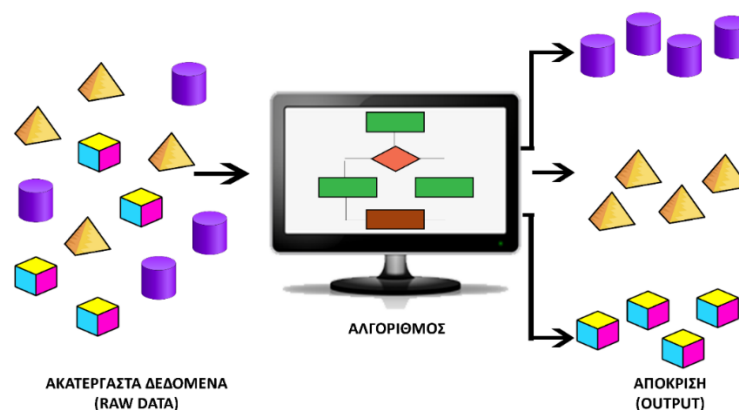
1. **Επιβλεπόμενη μάθηση (Supervised learning)**: Πρόκειται για μία καθοδηγούμενη από τις ενέργειες (task-driven) διαδικασία, κατά την οποία εισάγεται στο μοντέλο ένα σύνολο δεδομένων εκπαίδευσης (input training dataset), με σαφή κατηγοριοποίηση (labeled), τα οποία οδηγούν σε γνωστές «εξόδους» (output goals). Σκοπός είναι να εντοπιστούν πιθανές σχέσεις και εξαρτήσεις μεταξύ των τιμών εισόδου (input values) και των αποκρίσεων (outputs), ώστε να δημιουργηθεί μία συνάρτηση, που θα μπορεί να εφαρμοστεί και για νέες τιμές εισόδου με άγνωστη έξοδο (προβλεπτική ικανότητα). Τα μοντέλα επιβλεπόμενης μάθησης αξιοποιούνται για την επίλυση προβλημάτων:
 - a. Ταξινόμησης (Classification)
 - b. Πρόγνωσης (Prediction)
 - c. Διερμηνείας (Interpretation)



Εικόνα 1: Μοντέλα Επιβλεπόμενης Μάθησης (Supervised learning models)

Παραδείγματα μοντέλων επιβλεπόμενης μάθησης αποτελούν η **προβολή εξατομικευμένων διαφημίσεων** στις μηχανές αναζήτησης ή στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, ο **χαρακτηρισμός των μηνυμάτων ηλεκτρονικής αλληλογραφίας σε Spam και μη**, καθώς επίσης και η **λειτουργία αναγνώρισης προσώπου** των smartphones ή άλλων ηλεκτρονικών συσκευών.

2. **Μη επιβλεπόμενη μάθηση (Unsupervised learning):** Αποτελεί μία καθοδηγούμενη από τα δεδομένα (data-driven) διαδικασία. Στον αλγόριθμο εισάγεται ένα πλήθος μη κατηγοριοποιημένων, πρωτόλειων δεδομένων (raw data), τα οποία οδηγούν σε άγνωστες εξόδους. Επομένως, ο αλγόριθμος αναζητά μοτίβα (patterns) μεταξύ των δεδομένων, ώστε να μπορεί να εντοπίσει συσχετίσεις αυτών και να δομήσει το ML μοντέλο. Η μη επιβλεπόμενη μάθηση χρησιμοποιείται για:
- Ανάλυση συσχετισμών (Association analysis)
 - Ομαδοποίηση (Clustering)



Εικόνα 2: Μοντέλα μη επιβλεπόμενης μάθησης (unsupervised learning models)

Για παράδειγμα, μοντέλα μη επιβλεπόμενης μηχανικής μάθησης αξιοποιούνται στις συνδρομητικές πλατφόρμες για την **υποβολή προτάσεων στον τελικό χρήστη** (π.χ. προτεινόμενες ταινίες στο Netflix), αλλά και στις **προτάσεις αγορών** (που βασίζονται στις καταναλωτικές συνήθειες των χρηστών).

3. **Ενισχυτική μάθηση (Reinforcement learning):** Ο αλγόριθμος «μαθαίνει» μία ακολουθία ενεργειών, σε αλληλεπίδραση με το περιβάλλον, διαδικασία η οποία ακολουθεί τη φιλοσοφία της εκμάθησης μέσα από τα λάθη (learn from mistakes) και αξιοποιείται σε προβλήματα σχεδιασμού (planning).

Τα μοντέλα ενισχυτικής μάθησης αξιοποιούνται στη βιομηχανία, όπου δημιουργούνται αρχικά **προσομοιωτές**, ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή λειτουργία της γραμμής παραγωγής και να ελεγχθούν παράμετροι, όπως η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας.

3.1.3 Η ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ Η ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Η διεύρυνση της χρήσης των ψηφιακών τεχνολογιών σε κάθε πτυχή της καθημερινότητας των ανθρώπων, αύξησε το ψηφιακό χάσμα και τις κοινωνικές ανισότητες, οι οποίες αφορούσαν στην πρόσβαση των πολιτών στην τεχνολογία. Ακολούθως, και η εισχώρηση της τεχνητής νοημοσύνης κατέδειξε ένα ανάλογης κλίμακας ψηφιακό χάσμα, το οποίο όμως εντοπίζεται κυρίως στις ικανότητες και δεξιότητες που συνδέονται με αυτή.

Παρόλο όμως που η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση έχει εισβάλει δυναμικά στη ζωή των ανθρώπων, τα εκπαιδευτικά συστήματα φαίνεται να μην έχουν ακόμη εξοικειωθεί με τον τρόπο αξιοποίησής της στην εκπαιδευτική διαδικασία, με τη διαπίστωση αυτή να αποδίδεται κυρίως στο γεγονός ότι οι μηχανισμοί και οι ευκαιρίες που η AI τεχνολογία προσφέρει είναι σχεδόν άγνωστες σε ανθρώπους που δραστηριοποιούνται σε κλάδους εκτός της πληροφορικής. Ως επακόλουθο τη μη βαθιάς κατανόησης της AI και της ML, συχνά διατυπώνονται φόβοι και ενστάσεις για την πρόσβαση των μαθητών στις ψηφιακές αυτές τεχνολογίες, κάτι που ενδέχεται να αποβεί σε βάρος της συμμετοχής τους στην ψηφιακή εποχή (Livingstone & Bulger, 2013).

Όπως όμως είναι προφανές, δεδομένου ότι οι μαθητές μεγαλώνουν σε ένα κόσμο ψηφιακά διαμεσολαβούμενο, τα εκπαιδευτικά συστήματα οφείλουν να εστιάσουν στο πώς λειτουργεί ο κόσμος, αλλά και πώς οι μαθητές μπορούν να αξιοποιήσουν την τεχνολογία προς όφελός τους (Druga, Vu, Likhith, & Qiu, 2019), στοχεύοντας στον εγγραμματοισμό γύρω από τα δεδομένα (data literacy), που αφορά στην ικανότητα των μαθητών να αναγνωρίζουν πού και πότε τα προσωπικά δεδομένα παράγονται και επεξεργάζονται, να ελέγχουν το ηλεκτρονικό τους ίχνος και να αναπτύσσουν δεξιότητες εποικοδομητικής εμπλοκής στην κοινωνία, μέσα και γύρω από τα δεδομένα (Data-Pop Alliance, 2015). Προς την κατεύθυνση αυτή, παρόλο που πολλές χώρες έχουν συμπεριλάβει στη στοχοθεσία των αναλυτικών τους προγραμμάτων δεξιότητες που σχετίζονται με την υπολογιστική σκέψη, μέσω της εμπλοκής των μαθητών με δραστηριότητες κωδικοποίησης και προγραμματισμού, δε φαίνεται να έχουν γίνει ακόμη προσπάθειες που να εστιάζουν στη βαθιά κατανόηση – από τους μαθητές – του τρόπου με τον οποίο λειτουργούν οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης που κρύβονται πίσω από τη διαδικασία αυτή (Valtonen, Tedre, Makitalo, & Vartiainen, 2019), ώστε να είναι ικανοί να εξερευνούν, να κατανοούν ή ακόμη και να αμφισβητούν τα ML συστήματα που χρησιμοποιούν στην καθημερινότητά τους. Μάλιστα, οι εκπαιδευτικές προσεγγίσεις που εμπλέκουν τους μαθητές στη διερεύνηση ή ακόμη και το συνεργατικό σχεδιασμό ML συστημάτων παραμένουν σπάνιες, έλλειψη που πιθανόν εδράζεται στις δυσκολίες προσέγγισης τόσο αφηρημένων και πολύπλοκων φαινομένων από τη δημιουργική αντίληψη των παιδιών (Vartiainen, Tedre, & Valtonenc, 2020).

Η πιο συντονισμένη ίσως προσπάθεια ενσωμάτωσης της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης στα αναλυτικά προγράμματα των ευρωπαϊκών εκπαιδευτικών συστημάτων, προέρχεται από την Κομισιόν και αποτυπώνεται στο «Σχέδιο Δράσης για την Ψηφιακή Εκπαίδευση 2021-2027». Σύμφωνα με αυτό, η εκπαιδευτική πολιτική χαράσσεται με βάση 2 τομείς προτεραιότητας: αφενός μεν την ανάπτυξη ενός υψηλής απόδοσης εκπαιδευτικού συστήματος, που θα εστιάζει στις ψηφιακές δεξιότητες και ικανότητες (digital skills and competencies), κι αφετέρου δε στην ενίσχυση των δεξιοτήτων και ικανοτήτων αυτών, με σκοπό τον ψηφιακό μετασχηματισμό της εκπαίδευσης.⁹ Ιδιαίτερη μνεία στην τεχνητή νοημοσύνη και τη μηχανική μάθηση γίνεται

⁹ Πηγή: [Σχέδιο δράσης για την ψηφιακή εκπαίδευση \(2021-2027\) | European Education Area \(europa.eu\)](https://european-council.europa.eu/media/en/press-communications/infographic/infographic_digital-education-2021-2027_en.pdf)

τόσο στον πρώτο τομέα προτεραιότητας και συγκεκριμένα στη δράση 6 (τεχνητή νοημοσύνη και χρήση δεδομένων στην εκπαίδευση), όσο και στη δράση 8 του δεύτερου τομέα προτεραιότητας, που αφορά στην επικαιροποίηση του **Ευρωπαϊκού Πλαισίου Ψηφιακών Ικανοτήτων** ([βλ. παρ. DigCompEdu](#)), ώστε να συμπεριλάβει δεξιότητες που σχετίζονται με την τεχνητή νοημοσύνη και τα δεδομένα (Σμυρναίου Ζ. , 2022).

Παράλληλα όμως με το πλαίσιο ενσωμάτωσης της τεχνητής νοημοσύνης στα αναλυτικά προγράμματα σπουδών των ευρωπαϊκών κρατών, πρέπει να διασαφηνιστεί και ο τρόπος με τον οποίο κάτι τέτοιο πρακτικά μπορεί να επιτευχθεί, μέσα από κατάλληλα διαμορφωμένα ψηφιακά εργαλεία, που θα απευθύνονται σε γονείς και μαθητές.

Οι Holmes et. al (2021) υποστηρίζουν ότι η αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης στην εκπαιδευτική διαδικασία, μπορεί να κινηθεί σε 3 βασικούς άξονες (Holmes, Hui, Miao, & Ronghuai, 2021):

- 1) **Μαθαίνω ΜΕ** την Τεχνητή Νοημοσύνη, δηλαδή χρησιμοποιώντας ως διαμεσολαβητές ψηφιακά εργαλεία με AI χαρακτηριστικά (π.χ. ευφυή συστήματα διαχείρισης της μάθησης/ LMS, συστήματα εκμάθησης γλωσσών, chatbots κ.λπ.)
- 2) **Μαθαίνω ΓΙΑ** την Τεχνητή Νοημοσύνη, δηλαδή κατανοώ τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί η τεχνητή νοημοσύνη και τις διαδικασίες και έννοιες που εμπλέκονται σε αυτή
- 3) **Προετοιμάζομαι ΓΙΑ** την Τεχνητή Νοημοσύνη, δηλαδή σχεδιάζω και αναπτύσσω εφαρμογές, που ενσωματώνουν την τεχνητή νοημοσύνη και τη μηχανική μάθηση.

Η ιεραρχημένη και ολόπλευρη αυτή προσέγγιση, δύναται να οδηγήσει στην ανάπτυξη και καλλιέργεια δεξιοτήτων από τους μαθητές, που θα συμβάλλουν στον ψηφιακό εγγραμματισμό και τη βαθιά κατανόηση της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης, διασφαλίζοντας παράλληλα ότι τα συστήματα AI που θα χρησιμοποιηθούν προς το σκοπό αυτό θα «είναι υπόλογα στις κοινότητες και τα πλαίσια στα οποία εφαρμόζονται» (Σμυρναίου Ζ. , 2022).

3.2 ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΕΣ ΘΕΩΡΙΕΣ

3.2.1 ΤΟ ΡΕΥΜΑ ΤΟΥ ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΗΤΙΣΜΟΥ

Στα τέλη της δεκαετίας του 1970 αρχίζουν να πληθαίνουν οι έρευνες που τονίζουν τη σημασία της προϋπάρχουσας γνώσης των μαθητών, σχετικά με έννοιες και φαινόμενα που πρόκειται να διδαχθούν. Ταυτόχρονα, εξελίξεις στον τομέα της γνωστικής ψυχολογίας επισημαίνουν την επίδραση της προϋπάρχουσας εμπειρίας στη διδασκαλία (Σμυρναίου Ζ. , 2018). Συνεπεία αυτού, ένα νέο παιδαγωγικό ρεύμα ξεκινάει το 1980 και εκτείνεται σε όλη τη διάρκεια της δεκαετίας, το οποίο μάλιστα έμελλε να επηρεάσει και να καθορίσει τις παιδαγωγικές εξελίξεις έως και σήμερα.

Το ρεύμα του εποικοδομητισμού (constructivism) βασίζεται στη θεώρηση ότι η μάθηση αποτελεί μια διαδικασία ενεργού οικοδόμησης της νέας γνώσης επάνω στις προϋπάρχουσες εμπειρίες του ατόμου, καθώς αυτό διερευνά και ανακαλύπτει τον κόσμο που το περιβάλλει, δημιουργώντας νέες νοηματοδοτήσεις (Ackermann, 2004). Ως εκ τούτου, στόχος της διδασκαλίας είναι η δημιουργία ενός περιβάλλοντος κατάλληλου και πλούσιου σε ερεθίσματα, με το οποίο να μπορεί ο μαθητής να αλληλεπιδρά.

Οι βασικότεροι εκπρόσωποι του κοστροκτιβισμού είναι αφενός μεν ο Jean Piaget, ο οποίος εισήγαγε το γνωστικό/ δομικό εποικοδομητισμό (cognitive constructivism), και

στον αντίποδα οι Lev Vygotsky, Jerome Bruner και John Dewey, εκπρόσωποι του κοινωνικού κονστρουκτιβισμού (social constructivism), οι οποίοι κατέδειξαν τη σημασία της ενεργής, αυτορρυθμιζόμενης μάθησης (Ackermann, 2004), τονίζοντας ταυτόχρονα την ανάγκη ανάπτυξης μεταγνωστικών δεξιοτήτων από το μαθητή, σε ένα πλαίσιο ενεργοποίησης της αναστοχαστικής – μετά τη μάθηση – διαδικασίας (Σμυρναίου Ζ. , 2018).

3.2.2 Ο ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΣ ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΗΤΙΣΜΟΣ

Η θεωρητική πλαισίωση της παρούσας ερευνητικής εργασίας βασίστηκε στην ιδέα του Vygotsky (1978) ότι το περιβάλλον στο οποίο συντελείται η μάθηση διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη της ανώτερης νοητικής λειτουργίας. Οι ψηφιακές τεχνολογίες που αξιοποιούνται στο πείραμα διδασκαλίας, είτε πρόκειται για τα εργαλεία εκπαίδευσης μοντέλων μηχανικής μάθησης, είτε για τη ρομποτική κατασκευή με την οποία πρόκειται να αλληλεπιδράσουν τα παιδιά, ενσωματώνονται με τρόπο που να αποτελούν τον ενδιάμεσο, ανάμεσα στους συμμετέχοντες μαθητές και το περιβάλλον τους. Ως εκ τούτου, θεμελιώδη αρχή της ερευνητικής αποτελεί και η πεποίθηση ότι πέραν των υλικών αντικειμένων που δρουν ως διαμεσολαβητές, το περιβάλλον των μαθητών συμπληρώνεται κι από τους εκπαιδευτικούς και τους συνομηλίκους τους, με τους οποίους αλληλεπιδρούν, ερευνούν και συν-οικοδομούν τη μάθηση και οι οποίοι επιτελούν το δικό τους σκοπό στην - όσο το δυνατόν - βέλτιστη απόδοση της μαθησιακής διαδικασίας. Συμπερασματικά, η διαδικασία μάθησης συντελείται μέσα από τη σύνδεση των υποκειμένων (μαθητές και εκπαιδευτικός), του αντικείμενου της δραστηριότητάς τους (μηχανική μάθηση) και των διαμεσολαβητικών εργαλείων που οι συμμετέχοντες χρησιμοποιούν - δηλαδή των εφαρμογών μηχανικής μάθησης και των ρομποτικών συστημάτων - ώστε να ενεργήσουν επάνω στα αντικείμενα (Vygotsky, 1978).

Μέσα από τη δόμηση ενός εκπαιδευτικού σεναρίου με έντονο το φανταστικό στοιχείο, επιχειρείται η ενεργοποίηση των συναισθημάτων και της φαντασίας των παιδιών, ώστε ακολουθώντας μία βαθιά διερευνητική διαδικασία, να ισορροπήσουν ανάμεσα στο πραγματικό και το φανταστικό, σε ένα περιβάλλον πλούσιο σε κοινωνικά, συναισθηματικά και επικοινωνιακά/ συνεργατικά ερεθίσματα.

Ταυτόχρονα, αξιοποιώντας τις αρχές της θεωρίας της «Ζώνης της Επικείμενης Ανάπτυξης», η οποία αντιστοιχεί στην απόσταση ανάμεσα στο πραγματικό επίπεδο γνωστικής ανάπτυξης του ατόμου και στο επίπεδο που μπορεί να κατακτήσει κατά την επίλυση προβλημάτων, υπό την καθοδήγηση ενηλίκων ή τη συνεργασία κι αλληλεπίδραση με ικανότερους συνομηλίκους (Hedegaard, 2012) επιχειρείται να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή κατάκτηση των νέων γνώσεων και εννοιών, που αφορούν σε ένα πρωτόγνωρο για τους συμμετέχοντες μαθητές θέμα, την εκπαίδευση και αξιοποίηση των μοντέλων μηχανικής μάθησης, για την επίλυση του περιβαλλοντικού ζητήματος της κυκλικής οικονομίας (ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση άδειων συσκευασιών).

3.3 ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ (SKILLS) ΚΑΙ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ (COMPETENCIES)

3.3.1 ΘΕΩΡΙΑ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ DeSeCo - ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ

Αναζητώντας την αιτία της μεταστροφής του ενδιαφέροντος της παγκόσμιας επιστημονικής κοινότητας από τη διδασκαλία αυτόνομων γνωστικών αντικειμένων προς

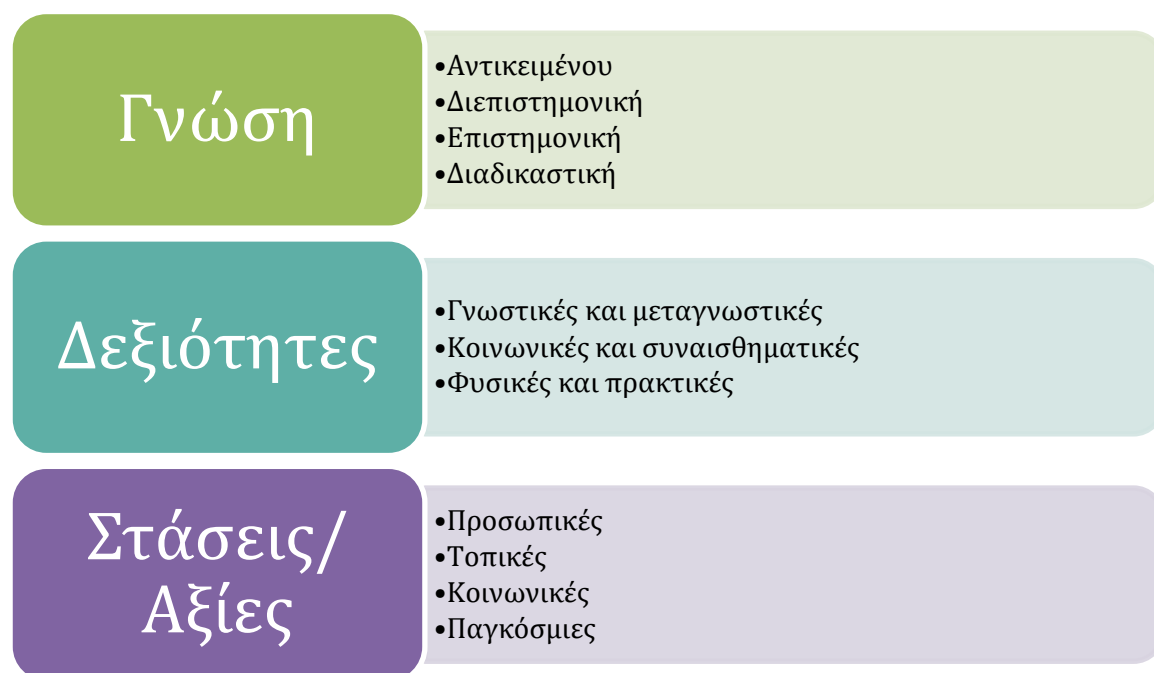
την ανάπτυξη και καλλιέργεια δεξιοτήτων (skills) και ικανοτήτων (competencies), διαπιστώνουμε ότι αυτή ενδεχομένως εδράζεται στη θεωρία δεξιοτήτων DeSeCo που διατυπώθηκε από τον ΟΟΣΑ (Οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης - OECD) και η οποία αποτέλεσε το εναρκτήριο λάκτισμα για τη δημοσίευση του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Ψηφιακών Ικανοτήτων (DigComp) της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

Το ακρωνύμιο DeSeCo (Definition and Selection of Competencies) υποδηλώνει και το περιεχόμενο του έργου, το οποίο ξεκίνησε το 1998 και ολοκληρώθηκε με τη δημοσίευση της τελικής έκθεσης του θεωρητικού πλαισίου των δεξιοτήτων (Σμυρναίου Ζ. , 2022), με τίτλο «Key Competencies for a Successful Life and a Well-Functioning Society»/ «Βασικές ικανότητες για μια επιτυχημένη ζωή και μια κοινωνία που λειτουργεί καλά». Το εν λόγω έργο είχε στόχο την παροχή ενός σαφούς και άρτιου εννοιολογικού πλαισίου για τον προσδιορισμό των βασικών ικανοτήτων, την ενίσχυση των διεθνών αξιολογήσεων και τον επανακαθορισμό των γενικών στόχων για τα εκπαιδευτικά συστήματα και τη δια βίου μάθηση.

Στο έργο DeSeCo συμμετείχε ένα ευρύ φάσμα εμπειρογνομόνων και ενδιαφερομένων, με σκοπό να παράγουν μία συνεκτική και ευρέως ανακοινώσιμη ανάλυση σχετικά με το ποιες είναι οι βασικές δεξιότητες που είναι απαραίτητες για την αντιμετώπιση των προκλήσεων του σημερινού – ψηφιακά διαμεσολαβούμενου - κόσμου. Κεντρικούς πυλώνες του εννοιολογικού πλαισίου της θεωρίας DeSeCo αποτέλεσαν οι 3 κατηγορίες βασικών ικανοτήτων: α) η αλληλεπίδραση σε κοινωνικά ετερογενείς ομάδες, β) η αυτόνομη δράση και γ) η διαδραστική χρήση εργαλείων.¹⁰

Η θεωρία του DeSeCo που προέκυψε ως αποτέλεσμα του έργου, βασίζεται σε τρεις (3) τομείς μάθησης, που συγκλίνουν με αυτούς που διατυπώνονται και στο DigComp, όπως αυτό περιγράφεται στην επόμενη ενότητα: 1) γνώσεις, 2) δεξιότητες και 3) αξίες, καθένας εκ των οποίων περιέχει ένα σύνολο υποτομέων, όπως ακριβώς αποτυπώνονται και στο διάγραμμα 1 (Rychen & Salganik, 2003).

¹⁰ Πηγή: <https://www.deseco.ch/>



Διάγραμμα 1: Τομείς και υποενότητες μάθησης σύμφωνα με τη θεωρία DeSeCo

Απόρροια της έκθεσης από την οποία προέκυψε και η θεωρία των δεξιοτήτων, ήταν να στραφεί το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας, αλλά και των υπεύθυνων οργάνων για τη χάραξη κοινής ευρωπαϊκής πολιτικής (π.χ. Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο της Ευρώπης, 2006) προς τις συνθήκες που θα διασφαλίσουν τη δια βίου μάθηση, καταδεικνύοντας ταυτόχρονα την ανάγκη μεταρρύθμισης των προγραμμάτων σπουδών των χωρών της ευρωπαϊκής ένωσης, ώστε η μάθηση και η διδασκαλία να είναι προσανατολισμένες στις δεξιότητες και όχι στην επίτευξη στείρων γνωστικών στόχων. Με τον τρόπο αυτό, τέθηκαν τα θεμέλια για τη διατύπωση μιας ολιστικής, διεπιστημονικής και διαθεματικής προσέγγισης, απορρίπτοντας την έως τότε υπερισχύουσα προσέγγιση της - κατακερματισμένης σε αυτόνομα γνωστικά αντικείμενα - γνώσης. Συμπληρωματικά, αναδείχθηκε η συμβολή των ικανοτήτων (competencies) και δεξιοτήτων (skills) «στην προσωπική ολοκλήρωση και ανάπτυξη, την κοινωνική ένταξη, τη συμμετοχή των πολιτών και τη δημοκρατία» (Σμυρναίου Ζ. , 2022).

Ακολούθως, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο με την από 22/05/2018 σύστασή του, η οποία και δημοσιεύθηκε στην Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης στις 04/06/2018, υπό τον τίτλο «Σύσταση του Συμβουλίου της 22ας Μαΐου 2018 σχετικά με τις βασικές ικανότητες της δια βίου μάθησης»¹¹, τόνισε το σκοπό των βασικών δεξιοτήτων και ικανοτήτων προς την επίτευξη του στόχου της δια βίου μάθησης. Ως εκ τούτου, τονίστηκε ταυτόχρονα η ανάγκη επικαιροποίησης των εκπαιδευτικών συστημάτων, ώστε να προσανατολιστούν στην καλλιέργεια των δεξιοτήτων αυτών, με σκοπό την παροχή εκπαίδευσης υψηλού επιπέδου, την συμπεριληπτική κατάρτιση και δια βίου μάθηση, καθώς επίσης και την υποστήριξη των εκπαιδευτικών, ώστε να δύνανται να εφαρμόσουν διδακτικές προσεγγίσεις βασισμένες στη θεωρία των δεξιοτήτων.

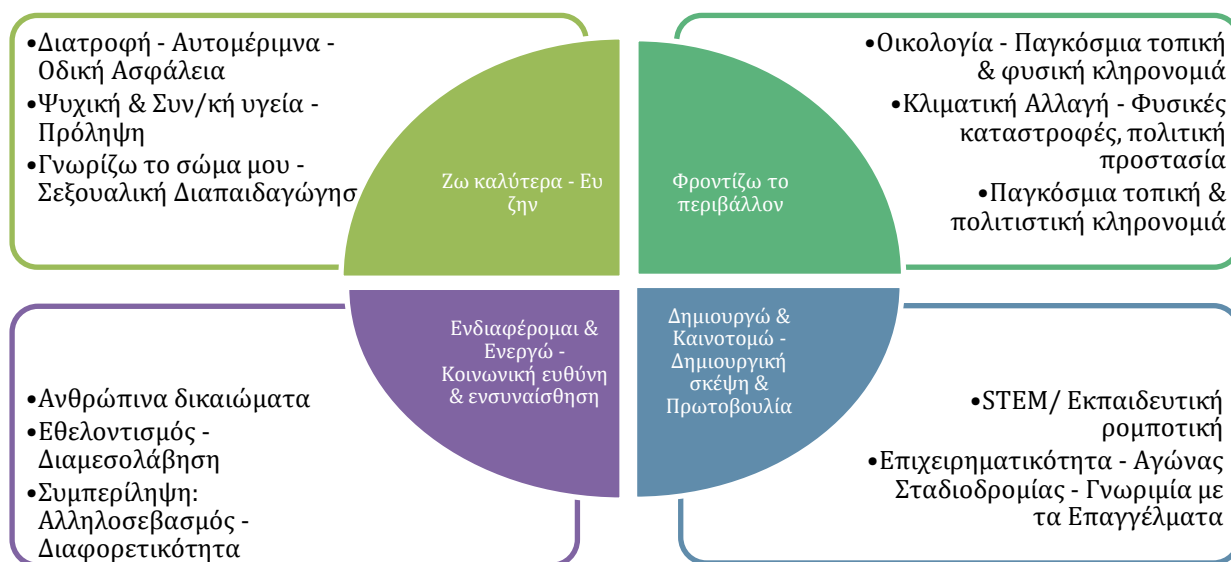
Στην επικαιροποιημένη σύσταση του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου καθορίστηκαν οκτώ (8) βασικές δεξιότητες που εμπλέκονται στη δια βίου μάθηση:

¹¹ Πηγή: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01))

- 1) Αλφαριθμητισμός
- 2) Πολυγλωσσική ικανότητα
- 3) Μαθηματική ικανότητα
- 4) Ικανότητα στην επιστήμη, την τεχνολογία και τη μηχανική
- 5) Ικανότητα στην ψηφιακή, προσωπική και κοινωνική μάθηση
- 6) Μάθηση για την ενεργό πολιτεία και την απόκτηση ιθαγένειας
- 7) Μάθηση για την επιχειρηματικότητα και
- 8) Μάθηση για την πολιτιστική ευαισθητοποίηση και έκφραση

Υπό το πρίσμα της σύστασης αυτής, το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ), σε συνεργασία με το Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων (Υ.ΠΑΙ.Θ.), σχεδίασε και ανέπτυξε ένα πρόγραμμα καλλιέργειας και ενίσχυσης δεξιοτήτων, με την ονομασία «Εργαστήρια Δεξιοτήτων», το οποίο υλοποιήθηκε πιλοτικά σε 218 σχολικές μονάδες (Νηπιαγωγεία, Δημοτικά Σχολεία και Γυμνάσια) κατά το σχ. έτος 2020-2021, ενώ με το ΦΕΚ 3791/Β/13-8-2021 αποφασίστηκε η ένταξή του στο ωρολόγιο πρόγραμμα όλων των εκπαιδευτικών μονάδων της χώρας. Σκοπός του έργου «Εργαστήρια Δεξιοτήτων» είναι α) η καλλιέργεια δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα, β) η αξιοποίηση καινοτόμων μεθόδων διδασκαλίας, γ) η ενίσχυση της βιωματικής και ανακαλυπτικής μάθησης και δ) η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών σε μεθοδολογίες εργαστηριακής προσέγγισης της διδασκαλίας. Προς επίτευξη της προετοιμασίας των εκπαιδευτικών για την πρακτική εφαρμογή των προγραμμάτων εργαστηρίων δεξιοτήτων, πραγματοποιήθηκε επιμόρφωση με μέσα ασύγχρονης διδασκαλίας (ΜΟΟC), διάρκειας 5 συνολικά εβδομάδων, κατά τη διάρκεια της οποίας οι εν ενεργεία μόνιμοι και αναπληρωτές εκπαιδευτικοί ήρθαν σε επαφή τόσο με το θεωρητικό πλαίσιο των εργαστηρίων δεξιοτήτων, όσο και με υλικό από την πιλοτική υλοποίηση που είχε προηγηθεί.

Τα προγράμματα των εργαστηρίων δεξιοτήτων είναι χωρισμένα σε 4 θεματικούς άξονες, καθένας εκ των οποίων περιλαμβάνει διαφορετικές υποενότητες, όπως αυτές αποτυπώνονται στο διάγραμμα 2. Οι σχολικές μονάδες κατά την έναρξη της σχολικής χρονιάς, συντάσσουν το σχέδιο δράσης, στο οποίο καταγράφονται οι τίτλοι και η διάρκεια των προγραμμάτων κάθε θεματικού άξονα, τα οποία συνήθως αποτελούνται από 5 έως 7 εργαστήρια εβδομαδιαία.



Διάγραμμα 2: Άξονες και Υποενότητες των Εργαστηρίων Δεξιοτήτων

Κάθε πρόγραμμα εργαστηρίων δεξιοτήτων αντλεί τη στοχοθεσία του από τέσσερις (4) συνολικά κατηγορίες στόχων, οι οποίοι αναφέρονται αναλυτικά στην εισαγωγική ταυτότητα του προγράμματος και καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 1: Αναλυτικός πίνακας κατηγοριοποίησης των δεξιοτήτων

Δεξιότητες 21 ^{ου} αιώνα	Δεξιότητες Ζωής	Δεξιότητες της Τεχνολογίας & της Επιστήμης	Δεξιότητες του Νου
<p>Δεξιότητες μάθησης (4cs): Κριτική σκέψη, Επικοινωνία, Συνεργασία, Δημιουργικότητα</p> <p>Ψηφιακή μάθηση (4cs σε ψηφιακό περιβάλλον): Ψηφιακή επικοινωνία, Ψηφιακή συνεργασία, Ψηφιακή δημιουργικότητα, Ψηφιακή κριτική σκέψη, Συνδυαστικές δεξιότητες ψηφιακής τεχνολογίας, επικοινωνίας και συνεργασίας</p>	<p>Δεξιότητες της κοινωνικής ζωής: Αυτομέριμα, Κοινωνικές δεξιότητες, Ενσυναίσθηση και ευαισθησία, Πολιτειότητα, Προσαρμοστικότητα, Ανθεκτικότητα, Υπευθυνότητα</p> <p>Δεξιότητες της ψηφιακής ιθαγένειας: Ευχέρεια στην ηλεκτρονική διακυβέρνηση, Ψηφιακή πολιτειότητα, Ασφαλής πλοήγηση στο διαδίκτυο,</p>	<p>Δεξιότητες της τεχνολογίας: Δεξιότητες δημιουργίας και διαμοιρασμού ψηφιακών δημιουργημάτων, Δεξιότητες ανάλυσης και παραγωγής περιεχομένου σε έντυπα και ηλεκτρονικά μέσα, Δεξιότητες διεπιστημονικής και διαθεματικής χρήσης των νέων τεχνολογιών</p> <p>Δεξιότητες διαχείρισης των</p>	<p>Στρατηγική Σκέψη: Οργανωσιακή σκέψη, Μελέτη περιπτώσεων και Επίλυση προβλημάτων</p> <p>Πλάγια σκέψη: (Δημιουργική, παραγωγική, ολιστική σκέψη), Κατασκευές, παιχνίδια, εφαρμογές</p> <p>Ρουτίνες σκέψεις και αναστοχασμός</p> <p>Κατασκευές, παιχνίδια, εφαρμογές</p>

<p>Παραγωγική μάθηση μέσω των τεχνών και της δημιουργικότητας</p>	<p>Προστασία από εξαρτητικές συμπεριφορές στις τεχνολογίες, ανθεκτικότητα</p> <p>Δεξιότητες διαμεσολάβησης και κοινωνικής ενσυναίσθησης: Ενσυναίσθηση και ευαισθησία, Διαμεσολάβηση, Επίλυση συγκρούσεων, Πολιτειότητα</p> <p>Δεξιότητες επιχειρηματικότητας (entrepreneurship): Πρωτοβουλία, Οργανωτική ικανότητα, Προγραμματισμός, Παραγωγικότητα, Αποτελεσματικότητα</p>	<p>Μέσων (media): Πληροφορικός γραμματισμός, Ψηφιακός γραμματισμός, Τεχνολογικός γραμματισμός, Γραμματισμός στα μέσα, Ασφάλεια στο διαδίκτυο</p> <p>Ρομποτική: Δεξιότητες μοντελισμού και προσομοίωσης, Επιστημονική/υπολογιστική σκέψη</p>	<p>Δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης: Επιστημονική/υπολογιστική σκέψη διαμεσολάβηση</p>
--	---	---	--

Το πείραμα διδασκαλίας, το οποίο σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε για τις ανάγκες της παρούσας ερευνητικής εργασίας εντάσσεται κυρίως στο θεματικό άξονα «Δημιουργώ και Καινοτομώ – Δημιουργική σκέψη και Πρωτοβουλία» και πιο συγκεκριμένα στην υποενότητα «STEM/ Ρομποτική», ενώ δευτερευόντως θα μπορούσε να ενταχθεί και στο θεματικό άξονα «Φροντίζω το περιβάλλον» στην υποενότητα «Κλιματική αλλαγή». Η στοχοθεσία του πειράματος διδασκαλίας καταγράφεται αναλυτικά στην περιγραφή του διδακτικού σεναρίου ([ενότητα 4.3.1](#)).

3.3.2 ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΙΚΑΝΟΤΗΤΩΝ ΓΙΑ ΠΟΛΙΤΕΣ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥΣ (DigComp & DigCompEdu)

Το 2005 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Κομισιόν) δια μέσου του Joint Research Center, ξεκίνησε την έρευνα για την προετοιμασία και την ομαλή μετάβαση στην ψηφιακή εποχή των Ευρωπαίων πολιτών, καταδεικνύοντας – μεταξύ άλλων – και την ανάγκη επικαιροποίησης και επαναπροσδιορισμού των Αναλυτικών Εκπαιδευτικών Προγραμμάτων.

Ως αποτέλεσμα της έρευνας αυτής, αναπτύχθηκε και δημοσιεύθηκε το **Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Ψηφιακών Ικανοτήτων** (EU Framework for the Digital Competence – DigComp), καθώς επίσης και το **Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Ψηφιακών Ικανοτήτων στην Εκπαίδευση** (EU Framework for the Digital Competence of Educators – DigCompEdu), τα οποία, όταν αυτό κριθεί αναγκαίο, επικαιροποιούνται με νέα στοιχεία και δεξιότητες.

Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 3, το εννοιολογικό μοντέλο αναφοράς του DigComp αναγνωρίζει 5 τομείς μέριμνας για την ανάπτυξη και καλλιέργεια της ψηφιακής ικανότητας, σε επίπεδο **γνώσεων**, **δεξιοτήτων** και **στάσεων** των ευρωπαϊκών πολιτών, και πιο συγκεκριμένα α) τον εγγραμματισμό για την πληροφορία και τα δεδομένα (information and data literacy), β) την επικοινωνία και τη συνεργασία (communication and collaboration), γ) τη δημιουργία ψηφιακού περιεχομένου (digital content creation), δ) την ασφάλεια (safety) και ε) την επίλυση προβλημάτων (problem solving).



Διάγραμμα 3: Το εννοιολογικό μοντέλο αναφοράς του DigComp

Παράλληλα, προσδιορίζει την έννοια της **ψηφιακής ικανότητας (digital competence)**, δηλαδή της υπεύθυνης, ασφαλούς και κριτικής εμπλοκής των πολιτών με τις ψηφιακές τεχνολογίες σε διάφορους τομείς της καθημερινότητας, όπως η εκπαίδευση, η εργασία και η συμμετοχή στην κοινωνία. Περιλαμβάνει δε, διαστάσεις της ψηφιακής ικανότητας

στην επαγγελματική και κοινωνική ζωή, όπως ο εγγραμματισμός για τα μέσα (media literacy), η κυβερνοασφάλεια, η ψηφιακή ευημερία, η πνευματική ιδιοκτησία και η κριτική σκέψη.

Λόγω των ραγδαίων εξελίξεων στο χώρο των ψηφιακών τεχνολογιών, το Μάρτιο του 2022 δημοσιεύθηκε η επικαιροποιημένη έκδοση **DigComp 2.2** (Vuorikari, Kluzer, & Punie, 2022), η οποία παρουσιάζει αρκετές νέες προσθήκες και τροποποιήσεις, κυρίως όσον αφορά στον ψηφιακό εγγραμματισμό των πολιτών γύρω από την **τεχνητή νοημοσύνη** και τις δυνατότητες αξιοποίησής της σε διάφορους τομείς της καθημερινότητας.

Οι νέες προσθήκες που εντοπίζονται στην επικαιροποιημένη έκδοση 2.2, αφορούν στην τρεις απαιτήσεις – προϋποθέσεις για τον ψηφιακό εγγραμματισμό των ευρωπαϊκών πολιτών γύρω από τις χρήσεις και την αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης (Vuorikari, Kluzer, & Punie, 2022):

- 1) **Προϋπόθεση 1^η - Γνώση:** Οι πολίτες θα πρέπει να γνωρίζουν ότι μπορούν να αξιοποιήσουν την τεχνητή νοημοσύνη στη σημερινή κοινωνία κι ότι αυτή μπορεί να επηρεάσει ποικίλες εκφάνσεις της καθημερινότητας (από τη βιομηχανία έως τον ελεύθερο χρόνο, εντός και εκτός ψηφιακών περιβαλλόντων)
- 2) **Προϋπόθεση 2 – Δεξιότητες:** Οι πολίτες θα πρέπει να είναι σε θέση να αλληλεπιδρούν με τεχνολογίες που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη (π.χ. χρησιμοποιώντας την αναγνώριση φωνής των ψηφιακών βοηθών, αξιοποιώντας τη δυνατότητα αποστολής αυτοματοποιημένων μηνυμάτων ηλεκτρονικής αλληλογραφίας, αλληλεπιδρώντας με την τεχνολογία αναγνώρισης προσώπου των smartphone κ.λπ.)
- 3) **Προϋπόθεση 3 – Στάσεις:** Οι πολίτες θα πρέπει να είναι προσεκτικοί στη χρήση της AI, καθώς οφείλουν να συνειδητοποιήσουν ότι τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης συλλέγουν δεδομένα αλληλεπίδρασης, είτε για τη βελτίωση των υπηρεσιών τους, είτε όμως και για τη χειραγώγηση της συμπεριφοράς του χρήστη (κατανόηση των ευκαιριών, αλλά και των ρίσκων που η AI ενέχει).

Σε καθεμία από τις 3 προϋποθέσεις, δίδονται σχετικά παραδείγματα. Στην παρούσα ερευνητική εργασία έχουν αξιοποιηθεί τα παραδείγματα 221 (γνώση), 76 (δεξιότητα) και 246 (στάση), όπως αυτά καταγράφονται στο διάγραμμα 4 και των οποίων η πιθανότητα επίτευξης θα διερευνηθεί μέσα από τα αντίστοιχα ερευνητικά ερωτήματα.



221. Έχει επίγνωση ότι η AI είναι ένα προϊόν ανθρώπινης νοημοσύνης και λήψης αποφάσεων και ως εκ τούτου δε μπορεί να υπάρξει ανεξάρτητα από τους ανθρώπους (Γνώση)



76. Αναγνωρίζει περιοχές στις οποίες η AI μπορεί να προσφέρει ποικίλα οφέλη σε διαφορετικές πτυχές της καθημερινής ζωής (Δεξιότητα)



246. Είναι ανοιχτός/-ή στο να εμπλακεί σε συνεργατικές διαδικασίες σχεδιασμού και δημιουργίας νέων προϊόντων και υπηρεσιών, βασισμένων σε συστήματα τεχνητής νοημοσύνης, με σκοπό να υποστηρίξει και να ενισχύσει τη συμμετοχή των πολιτών στην κοινωνία (Στάση)

Διάγραμμα 4: Προσθήκες στο DigComp 2.2 σε επίπεδο γνώσης, δεξιοτήτων και στάσεων, που αφορούν στην Τεχνητή Νοημοσύνη

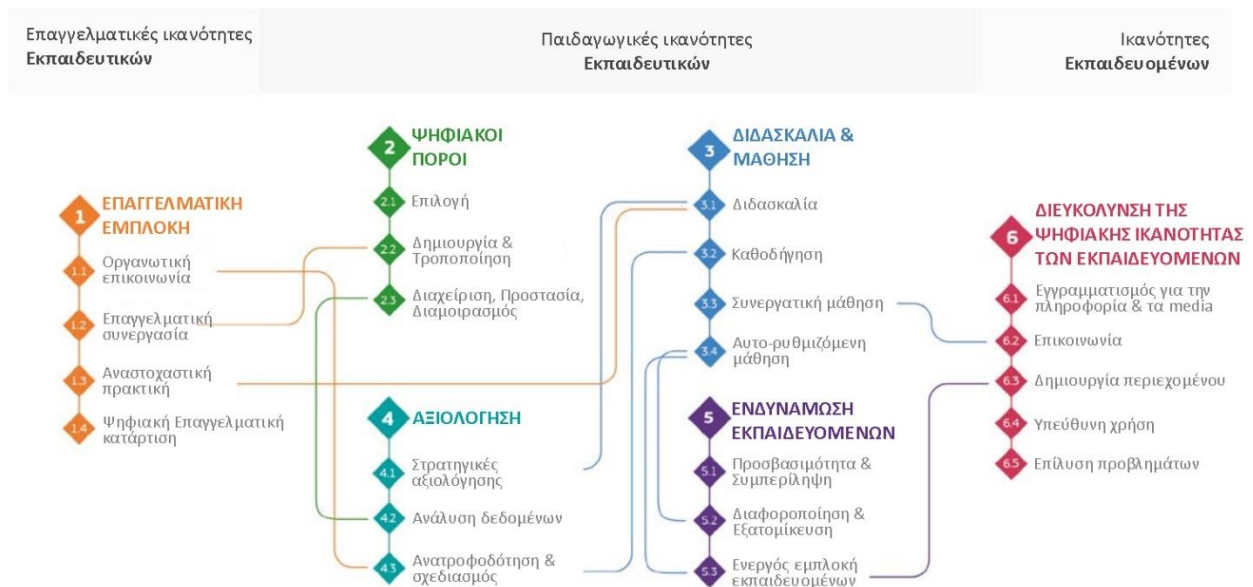
Παράλληλα ωστόσο με τη δημοσίευση του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Ψηφιακών Ικανοτήτων (DigComp), το οποίο – όπως προαναφέρθηκε – αφορά στις ψηφιακές ικανότητες των ευρωπαίων πολιτών, έχει δημοσιευθεί και κατά διαστήματα επικαιροποιείται και το **Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Ψηφιακών Ικανοτήτων στην Εκπαίδευση (DigCompEdu)**, το οποίο εστιάζει στις απαιτούμενες γνώσεις, δεξιότητες και στάσεις των εκπαιδευτικών, αλλά και των εκπαιδευομένων (Redecker, 2017).

Το πεδίο εφαρμογής του DigCompEdu εδράζεται σε 6 πυλώνες και αφορά α) στην επαγγελματική δέσμευση των εκπαιδευτικών, β) στη δημιουργία και αξιοποίηση ψηφιακών πόρων, γ) στις πτυχές της διδασκαλίας και της μάθησης δ) στις μεθόδους αξιολόγησης, ε) στους τρόπους ενδυνάμωσης των μαθητών και στ) στη διευκόλυνση της ψηφιακής ικανότητας των εκπαιδευτικών (Διάγραμμα 5)



Διάγραμμα 5: Το εννοιολογικό πλαίσιο αναφοράς DigCompEdu

Καθένας από αυτούς τους πυλώνες περιλαμβάνει συγκεκριμένες – σχετιζόμενες με τη διδασκαλία και τη μάθηση – ικανότητες, κάποιες εκ των οποίων είναι άμεσα συνυφασμένες και αλληλοεξαρτώμενες (βλ. Διάγραμμα 6).



Διάγραμμα 6: Ψηφιακές ικανότητες εκπαιδευτικών και εκπαιδευομένων και οι μεταξύ τους σχέσεις

Το πείραμα διδασκαλίας, όπως αυτό σχεδιάστηκε και περιγράφεται στην σχετική ενότητα ([αριθμός ενότητας 4.3.1](#)), αναπτύχθηκε με γνώμονα τις ικανότητες αυτές, τόσο ως προς το σκέλος που αφορά στον εκπαιδευτικό, όσο και ως προς το σκέλος που αφορά στους εκπαιδευόμενους.

Πιο συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια της έρευνας, **επιλέχθηκαν** οι κατάλληλες ψηφιακές εφαρμογές για την εκπαίδευση μοντέλων μηχανικής μάθησης και τον προγραμματισμό του ρομπότ (2.1), **δημιουργήθηκαν** νέοι ψηφιακοί πόροι, όπως για παράδειγμα η εφαρμογή Scratch, η εφαρμογή “KIDS’ A.I.R.” με το App Inventor, αλλά και ο κώδικας προγραμματισμού του ρομπότ μέσω της πλατφόρμας makecode (2.2), ενώ όλο το παραγόμενο υλικό μεταφορτώθηκε σε **κοινόχρηστο αποθετήριο** στο GitHub (2.3). Παράλληλα, υιοθετήθηκαν **τεχνικές συνεργατικής μάθησης** (3.3), μέσω των οποίων οι συμμετέχοντες μαθητές ήρθαν σε επαφή με ένα πρωτόγνωρο και περίπλοκο για αυτούς γνωστικό αντικείμενο, τη μηχανική μάθηση. Η υλοποίηση του πειράματος διδασκαλίας, ακολουθώντας τη μεθοδολογία της έρευνας βασισμένης στο σχεδιασμό (DBR), προϋπέθετε και τη **δυνατότητα ανάλυσης των δεδομένων** που λαμβάνονταν στις διάφορες φάσεις της έρευνας (4.2), αλλά και του **επανασχεδιασμού** του διδακτικού σεναρίου (4.3), με σκοπό να καταστεί εφικτή η επίτευξη των προσδοκώμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων. Όσον αφορά στην προσπάθεια της ερευνήτριας – εκπαιδευτικού να ενδυναμώσει τους συμμετέχοντες μαθητές, στα σημεία όπου κρίθηκε απαραίτητο, **εξατομίκευσε** τη μαθησιακή διαδικασία στα ενδιαφέροντα και τις ικανότητες των μαθητών (5.2), ενώ διασφάλισε την **ενεργό συμμετοχή** – μέσω της ψυχικής ενδυνάμωσης και της συνεχούς ενθάρρυνσης - όλων των εμπλεκομένων, ακόμη και αυτών που είτε εμφανίζονταν πιο διστακτικοί, είτε επηρεάζονταν από τις απαντήσεις των συμμαθητών τους (5.3). Τέλος, όπως αναλυτικά αναφέρεται στην σχετική ενότητα, αντικείμενο του πειράματος διδασκαλίας ήταν η εκπαίδευση και αξιοποίηση μοντέλων μηχανικής μάθησης, με σκοπό την **επίλυση του προβλήματος** της κυκλικής οικονομίας, και πιο συγκεκριμένα της ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης άδειων συσκευασιών (6.5), ο οποίος επιτεύχθηκε μέσα από την υλοποίηση δραστηριοτήτων που προωθούσαν

την **επικοινωνία μεταξύ των συμμετεχόντων** (6.2) και τη **δημιουργία περιεχομένου** (6.3).

3.3.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ

Προς τα τέλη του 20^{ου} αιώνα, οι κοινωνικές, πολιτισμικές, οικονομικές και τεχνολογικές εξελίξεις, οδήγησαν στην ανάγκη ψηφιακού μετασχηματισμού της εκπαίδευσης, με σκοπό την ψηφιακό εγγραμματοισμό και την εξοικείωση των μελλοντικών πολιτών με τις νέες τεχνολογίες. Παράλληλα, ο επιστημονικός λόγος αναδείχθηκε σε έναν κοινώς αποδεκτό τρόπο επικοινωνίας, που δύναται να άρει τις όποιες πολιτισμικές διαφορές και διαφορές κουλτούρας μεταξύ των χωρών (Σμυρναίου Ζ. , 2018).

Στο πλαίσιο αυτό, ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στον επανακαθορισμό των αρχών που διέπουν τα αναλυτικά προγράμματα όλων των βαθμίδων, μέσω του καθολικού μετασχηματισμού τους και μεταβαίνοντας από την κατακερματισμένη - σε γνωστικά αντικείμενα - γνώση, στην υιοθέτηση ολοκληρωμένων εκπαιδευτικών προσεγγίσεων και μεθοδολογιών, όπως για παράδειγμα το STEM και η διαθεματική/ διεπιστημονική προσέγγιση.

Για το λόγο αυτό, παρατηρήθηκε μια μεταστροφή ακόμη και στη στοχοθεσία των διδακτικών σχεδιασμών, αφού εκτός από τους γνωστικούς στόχους στους οποίους δινόταν μέχρι πρότινος έμφαση, προστέθηκαν και στόχοι σε επίπεδο δεξιοτήτων (skills) και ικανοτήτων (competencies), στους οποίους μάλιστα φαίνεται πλέον να δίνεται μεγαλύτερη βαρύτητα έναντι των γνωστικών.

Εκτός από τα 4Cs (creativity - δημιουργικότητα, critical thinking – κριτική σκέψη, communication - επικοινωνία και collaboration – συνεργασία), η ικανότητα (competence) που φαίνεται να έχει επηρεάσει τόσο τη στοχοθεσία των αναλυτικών προγραμμάτων, όσο και πλατφόρμες και εφαρμογές με εκπαιδευτικό περιεχόμενο, που στοχεύουν στον ψηφιακό εγγραμματοισμό των μαθητών (π.χ. scratch, app inventor κ.λπ.), είναι η υπολογιστική σκέψη, δηλαδή *«η ικανότητα διαμόρφωσης ενός προβλήματος και έκφρασης των λύσεών του, με τρόπο που ένας υπολογιστής να μπορεί να πραγματοποιήσει αποτελεσματικά»* (Wing, 2011). Δεδομένου μάλιστα ότι η υπολογιστική σκέψη δεν απαιτεί την ύπαρξη μηχανής (Grover & Pea, 2017), αίρονται οι όποιοι περιορισμοί θα μπορούσαν να προκύψουν λόγω ελλείψεων σε υλικοτεχνικές υποδομές και καθίσταται εφικτή η καλλιέργειά της ακόμη και μέσω της υλοποίησης unplugged δραστηριοτήτων.

Οι έννοιες που σχετίζονται με την υπολογιστική σκέψη - αποτελώντας ταυτόχρονα ζωτικά μέρη της Τεχνητής Νοημοσύνης και της Μηχανικής Μάθησης - και διαπερνούν τόσο την ενασχόλησή μας με προγραμματιστικά περιβάλλοντα, όσο και τις δραστηριότητες της καθημερινότητάς μας, είναι οι εξής (Grover & Pea, 2017):

1. **Λογική σκέψη:** διαδικασία κατά την οποία το άτομο αναλύει μία κατάσταση, ώστε να λάβει αποφάσεις. Ενδεικτικές δραστηριότητες που συμβάλλουν στην καλλιέργεια της λογικής σκέψης είναι τα ruzzle, τα παιχνίδια με δυαδικούς κώδικες, καθώς επίσης και παιχνίδια δημιουργικής επίλυσης προβλημάτων με συνθήκες όπως και/ ή/ όχι.
2. **Αλγόριθμοι:** πρόκειται για τη δημιουργία μίας σειράς βημάτων, η εκτέλεση των οποίων οδηγεί σε ένα επιθυμητό αποτέλεσμα. Στην εκπαιδευτική διαδικασία, η δημιουργία αλγορίθμων μπορεί να ενισχυθεί μέσω της ενασχόλησης των μαθητών

με λίστες, διαγράμματα ροής και προβλήματα με συνθήκες «εάν → τότε → αλλιώς...»

3. **Αναγνώριση προτύπων:** αναγνώριση μοτίβων σε κάτι που έχει ήδη επιλυθεί. Η αναγνώριση προτύπων δύναται να καλλιεργηθεί με δραστηριότητες στις οποίες εμπλέκεται η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση.
4. **Αποσύνθεση:** πρόκειται για την αποσύνθεση ενός προβλήματος σε μικρότερα μέρη, με σκοπό την απλοποίησή του.
5. **Αξιολόγηση:** διαδικασία κατά την οποία εξετάζεται η ακρίβεια ή η ορθότητα μίας λύσης, σε σχέση με τον προσδοκώμενο στόχο. Για παράδειγμα, η εύρεση της βέλτιστης διαδρομής από το σημείο Α στο σημείο Β, εξαρτάται από το στόχο που θέτει ο χρήστης, όπως για παράδειγμα η συντομία της διαδρομής, η αποφυγή των κεντρικών οδικών αξόνων, η επιλογή μίας διαδρομής με θέα κ.λπ.
6. **Αφαίρεση:** πρόκειται για την αφαίρεση της μη απαραίτητης πληροφορίας, ώστε να απλοποιηθεί το προς επίλυση ζήτημα. Κατά τη διαδικασία αυτή, διερευνάται και το ενδεχόμενο το πρόβλημα να λυθεί με περισσότερους από έναν τρόπους, με την παρέμβαση ανθρώπων ή μηχανών.

Η ανάγκη εμπλοκής και αλληλεπίδρασης των μαθητών με την υπολογιστική σκέψη, είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη προγραμματιστικών περιβαλλόντων, τα οποία αφενός μεν απευθύνονται σε μαθητές ακόμη και προσχολικής ηλικίας και ως εκ τούτου είναι κατάλληλα προσαρμοσμένα (π.χ. φιλικά προς το χρήστη γραφικά, block εντολών τα οποία ο χρήστης μπορεί να εισάγει με drag and drop κ.λπ.) και αφετέρου δε εστιάζουν σε στρατηγικές όπως i) η **αποδόμηση** ενός προβλήματος σε μικρότερα μέρη, ώστε να γίνει ευκολότερη η διαχείρισή του και μετέπειτα η επανασύνθεσή του, ii) η κατασκευή **υπολογιστικών τεχνουργημάτων**, όπως π.χ. εφαρμογών στις οποίες εμπλέκεται ο προγραμματισμός, iii) ο **εντοπισμός και η επιδιόρθωση σφαλμάτων** (debugging), iv) η **σταδιακή βελτίωση**, που προϋποθέτει μια διαδικασία συνεχών ελέγχων, με σκοπό την ανάπτυξη της κατάλληλης λύσης και v) η **συνεργασία** (π.χ. pair-programming) και η **δημιουργικότητα** (π.χ. δημιουργικός προγραμματισμός μέσω Scratch) (Grover & Pea, 2017).

Θα πρέπει ωστόσο να σημειωθεί ότι η υπολογιστική σκέψη δίνει τη δυνατότητα συνεργατικής επίλυσης προβλημάτων, μέσα από την ανάπτυξη καινοτόμων λύσεων και αφορά περισσότερο στην υιοθέτηση ενός συνόλου «εγκεφαλικών συνηθειών», παρά στην εκμάθηση του εκάστοτε προγραμματιστικού εργαλείου καθ' αυτού.

Στην παρούσα έρευνα, τόσο τα ψηφιακά εργαλεία που επιλέχθηκαν, όσο και οι στρατηγικές που ακολουθήθηκαν κατά το σχεδιασμό του πειράματος διδασκαλίας, δημιούργησαν ένα πλαίσιο κατάλληλο για την ανάπτυξη και καλλιέργεια της υπολογιστικής σκέψης των συμμετεχόντων μαθητών.

Πιο συγκεκριμένα, μέσω της δημιουργικής επίλυσης προβλημάτων, στο πλαίσιο της οποίας κλήθηκαν να εκπαιδεύσουν μοντέλα μηχανικής μάθησης και να τα ενσωματώσουν σε εφαρμογές που δημιούργησαν με εργαλεία προγραμματισμού και κωδικοποίησης, οι μαθητές είχαν την ευκαιρία να εμπλακούν με τις έννοιες που εμπεριέχονται στην υπολογιστική σκέψη, αλλά και με στρατηγικές, όπως η αποδόμηση (π.χ. αποσυνθέτοντας το ζήτημα της κυκλικής οικονομίας σε μικρότερα μέρη), η κατασκευή υπολογιστικών τεχνουργημάτων (π.χ. η δημιουργία εφαρμογής στο Scratch), ο εντοπισμός και η επιδιόρθωση σφαλμάτων (π.χ. ο έλεγχος της ορθής ή μη λειτουργίας της Scratch εφαρμογής), η σταδιακή βελτίωση (τόσο των μοντέλων μηχανικής μάθησης, όσο και των εφαρμογών αξιοποίησής τους), και τέλος η συνεργασία και η δημιουργικότητα.

3.3.4 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ

Παρόλο που η δημιουργικότητα, συχνά στην καθημερινότητά μας συγχέεται με τομείς που εμπειρεύουν έντονο το στοιχείο της καλλιτεχνικής έκφρασης, ωστόσο αποτελεί μία ανθρώπινη ιδιότητα που μπορεί να χαρακτηρίζει άτομα που δραστηριοποιούνται και σε άλλους επιστημονικούς ή επαγγελματικούς τομείς.

Αν και οι ορισμοί που έχουν δοθεί για τη δημιουργικότητα διαφοροποιούνται σε πολύ μεγάλο βαθμό, φαίνεται να συγκλίνουν ως προς το ότι πρόκειται για μία έννοια που μπορεί να αποτιμηθεί μόνο προς συγκεκριμένους θεματικούς άξονες, ενώ καθένας από τους ορισμούς αυτούς προσθέτει στοιχεία διαφοροποίησης ή εστίασης σε συγκεκριμένες πτυχές της. Για παράδειγμα, ο Vernon ορίζει ως δημιουργικό ένα πόνημα, υπό την προϋπόθεση να είναι **καινοτόμο**, **χρήσιμο** και **αποδεκτό**, ακόμη κι αν η αξία του διαφοροποιηθεί με την πάροδο του χρόνου (Vernon, 1989). Στο ίδιο πνεύμα, ο Mumford ταυτίζει τη δημιουργικότητα με την **παραγωγή νέων, χρήσιμων προϊόντων** (Mumford, 2003).

Αντίστοιχα, άλλοι ορισμοί εστιάζουν στις διαδικασίες που συνδέονται με τη δημιουργικότητα, όπως για παράδειγμα η **δημιουργική επίλυση προβλημάτων** κατόπιν εξερεύνησης, πειραματισμού και μελετημένης λήψης αποφάσεων (Piaget, 1960). Ο Torrance θεωρεί δημιουργικό ένα άτομο που έχει την ικανότητα να αντιμετωπίζει τα προβλήματα με **ευαισθησία**, **πρωτοτυπία**, **μεθοδικότητα** και **ηρεμία** (Torrance, 1961).

Δύο θεωρητικές προσεγγίσεις που συγκλίνουν σε πρώτο επίπεδο, είναι αυτές των Guilford από τη μία και των Barron & Harrington από την άλλη. Έτσι, αν και ο πρώτος διαχωρίζει τη δημιουργικότητα σε **συγκλίνουσα (convergent – μία σωστή λύση) και αποκλίνουσα σκέψη (divergent thinking – πολλαπλές απαντήσεις σε ένα πρόβλημα)**, προσδίδοντας στα δημιουργικά άτομα χαρακτηριστικά όπως η **εφευρετικότητα**, η **σύνθεση** και ο **σχεδιασμός** (Guilford, 1967), οι δεύτεροι ταυτίζουν τη δημιουργικότητα με την **αποκλίνουσα σκέψη** (Barron & Harrington, 1981), δηλαδή την ικανότητα ενός ατόμου να κατανοεί τον κόσμο, αντλώντας ιδέες από διάφορους κλάδους και τομείς, που αν και φαινομενικά είναι ασύνδετοι, ουσιαστικά έχουν πολλά κοινά σημεία (Guilford, 1967).

Η σημαντικότητα της δημιουργικότητας αναγνωρίζεται και στην εκπαίδευση, από την προσχολική ακόμη αγωγή (υπ. αριθμ. 1350/2008 απόφαση του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου), με αποτέλεσμα την ανάπτυξη προσεγγίσεων που στοχεύουν στη δημιουργία πολύπλευρων και πολυμήχανων μαθητών (Σμυρναίου Ζ. , 2018). Προς το σκοπό αυτό, η δημιουργία εκπαιδευτικών σεναρίων, όπου οι μαθητές ενθαρρύνονται να αξιοποιήσουν δεδομένα τόσο από τις θεωρητικές όσο και από τις θετικές επιστήμες, για να προτείνουν λύσεις σε ένα πρόβλημα, αποδεικνύεται ενδιαφέρουσα στρατηγική.

Σε ένα γενικότερο ωστόσο πλαίσιο, αναδεικνύεται περισσότερο από ποτέ η ανάγκη μετασχηματισμού των εκπαιδευτικών συστημάτων, ώστε να ενθαρρύνουν τη δημιουργικότητα και την καινοτομία, στοχεύοντας παράλληλα στην καλλιέργεια εγκάρσιων δεξιοτήτων, στην αειφόρο ανάπτυξη και στην ενεργό πολιτεότητα.

Τέλος, η πρακτική εφαρμογή της δημιουργικότητας στην εκπαιδευτική διαδικασία, η οποία υιοθετήθηκε και στην παρούσα έρευνα, προτείνεται μέσα από 1) τη σύνδεση δύο ανεξάρτητων τομέων (εδώ: επιστήμη και περιβαλλοντική συνείδηση), 2) την υιοθέτηση μιας διαφορετικής, καινοτόμου προσέγγισης και 3) την εφαρμογή ενός σύγχρονου εννοιολογικού πλαισίου (εδώ: εργαστήρια δεξιοτήτων, «Δημιουργώ και Καινοτομώ – Δημιουργική Σκέψη και Πρωτοβουλία»).

3.4 ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΣΥΜΜΕΤΟΧΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ

Η ενσωμάτωση των ψηφιακών τεχνολογιών στην εκπαίδευση κατέδειξε και την ανάγκη για αντικατάσταση των παλαιότερων, δασκαλοκεντρικών μοντέλων διδασκαλίας από περισσότερο μαθητοκεντρικά μοντέλα, στα οποία ο εκπαιδευτικός να δρα ως συνεργάτης, συντονιστής, διευκολυντής και διακριτικός καθοδηγητής, αφού μέσα από ανοιχτού τύπου ερωτήσεις, όταν και όπου κριθεί απαραίτητο, επιχειρεί να μεταστρέψει το ενδιαφέρον των μαθητών στα σημεία εκείνα της μαθησιακής διαδικασίας που χρήζουν μεγαλύτερης διερεύνησης. Με τον τρόπο αυτό, η μάθηση παύει να είναι μία διαδικασία στείρας απομνημόνευσης πληροφοριών και μετατρέπεται σε μία διαδραστική, συμμετοχική κι επικοινωνιακή εμπειρία για καθέναν από τους εμπλεκόμενους.

Η **διερευνητική μάθηση** εδράζεται στην εποικοδομητική θεωρία των Piaget, Bruner, Vygotsky και Freire, ενώ επηρέασε ακόμη και το θεωρητικό πλαίσιο ενσωμάτωσης των ψηφιακών τεχνολογιών στην εκπαίδευση, με βασικότερο εκπρόσωπο τον Seymour Papert. Δομικό στοιχείο της διερευνητικής μάθησης αποτελούν οι δραστηριότητες **δημιουργικής επίλυσης προβλημάτων** (creative problem solving), αλλά και η διερεύνηση φαινομένων τα οποία βασίζονται σε **επιστημονικές πρακτικές** (Moore, Mäeots, & Smyrniou, 2014), όπως ακριβώς σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν και για τις ανάγκες τις παρούσας έρευνας. Σκοπός της διερευνητικής μάθησης (inquiry-based learning) είναι να διδάξει στους μαθητές πώς να μαθαίνουν, μέσα από την επίλυση ζητημάτων που σχετίζονται με την καθημερινή τους ζωή και υλοποιώντας δραστηριότητες που αξιοποιούν ομαδοσυνεργατικές πρακτικές, ενώ ταυτόχρονα ενισχύουν την κριτική σκέψη, την επικοινωνία και τον πειραματισμό. Την πρόσθετη παιδαγωγική αξία της διερευνητικής προσέγγισης της μάθησης επεσήμανε εξάλλου και ο Papert (1980), υποστηρίζοντας ότι οι μαθητές οικοδομούν τη νέα γνώση, όταν εμπλέκονται σε δραστηριότητες κατά τις οποίες καλούνται να κατασκευάσουν ή να «μαστορέψουν» (modding) ένα δημιούργημα, για παράδειγμα ένα παιχνίδι στον υπολογιστή ή ένα ρομποτικό σύστημα (El-Nasr & Smith, 2005). Με τον τρόπο αυτό, αποκτούν επωφελείς εμπειρίες μάθησης, σε ένα πλαίσιο ομαδοσυνεργασίας και ανταλλαγής νέων ιδεών (Papert, 1980).

Λόγω των γνωστικών και νοητικών εμποδίων των μαθητών που αποτέλεσαν το δείγμα της έρευνας σχεδιασμού (όπως για παράδειγμα το ότι δεν έχουν ακόμη κατακτήσει το μηχανισμό γραφής κι ανάγνωσης, ενώ παράλληλα παρουσιάζουν δυσκολίες στην κατανόηση πιο αφηρημένων εννοιών, όπως πιθανά και η μηχανική μάθηση), για την πλαισίωση του εκπαιδευτικού σεναρίου επιλέχθηκε ένα σύμμεικτο μοντέλο, το οποίο συνδυάζει τη διερευνητική με τη συμμετοχική μάθηση. Ως προς την πρακτική εφαρμογή του μοντέλου, η ερευνήτρια – εκπαιδευτικός αναλαμβάνει έναν πιο ενεργητικό ρόλο, συμβάλλοντας – μέσα από τεχνικές **καθοδηγούμενης συμμετοχής** – στη σταδιακή απόκτηση κατανόησης, από τους συμμετέχοντες μαθητές, των εργαλείων και δομημάτων που απαρτίζουν την έρευνα και που αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της κοινωνικής τους ζωής εντός σχολικής μονάδας. Έτσι, καθώς η κατανόηση και η καλλιέργεια δεξιοτήτων από τους μαθητές μεγαλώνει, αυτοί αποκτούν πιο ενεργό ρόλο και μεγαλύτερο βαθμό αυτονομίας και αυτενέργειας, ενώ ταυτόχρονα η ερευνήτρια – εκπαιδευτικός μειώνει το βαθμό εμπλοκής της στη μαθησιακή διαδικασία (Rogoff, 1990).

Ένα ακόμη πλεονέκτημα που ανέδειξε τη συμμετοχική μάθηση σε ιδανικότερη πρακτική για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας, συγκριτικά με άλλες προσεγγίσεις, είναι η έμφαση που δίνεται στην ενεργό συμβολή των μαθητών στην από κοινού δημιουργία

νοηματοδοτήσεων. Με τον τρόπο αυτό, μέσα από κατάλληλα διαμορφωμένα και ερευνητικά προσανατολισμένα μαθησιακά περιβάλλοντα, επιτυγχάνεται η σύνδεση των ενδιαφερόντων, των προϋπαρχουσών γνώσεων των μαθητών και της τρέχουσας μαθησιακής τους κατάστασης, με τρόπο που οι ίδιοι να μπορούν να **εξηγούν**, να **ερμηνεύουν** και να **μοιράζονται** τις παρατηρήσεις τους με τον εκπαιδευτικό και τους συμμαθητές τους (Johnston, 2009). Παράλληλα, μέσα από μία ανασκοπική μεταγνωστική διαδικασία, οι πιο ικανοί μαθητές ενθαρρύνουν και υποστηρίζουν τους υπόλοιπους, κινούμενοι στη Ζώνη της Επικείμενης Ανάπτυξης.

Συμπερασματικά, η υιοθέτηση της διερευνητικής και της συμμετοχικής μάθησης ως πρακτικών κατάλληλων για την εξυπηρέτηση των σκοπών της παρούσας ερευνητικής εργασίας, συνέβαλε στην **παραγωγή θετικών εμπειριών** για τους συμμετέχοντες μαθητές, που προάγουν την **αίσθηση της δράσης** και ταυτόχρονα συμβάλλουν στην **καλλιέργεια μίας κουλτούρας δημιουργού** από τα παιδιά, σε ένα πλαίσιο **ισότιμης συμμετοχής** και **ενεργητικής οικοδόμησης της γνώσης** (Hilppö, 2016).

3.4.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΗΝ ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ

Η ταχεία εξάπλωση των εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης δημιούργησε γόνιμο έδαφος για την κατασκευή AI παιχνιδιών και εφαρμογών, τα οποία αυξάνουν το βαθμό εμπλοκής των παιδιών και συμβάλλουν στην ανάπτυξη της διερευνητικής σκέψης (Hakkarainen & Matti, 2002). Απόρροια αυτού είναι η αλληλεπίδραση των παιδιών με τέτοιου είδους τεχνολογίες, να δημιουργεί μία αντίδραση της μορφής «ερέθισμα → απόκριση», που εννοιολογικά ταυτίζεται με τη διαδικασία της μηχανικής μάθησης (input data → output responses), ενώ παράλληλα προσομοιάζει με παραδοσιακά παιχνίδια των παιδιών, όπως τα ψεύτικα τηλέφωνα ή τα ομοιώματα υπολογιστών (Yelland, 2018), όπου το πάτημα ενός κουμπιού οδηγεί σε συγκεκριμένες αποκρίσεις. Έτσι οι μαθητές, μέσα από την αλληλεπίδραση αυτή, καθίστανται ικανοί να δημιουργήσουν ποικίλες διερευνητικές νοηματοδοτήσεις (Brito, Dias, & Oliveira, 2018).

Οι έρευνες που έχουν γίνει στο πεδίο της εκπαιδευτικής αξιοποίησης εφαρμογών και παιχνιδιών με χαρακτηριστικά τεχνητής νοημοσύνης, αποδεικνύουν ότι η τεχνολογία αυτή, σε συνδυασμό με τις συνθήκες που ο εκπαιδευτικός της τάξης θα διαμορφώσει, πυροδοτεί την περιέργεια των παιδιών και αυξάνει τη φυσική ροπή τους προς την αναζήτηση της γνώσης (Makkarainen & Matti, 2002). Εν συνεχεία, καθώς η παρέμβαση του εκπαιδευτικού στη μαθησιακή διαδικασία μειώνεται, αυξάνεται η αυτονομία τού μαθητή, τόσο στον τρόπο που σκέφτεται, όσο και εν γένει στη μάθηση.

Όπως γίνεται κατανοητό, ο ρόλος του δασκάλου είναι ιδιαίτερα κρίσιμος, αφού καλείται να δημιουργήσει τα απαραίτητα ικρίωματα και τις πολυτροπικές εκείνες αλληλεπιδράσεις, που είναι απαραίτητες για να μυήσει τους μαθητές του στις μεθόδους και στις αντιλήψεις που συνδέονται με τη διερευνητική μάθηση (Kewalramani, Kidman, & Palaiologou, 2021).

Συνοψίζοντας, σε μία σχεδόν ολοκληρωτικά ψηφιακά διαμεσολαβούμενη εποχή, όπου οι ευρωπαϊκοί και παγκόσμιοι οργανισμοί (ΟΟΣΑ, UNESCO, Ευρωπαϊκή Επιτροπή κ.λπ.) συναινούν στην ανάγκη ψηφιακού εγγραμματισμού των αυριανών πολιτών, μέσα σε ένα εκπαιδευτικό πλαίσιο που θα ενθαρρύνει την κριτική σκέψη, τη συνεργασία, την επικοινωνία, τη δημιουργικότητα και τη διερεύνηση, ελάχιστη προσπάθεια έχει γίνει προς την αξιοποίηση της μηχανικής μάθησης εντός σχολικού πλαισίου και προς την επίτευξη συγκεκριμένων μαθησιακών στόχων. Στην κατεύθυνση αυτή, σκοπός της παρούσας

έρευνας είναι να ανιχνεύσει κατά πόσον η ενασχόληση των μαθητών με δραστηριότητες εκπαίδευσης και αξιοποίησης μοντέλων μηχανικής μάθησης μπορεί να συντελέσει στον ψηφιακό εγγραμματισμό των παιδιών, σε επίπεδο ψηφιακών ικανοτήτων (digital competencies) και παράλληλα να δημιουργήσει τις απαραίτητες προϋποθέσεις για την καλλιέργεια από τους μαθητές μίας κουλτούρας δημιουργού ψηφιακών λύσεων, προς την επίλυση περιβαλλοντικών ζητημάτων.

3.4.2 ΜΑΘΑΙΝΩΝΤΑΣ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

Παρόλο που η έρευνα σχετικά με την εκπαιδευτική αξιοποίηση της μηχανικής μάθησης στην προσχολική αγωγή βρίσκεται ακόμη σε πολύ πρώιμο στάδιο, οι προηγούμενες έρευνες φαίνεται να συγκλίνουν στο ότι η πρακτική διδασκαλία ενός υπολογιστή φαίνεται να είναι ένας ιδιαίτερα ελκυστικός και αποδοτικός τρόπος μάθησης (Ackermann, 2004).

Ένας εκ των πρωτοπόρων ερευνητών στον τομέα αυτό, ο Seymour Papert, χρησιμοποιώντας το λογισμικό κατασκευής γεωμετρικών σχημάτων Turtle Geometry (βασισμένο στη γλώσσα προγραμματισμού LOGO), απέδειξε ότι οι μαθητές, διδάσκοντας έναν υπολογιστή, έρχονται αντιμέτωποι με τον τρόπο που οι ίδιοι σκέφτονται, μετατρέποντας τις «χελώνες» σε εξωτερικές αναπαραστάσεις της σκέψης τους (Papert, 1980). Υποστήριξε παράλληλα ότι όταν οι μαθητές διδάσκουν έναν υπολογιστή, μοιραία ευθυγραμμίζουν το εσωτερικό νοητικό τους μοντέλο, με την εξωτερική αναπαράσταση (εδώ: τη χελώνα), εκφράζοντας την προσωπική τους τεχνογνωσία με εξαιρετική λεπτομέρεια, προκειμένου ο υπολογιστής να είναι σε θέση να την πραγματοποιήσει.

Συμπληρωματικά, ο Ackermann επεσήμανε τη σύνδεση της θεώρησης αυτής με τις κοινωνικο-πολιτισμικές θεωρίες μάθησης, που προέρχονται από το έργο του Vygotsky. Τόνισε δε τα πολλαπλά οφέλη της διδασκαλίας του υπολογιστή, έναντι της ενσώματης μάθησης, υποστηρίζοντας ότι όταν ο μαθητής «διδάσκει» κάτι σε άλλον, ενισχύεται η βαθύτερη κατανόηση του ποια ενέργεια οδηγεί σε μια συγκεκριμένη απόκριση (Ackermann, 2004).

Ωστόσο, παρά το ιδιαίτερα σημαντικό έργο του Papert, το οποίο όμως προσανατολίζεται περισσότερο στις νοητικές αναπαραστάσεις που προκύπτουν από τη διδασκαλία του υπολογιστή μέσω προγραμματιστικών περιβαλλόντων μάθησης βασισμένων σε κανόνες (rule-based programming), φαίνεται να υπάρχει ένα σημαντικό ερευνητικό έλλειμμα, τόσο σε θεωρητικό όσο και σε εμπειρικό επίπεδο, σχετικά με τα πιθανά μαθησιακά οφέλη που ενδέχεται να προκύπτουν για τους μαθητές μέσα από τη διδασκαλία του υπολογιστή με μοντέλα μηχανικής μάθησης (Vartiainen, Tedre, & Valtonenc, 2020).

3.4.3 ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

Η αλματώδης αύξηση της άντλησης και αξιοποίησης δεδομένων (data) από το 2010 έως και σήμερα, οδήγησε στη μεταστροφή του επιστημονικού ενδιαφέροντος από τον βασισμένο-σε-κανόνες προγραμματισμό (rule-based programming), προς τον βασισμένο-σε-δεδομένα προγραμματισμό (data-based programming), γεγονός που σηματοδότησε και την εμφάνιση - φιλικών προς τα παιδιά - ψηφιακών εργαλείων για την εξερεύνηση της μηχανικής μάθησης, ακόμη και από χρήστες με μηδαμινές γνώσεις προγραμματισμού και κωδικοποίησης.

Με τον τρόπο αυτό, οι μαθητές μπορούν πλέον να «διδάξουν» τον υπολογιστή, χρησιμοποιώντας εικόνες, ήχους, τη φυσική ροή του λόγου τους, ακόμη και τις κινήσεις του σώματός τους (Druga, Vu, Likhith, & Qiu, 2019).

Η αλληλεπίδραση των παιδιών με τεχνολογίες που βασίζονται στη μηχανική μάθηση, μπορεί να δημιουργήσει ποικίλες νοηματοδοτήσεις και να εισάγει τους εμπλεκόμενους μαθητές στις θεμελιώδεις έννοιες και ιδέες της τεχνητής νοημοσύνης (Touretzky, Gardner-McCune, Martin, & Seehorn, 2019).

Η πρόσθετη παιδαγωγική αξία του εγχειρήματος έγκειται στο γεγονός ότι η απόκριση της μηχανής (υπολογιστή ή ρομπότ) είναι άμεση, με αποτέλεσμα οι μαθητές να έχουν τη δυνατότητα να αναλογιστούν πώς η μηχανή αυτή αντιλαμβάνεται τα εισερχόμενα δεδομένα (input data), καθώς και πώς τροποποιεί και σταδιακά βελτιώνει τη συμπεριφορά της (Druga, Vu, Likhith, & Qiu, 2019). Παρόλο όμως που η διδασκαλία ενός υπολογιστή βασίζεται στο συμπεριφοριστικό μοντέλο (ερέθισμα → αντίδραση), κατά την εμπλοκή με την εκπαίδευση μοντέλων μηχανικής μάθησης, οι μαθητές τοποθετούνται ως ενεργά υποκείμενα (δάσκαλοι) και όχι ως αντικείμενα της εκπαιδευτικής διαδικασίας, όπως είθισται σε πιο παραδοσιακά μοντέλα διδασκαλίας (Vartiainen, Tedre, & Valtonenc, 2020).

Τα ευρήματα όμως των ερευνών δεν περιορίζονται στις νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών για τον τρόπο λειτουργίας των μοντέλων μηχανικής μάθησης, αλλά πραγματεύονται και θέματα όπως οι υποθέσεις των μαθητών για τους πιθανούς τρόπους αξιοποίησης των μοντέλων αυτών.

Για παράδειγμα, οι Druga et. al (2019), διερεύνησαν πώς οι μαθητές από 4 διαφορετικές χώρες αντιλαμβάνονται τις υπάρχουσες τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης και πώς φαντάζονται τα AI παιχνίδια και συσκευές του μέλλοντος, τονίζοντας ταυτόχρονα ότι αφενός μεν το κοινωνικο-πολιτισμικό υπόβαθρο των μαθητών και αφετέρου δε, οι προϋπάρχουσες εμπειρίες τους με την κωδικοποίηση και τις AI τεχνολογίες καθόρισαν και τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές συνεργάζονταν και επικοινωνούσαν, καθώς εξέφραζαν τις αντιλήψεις και τις προσδοκίες τους (Druga, Vu, Likhith, & Qiu, 2019).

Από τα παραπάνω, καθίσταται σαφές ότι οι προϋπάρχουσες έρευνες έχουν ήδη θέσει τις βάσεις για την προώθηση της υπολογιστικής σκέψης και της εκπαιδευτικής αξιοποίησης της μηχανικής μάθησης.

Όσο όμως η δημιουργία περιβαλλόντων τεχνητής νοημοσύνης για μη έμπειρους χρήστες άνοιξε νέους ορίζοντες, ώστε οι μαθητές να γίνουν ενεργά υποκείμενα στην εκπαίδευση ML μοντέλων, ή ακόμη και να δημιουργήσουν οι ίδιοι ML συστήματα, τόσο πληθαίνουν και οι φωνές που κρούουν τον κώδωνα του κινδύνου, σχετικά με τις συνέπειες που μπορεί να επιφέρει η κακή χρήση της τεχνολογίας αυτής (Williamson, 2021), κυρίως λόγω της ανεξέλεγκτης παροχής - στους κατόχους των πλατφορμών – δεδομένων, που αφορούν στην εμφάνιση, στη γλώσσα ή ακόμη και στην ψυχολογική κατάσταση των εμπλεκόμενων ατόμων.

Για το λόγο αυτό, είτε δρώντας ως εκπαιδευτικοί είτε ως ερευνητές, οφείλουμε να προσδιορίσουμε με σαφήνεια τα όρια και τους συμβιβασμούς της νέας αυτής τεχνολογίας, κατά την ανάπτυξη και μελέτη εργαλείων και συστημάτων μηχανικής μάθησης για την εξυπηρέτηση εκπαιδευτικών σκοπών.

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

4.1 ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

4.1.1 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση είναι πλέον συνυφασμένες με πληθώρα ψηφιακών/ τεχνολογικών εφαρμογών της καθημερινότητάς μας. Αναμένεται δε να διαδραματίσει κεντρικό ρόλο σε όλους τους τομείς της ζωής μας τα επόμενα χρόνια, όπως για παράδειγμα στην υγεία, τη βιομηχανία, το περιβάλλον, την εκπαίδευση και αλλού (Litman, και συν., 2021).

Μία από τις πιο στοχευμένες στην προσχολική εκπαίδευση έρευνες είναι των Vartiainen et. al (2020), η οποία πραγματεύεται την εκπαίδευση και αξιοποίηση μοντέλων μηχανικής μάθησης από μαθητές προσχολικής ηλικίας, σε πλαίσιο όμως εκτός σχολικής τάξης. Μέσα από μία συμμετοχική, βιωματική προσέγγιση, μαθητές 3-7 ετών εκπαιδεύουν – με τη βοήθεια του Google’s Teachable Machine – μοντέλα μηχανικής μάθησης, ενώ στη συνέχεια γίνονται οι ίδιοι μεταδότες της γνώσης, για τα μεγαλύτερα ή μικρότερα αδέρφια τους. Για τις ανάγκες της έρευνας, καταγράφονται και αναλύονται τα είδη των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μαθητών ή μεταξύ μαθητών – υπολογιστή, σε επίπεδο λεκτικής και μη λεκτικής επικοινωνίας, ενώ παράλληλα διερευνώνται και οι νοηματοδοτήσεις που οι μαθητές σχηματίζουν, καθώς καλούνται να περιγράψουν τη διαδικασία «διδασκαλίας και μάθησης» του υπολογιστή. Παρά το γεγονός ότι οι μαθητές προσεγγίζονται ως μελέτες περίπτωσης, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει η δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων, η συμβολή της έρευνας είναι τεράστια, δεδομένου ότι αναδεικνύει πρώιμα παιδαγωγικά οφέλη της μηχανικής μάθησης στην καλλιέργεια δεξιοτήτων που σχετίζονται με τον προγραμματισμό, την υπολογιστική σκέψη, αλλά ακόμη και τον ψηφιακό εγγραμματισμό των μαθητών (Vartiainen, Tedre, & Valtonenc, 2020).

Αντίστοιχα, οι Williams et. al (2019) δημιούργησαν ένα ψηφιακό εργαλείο με το όνομα PopBots, βασισμένο στις αρχές του εποικοδομητισμού, το οποίο απευθύνεται σε παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας και σκοπό έχει την εξοικείωση των μαθητών με τις έννοιες και τις διαδικασίες της τεχνητής νοημοσύνης. Όπως τονίζεται από τους ερευνητές, χρειάζεται να σχεδιαστεί ένα αποτελεσματικό πρόγραμμα σπουδών, που να καλύπτει περισσότερες πτυχές της τεχνητής νοημοσύνης και να μπορεί να προσαρμοστεί σε πλαίσια εντός και εκτός αιθουσών διδασκαλίας, από εκπαιδευτικούς εξοικειωμένους ή μη με την τεχνητή νοημοσύνη. Μέσα από τη διαδικασία αυτή, στόχος είναι οι μαθητές να εμπνευστούν και να γίνουν οι ίδιοι δημιουργοί AI και ML εφαρμογών (Williams, Park, Oh, & Breazeal, 2019).

Στην έρευνά τους οι Kewalramani et. al (2021), διερεύνησαν την πιθανή καλλιέργεια δεξιοτήτων που συνδέονται με τη διερευνητική μάθηση, μέσω της εμπλοκής των μαθητών με ρομποτικά παιχνίδια, που ενσωματώνουν χαρακτηριστικά τεχνητής νοημοσύνης (ai-interfaced). Προς το σκοπό αυτό, αξιοποίησαν παιχνίδια με διαφορετικές λειτουργίες και τρόπο χειρισμού (π.χ. ρομπότ που λειτουργούν αναγνωρίζοντας κομμάτια puzzle, ρομπότ που εισάγουν τα παιδιά σε βασικές έννοιες του προγραμματισμού, ρομπότ που οι μαθητές χειρίζονται μέσω tablet κ.λπ.). Μέσα από την υλοποίηση του πειράματος διδασκαλίας, παρατήρησαν ότι η αλληλεπίδραση των παιδιών με ai-interfaced ρομποτικά παιχνίδια, συμβάλλει στην καλλιέργεια δημιουργικών, συναισθηματικών και συνεργατικών δεξιοτήτων, με τους ερευνητές να αποδίδουν τα διδακτικά αυτά οφέλη στην

ιδιαιτερότητα των AI ρομπότ να μετασχηματίζουν ένα καθαρά συμπεριφοριστικό μοντέλο της μορφής «ερέθισμα-αντίδραση», σε εποικοδομηστική και διερευνητική μαθησιακή πρόκληση (Kewalramani, Kidman, & Palaiologou, 2021).

Στο άρθρο με τίτλο “Artificial Intelligence education for young children: Why, what, and how in curriculum design and implementation”, ο Weipeng Yang (2022) αναγνωρίζει την εκπαιδευτική αξιοποίηση της μηχανικής μάθησης ως ικρίωμα για τον ψηφιακό εγγραμματοισμό των πολιτών. Ταυτόχρονα, διακρίνει τρεις πτυχές στις οποίες μπορούν να εισαχθούν οι μαθητές: α) θεμελιώδεις έννοιες (ομαδοποίηση, πρόβλεψη, γενίκευση), β) πρακτικές (εκπαίδευση, επικύρωση και έλεγχος) και γ) προοπτικές (συνεργατική επίλυση προβλημάτων, αποδοχή και κατανόηση της AI ως μεθόδου για την επίλυση προβλημάτων). Σε αυτό το πλαίσιο, προτείνει μία κοινωνικοπολιτισμική προσέγγιση για την ενσωμάτωση της AI στη μαθησιακή διαδικασία, αναπτύσσοντας ένα συγκεκριμένο διδακτικό σενάριο, με σαφή στοχοθεσία και με την αξιοποίηση αναπτυξιακά κατάλληλων ψηφιακών εργαλείων (Yang, 2022).

Σε μία από τις πιο πρόσφατες συγκριτικές μελέτες, οι Su και Yang (2022), μέσα από την επισκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας, εστιάζουν στη διερεύνηση α) των δραστηριοτήτων γύρω από την AI που υλοποιούνται στην προσχολική εκπαίδευση, β) των ψηφιακών εργαλείων, καθώς και των γνώσεων και εννοιών με τις οποίες αυτά εμπλέκουν τους μαθητές και γ) των ερευνητικών μεθόδων οι οποίες δύνανται να καταγράψουν τα πιθανά μαθησιακά οφέλη από τη χρήση της AI στην εκπαίδευση. Όπως τονίζεται στα συμπεράσματα των ερευνητών, η αλληλεπίδραση των παιδιών προσχολικής ηλικίας με AI παιχνίδια, όπως ρομπότ μπορεί να βελτιώσει τη δημιουργικότητα, τα συναισθήματα, τις δεξιότητες συνεργασίας και τις δεξιότητες γραμματισμού (Su & Yang, 2022).

Απευθυνόμενοι σε μαθητές δημοτικού σχολείου, οι Shamir και Levin, σχεδίασαν ένα σχέδιο μαθήματος, ώστε να προσδιορίσουν τα πιθανά διδακτικά οφέλη που προκύπτουν από την πρακτική εμπλοκή κι αλληλεπίδραση των μαθητών με τη μηχανική μάθηση (και πιο συγκεκριμένα μέσα από τη χρήση του Personal Image Classifier και την ενσωμάτωση του παραγόμενου μοντέλου στο App Inventor), αλλά και την πιθανή σύνδεσή τους με την καλλιέργεια δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης (Shamir & Levin, 2021).

Συνδυάζοντας τη μηχανική μάθηση με τη φορητή μάθηση, οι Virvou et. al προτείνουν την αξιοποίηση της ML με σκοπό τη δημιουργία ενός συστήματος, για τη διδασκαλία ξένων γλωσσών, το οποίο θα παρέχει προσαρμοστικότητα στις ανάγκες του εκάστοτε χρήστη, με βάση τη δημιουργία μοντέλων χρηστών (Virvou, Alepis, & Troussas, 2021).

Ιδιαίτερα χρήσιμα συμπεράσματα κατέδειξε και η έρευνα του Jim Prentzas (2013), εστιάζοντας στους διάφορους τρόπους εκπαιδευτικής αξιοποίησης της τεχνητής νοημοσύνης, όπως για παράδειγμα με τη μορφή ευφυών εργαλείων ή ρομπωτικών συστημάτων, τόσο για μαθητές τυπικής, όσο και για μαθητές ειδικής αγωγής. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, φαίνεται ότι η χρήση AI τεχνολογικού εξοπλισμού, παρέχει κίνητρα στα παιδιά, ώστε να συμμετέχουν σε γνωστικές και κοινωνικές δραστηριότητες, ενώ εντυπωσιακή παραμένει η μακροχρόνια διατήρηση του ενδιαφέροντος των μαθητών (Prentzas, 2013).

Σημαντική ωστόσο ήταν η συνεισφορά της μηχανικής μάθησης και κατά την περίοδο της πανδημίας της Covid19, αφού αξιοποιήθηκε τόσο για ιατρικούς σκοπούς (π.χ. με τη δημιουργία συσκευών θερμικής απεικόνισης), όσο και για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Για

παράδειγμα, οι Kanetaki et. al, στην έρευνά τους με τίτλο “Creating a Metamodel for Predicting Learners' Satisfaction by Utilizing an Educational Information System During COVID-19 Pandemic”, ξεκινώντας από τα αποτελέσματα συναφών ερευνών που συνδέουν τις ακαδημαϊκές επιδόσεις των φοιτητών με την ικανοποίησή τους από το περιεχόμενο του εκάστοτε μαθήματος, δημιούργησαν ένα προβλεπτικό μοντέλο μηχανικής μάθησης, ώστε να προβλέψουν τις επιδόσεις φοιτητών του μαθήματος της μηχανολογίας α' εξαμήνου, λαμβάνοντας υπόψιν παράγοντες, όπως την ικανοποίηση των συμμετεχόντων από το μετασχηματισμό του προγράμματος σπουδών για τις ανάγκες προσαρμογής του στα δεδομένα της πανδημίας (Kanetaki, Stergiou, Bekas, Troussas, & Sgourourolou, Creating a Metamodel for Predicting Learners' Satisfaction by Utilizing an Educational Information System During COVID-19 Pandemic, 2021).

Ωστόσο, πέρα από την ενσωμάτωση της μηχανικής μάθησης στην εκπαιδευτική διαδικασία, πολλοί ερευνητές εστιάζουν και στις ηθικές προεκτάσεις της νέας αυτής τεχνολογίας, τονίζοντας την ανάγκη διαφύλαξης των προσωπικών δεδομένων των παιδιών. Για παράδειγμα, ο Schiff (2021), μέσα από μία συγκριτική μελέτη της πολιτικής διαφόρων κρατών για τις στρατηγικές ενσωμάτωσης της AI στην εκπαίδευση, ανέδειξε συγκεκριμένους τομείς ενδιαφέροντος, όπως για παράδειγμα η χρήση της AI για κοινωφελείς σκοπούς και η διαφύλαξη των προσωπικών δεδομένων όλων των συμμετεχόντων (Schiff, 2021).

4.1.2 ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΚΕΝΟΥ

Παρόλο που όπως καταδεικνύει η ανασκόπηση βιβλιογραφίας, η μηχανική μάθηση είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τις δεξιότητες του 21ου αιώνα (δημιουργικότητα, κριτική σκέψη, επικοινωνία, συνεργασία), αλλά και με τις ψηφιακές δεξιότητες (π.χ. υπολογιστική σκέψη) και ικανότητες (competencies), τα διδακτικά οφέλη των AI εφαρμογών έχουν ελάχιστα διερευνηθεί έως τώρα. Αντιθέτως, οι πραγματοποιηθείσες έρευνες φαίνεται συχνά να χρησιμοποιούν την τεχνητή νοημοσύνη ως διαγνωστικό εργαλείο για τον εντοπισμό παιδιατρικών θεμάτων, όπως για παράδειγμα η πρόβλεψη του άσθματος (Patel, και συν., 2021), ως μέσο για την καλλιέργεια δεξιοτήτων λεπτής κινητικότητας (Polsley, και συν., 2021) κ.λπ.

Παράλληλα, η αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης συχνά περιορίζεται στη χρήση «έξυπνων» ρομποτικών συσκευών (Valagkouti, Troussas, Krouska, Feidakis, & Sgourourolou, 2022) και συστημάτων (Kewalramani, Kidman, & Palaiologou, 2021), ή στην εμπλοκή των μαθητών με «έξυπνα» εκπαιδευτικά συστήματα, όπως π.χ. LMS με χαρακτηριστικά ML και εξατομίκευσης (Prentzas, 2013), αλλά όχι με τη μορφή αυτόνομων εφαρμογών.

Ακόμη όμως και στις έρευνες που εστιάζουν στη χρήση των εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης ως εκπαιδευτικού εργαλείου και εντός σχολικού πλαισίου, είθισται αυτές να απευθύνονται σε παιδιά μεγαλύτερης ηλικίας, συνήθως μαθητές Δημοτικού (Shamir & Levin, 2021).

Όσον αφορά στους μαθητές προσχολικής ηλικίας, και εδώ φαίνεται να υπάρχουν ελάχιστες βιβλιογραφικές αναφορές, οι οποίες όμως συνάγουν ιδιαίτερα χρήσιμα συμπεράσματα, που μπορεί να οδηγήσουν σε επέκταση της υπάρχουσας έρευνας. Σε μία εξ αυτών (Vartiainen, Tedre, & Valtonenc, 2020), μελετάται η εμπλοκή και αλληλεπίδραση των μαθητών προσχολικής ηλικίας με εφαρμογές μηχανικής μάθησης, σε

πλαίσιο όμως εκτός σχολικού περιβάλλοντος. Είναι ωστόσο μία από τις ελάχιστες έρευνες στην οποία οι συμμετέχοντες δεν αντιμετωπίζονται ως απλοί καταναλωτές έτοιμων ψηφιακών προϊόντων και εργαλείων, αλλά μετατρέπονται σε δημιουργούς μοντέλων Μηχανικής Μάθησης, εκπαιδεύοντας τον υπολογιστή μέσω του Google's Teachable Machine.

Επομένως, όπως προκύπτει από τα παραπάνω, εντοπίζεται ένα ερευνητικό κενό στη διερεύνηση της εμπλοκής και αλληλεπίδρασης των μαθητών προσχολικής ηλικίας κατά την εκπαίδευση και αξιοποίηση μοντέλων μηχανικής μάθησης, εντός σχολικού πλαισίου και με σαφώς προσδιορισμένα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα, που αφορούν στην επίλυση απλών ή σύνθετων προβλημάτων της καθημερινότητας.

Το κενό αυτό επιδιώκει να καλύψει η παρούσα ερευνητική πρόταση.

4.1.3 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΘΕΜΑ – ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Όπως προαναφέρθηκε, το θέμα της ερευνητικής πρότασης είναι οι τρόποι αλληλεπίδρασης των μαθητών προσχολικής ηλικίας με πλατφόρμες και εφαρμογές μηχανικής μάθησης, αλλά και οι τρόποι με τους οποίους οι μαθητές αντιλαμβάνονται και εξηγούν τη διαδικασία αυτή και τη συμβολή της στην επίλυση περιβαλλοντικών ζητημάτων, μέσα από το πρίσμα του άξονα «Δημιουργώ και Καινοτομώ», των εργαστηρίων δεξιοτήτων.

Είτε πρόκειται για το «ξεκλείδωμα» του κινητού μας μέσω της τεχνολογίας αναγνώρισης προσώπου, είτε για το ρομπότ που μας προτείνει λύσεις και προσφορές στο σούπερ μάρκετ, είτε ακόμη και για το GPS που μας κατευθύνει στον προορισμό μας υπολογίζοντας την πιο σύντομη κάθε φορά διαδρομή, η ενσωμάτωση χαρακτηριστικών τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης σε όλους τους τομείς της καθημερινότητάς μας είναι πλέον αδιαμφισβήτητη και οδηγεί σε μία βαθιά αλλαγή του τρόπου και του πλαισίου λειτουργίας των ψηφιακών εφαρμογών. Παράλληλα, στο άμεσο μέλλον, η τεχνητή νοημοσύνη πρόκειται να διαδραματίσει βασικό ρόλο στη διαχείριση και αντιμετώπιση σημαντικών ζητημάτων, όπως για παράδειγμα στον τομέα της οικονομίας (βιομηχανία), της υγείας (τηλεϊατρική), της προστασίας του περιβάλλοντος (κλιματική αλλαγή), αλλά και της εκπαίδευσης (Litman, και συν., 2021).

Όπως προέκυψε από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και συνυπολογίζοντας το προσωπικό ερευνητικό ενδιαφέρον, η αξιοποίηση εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης στην προσχολική ηλικία αποτελεί ένα ανεξερεύνητο μέχρι στιγμής πεδίο, με πολλές προοπτικές ανάπτυξης και γόνιμο ερευνητικό έδαφος.

Πιο συγκεκριμένα, η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση έως και σήμερα έχουν διερευνηθεί κυρίως ως προς το σκέλος της αξιοποίησης ρομποτικών συστημάτων και κατασκευών (Kewalramani, Kidman, & Palaiologou, 2021) ή ως προς τη χρήση τους ως διαγνωστικά εργαλεία στην παιδιατρική (Patel, και συν., 2021). Παράλληλα, οι ελάχιστες διεθνείς βιβλιογραφικές αναφορές που αφορούν στην αξιοποίηση της μηχανικής μάθησης ως εκπαιδευτικό εργαλείο σε παιδιά προσχολικής ηλικίας (Vartiainen, Tedre, & Valtonenc, 2020), περιορίζονται συνήθως σε ένα ιδιαίτερα μικρό δείγμα και σε πλαίσιο εκτός σχολείου, διατυπώνοντας μεν επιφυλάξεις για το κατά πόσον η υλοποίηση διδακτικών σεναρίων με ML θα μπορούσε να φέρει τα επιθυμητά μαθησιακά αποτελέσματα – λόγω του μεγαλύτερου αριθμού παιδιών, αλλά και των περιορισμών που το σχολικό πλαίσιο επιβάλλει - ανοίγοντας δε, δίοδους για δομημένη και σε βάθος έρευνα.

Όπως συνάγεται από τα παραπάνω, η δημιουργία και εμπλοκή με περιβάλλοντα μηχανικής μάθησης προς την επίτευξη συγκεκριμένων μαθησιακών αποτελεσμάτων και την καλλιέργεια συγκεκριμένων δεξιοτήτων και ικανοτήτων, αλλά και η αλληλεπίδραση που οι μαθητές προσχολικής ηλικίας θα αναπτύξουν με τα περιβάλλοντα αυτά, αποτελούν ακόμη αχαρτογράφητη ερευνητική περιοχή, που χρήζει και αξίζει περαιτέρω διερεύνησης.

Ως προς το πρακτικό μέρος, η εμπλοκή και αλληλεπίδραση των μαθητών με εφαρμογές ML επιδιώκεται να συμβάλει στην καλλιέργεια ψηφιακών δεξιοτήτων (skills) και ικανοτήτων (competencies), δεξιοτήτων καινοτομίας και δημιουργικότητας, αλλά και στην καλλιέργεια δεξιοτήτων κατανόησης και αμφισβήτησης – από τους ίδιους τους μαθητές – των συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης και Μηχανικής Μάθησης. Έτσι, με τις κατάλληλες διδακτικές παρεμβάσεις, επιδιώκουμε σταδιακά να μετατρέψουμε τους μαθητές από απλούς καταναλωτές προϊόντων τεχνολογίας, σε δημιουργούς ψηφιακών λύσεων.

4.1.4 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η διδακτική αξιοποίηση της μηχανικής μάθησης σε σενάρια που προορίζονται για μαθητές προσχολικής ηλικίας, είναι ένα ερευνητικό και διδακτικό αντικείμενο, το οποίο αφενός μεν έχει ελάχιστα διερευνηθεί σε μαθητές αυτής της ηλικιακής ομάδας, αφετέρου δε, δεν έχει ακόμη ενσωματωθεί στο αναλυτικό πρόγραμμα του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος. Όπως γίνεται σαφές, εφόσον υπάρχει ελάχιστη πρότερη γνώση, σκοπός της έρευνας δεν είναι η ποσοτικοποίηση των δεδομένων και η δυνατότητα γενίκευσης των συμπερασμάτων αυτής, αλλά η εις βάθος μελέτη του ερευνητικού αντικειμένου, γεγονός που επιτάσσει την ανάγκη υιοθέτησης μίας ποιοτικής προσέγγισης. Πιο συγκεκριμένα, η παρούσα έρευνα στοχεύει στο να **σχεδιάσει** και να **αναπτύξει** μια παρέμβαση, με σκοπό να λύσει ένα πολύπλοκο εκπαιδευτικό πρόβλημα (δημιουργία και αξιοποίηση μοντέλων μηχανικής μάθησης στην προσχολική ηλικία) και να προωθήσει τη γνώση μας σχετικά με τα χαρακτηριστικά αυτής της παρέμβασης και τις διαδικασίες που σχετίζονται με αυτή (Plomp, 2013).

Για το λόγο αυτό, ως κατάλληλη ερευνητική μέθοδος κρίθηκε η **έρευνα βασισμένη στο σχεδιασμό** (Design Based Research - DBR), η οποία αποτελεί μία ανοιχτή, παρεμβατική ερευνητική μεθοδολογία, με κυκλική διαδικασία αναστοχασμού, που ενδείκνυται για την προσέγγιση θεμάτων που δεν έχουν επαρκώς διερευνηθεί.

Παράλληλα, και απουσία σχετικών ερευνητικών δεδομένων, που θα μπορούσαν να καθορίσουν ένα αρραγές και αυστηρά οριοθετημένο ερευνητικό πλαίσιο, παρουσιάζεται μία εξαιρετική ευκαιρία για την ανάδειξη της μηχανικής μάθησης ως μέσου υποστήριξης της μάθησης, αλλά και την ανάπτυξη του θεωρητικού πλαισίου ενσωμάτωσης της ML στη μαθησιακή διαδικασία, γεφυρώνοντας έτσι το χάσμα μεταξύ θεωρίας και πρακτικής (Bakker & Van EerDe, 2014).

Παρόλο που η έλλειψη βιβλιογραφικών πηγών αρχικά φαίνεται να δημιουργεί μία ασάφεια για το αν ο εκπαιδευτικός σχεδιασμός πρόκειται να αποδώσει αξιοποιήσιμα ερευνητικά συμπεράσματα, σε ένα δεύτερο επίπεδο δημιουργεί γόνιμο ερευνητικό έδαφος, ώστε η εκπαιδευτικός – ερευνήτρια να απαλλαγεί από θεωρητικές νόρμες και αγκυλώσεις και να παράγει ένα ερευνητικό προϊόν που θα διακρίνεται για την καινοτομία και τη χρησιμότητά του (Bakker & Van EerDe, 2014).

Ένα ακόμη σημαντικό πλεονέκτημα της έρευνας βασισμένης στο σχεδιασμό έναντι άλλων ποιοτικών μεθόδων είναι η δυνατότητα καθορισμού της HLT, δηλαδή της Υποθετικής Τροχιάς Μάθησης. Η συνεισφορά της υποθετικής τροχιάς μάθησης στην έρευνα σχεδιασμού είναι πολλαπλή. Αρχικά, εφόσον – όπως προαναφέρθηκε – πρόκειται για ένα ανεξερεύνητο ερευνητικά και διδακτικά πεδίο, μπορεί να ορίσει το αρχικό πλαίσιο δράσης της ερευνήτριας, αποτελώντας την κατευθυντήρια γραμμή για το πού θα επικεντρωθεί η διδασκαλία, η συνέντευξη και η παρατήρηση. Παράλληλα, η κυκλική διαδικασία αναστοχασμού που υιοθετείται στην DBR δίνει τη δυνατότητα στην ερευνήτρια έπειτα από κάθε δραστηριότητα να ανατρέχει στην HLT και να την αναδιαμορφώνει, ανάλογα με τα δεδομένα που λαμβάνει από τους συμμετέχοντες μαθητές, οργανώνοντας ένα ολοκληρωμένο και – στο μέτρο του δυνατού – πιο αποτελεσματικό πείραμα διδασκαλίας. Τέλος, κατά τη φάση της ανάλυσης των δεδομένων, η υποθετική τροχιά μάθησης (HLT) μπορεί να συγκριθεί με την πραγματική τροχιά μάθησης (ALT), γεγονός που θα συμβάλλει στη διαμόρφωση των τελικών θεωρητικών αρχών σχετικά με το αντικείμενο της έρευνας.

Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να τονιστεί ότι η υποθετική τροχιά μάθησης σχετίζεται με την Ειδική Διδακτική του αντικειμένου που πρόκειται να διδαχθεί. Εφόσον όμως το αντικείμενο της έρευνας, δηλαδή η μηχανική μάθηση, δεν έχει ακόμη προσαρτηθεί στα αναλυτικά προγράμματα του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος, η υποθετική τροχιά μάθησης θα βασιστεί στην εμπειρία της ερευνήτριας – εκπαιδευτικού με ανάλογες δραστηριότητες και σε μια καθαρά εμπειρική προσέγγιση.

Συμπληρωματικά, παρόλο που οι θεωρητικές αρχές που πρόκειται να προκύψουν από την έρευνα, θα αφορούν σε ένα συγκεκριμένο τομέα, δηλαδή στην αξιοποίηση της μηχανικής μάθησης στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας και της ευαισθητοποίησης των μαθητών γύρω από την επαναχρησιμοποίηση φαινομενικά «άχρηστων» υλικών, προσδοκείται οι θεωρητικές αυτές αρχές να μπορούν να εφαρμοστούν και σε διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα, σε διαφορετικά πλαίσια, από άλλους ερευνητές ή/και εκπαιδευτικούς (transferability).

Τέλος, οι πολλαπλές ευκαιρίες που η DBR προσφέρει για διασφάλιση της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας της ερευνητικής διαδικασίας, είναι ένας ακόμη λόγος που οδήγησε στην επιλογή της συγκεκριμένης ερευνητικής μεθόδου. Πιο συγκεκριμένα, η πλαisiώση των ισχυρισμών από συγκεκριμένα αποσπάσματα πρόκειται να διασφαλίσει την εσωτερική εγκυρότητα της μελέτης, ενώ η τελική παρουσίαση των αποτελεσμάτων (όπως αυτή αναλύεται παρακάτω), αυξάνει τις προοπτικές για δυνατότητα μεταφοράς αυτών και σε άλλα πλαίσια (transferability). Ταυτόχρονα, η εσωτερική και εξωτερική αξιοπιστία θα διασφαλιστούν μέσω της λήψης δεδομένων από πολλαπλές πηγές ([βλέπε παρ. 4.4.1](#)), αλλά και χάρις στην αντικειμενικότητα της ερευνήτριας.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι, αν και η έρευνα σχεδιασμού προϋποθέτει την υλοποίηση επαναληπτικών κύκλων, μέσω μιας διαδικασίας ανασκοπικής ανάλυσης και επανασχεδιασμού του πειράματος διδασκαλίας, στην παρούσα έρευνα κάτι τέτοιο δεν κατέστη εφικτό, λόγω των χρονικών περιορισμών που τέθηκαν για την ολοκλήρωσή της.

Παρόλα αυτά, τα συμπεράσματα που προέκυψαν και τα οποία αναλύονται διεξοδικά στη σχετική παράγραφο ([παρ. 6](#)), προετοιμάζουν το έδαφος για τον επανασχεδιασμό του πειράματος διδασκαλίας και την επαναληπτική υλοποίησή του, στο πλαίσιο μίας έρευνας μεγαλύτερης κλίμακας, ώστε να καταστεί δυνατή και η ολοκλήρωση 2 ή και περισσότερων επαναληπτικών κύκλων.

4.1.5 ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στην παρούσα ερευνητική εργασία διερευνήθηκαν τα πιθανά διδακτικά οφέλη από την εκπαίδευση και αξιοποίηση μοντέλων μηχανικής μάθησης από μαθητές προσχολικής ηλικίας κατά τη διδασκαλία θεμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, αλλά και ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές/-τριες εμπλέκονται και αλληλεπιδρούν με τις εφαρμογές αυτές. Η έρευνα εντάσσεται στην ευρύτερη περιοχή «Τεχνητή Νοημοσύνη – Μηχανική Μάθηση» (Artificial Intelligence – Machine Learning), η οποία ελάχιστα έχει διερευνηθεί για την ηλικιακή ομάδα στόχευσης της έρευνας.

Παράλληλα, η θεματική ενότητα, αλλά και η στοχοθεσία του διδακτικού σεναρίου που υλοποιήθηκε για τις ανάγκες της έρευνας, ανήκουν στην ευρύτερη περιοχή των Εργαστηρίων Δεξιοτήτων (Skill Labs) και των Ψηφιακών Ικανοτήτων (digital competencies), όπως αυτά ορίστηκαν και αναπτύχθηκαν από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, το ΥΠΑΙΘ και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (European Commission). Πιο συγκεκριμένα, το διδακτικό σενάριο εντάσσεται στο θεματικό άξονα «Δημιουργώ και Καινοτομώ – Δημιουργική σκέψη και Πρωτοβουλία» (υπο-ενότητα STEM – Εκπαιδευτική ρομποτική), ενώ παράλληλα ο σχεδιασμός του εδράζεται στα παραδείγματα 221 (γνώση), 76 (δεξιότητα) και 246 (στάση) του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Ψηφιακών Ικανοτήτων (DigComp).

Τέλος, λόγω του ότι κατά την 3η φάση του εκπαιδευτικού σεναρίου, αξιοποιήθηκε η δυνατότητα συνδυασμού των μοντέλων AI με ρομποτικές διατάξεις (συγκεκριμένα το ρομπότ Maqueen Plus με ενσωματωμένη AI κάμερα Huskylens Pro), η έρευνα μπορεί σε δεύτερο επίπεδο να ενταχθεί και στη θεματική περιοχή της εκπαιδευτικής ρομποτικής (Robotics).

4.1.6 ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να διερευνηθεί η πιθανότητα καλλιέργειας των γνώσεων, στάσεων και δεξιοτήτων που περιλαμβάνονται στο Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Ψηφιακών Ικανοτήτων (DigComp 2.2), μέσα από δραστηριότητες εμπλοκής των μαθητών προσχολικής ηλικίας με την εκπαίδευση μοντέλων μηχανικής μάθησης και την αξιοποίηση αυτών σε εφαρμογές, με στόχο την επίλυση του περιβαλλοντικού ζητήματος της κυκλικής οικονομίας (επαναχρησιμοποίηση ή ανακύκλωση άδειων συσκευασιών).

4.1.7 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Δεδομένου ότι ως μεθοδολογία της παρούσας έρευνας επιλέχθηκε η έρευνα σχεδιασμού (Design Based Research), όπως περιγράφεται στο σχετικό κεφάλαιο ([βλ. κεφ. 4.1.4](#)), η διαμόρφωση των ερευνητικών ερωτημάτων πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις.

Στην αρχική φάση τα ερωτήματα δομήθηκαν με βάση τα όσα προέκυψαν από την επισκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας και εστίαζαν σε πτυχές της εκπαιδευτικής αξιοποίησης της μηχανικής μάθησης, για τις οποίες αφενός μεν δεν εντοπίστηκαν επαρκείς βιβλιογραφικές αναφορές και αφετέρου δε – κατά την κρίση της ερευνήτριας – θα μπορούσαν να αποτελέσουν ερευνητική πρόκληση. Με τον τρόπο αυτό, κατέστη εφικτός ο σχεδιασμός ενός εστιασμένου και σαφώς

οριοθετημένου πειράματος διδασκαλίας, με συγκεκριμένα προσδοκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα, ενώ πραγματοποιήθηκε κι ένας αρχικός σχεδιασμός της υποθετικής τροχιάς μάθησης (HLT) και του περιεχομένου των συνεντεύξεων των μαθητών/-τριών.

Παρόλα αυτά, στη δεύτερη φάση και αφού αντλήθηκαν τα ερευνητικά δεδομένα και εξήχθησαν χρήσιμα συμπεράσματα για την πραγματική τροχιά μάθησης (ALT), αξιοποιήθηκε η δυνατότητα επανασχεδιασμού που η μεθοδολογία της έρευνας σχεδιασμού προσφέρει, με αποτέλεσμα τα αρχικά ερευνητικά ερωτήματα να εκλεπτυνθούν (refinement) (Bakker & Van EerDe, 2014) και να λάβουν τη μορφή με την οποία παρουσιάζονται παρακάτω. Ταυτόχρονα, τα ερωτήματα αυτά συνδέθηκαν με συγκεκριμένα παραδείγματα του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Ψηφιακών Ικανοτήτων, ώστε να διερευνηθεί η πιθανή καλλιέργεια συγκεκριμένων ψηφιακών ικανοτήτων (digital competencies) που σχετίζονται με την τεχνητή νοημοσύνη και τη μηχανική μάθηση.

Έτσι, τα τελικά ερευνητικά ερωτήματα είναι τα εξής:

RQ1: Με ποιους τρόπους εκδηλώνουν οι μαθητές την προθυμία τους να συμμετέχουν σε συνεργατικές διαδικασίες σχεδιασμού και δημιουργίας νέων εφαρμογών βασισμένων στη μηχανική μάθηση; **(Στάση - παράδειγμα 246 DigComp2.2: «Είναι ανοιχτοί στο να εμπλακούν σε συνεργατικές διαδικασίες σχεδιασμού και δημιουργίας νέων προϊόντων και υπηρεσιών, βασισμένων σε συστήματα τεχνητής νοημοσύνης/μηχανικής μάθησης, με σκοπό να υποστηρίξουν και να ενισχύσουν τη συμμετοχή των πολιτών στην κοινωνία»)**

RQ2: Πώς οι μαθητές κατανοούν και επεξηγούν ότι η εκπαίδευση ενός ML μοντέλου είναι στην ουσία μια διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης; **(Γνώση - παράδειγμα 221 DigComp2.2: «Έχει επίγνωση ότι η AI είναι ένα προϊόν ανθρώπινης νοημοσύνης και λήψης αποφάσεων και ως εκ τούτου δε μπορεί να υπάρξει ανεξάρτητα από τους ανθρώπους»)**

RQ3: Πώς οι μαθητές αντιλαμβάνονται τις προοπτικές αξιοποίησης των παραγόμενων μοντέλων, για την επίλυση προβλημάτων σε διαφορετικές πτυχές της καθημερινής ζωής, παράγοντας δημιουργικές ιδέες; **(Δεξιότητα - παράδειγμα 76 DigComp2.2: «Αναγνωρίζει περιοχές στις οποίες η AI μπορεί να προσφέρει ποικίλα οφέλη σε διαφορετικές πτυχές της καθημερινής ζωής»)**

4.1.8 ΔΕΙΓΜΑ – ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ ΣΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν έξι (6) μαθητές και μαθήτριες προσχολικής ηλικίας (5 - 6 ετών), οι οποίοι επιλέχθηκαν μέσω δειγματοληψίας ευκολίας (convenience sampling). Ως προϋπόθεση αποδοχής τέθηκε το να επιδείξουν οι ίδιοι/-ες ενδιαφέρον για τη συμμετοχή τους στην έρευνα και ακολούθως να υπογράψουν οι γονείς/κηδεμόνες τους έντυπο έγγραφης συγκατάθεσης.

Πιο συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες ήταν μαθητές/-τριες της ερευνήτριας και εκπαιδευτικού, σε δημόσιο νηπιαγωγείο του Νομού Αττικής. Παρόλο που η δειγματοληψία ευκολίας αποτελεί ίσως τη λιγότερο επιθυμητή στρατηγική recruitment (Ισαρη & Πουρκός, 2015), στην παρούσα έρευνα προσφέρει σημαντικό

πλεονέκτημα, δεδομένου ότι η ερευνήτρια αποτελεί και την εκπαιδευτικό της τάξης. Επομένως, είναι σε θέση να γνωρίζει επαρκώς το γνωστικό επίπεδο των συγκεκριμένων μαθητών, αλλά και τις δεξιότητες επικοινωνίας και συνεργασίας καθενός από αυτούς, με αποτέλεσμα αφενός μεν να παραλείπεται το απαραίτητο (σε άλλες περιπτώσεις) διάστημα εξοικείωσης του ερευνητή με τους συμμετέχοντες και αφετέρου δε η εκπαιδευτικός/ερευνήτρια να είναι σε θέση να διαμορφώσει ένα πιο αποτελεσματικό ερευνητικό σχεδιασμό, λαμβάνοντας υπόψιν και κάποια επιπλέον χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων.

4.2 ΨΗΦΙΑΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

4.2.1 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

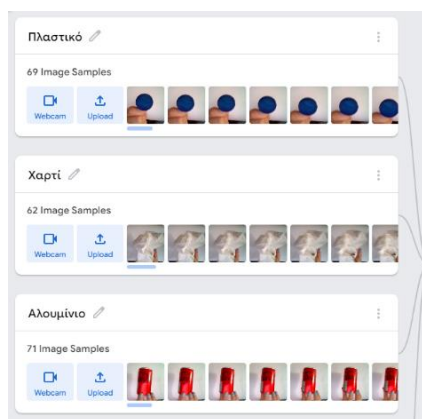
4.2.1.1 TEACHABLE MACHINE

Το [Teachable Machine](#) (TM) είναι ένα πείραμα της Google, που επιδιώκει να κάνει προσιτή τη διαδικασία εκπαίδευσης μοντέλων μηχανικής μάθησης ακόμη και σε χρήστες χωρίς προηγούμενη εμπειρία με την AI, μέσω της προσθήκης ελάχιστου ή και καθόλου κώδικα. Παρουσιάστηκε για πρώτη φορά το 2017, όμως το 2019 εμπλουτίστηκε με νέες λειτουργικότητες, όπως για παράδειγμα η δυνατότητα αποθήκευσης του μοντέλου στο Google Drive, διευκολύνοντας έτσι τη μετέπειτα αξιοποίησή του σε τρίτες εφαρμογές.

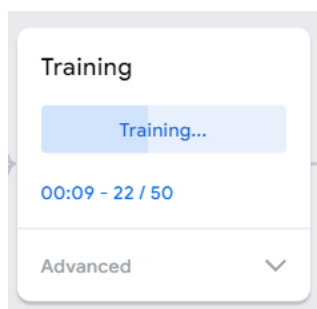
Το [Teachable Machine](#) βασίζεται σε μία δημοφιλή τεχνική deep learning, η οποία ονομάζεται “transfer learning”. Η αρχιτεκτονική των περισσότερων νευρωνικών δικτύων ενός πλήρως εκπαιδευμένου μοντέλου διατηρείται, καθώς αντικαθίσταται ένα πολύ μικρό κομμάτι του, βασισμένο στα δεδομένα που εισάγει ο χρήστης. Η προσέγγιση αυτή, όχι μόνο απαιτεί λιγότερη υπολογιστική ισχύ, αλλά επίσης απαιτεί ένα μικρότερο σύνολο δεδομένων για την εκπαίδευση του μοντέλου.

Χρησιμοποιώντας ένα φυλλομετρητή ιστού (chrome, firefox, edge κ.λπ.) και μία web camera, ο τελικός χρήστης μπορεί να δημιουργήσει μοντέλα μηχανικής μάθησης με εικόνες (κάνοντας λήψη με την κάμερα ή ανεβάζοντας εικόνες από τη συσκευή του ή το διαδίκτυο), ήχους (μέγιστης διάρκειας 10 δευτερολέπτων) ή και στάσεις του σώματος. Τα μοντέλα μηχανικής μάθησης που προκύπτουν από το Google’s Teachable Machine είναι μοντέλα κατηγοριοποίησης (classification), ενώ αξιοσημείωτο είναι ότι έχει μία μικρή μεν, διόλου αμελητέα δε, προβλεπτική ικανότητα, αναλόγως πάντα την ποικιλομορφία και το συνολικό αριθμό των λήψεων για κάθε κατηγορία δεδομένων.

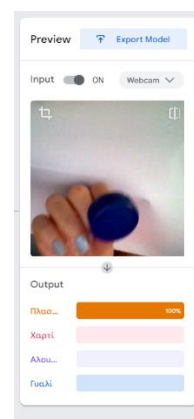
Η εκπαίδευση ενός μοντέλου στο TM, ολοκληρώνεται σε τρία βήματα: 1) Λήψη δεδομένων (π.χ. εικόνα, ήχος, ή στάση του σώματος), 2) Εκπαίδευση του μοντέλου (επιτυγχάνεται με το πάτημα ενός κουμπιού) και 3) Δοκιμή και βελτίωση του μοντέλου (προσθήκη περισσότερων λήψεων ή εξαγωγή και περαιτέρω αξιοποίησή του).



Εικόνα 3: Λήψη δεδομένων



Εικόνα 4: Εκπαίδευση μοντέλου



Εικόνα 5: Δοκιμή και εξαγωγή

Μία από τις δυνατότητες του TM που προσφέρει εξαιρετικές προοπτικές αξιοποίησής του στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι η δυνατότητα εξαγωγής του παραγόμενου μοντέλου σε ποικίλα περιβάλλοντα και εφαρμογές, μεταξύ αυτών και η block-based programming πλατφόρμα [Scratch](#).

Παράλληλα, τόσο η φιλική προς το χρήστη διεπιφάνεια χρήσης, όσο και η ευκολία δημιουργίας του μοντέλου καθ'αυτού, το καθιστούν προσιτή επιλογή ακόμη και για μαθητές προσχολικής ηλικίας, οι οποίοι δεν έχουν ακόμη κατακτήσει το μηχανισμό γραφής και ανάγνωσης. Για το λόγο αυτό, η εφαρμογή Teachable Machine έχει αξιοποιηθεί ερευνητικά τόσο σε μαθητές προσχολικής ηλικίας (Vartiainen, Tedre, & Valtonen, 2020), όσο και σε μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Yang, 2022). Ωστόσο, στα αρνητικά σημεία της εφαρμογής, θα πρέπει να καταλογιστεί το γεγονός ότι κατά τη χρήση της, δεν υπάρχει δυνατότητα αποθήκευσης των δεδομένων εκπαίδευσης (training data), ώστε να εμπλουτιστούν αργότερα με επιπλέον δεδομένα.

4.2.1.2 MIT PERSONAL IMAGE CLASSIFIER

Το [MIT Personal Image Classifier](#) είναι ένα πρόσθετο της εφαρμογής MIT App Inventor, μέσω του οποίου καθίσταται εφικτή η δημιουργία μοντέλου μηχανικής μάθησης και η μετέπειτα ενσωμάτωσή της σε εφαρμογές για smartphones και φορητές συσκευές, που έχουν δημιουργηθεί με το MIT App Inventor.

Όπως και το Teachable Machine, έτσι και το Image Classifier, βασίζεται στο Tensorflow.js, με τη διαφορά ότι σε αυτό ως πηγή δεδομένων χρησιμοποιούνται αποκλειστικά και μόνο εικόνες που λαμβάνονται μέσω web camera, χωρίς να υπάρχει δυνατότητα για μεταφόρτωση - τοπικά ή σε νέφος - αποθηκευμένων εικόνων ή/και χρήση συνόλου δεδομένων άλλης μορφής (π.χ. ήχοι ή πόζες).

Η διαδικασία εκπαίδευσης του μοντέλου ακολουθεί τα ίδια βήματα με το TM, δηλαδή α) λήψη εικόνας (μόνο μέσω web camera), β) εκπαίδευση μοντέλου (πατώντας το μενού test) και γ) δοκιμή του μοντέλου, με σκοπό τη βελτίωση ή την τελική εξαγωγή του.

Στα θετικά στοιχεία του πρόσθετου, θα πρέπει να προσμετρηθεί η εργονομία της διεπιφάνειας χρήσης, που το καθιστά προσιτό ακόμη και σε χρήστες μειωμένης ή μηδενικής αναγνωστικής ικανότητας (όπως για παράδειγμα οι μαθητές προσχολικής ηλικίας), καθώς επίσης και η δυνατότητα περαιτέρω αξιοποίησης του παραγόμενου μοντέλου σε πληθώρα εφαρμογών για φορητές συσκευές και smartphones. Παράλληλα, μία ιδιαίτερα χρήσιμη λειτουργικότητα του πρόσθετου, είναι η δυνατότητα αποθήκευσης των δεδομένων εκπαίδευσης (training data), τα οποία λαμβάνονται με τη μορφή συμπιεσμένου zip αρχείου, ώστε μετέπειτα να εμπλουτιστούν με νέα δεδομένα ή/και κατηγορίες. Ωστόσο, αυτό που παρατηρήθηκε κατά την υλοποίηση του πειράματος διδασκαλίας ήταν η αδυναμία του Image Classifier να ανταποκριθεί σε μεγάλο πλήθος εικόνων, με αποτέλεσμα να μη μπορεί συχνά να ολοκληρωθεί η εκπαίδευση του μοντέλου.

Το MIT Personal Image Classifier στην υπάρχουσα βιβλιογραφία προτείνεται κυρίως για μαθητές μέσης εκπαίδευσης, λόγω των δεξιοτήτων που απαιτούνται από το χρήστη στη φάση της αξιοποίησης του παραγόμενου μοντέλου (Rodríguez, Moreno-León, Román-González, & Robles, 2020).

4.2.1.3 ΑΙ ΚΑΜΕΡΑ HUSKYLENS PRO

Η AI camera Huskylens Pro της εταιρίας DFrobot είναι μία κάμερα με ενσωματωμένη τεχνητή νοημοσύνη, η οποία μέσω θυρών UART /I2C μπορεί να συνδεθεί με Arduino, Raspberry pi και micro:bit, προσφέροντας απεριόριστες δυνατότητες αξιοποίησης για εκπαιδευτικούς ή άλλους σκοπούς.

Διαθέτει ανάλυση 5 megapixel και οθόνη IPS 2", ενώ η λειτουργία της βασίζεται στο chip Kendryte K210, που προσφέρει ταχύτατη ανάλυση και επεξεργασία δεδομένων.

Η τρέχουσα έκδοση υλικολογισμικού (firmware) της Huskylens Pro είναι η V0.5.1a και περιλαμβάνει τις παρακάτω λειτουργίες:

- α) Αναγνώριση προσώπου (face recognition)
- β) Παρακολούθηση αντικειμένου (object tracking)
- γ) Αναγνώριση αντικειμένου (object recognition)
- δ) Κίνηση επάνω σε γραμμή (line tracking)
- ε) Αναγνώριση χρώματος (color recognition)
- στ) Αναγνώριση ετικέτας (tag recognition)
- ζ) Ταξινόμηση αντικειμένων (object classification)
- η) Αναγνώριση κώδικα γρήγορης απόκρισης (QR recognition)
- θ) Αναγνώριση γραμμωτού κώδικα (barcode recognition)

Η επιλογή λειτουργιών και παραμέτρων επιτυγχάνεται με μία ροδέλα κύλισης (αριστερά) κι ένα κουμπί επικύρωσης (δεξιά), γεγονός που την καθιστά ιδιαίτερα εύχρηστη, ακόμη και από μαθητές προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας.

Η ταχύτατη και αξιόπιστη «εκπαίδευση» της κάμερας στην ταξινόμηση αντικειμένων (object classification), η γρήγορη επεξεργασία της προσλαμβανόμενης πληροφορίας, αλλά και η ευκολία ρύθμισης και χρήσης της, την ανέδειξε σε ένα ιδανικό εκπαιδευτικό εργαλείο, με ποικίλες προεκτάσεις.

Στον παρακάτω πίνακα ακολουθεί η σύγκριση των τριών εργαλείων εκπαίδευσης μοντέλων μηχανικής μάθησης που παρουσιάστηκαν στις ενότητες 4.2.1.1 έως και 4.2.1.3:

Πίνακας 2: Σύνοψη εφαρμογών / μέσω Μηχανικής Μάθησης

Δυνατότητες/ Απαιτήσεις	Teachable Machine	Personal Image Classifier	AI camera Huskylens Pro
Απαίτηση Εγγραφής/ Σύνδεσης χρήστη	Όχι	Όχι	Όχι
Τύπος δεδομένων (input dataset)	Εικόνες, ήχοι, πόζες (3)	Εικόνες (1)	Αναγνώριση προσώπου, εντοπισμός αντικειμένου, αναγνώριση αντικειμένου, κίνηση σε γραμμή, αναγνώριση

			χρωμάτων, αναγνώριση ετικετών, ταξινόμηση αντικειμένων, αναγνώριση QR code, αναγνώριση barcode (9)
ML backend	Tensorflow.js	Tensorflow.js	-
Αποθήκευση δεδομένων	Τοπικά	Τοπικά	Τοπικά
Αποθήκευση μοντέλου	Τοπικά	Τοπικά	Τοπικά
Δυνατότητα αξιολόγησης & επανεκπαίδευσης μοντέλου	Ναι	Ναι	Ναι

4.2.2 ΑΛΛΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

4.2.2.1 SCRATCH

Το [Scratch](#) είναι μία γλώσσα προγραμματισμού η οποία ανήκει στην ευρύτερη κατηγορία των γλωσσών οπτικού προγραμματισμού με μπλοκ εντολών (block-based programming). Χάρης στην απλή και φιλική διεπιφάνεια χρήσης (user interface), κάνει προσιπτό τον προγραμματισμό ακόμη και σε παιδιά πρώτης σχολικής ηλικίας, τα οποία μπορούν να δημιουργήσουν ψηφιακές ιστορίες, παιχνίδια, ακόμη και ταινίες κινουμένων σχεδίων (animation).

Η εφαρμογή έχει σχεδιαστεί και αναπτυχθεί από το μη κερδοσκοπικό οργανισμό Scratch Foundation, ενώ συνδυαστικά παρέχει στους χρήστες και μια τεράστια γκάμα πρόσθετων, από δυνατότητες προγραμματισμού και διασύνδεσης με ρομπωτικές διατάξεις, μέχρι και plugins για την εισαγωγή και περαιτέρω αξιοποίηση μοντέλων μηχανικής μάθησης, που ανιχνεύουν ήχους, κινήσεις, εικόνες κ.λπ. Προωθώντας τις δεξιότητες που σχετίζονται με την υπολογιστική σκέψη και τη δημιουργική επίλυση προβλημάτων, τη δημιουργική διδασκαλία και μάθηση, την αυτοέκφραση και τη συνεργασία, αποτελεί μία εξαιρετική ευκαιρία για την επαφή, ακόμη και ατόμων χωρίς προηγούμενη εμπειρία και γνώσεις κωδικοποίησης, με τον προγραμματισμό.

Η ηλικιακή ομάδα στην οποία απευθύνεται είναι παιδιά ηλικίας 8 ετών και άνω, που έχουν κατακτήσει το μηχανισμό γραφής και ανάγνωσης, καθώς επίσης και κάποιες βασικές έννοιες και δεξιότητες της λογικομαθηματικής σκέψης. Παρόλα αυτά, για ηλικίες μικρότερες των 7 ετών, προσφέρεται και μια πιο απλοποιημένη έκδοχή, το [Scratch Junior](#).

Στο παρόν διδακτικό σενάριο ωστόσο, αξιοποιήθηκε η βασική έκδοχή του Scratch, με μεγαλύτερο όμως βαθμό εμπλοκής της ερευνήτριας κατά τη διαδικασία δημιουργίας του κώδικα, διότι αυτή μόνο παρείχε τη δυνατότητα αξιοποίησης μοντέλων μηχανικής μάθησης.

4.2.2.2 MIT APP INVENTOR

Το MIT App Inventor είναι μία διαδικτυακή πλατφόρμα, που σχεδιάστηκε με σκοπό την καλλιέργεια δεξιοτήτων που σχετίζονται με την υπολογιστική σκέψη, μέσω της δημιουργίας εφαρμογών για φορητές συσκευές και smartphones.

Ακολουθώντας τη φιλοσοφία των οπτικών γλωσσών προγραμματισμού με μπλοκ (π.χ. scratch, blockly κ.λπ.), οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να δημιουργήσουν εφαρμογές, αρχικά σύροντας και αποθέτοντας (drag and drop) τα επιθυμητά στοιχεία (εικόνες, κουμπιά, διαχωριστικά κ.ά.) στην οθόνη σχεδιασμού και ακολούθως χρησιμοποιώντας block εντολών, για να προγραμματίσουν τη συμπεριφορά των στοιχείων αυτών στην οθόνη προγραμματισμού.

Επίσης, η πλατφόρμα παρέχει τη δυνατότητα συγχρονισμού της υπό δημιουργία εφαρμογής με το smartphone ή τη φορητή συσκευή του χρήστη, ώστε αυτός - σε πραγματικό χρόνο - να μπορεί να εντοπίσει πιθανά σφάλματα και δυσλειτουργίες και να τα διορθώσει άμεσα.

Οι λειτουργικότητες της πλατφόρμας διευρύνονται περαιτέρω, μέσω της προσθήκης σε αυτή πρόσθετων τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης, όπως για παράδειγμα το Personal Image Classifier.

Το MIT App Inventor προτείνεται για παιδιά που έχουν κατακτήσει το μηχανισμό γραφής και ανάγνωσης, αλλά και σύνθετες λογικομαθηματικές έννοιες, δηλαδή συνήθως από 8 ετών και άνω.

Για το λόγο αυτό, στην παρούσα έρευνα, η εφαρμογή στην οποία ενσωματώθηκε το μοντέλο μηχανικής μάθησης, δημιουργήθηκε από την ερευνήτρια, ενώ η συνεισφορά των παιδιών σε αυτή περιορίστηκε στη δημιουργία των γραφικών και των DIY βίντεο tutorials, που παρουσιάζουν προτάσεις επαναχρησιμοποίησης άδειων συσκευασιών και μετατροπής τους σε άλλα - χρηστικά ή διακοσμητικά - αντικείμενα.

4.2.2.3 ΡΟΜΠΟΤ MAQUEEN PLUS

Το ρομπότ Maqueen plus της DFROBOT, αποτελεί μια προσιτή και οικονομική πρόταση για την υλοποίηση έργων εκπαιδευτικής ρομποτικής. Ενσωματώνοντας μία πλακέτα micro:bit και μεταβαίνοντας στη διεύθυνση <https://makecode.microbit.org/#editor>, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να προγραμματίσει το ρομπότ, σύροντας και αποθέτοντας block εντολών στην επιφάνεια εργασίας.

Οι λειτουργικότητες του ρομπότ μπορούν να επεκταθούν, μέσω της ενσωμάτωσης σε αυτό εγκεκριμένων αξεσουάρ, όπως για παράδειγμα βραχίονες κίνησης που το μετατρέπουν σε όχημα μεταφοράς αντικειμένων (κλαρκ, μπουλντόζα, δαγκάνες κ.λπ.), ή ακόμη και AI κάμερα (HuskyLens Pro), με τη βοήθεια της οποίας το ρομπότ δύναται να αναγνωρίζει μία ευρεία γκάμα ετικετών και αντικειμένων (πρόσωπα, barcodes, qr codes, αντικείμενα κ.λπ.).

Το προγραμματιστικό περιβάλλον του Maqueen Plus, όπως και τα περισσότερα περιβάλλοντα προγραμματισμού μέσω block, προτείνεται για παιδιά ηλικίας 8 ετών και άνω. Όπως γίνεται επομένως κατανοητό, στην παρούσα έρευνα οι μαθητές/-τριες δημιούργησαν οι ίδιοι το μοντέλο μηχανικής μάθησης με τη χρήση της AI κάμερας, ωστόσο ο κώδικας ο οποίος μεταφορτώθηκε στο ρομπότ, για να του προσδώσει τη

λειτουργικότητα που το πείραμα διδασκαλίας απαιτούσε, δημιουργήθηκε από την ερευνήτρια.

Σε κάθε περίπτωση, το ρομπότ θεωρήθηκε κατάλληλο για τις ανάγκες του σεναρίου, καθώς δε βρέθηκε κάποια άλλη συσκευή στην οποία να υπάρχει δυνατότητα εγκατάστασης και χρήσης κάμερας με χαρακτηριστικά τεχνητής νοημοσύνης.

4.3 ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ – ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΑΔΙΩΝ

Ακολουθώντας τη μεθοδολογία της DBR (Design-based research), όπως αυτή περιγράφεται αναλυτικά στην υπάρχουσα βιβλιογραφία, ο σχεδιασμός της παρούσας εκπαιδευτικής έρευνας διήλθε 3 διακριτών σταδίων (Bakker & Van EerDe, 2014):

- 1. Προετοιμασία και σχεδιασμός:** Κατά την πρώτη φάση της έρευνας, πραγματοποιήθηκε η επισκόπηση της βιβλιογραφίας, ώστε με σαφήνεια να προσδιοριστεί η προϋπάρχουσα γνώση και ταυτόχρονα να εντοπιστεί το πιθανό ερευνητικό κενό. Αφού η έρευνα πλαισιώθηκε με την απαραίτητη θεωρητική τεκμηρίωση, ενώ παράλληλα ανιχνεύθηκε η πρότερη γνώση των συμμετεχόντων μαθητών σχετικά με την εκπαίδευση και αξιοποίηση μοντέλων μηχανικής μάθησης, η ερευνήτρια προέβη στη δημιουργία της Υποθετικής Τροχιάς Μάθησης (HLT), επάνω στην οποία βασίστηκε για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη του πειράματος διδασκαλίας. Ο σχεδιασμός της HLT έχει διττό στόχο, αφού αφενός μεν συμβάλλει στο σαφή καθορισμό των στόχων της διδασκαλίας κι αφετέρου δε, κατά την 3^η φάση της DBR αξιοποιείται ως εργαλείο αναστοχασμού, δεδομένου ότι – συγκρινόμενη με την Πραγματική Τροχιά Μάθησης (ALT) - συμβάλλει στον ανασχεδιασμό του διδακτικού σεναρίου και στη διατύπωση των θεωρητικών αρχών που διέπουν τη διδασκαλία του αντικειμένου της έρευνας. Το στάδιο αυτό ξεκίνησε κατά το μήνα Δεκέμβριο του 2021 και ολοκληρώθηκε στις αρχές Μαρτίου 2022.
- 2. Πείραμα διδασκαλίας:** Κατά τη φάση αυτή υλοποιήθηκε το διδακτικό σενάριο, σε πραγματικές συνθήκες, με τη συμμετοχή 6 μαθητών προσχολικής ηλικίας. Αρχικά ως οδηγός για τη διεξαγωγή του πειράματος διδασκαλίας χρησιμοποιήθηκε η HLT, η οποία κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αναπροσαρμόστηκε και παραμετροποιήθηκε, ανάλογα με τα δεδομένα που η ερευνήτρια – εκπαιδευτικός ελάμβανε στο τέλος κάθε ημέρας διεξαγωγής της έρευνας. Η HLT με όλες τις αναπροσαρμογές που υπέστη και σε συνδυασμό με τα ερευνητικά δεδομένα που αντλήθηκαν, αποτέλεσε τη βάση για τη διαμόρφωση της ALT. Η διάρκεια του δεύτερου σταδίου ήταν 7 διδακτικές ώρες, οι οποίες κατανεμήθηκαν σε 5 ημέρες και ολοκληρώθηκαν στα μέσα Μαρτίου 2022.
- 3. Ανασκοπική ανάλυση (retrospective analysis):** Σε αυτήν την τελευταία φάση της έρευνας, πραγματοποιήθηκε η σύγκριση της Υποθετικής Τροχιάς Μάθησης (HLT) με την Πραγματική Τροχιά Μάθησης (ALT), ώστε στη συνέχεια να προκύψουν οι θεωρητικές αρχές για τη διδασκαλία του αντικειμένου της ML σε μαθητές προσχολικής ηλικίας. Με τον τρόπο αυτό επιτεύχθηκε και η - καθοδηγούμενη από τα δεδομένα - εκλέπτυνση (refinement) των ερευνητικών ερωτημάτων. Η ανασκοπική ανάλυση, συμπεριλαμβανομένης της ανάλυσης των

ερευνητικών δεδομένων, της εξαγωγής συμπερασμάτων και της συγγραφής της έρευνας ολοκληρώθηκε κατά το μήνα Ιούνιο του 2022. Σκοπός της φάσης αυτής δεν ήταν να αξιολογηθεί ένα ήδη υπάρχον πλαίσιο ή μία θεωρία, αλλά να αποσαφηνιστούν οι θεωρητικές αρχές που διέπουν την εκπαιδευτική αξιοποίηση της μηχανικής μάθησης από μαθητές προσχολικής ηλικίας, με τρόπο που να διασφαλίζεται η δυνατότητα μεταφοράς της έρευνας (transferability) και σε άλλα πλαίσια, με άλλους συμμετέχοντες και από άλλους ερευνητές.

4.3.1 ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

Για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας, δημιουργήθηκε ένα διδακτικό σενάριο διάρκειας 7 διδακτικών ωρών (315 λεπτών συνολικά) με θέμα την κυκλική οικονομία, που εδράζεται σε τρεις πυλώνες: 1) μείωση απορριμμάτων (reduce), 2) επαναχρησιμοποίηση άδειων συσκευασιών και άλλων υλικών (reuse) και 3) ανακύκλωση (recycle).

Δεδομένης της ηλικίας των συμμετεχόντων μαθητών, το σενάριο πλαισιώθηκε με έναν κεντρικό ήρωα, τον Robo4, ο οποίος ανέθετε στους μαθητές εβδομαδιαίες αποστολές, ζητώντας τους τη βοήθειά τους στο να μεταδώσει το σύνθημά του: «Δεν πετώ – Ανακυκλώνω – Ξαναχρησιμοποιώ». Οι αποστολές αποστέλλονταν στους μαθητές με τη μορφή βίντεο, ενώ τα αποτελέσματά τους αναρτιούνταν στην πλατφόρμα Twinspace του eTwinning.

Πέραν των δραστηριοτήτων μέσω των οποίων οι μαθητές ήρθαν σε επαφή με τη μηχανική μάθηση και τις εφαρμογές της, υλοποιήθηκαν και δραστηριότητες με άλλα θεματικά αντικείμενα, όπως για παράδειγμα η δημιουργία ψηφιακής έκθεσης έργων τέχνης με ανακυκλώσιμα υλικά, η ανακύκλωση χαρτιού, η δημιουργία χάρτη Beebot και ο προγραμματισμός του ρομπότ Beebot για να ακολουθεί συγκεκριμένες διαδρομές κ.λπ..

Παρόλα αυτά, στην παρούσα ερευνητική εργασία αναλύονται μόνο οι δραστηριότητες που σχετίζονται με τη δημιουργία μοντέλων μηχανικής μάθησης και την αξιοποίησή τους σε εφαρμογές, με σκοπό την επίλυση του περιβαλλοντικού ζητήματος της ανακύκλωσης ή επαναχρησιμοποίησης άδειων συσκευασιών.

Στον παρακάτω πίνακα ακολουθεί μία σύνοψη της δομής και των επιμέρους στοιχείων του εκπαιδευτικού σεναρίου, το οποίο περιγράφεται αναλυτικά στις επόμενες υποενότητες.

Πίνακας 3: Σύνοψη του διδακτικού σεναρίου με τίτλο "KIDS' A.I.R. - Artificial Intelligence Recycling"

Θέμα	Κυκλική οικονομία (Reduce – Reuse - Recycle)
Στόχοι	<ol style="list-style-type: none">1. Οι μαθητές να γνωρίσουν τις βασικές αρχές της κυκλικής οικονομίας (μείωση απορριμμάτων – επαναχρησιμοποίηση – ανακύκλωση)2. Να κατανοήσουν το ρόλο της προσθήκης δεδομένων (input data) και της εξαγωγής αποτελεσμάτων (outputs) κατά τη διαδικασία εκπαίδευσης ενός μοντέλου τεχνητής νοημοσύνης

	<ol style="list-style-type: none"> 3. Να κατανοήσουν ότι η εκπαίδευση ενός μοντέλου μηχανικής μάθησης είναι μια διαδικασία «διδασκαλίας» και «μάθησης» 4. Να αντιληφθούν τη σημασία του λάθους, καθώς και τους κινδύνους ή τους ηθικούς περιορισμούς που η χρήση των μοντέλων μηχανικής μάθησης ενέχει 5. Να καλλιεργήσουν εντέλει μία κουλτούρα δημιουργού και να είναι σε θέση να σκεφτούν χρήσεις της μηχανικής μάθησης, προς επίλυση και άλλων περιβαλλοντικών ή μη ζητημάτων
Ψηφιακά μέσα/ εργαλεία	Google's Teachable Machine , Scratch , Personal Image Classifier , MIT App Inventor , AI camera Huskylens Pro , ρομπότ Maqueen Plus
Δραστηριότητες A.I.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Εκπαίδευση ML μοντέλου, με κατηγορίες: χαρτί, πλαστικό, αλουμίνιο και γυαλί (Teachable Machine) 2. Ενσωμάτωση στο Scratch και δημιουργία εφαρμογής που «σκανάρει» άδειες συσκευασίες και υποδεικνύει στο χρήστη το σωστό κάδο ανακύκλωσής τους (κίτρινο για τα χαρτιά, μπλε για τα πλαστικά, κόκκινο για τα αλουμίνια/λευκοσιδηρά και πράσινο για τα γυάλινα) 3. Εκπαίδευση ML μοντέλου με κατηγορίες χαρτί, πλαστικό, αλουμίνιο και γυαλί (Personal Image Classifier) 4. Ενσωμάτωση μοντέλου σε εφαρμογή για κινητά. Ο χρήστης σκανάρει την άδεια συσκευασία και η εφαρμογή τού προτείνει ιδέες επαναχρησιμοποίησης, ανάλογα με το υλικό κατασκευής της (MIT App Inventor) 5. Εκπαίδευση ML μοντέλου με κατηγορίες χαρτί, πλαστικό και αλουμίνιο (AI camera Huskylens Pro) 6. Ενσωμάτωση της κάμερας σε ρομπότ και προγραμματισμός του ρομπότ, ώστε να αναγνωρίζει το υλικό της άδειας συσκευασίας και να τη μεταφέρει στο σωστό κάδο ανακύκλωσης (Maqueen Plus)

Κατά την έναρξη υλοποίησης του εκπαιδευτικού σεναρίου, σκόπιμο θεωρήθηκε να προηγηθεί μία δραστηριότητα εξοικείωσης, στην οποία αξιοποιήθηκαν παραδοσιακά μέσα διδασκαλίας, ώστε να ανιχνευθεί η πρότερη γνώση των συμμετεχόντων μαθητών, αναφορικά με την κατηγοριοποίηση άδειων συσκευασιών ως προς το υλικό κατασκευής τους. Η δραστηριότητα εξοικείωσης, καθώς και οι φάσεις του εκπαιδευτικού σεναρίου, περιγράφονται αναλυτικά στις επόμενες ενότητες.

4.3.1.1 ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΕΞΟΙΚΕΙΩΣΗΣ

Λόγω του ότι οι συμμετέχοντες μαθητές έρχονταν για πρώτη φορά σε επαφή με τη διαδικασία εκπαίδευσης μοντέλων μηχανικής μάθησης, απαραίτητη θεωρήθηκε η υλοποίηση μίας δραστηριότητας εξοικείωσης, συνολικής διάρκειας μίας διδακτικής ώρας.

Αρχικά δόθηκαν στους μαθητές άδειες συσκευασίες προϊόντων που γνωρίζουν από την καθημερινότητά τους (π.χ. άδειο μπουκάλι γάλα, κονσέρβα, κάψουλες καφέ, γυάλινη συσκευασία αλείμματος πραλίνας κ.λπ.). Έπειτα, στο δάπεδο της τάξης τοποθετήθηκαν 4 στεφάνια, που αναπαριστούσαν τους 4 κάδους ανακύκλωσης.

Οι μαθητές κλήθηκαν να τοποθετήσουν καθεμία από τις άδειες συσκευασίες στο κατάλληλο στεφάνι: στο κίτρινο τα χαρτιά, στο κόκκινο τα αλουμίνια/λευκοσιδηρά, στο μπλε τα πλαστικά και στο πράσινο τα γυαλιά.

Όταν η πρώτη φάση της δραστηριότητας ολοκληρώθηκε, οι μαθητές ερωτήθηκαν εάν θα μπορούσε η δραστηριότητα αυτή να υλοποιηθεί με κάποιο τρόπο, με τη χρήση του υπολογιστή. Οι απαντήσεις τους ήταν κυρίως θετικές, παρόλα αυτά δε μπορούσαν να ορίσουν τον τρόπο και τα εργαλεία με τα οποία κάτι τέτοιο θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί.

Πίνακας 4: Σύνοψη δραστηριότητας εξοικείωσης

Σύνοψη Δραστηριότητας Εξοικείωσης	
Τίτλος Δραστηριότητας	Δραστηριότητα εξοικείωσης
Περιγραφή	Κατηγοριοποίηση άδειων συσκευασιών ανάλογα με το υλικό κατασκευής του
Χρονική διάρκεια	1 διδακτική ώρα (45 λεπτά)
Υλικοτεχνικός εξοπλισμός	-
Συμμετέχοντες μαθητές	6
Προαπαιτούμενες γνώσεις	Αναγνώριση υλικών άδειων συσκευασιών Κατανόηση της έννοιας της κατηγοριοποίησης
Στόχοι	<ul style="list-style-type: none">- Να αναγνωρίζουν οι μαθητές τα υλικά κατασκευής άδειων συσκευασιών- Να προβαίνουν σε κατηγοριοποιήσεις, με γνώμονα ένα κοινό χαρακτηριστικό
Παραγόμενο υλικό	-

4.3.1.2 ΦΑΣΗ 1^η: ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ΜΕ ΤΟ TEACHABLE MACHINE ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΟ SCRATCH

Λαμβάνοντας υπόψιν τις απαντήσεις των μαθητών κατά τη δραστηριότητα εξοικείωσης, ενθαρρύνθηκαν από την ερευνήτρια να κατευθυνθούν προς το διαδραστικό πίνακα, ώστε να διερευνήσουν – με τη βοήθειά της – αν και κατά πόσον κάτι τέτοιο θα ήταν δυνατόν.

Έτσι, κατά την πρώτη φάση του πειράματος διδασκαλίας, οι μαθητές με τη χρήση του Google's Teachable Machine εκπαίδευσαν ένα μοντέλο μηχανικής μάθησης βασισμένο σε εικόνες (Image classification), ώστε να μπορεί να αναγνωρίζει το υλικό κατασκευής άδειων συσκευασιών και να τις κατηγοριοποιεί σε χαρτί, πλαστικό, γυαλί ή αλουμίνιο/λευκοσίδηρο.

Κατά τη διαδικασία αυτή, οι μαθητές αξιοποίησαν το διαδραστικό πίνακα της τάξης, ένα σταθερό υπολογιστή (desktop), καθώς και μία web κάμερα που προσαρμόστηκε στον υπολογιστή αυτό. Η εξοικείωση των μαθητών με την εφαρμογή Google's Teachable Machine επιτεύχθηκε με την υποβολή ανοιχτού τύπου ερωτήσεων από την ερευνήτρια, ώστε οι μαθητές να οδηγηθούν σταδιακά στην ανακάλυψη των λειτουργιών κάθε κουμπιού ή μενού εντολών.

Στη συνέχεια, οι μαθητές κλήθηκαν να μεταφέρουν τη δραστηριότητα εξοικείωσης, την οποία υλοποίησαν με παραδοσιακά μέσα, στο ψηφιακό περιβάλλον του Google's Teachable Machine. Δημιούργησαν κατηγορίες, φωτογράφισαν άδειες συσκευασίες που ανήκαν σε καθεμία από αυτές, εκπαιδύσαν το μοντέλο και έπειτα – αφού το έλεγξαν για την ακρίβεια και την ορθότητά του - το εξήγαγαν, ώστε να το αξιοποιήσουν στο επόμενο στάδιο. Παράλληλα, οι μαθητές αποφάσισαν να τοποθετήσουν ταυτόχρονα αντικείμενα από διαφορετικά υλικά κατασκευής στην κάμερα (π.χ. χαρτί και πλαστικό μαζί), με σκοπό να ελέγξουν εάν το μοντέλο παραμένει ακριβές ή εάν παρουσιάζει κάποιες ασάφειες και δυσλειτουργίες.

Στη φάση αυτή, ακολούθησε ημι-δομημένη συνέντευξη, ώστε η ερευνήτρια να ανιχνεύσει το κατά πόσον οι μαθητές είναι σε θέση να σκεφτούν προοπτικές αξιοποίησης του μοντέλου που εκπαιδύσαν, συνδέοντας τη διαδικασία δημιουργίας μοντέλων μηχανικής μάθησης με την αξιοποίησή τους με σκοπό την επίλυση περιβαλλοντικών ζητημάτων. Πιο συγκεκριμένα, επιχειρήθηκε η σύνδεση του ML μοντέλου που δημιουργήθηκε κατά το πρώτο στάδιο, με την αξιοποίησή του σε εφαρμογή που θα επιτελεί το σκοπό της ανακύκλωσης.

Αφού καταγράφηκαν οι απόψεις τους, ξεκίνησε η διαδικασία δημιουργίας της μέσω Scratch. Η εν λόγω εφαρμογή, θα αξιοποιούσε το μοντέλο κατηγοριοποίησης εικόνων που οι μαθητές εκπαιδύσαν, ώστε να υποδεικνύει στο δυναμικό χρήστη το σωστό κάδο ανακύκλωσης στον οποίο θα πρέπει αυτός να απορρίψει την άδεια συσκευασία.

Λόγω του ότι οι μαθητές είχαν και στο παρελθόν χρησιμοποιήσει το Scratch για τον προγραμματισμό του ρομπότ Thymio, το UI του προγραμματιστικού περιβάλλοντος ήταν οικείο σε μεγάλο βαθμό, με αποτέλεσμα να χρειαστεί ελάχιστος χρόνος για την εξοικείωσή τους με τις λειτουργικότητές του, κυρίως σε ό,τι αφορά τα block εντολών που σχετίζονταν με το Google's Teachable Machine.

Ως εκ τούτου, οι μαθητές εισήγαγαν το μοντέλο μηχανικής μάθησης στην εφαρμογή και όρισαν τη συμπεριφορά του με τέτοιο τρόπο, ώστε όταν η κάμερα ανιχνεύει χαρτί, να εμφανίζει ένα κίτρινο κάδο, στο πλαστικό να εμφανίζει μπλε κάδο, στο αλουμίνιο/λευκοσίδηρο έναν κόκκινο κάδο και στο γυαλί έναν πράσινο κάδο.

Τέλος, αφού δοκίμασαν την αξιοπιστία της εφαρμογής για άδειες συσκευασίες που ανήκαν σε καθεμία από τις 4 ομάδες, εντόπισαν πιθανά σφάλματα και τα διόρθωσαν, παράγοντας ένα πλήρως λειτουργικό scratch πρόγραμμα.

Κατά την 1^η φάση του πειράματος διδασκαλίας, οι μαθητές εργάστηκαν σε ομάδα. Είχαν όλοι άμεση πρόσβαση στον υλικοτεχνικό εξοπλισμό, ενώ παράλληλα επικοινωνήσαν, ανέλαβαν πρωτοβουλίες, επιχειρηματολόγησαν, δοκίμασαν διαφορετικές λύσεις και κατέληξαν σε συμπεράσματα. Η προσέγγιση που ακολουθήθηκε ήταν μαθητοκεντρική, ωστόσο η ερευνήτρια – εκπαιδευτικός παρέμβαινε κυρίως στα σημεία που φαινόταν η διαδικασία να οδηγείται σε αδιέξοδο, ώστε – με την υποβολή ανοιχτού τύπου ερωτήσεων - να βοηθήσει την ανακαλυπτική διαδικασία που ακολουθούσαν οι μαθητές.

Συμπληρωματικά, οι παρεμβάσεις της αφορούσαν και την παροχή βοήθειας προς τους μαθητές σε σημεία που απαιτούσαν ανεπτυγμένες δεξιότητες γραφής/ ανάγνωσης (π.χ. ανάγνωση του κειμένου σε κουμπιά ή μενού εντολών), δεδομένου ότι το πείραμα διδασκαλίας υλοποιήθηκε με μαθητές μη ικανούς αναγνώστες.

Έτσι, στο σημείο αυτό, ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε, ώστε – μέσα από κατάλληλου τύπου ερωτήσεις – να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για το αν και κατά πόσον οι μαθητές είναι σε θέση να περιγράψουν σωστά τη διαδικασία εκπαίδευσης του ML μοντέλου της δημιουργίας της Scratch εφαρμογής, να κατανοήσουν τις συνέπειες της παροχής λάθος πληροφοριών κατά την εκπαίδευση του αλγορίθμου, αλλά και να διατυπώσουν δημιουργικές και καινοτόμες ιδέες για τις προοπτικές αξιοποίησης του εξαγόμενου μοντέλου, ώστε αυτό να συντελέσει στην επίλυση περίπλοκων περιβαλλοντικών ζητημάτων.

Πίνακας 5: Σύνοψη δραστηριότητας 1ης φάσης

Σύνοψη Δραστηριότητας 1^{ης} Φάσης	
Τίτλος Δραστηριότητας	Google's Teachable Machine και Scratch – Ανακύκλωση άδειων συσκευασιών
Περιγραφή	<ul style="list-style-type: none"> - Εκπαίδευση μοντέλου μηχανικής μάθησης με τη χρήση του εργαλείου Google's Teachable Machine, ώστε να αναγνωρίζει το υλικό κατασκευής άδειων συσκευασιών - Δημιουργία απλής Scratch εφαρμογής που υποδεικνύει στο χρήστη το σωστό κάδο ανακύκλωσης
Χρονική διάρκεια	2 διδακτικές ώρες (90 λεπτά)
Υλικοτεχνικός εξοπλισμός	<ul style="list-style-type: none"> - Το ψηφιακό εργαλείο εκπαίδευσης ML μοντέλων Google's Teachable Machine - Το ψηφιακό εργαλείο οπτικού προγραμματισμού βασισμένου σε μπλοκ (block-based programming) Scratch - Διαδραστικός Πίνακας - Ηλεκτρονικός υπολογιστής - Web κάμερα
Συμμετέχοντες μαθητές	6
Προαπαιτούμενες γνώσεις	<ul style="list-style-type: none"> - Αναγνώριση υλικών άδειων συσκευασιών - Κατανόηση της έννοιας της κατηγοριοποίησης
Στόχοι	<ul style="list-style-type: none"> - Να αναγνωρίζουν οι μαθητές τα υλικά κατασκευής άδειων συσκευασιών - Να προβαίνουν σε κατηγοριοποιήσεις, με γνώμονα ένα κοινό χαρακτηριστικό - Να δημιουργήσουν ένα μοντέλο αναγνώρισης του υλικού κατασκευής άδειων συσκευασιών με τη χρήση του εργαλείου Google's Teachable Machine - Να ενσωματώσουν το μοντέλο που εκπαίδευσαν στο Scratch και να δημιουργήσουν μία απλή εφαρμογή, που αξιοποιεί το μοντέλο, ώστε να

	υποδείξει στο χρήστη τον κατάλληλο κάδο ανακύκλωσης για κάθε υλικό κατασκευής συσκευασιών (χαρτί, αλουμίνιο, γυαλί, πλαστικό)
Παραγόμενο υλικό	<ul style="list-style-type: none"> - Μοντέλο μηχανικής μάθησης που αναγνωρίζει το χαρτί, το γυαλί, το αλουμίνιο και το πλαστικό (Google's Teachable Machine) - Εφαρμογή Scratch που φωτογραφίζει τις άδειες συσκευασίες και υποδεικνύει το σωστό χρώμα κάδου ανακύκλωσης, ανά κατηγορία υλικού (κίτρινο για τα χαρτιά, μπλε για τα πλαστικά, κόκκινο για τα αλουμίνια/ λευκοσιδηρά και πράσινο για τα γυάλινα)

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ SCRATCH

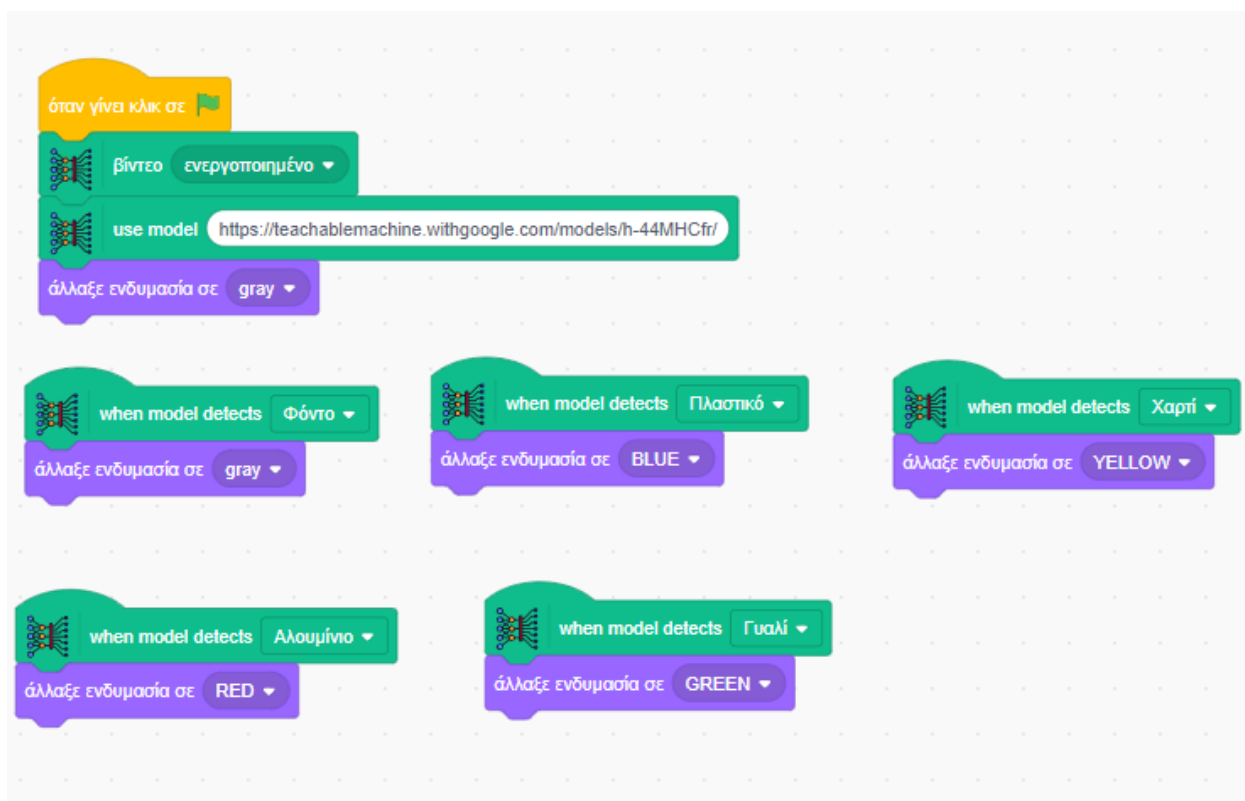
Η ραγδαία εξέλιξη και εξάπλωση των τεχνολογιών που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη και τη μηχανική μάθηση, οδήγησε στην ενσωμάτωση εργαλείων και εφαρμογών AI και ML στις μεγαλύτερες και πιο δημοφιλείς πλατφόρμες προγραμματισμού, όπως το Scratch και το App Inventor.

Μέσω των πρόσθετων αυτών, καθίσταται εφικτή η περαιτέρω αξιοποίηση των μοντέλων μηχανικής μάθησης, σε παιχνίδια, animation ή εφαρμογές, που δημιουργούνται ακόμη και από μη έμπειρους – στον τομέα του προγραμματισμού – χρήστες.

Αξιοποιώντας τη δυνατότητα αυτή, κατά την πρώτη φάση του πειράματος διδασκαλίας, οι συμμετέχοντες μαθητές δημιούργησαν ένα μοντέλο μηχανικής μάθησης που αναγνωρίζει άδειες συσκευασίες, ενσωματώνοντάς το σε μία Scratch εφαρμογή, η οποία προτείνει στον τελικό χρήστη τον κατάλληλο κάδο ανακύκλωσης για να απορρίψει την άδεια συσκευασία, ανάλογα με το υλικό κατασκευής της.

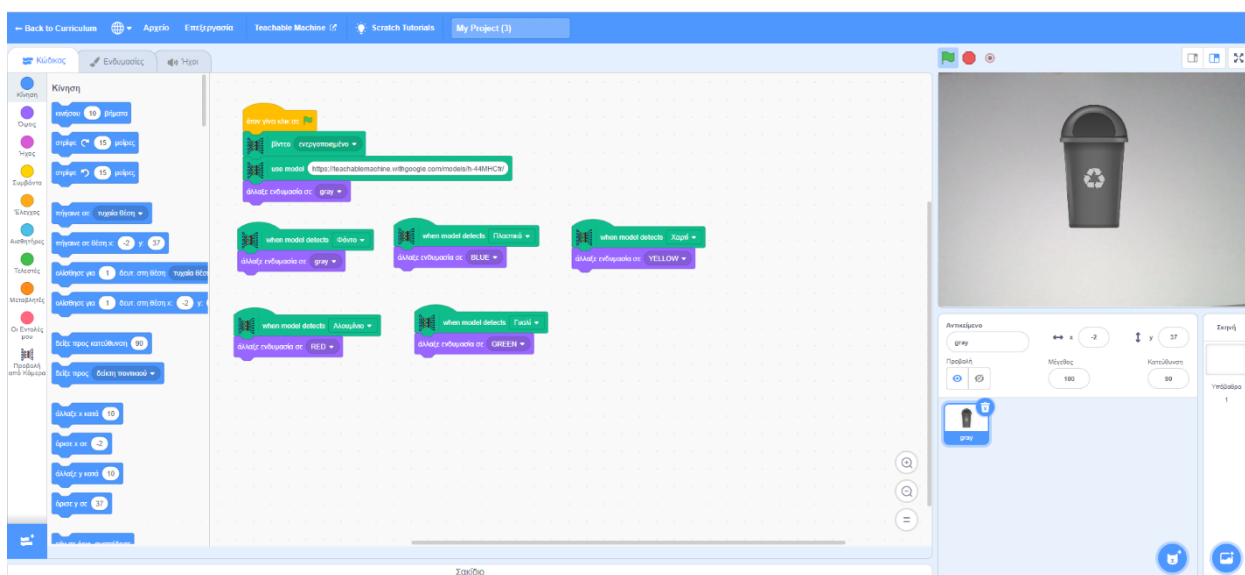
Στην αρχική οθόνη της Scratch εφαρμογής, οι μαθητές επέλεξαν και τοποθέτησαν σαν αρχικό αντικείμενο ένα γκρι κάδο, ο οποίος υποδηλώνει την αναμονή λήψης δεδομένων από το πρόγραμμα (input data). Παράλληλα, στον κάδο αυτό συνδέθηκαν 4 ακόμη «ενδυμασίες»: ένας κίτρινος, ένας μπλε, ένας κόκκινος και ένας πράσινος κάδος.

Στη συνέχεια, στο γκρι κάδο τοποθετήθηκαν τα παρακάτω μπλοκ κώδικα:



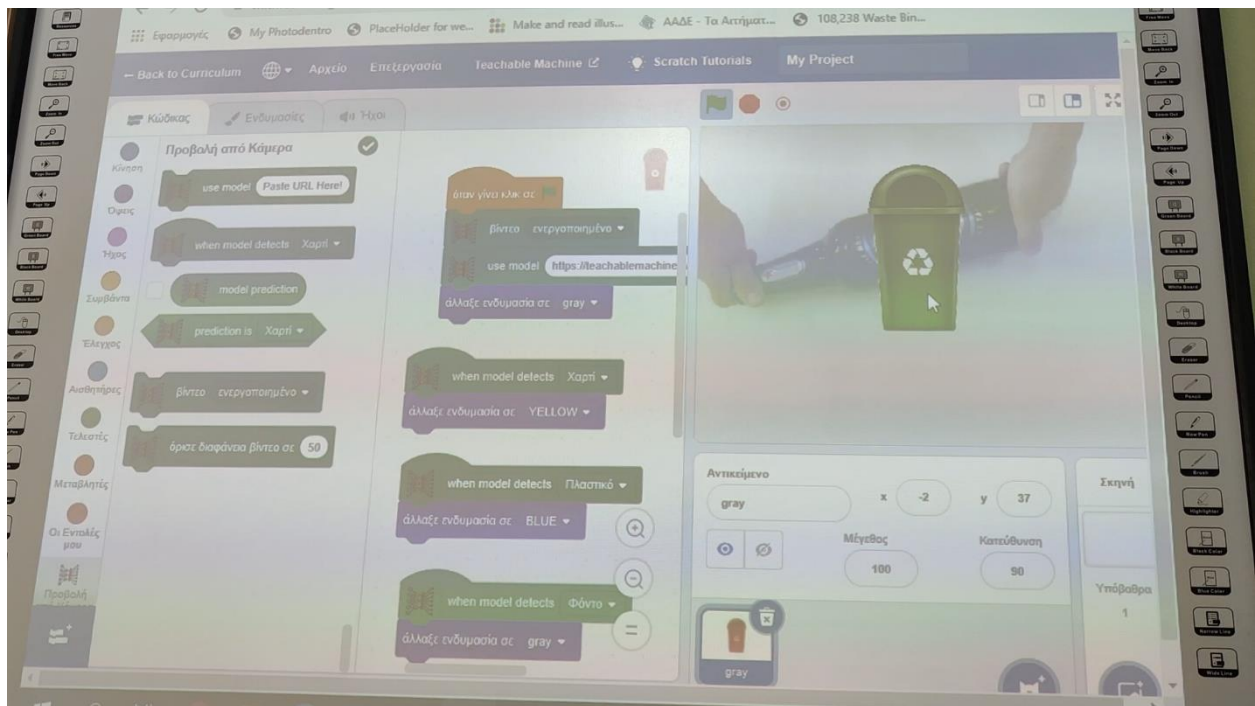
Εικόνα 6: Μπλοκ κώδικα της εφαρμογής Scratch

Όπως φαίνεται και στην εικόνα, πατώντας ο χρήστης την πράσινη σημαία, επιλέγει την εκκίνηση του προγράμματος, που σηματοδοτεί την έναρξη λειτουργίας της κάμερας και την ενεργοποίηση του μοντέλου μηχανικής μάθησης. Το ενεργό αντικείμενο στο στάδιο αυτό είναι ο γκρι κάδος, που δηλώνει την αναμονή εισαγωγής δεδομένων εικόνας.



Εικόνα 7: Η εφαρμογή Scratch

Στη συνέχεια, εάν το ML μοντέλο ανιχνεύσει πλαστικό, ενεργοποιείται η προβολή του μπλε κάδου. Εάν ανιχνεύσει χαρτί, εμφανίζεται ο κίτρινος κάδος. Το αλουμίνιο, αλλάζει την ενδυμασία του κάδου σε κόκκινη, ενώ το γυαλί σε πράσινη.



Εικόνα 8: Απόκριση της εφαρμογής για την πρόσληψη δεδομένων που εντάσσονται στην κατηγορία "Γυαλί"

4.3.1.3 ΦΑΣΗ 2^η: ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ΜΕ ΤΟ PERSONAL IMAGE CLASSIFIER ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΟ APP INVENTOR

Κατά τη δεύτερη φάση του πειράματος διδασκαλίας, οι μαθητές εκπαιδύσαν ένα μοντέλο μηχανικής μάθησης, με τη βοήθεια του πρόσθετου Personal Image Classifier. Στη συνέχεια, το μοντέλο αυτό ενσωματώθηκε σε μία εφαρμογή για φορητές συσκευές και κινητά, η οποία, αφού ανιχνεύσει το υλικό κατασκευής μιας άδειας συσκευασίας, προτείνει στο χρήστη ιδέες επαναχρησιμοποίησής της με τη μορφή βίντεο, ώστε αυτή να μετατραπεί σε ένα χρηστικό ή/ και διακοσμητικό αντικείμενο.

Ο στόχος της φάσης αυτής ήταν διπτός. Αφενός μεν, οι μαθητές ήρθαν σε επαφή με έννοιες και διαδικασίες που σχετίζονται με την κυκλική οικονομία και πιο συγκεκριμένα με την επαναχρησιμοποίηση άδειων συσκευασιών. Αφετέρου δε, επιχειρήθηκε να ανιχνευθεί αν και κατά πόσον οι μαθητές είχαν κατανοήσει τη διαδικασία που απαιτείται για την εκπαίδευση ενός μοντέλου μηχανικής μάθησης, αλλά και κατά πόσον είναι σε θέση να σκεφτούν και να περιγράψουν πιθανούς τρόπους αξιοποίησης του παραγόμενου μοντέλου. Σε ένα δεύτερο επίπεδο ωστόσο, οι ανοιχτού τύπου ερωτήσεις που τέθηκαν από την ερευνήτρια στους μαθητές κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, επιχειρήθηκε να εισφέρουν χρήσιμα συμπεράσματα για την ικανότητα των μαθητών να αντιστοιχίσουν τις λειτουργικότητες ενός ψηφιακού εργαλείου με ενός άλλου ψηφιακού εργαλείου παρόμοιας χρηστικότητας, κάνοντας τις κατάλληλες νοητικές συνδέσεις.

Ως προς την ακολουθούμενη διαδικασία, η φάση αυτή ξεκίνησε με μία ανασκόπηση των σταδίων που προηγήθηκαν. Απαντώντας σε ερωτήσεις που υποβλήθηκαν από την ερευνήτρια – εκπαιδευτικό, οι μαθητές περιέγραψαν τη διαδικασία που ακολούθησαν στην προηγούμενη φάση, ώστε να εκπαιδύσουν το ML μοντέλο και μετέπειτα να το ενσωματώσουν στη Scratch εφαρμογή. Κατά τη διενέργεια των συνεντεύξεων αυτών,

δόθηκε έμφαση στις νοητικές αναπαραστάσεις που οι μαθητές είχαν δημιουργήσει για τη διαδικασία και τα αποτελέσματα της εκπαίδευσης και αξιοποίησης μοντέλων μηχανικής μάθησης.

Ακολούθως, η ερευνήτρια πρότεινε στους μαθητές να γνωρίσουν ένα ακόμη ψηφιακό εργαλείο εκπαίδευσης μοντέλων, το πρόσθετο Personal Image Classifier του MIT App Inventor. Αρχικά, παρουσιάστηκε στους μαθητές η αρχική οθόνη του πρόσθετου και τους ζητήθηκε να κάνουν εικασίες σχετικά με τη χρησιμότητα των μενού εντολών και των κουμπιών, να διατυπώσουν υποθέσεις για το είδος των δεδομένων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη συγκεκριμένη εφαρμογή, καθώς επίσης και για τις ενέργειες που θα έπρεπε να πραγματοποιήσουν, προκειμένου να δημιουργήσουν ένα μοντέλο αντίστοιχο με του Google's Teachable Machine. Όπως και στην προηγούμενη φάση, οι μαθητές είχαν άμεση πρόσβαση στο διαδραστικό πίνακα, καθώς επίσης και την ελευθερία να πειραματιστούν με τα γραφικά στοιχεία και τα μενού εντολών του εργαλείου.

Σταδιακά, οι μαθητές ορθώς διατύπωσαν την πεποίθηση ότι το πρόσθετο μπορεί να χρησιμοποιήσει μόνο δεδομένα εικόνας, ενώ – μέσω του πειραματισμού – ανακάλυψαν ότι το εικονίδιο + εισάγει νέα κατηγορία εικόνων (π.χ. χαρτί, γυαλί κ.λπ.).

Στη συνέχεια, λόγω του ότι αντιμετώπισαν κάποιες δυσκολίες στο να καταλήξουν στον τρόπο με τον οποίο μπορούν να εισαχθούν δεδομένα στην κάθε κατηγορία, χρειάστηκαν τη συμβολή της ερευνήτριας, η οποία ωστόσο τους παρείχε χρήσιμες κατευθύνσεις, χωρίς όμως να τους καθοδηγήσει απευθείας στη σωστή επιλογή.

Πίνακας 6: Σύνοψη δραστηριότητας 2ης Φάσης

Σύνοψη Δραστηριότητας 2^{ης} Φάσης	
Τίτλος Δραστηριότητας	MIT Personal Image Classifier και App Inventor – Επαναχρησιμοποίηση άδειων συσκευασιών
Περιγραφή	<ul style="list-style-type: none"> - Εκπαίδευση μοντέλου μηχανικής μάθησης με τη χρήση του πρόσθετου Personal Image Classifier, ώστε να αναγνωρίζει το υλικό κατασκευής άδειων συσκευασιών - Δημιουργία εφαρμογής για κινητά και φορητές συσκευές, που προτείνει στο χρήστη ιδέες επαναχρησιμοποίησης άδειων συσκευασιών
Χρονική διάρκεια	2 διδακτικές ώρες (90 λεπτά)
Υλικοτεχνικός εξοπλισμός	<ul style="list-style-type: none"> - Το ψηφιακό εργαλείο εκπαίδευσης ML μοντέλων Personal Image Classifier - Το ψηφιακό εργαλείο δημιουργίας εφαρμογών για κινητά και φορητές συσκευές MIT App Inventor - Διαδραστικός Πίνακας - Ηλεκτρονικός υπολογιστής - Web κάμερα - Κινητό τηλέφωνο ή tablet με ενσωματωμένη κάμερα (για τη δοκιμή της εφαρμογής)
Συμμετέχοντες μαθητές	6

Προαπαιτούμενες γνώσεις	<ul style="list-style-type: none"> - Αναγνώριση υλικών άδειων συσκευασιών - Κατανόηση της έννοιας της κατηγοριοποίησης
Στόχοι	<ul style="list-style-type: none"> - Να αναγνωρίζουν οι μαθητές τα υλικά κατασκευής άδειων συσκευασιών - Να προβαίνουν σε κατηγοριοποιήσεις, με γνώμονα ένα κοινό χαρακτηριστικό - Να δημιουργήσουν ένα μοντέλο αναγνώρισης του υλικού κατασκευής άδειων συσκευασιών με τη χρήση του εργαλείου Personal Image Classifier - Να δημιουργήσουν 4 βίντεο με ιδέες επαναχρησιμοποίησης άδειων συσκευασιών, για κάθε υλικό κατασκευής (χαρτί, αλουμίνιο, γυαλί, πλαστικό)
Παραγόμενο υλικό	<ul style="list-style-type: none"> - Μοντέλο μηχανικής μάθησης που αναγνωρίζει το χαρτί, το γυαλί, το αλουμίνιο και το πλαστικό (Personal Image Classifier) - Βίντεο DIY με ιδέες επαναχρησιμοποίησης άδειων συσκευασιών - Εφαρμογή μέσω του MIT App Inventor, κατάλληλη για κινητά και φορητές συσκευές, που φωτογραφίζει τις άδειες συσκευασίες και προτείνει ιδέες επαναχρησιμοποίησης, ώστε αυτές να μετατραπούν σε διακοσμητικά ή/και χρηστικά αντικείμενα

Όπως και στην 1^η φάση, οι μαθητές εισήγαγαν τα σωστά δεδομένα σε καθεμία από τις κατηγορίες, στη συνέχεια εκπαίδευσαν το μοντέλο και στο τέλος έλεγξαν την εγκυρότητα και την ακρίβειά του, προβαίνοντας σε σταδιακές βελτιώσεις, όπου αυτό κρίθηκε αναγκαίο.

Το παραγόμενο μοντέλο αξιοποιήθηκε σε μία εφαρμογή για κινητά και φορητές συσκευές, την οποία η ερευνήτρια σχεδίασε και ανέπτυξε με το ψηφιακό εργαλείο οπτικού προγραμματισμού MIT App Inventor. Λόγω της πολυπλοκότητας του συγκεκριμένου εργαλείου, οι μαθητές δεν είχαν κάποια εμπλοκή με αυτό κατά τη διαδικασία ανάπτυξης της εφαρμογής, σε επίπεδο προγραμματισμού. Ωστόσο, ενεπλάκησαν στη σύλληψη και εκτέλεση των ιδεών επαναχρησιμοποίησης άδειων συσκευασιών για καθένα από τα προαναφερόμενα υλικά, οι οποίες και βιντεοσκοπήθηκαν, ώστε να ενσωματωθούν στην τελική εφαρμογή.

Πριν την ενσωμάτωση του ML μοντέλου, οι μαθητές κλήθηκαν να διατυπώσουν υποθέσεις για το πώς θα μπορούσαν να συνδυάσουν το μοντέλο που εκπαίδευσαν με τα DIY βίντεο που ανέπτυξαν, πρακτική που στόχευε στην ανίχνευση δημιουργικών και καινοτόμων ιδεών.

Όπως παρουσιάζεται και στην ανάλυση των δεδομένων, κάποιοι από τους μαθητές φάνηκε να είναι σε θέση να περιγράψουν τη δομή και τη χρησιμότητα που θα μπορούσε ενδεχομένως να έχει μία εφαρμογή που θα αφορούσε την επαναχρησιμοποίηση άδειων συσκευασιών.

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ APP INVENTOR

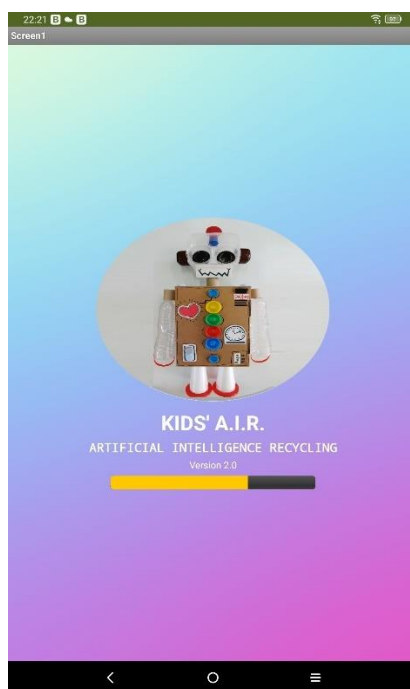
Στο πλαίσιο της καλλιέργειας ικανοτήτων (competencies) και δεξιοτήτων (skills), όπως για παράδειγμα της δημιουργικότητας, της υπολογιστικής σκέψης ή ακόμη και της επιχειρηματικότητας, εξαιρετικά αξιόλογες προσπάθειες έχουν προκύψει, ώστε να κάνουν προσιτή τη δημιουργία εφαρμογών, ακόμη και σε χρήστες που έχουν ελάχιστες ή και μηδαμινές γνώσεις δημιουργίας κώδικα.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι και το MIT App Inventor, στο οποίο ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να σύρει και να αποθέσει τα γραφικά και άλλα στοιχεία στην οθόνη (εικόνες, κείμενο, κουμπιά κ.λπ.) και στη συνέχεια να τα προγραμματίσει, δημιουργώντας απλές ή πολύπλοκες διατάξεις από block κώδικα.

Η εφαρμογή “**KIDS’ A.I.R. – Artificial Intelligence Recycling**” που δημιουργήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας από την ερευνήτρια και στην οποία αξιοποιήθηκαν γραφικά και άλλα στοιχεία που δημιούργησαν οι μαθητές, έχει τη δυνατότητα – μέσω του ενσωματωμένου ML μοντέλου, να αναγνωρίζει το υλικό κατασκευής άδειων συσκευασιών και εν συνεχεία να προτείνει στο χρήστη - με τη μορφή DIY βίντεο - ιδέες επαναχρησιμοποίησης των συσκευασιών αυτών.

Αποτελείται από 7 οθόνες: 1) την αρχική, όπου ο χρήστης βλέπει την ονομασία, την έκδοση και το ποσοστό φόρτωσης, 2) τη βασική, όπου έχει τη δυνατότητα να φωτογραφίσει την άδεια συσκευασία, 3) την οθόνη οδηγιών χρήσης και 4) μία οθόνη με προτάσεις επαναχρησιμοποίησης, σε μορφή βίντεο, για κάθε κατηγορία υλικών (χαρτί, πλαστικό, αλουμίνιο και γυαλί).

Μπαίνοντας στην αρχική οθόνη της εφαρμογής, ο χρήστης μπορεί να δει τον τίτλο καθώς και την τρέχουσα έκδοσή της, ενώ η μπάρα (slider) του δίνει πληροφορίες για το ποσοστό φόρτωσης κι επομένως την ετοιμότητα απόκρισης της εφαρμογής.



Εικόνα 9: Αρχική οθόνη της εφαρμογής KIDS' A.I.R.

Με την ολοκλήρωση της φόρτωσης, ο χρήστης κατευθύνεται στη βασική οθόνη της εφαρμογής. Στην επάνω αριστερή γωνία, υπάρχει ένα εικονίδιο «home», που μπορεί να

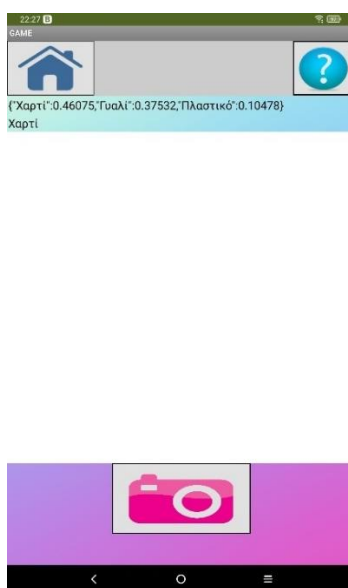
μεταφέρει το χρήστη στην αρχική οθόνη, καθώς κι ένα «ερωτηματικό», μέσω του οποίου ο χρήστης μπορεί να περιηγηθεί στην σελίδα οδηγιών χρήσης.

Με τη μετάβαση στη βασική οθόνη, ενεργοποιείται η κάμερα της συσκευής - εφόσον βέβαια ο χρήστης δώσει τις απαραίτητες άδειες - ενώ παράλληλα εμφανίζεται ένα μεγάλο πλαίσιο με την προεπισκόπηση του αντικειμένου (Εικόνες 10). Πατώντας το κουμπί με το εικονίδιο της φωτογραφικής μηχανής, το μοντέλο μηχανικής μάθησης αναγνωρίζει και κατηγοριοποιεί το υλικό, εμφανίζοντας παράλληλα και την ετυμηγορία (Εικόνες 11) , ενώ ταυτόχρονα μεταφέρει το χρήστη στην οθόνη προεπισκόπησης όλων των διαθέσιμων βίντεο κατασκευών για το υλικό αυτό (Εικόνες 12). Η επιλογή του επιθυμητού βίντεο γίνεται είτε πατώντας επάνω στη μικρογραφία του, είτε πατώντας το κουμπί με την περιγραφή του αντικειμένου, οπότε και η εφαρμογή συνδέει το χρήστη στο YouTube, ώστε να προβάλει το αντίστοιχο βίντεο (Εικόνες 13).

Στις παρακάτω εικόνες, φαίνεται η απόκριση της εφαρμογής για τύπο δεδομένων που ανήκουν στην κατηγορία «Χαρτί».



Εικόνα 10: Οθόνη προεπισκόπησης χάρτινου αντικειμένου



Εικόνα 11: Οθόνη κατηγοριοποίησης του υλικού «Χαρτί»

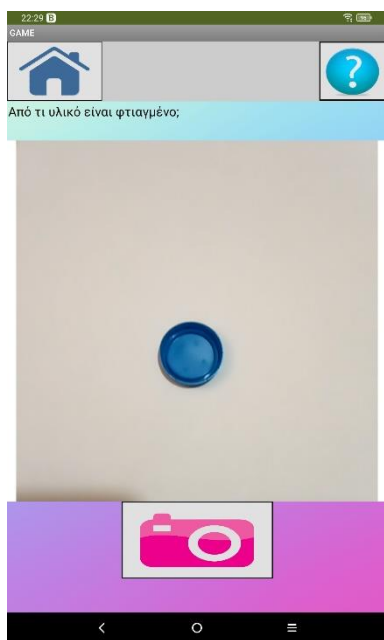


Εικόνα 12: Ιδέες για επαναχρησιμοποίηση χάρτινων συσκευασιών

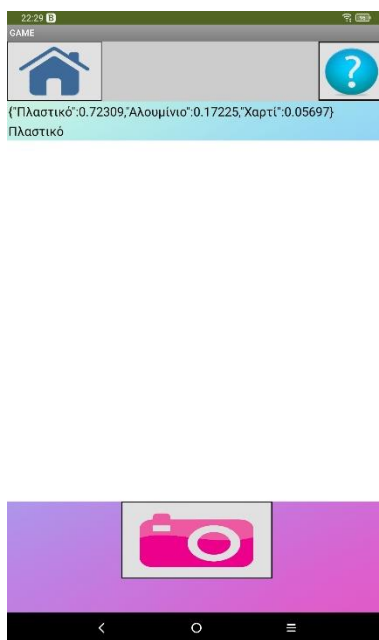


Εικόνα 13: Βίντεο για την αξιοποίηση του χάρτινου ρολού

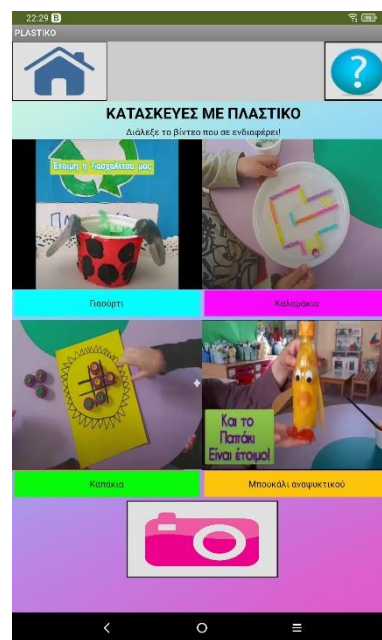
Αντίστοιχα, οι παρακάτω οθόνες εμφανίζονται για τύπο δεδομένων που ανήκει στην κατηγορία «Πλαστικό»...



Εικόνα 14: Οθόνη προεπισκόπησης πλαστικού αντικειμένου



Εικόνα 15: Οθόνη κατηγοριοποίησης του υλικού "Πλαστικό"



Εικόνα 16: Ιδέες για επαναχρησιμοποίηση πλαστικών συσκευασιών

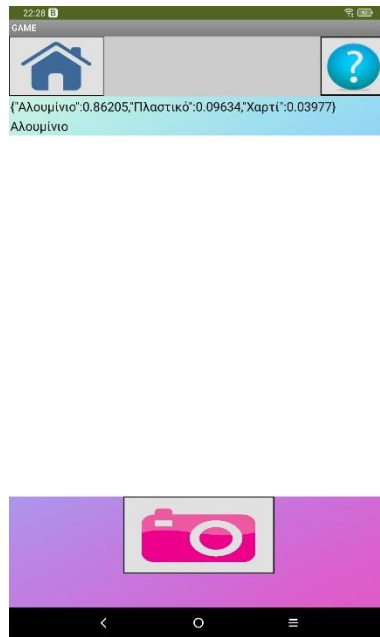


Εικόνα 17: Βίντεο για την αξιοποίηση πλαστικών καπακιών

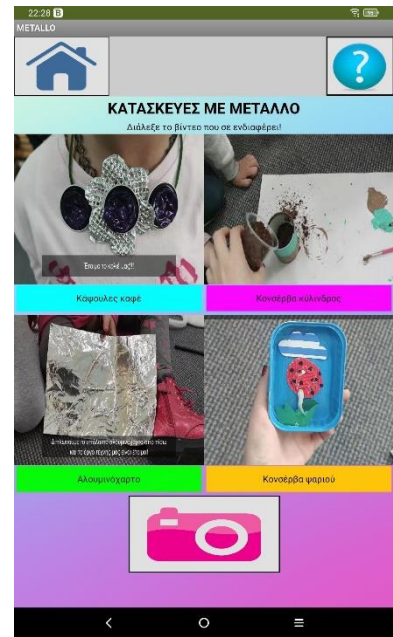
Για τύπο δεδομένων που ανήκει στην κατηγορία «Αλουμίνιο/ Λευκοσίδηρο», εμφανίζονται οι παρακάτω οθόνες:



Εικόνα 18: Οθόνη προεπισκόπησης μεταλλικού αντικειμένου



Εικόνα 19: Οθόνη κατηγοριοποίησης του υλικού "Αλουμίνιο"



Εικόνα 20: Ιδέες για επαναχρησιμοποίηση αλουμινένιων/λευκοσιδηρών συσκευασιών

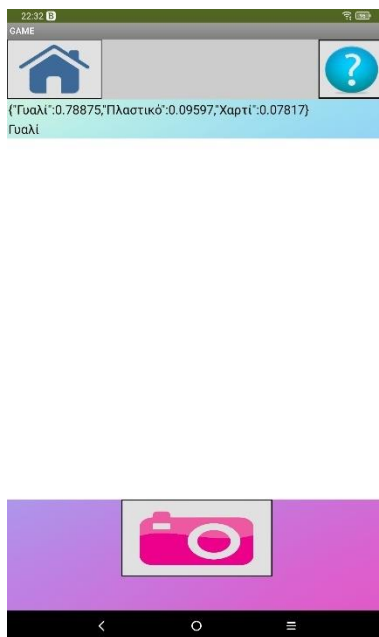


Εικόνα 21: Βίντεο για την αξιοποίηση δοχείου κονσέρβας

Τέλος, για τύπο δεδομένων που ανήκουν στην κατηγορία «Γυαλί», τα αποτελέσματα είναι τα εξής:



Εικόνα 22: Οθόνη προεπισκόπησης γυάλινου αντικειμένου



Εικόνα 23: Οθόνη κατηγοριοποίησης του υλικού "Γυαλί"



Εικόνα 24: Ιδέες για επαναχρησιμοποίηση γυάλινων συσκευασιών



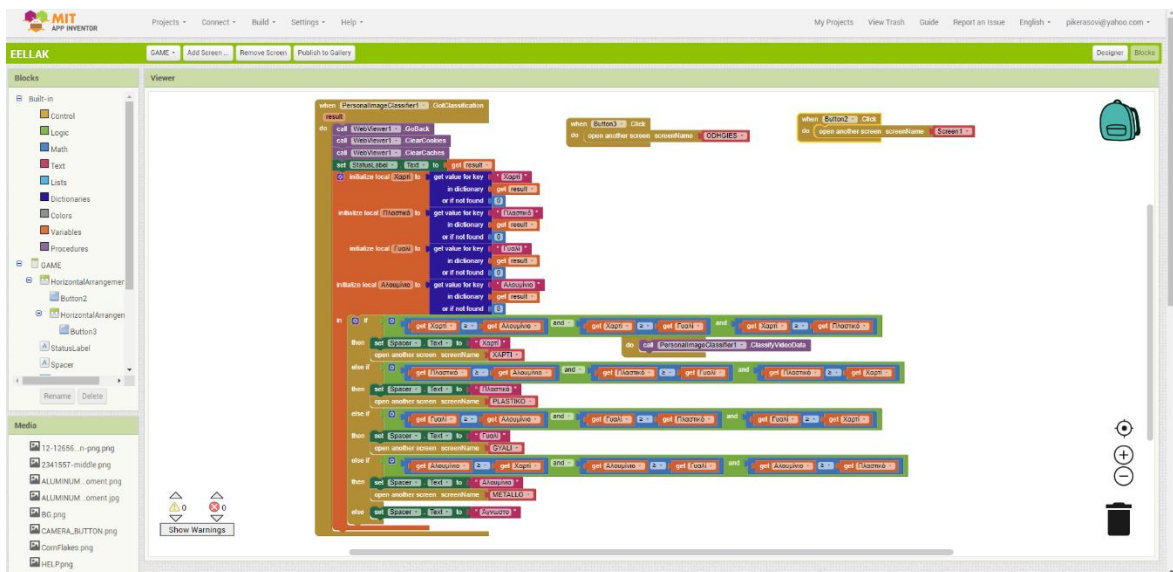
Εικόνα 25: Βίντεο για την αξιοποίηση γυάλινου μπουκαλιού

Όσον αφορά τον προγραμματισμό της εφαρμογής, στη βασική οθόνη τοποθετήθηκαν τα block κώδικα που φαίνονται παρακάτω. Αρχικά ορίστηκε ότι με την είσοδο του χρήστη στην οθόνη αυτή, θα πρέπει να εκκινήσει η διαδικασία κατηγοριοποίησης (classification). Έπειτα, με τα κατάλληλα μπλοκ δημιουργήθηκε ένα λεξικό, με τις έννοιες «Χαρτί», «Πλαστικό», «Γυαλί» και «Μέταλλο», για τις οποίες το μοντέλο μηχανικής μάθησης θα αναζητά τιμές αποτελεσμάτων.

Στη συνέχεια, ορίστηκε ότι αν το μοντέλο κατηγοριοποίησης ανιχνεύσει ότι η τιμή «Χαρτί» είναι μεγαλύτερη από το πλαστικό, το μέταλλο και το γυαλί, η οθόνη θα αλλάζει σε

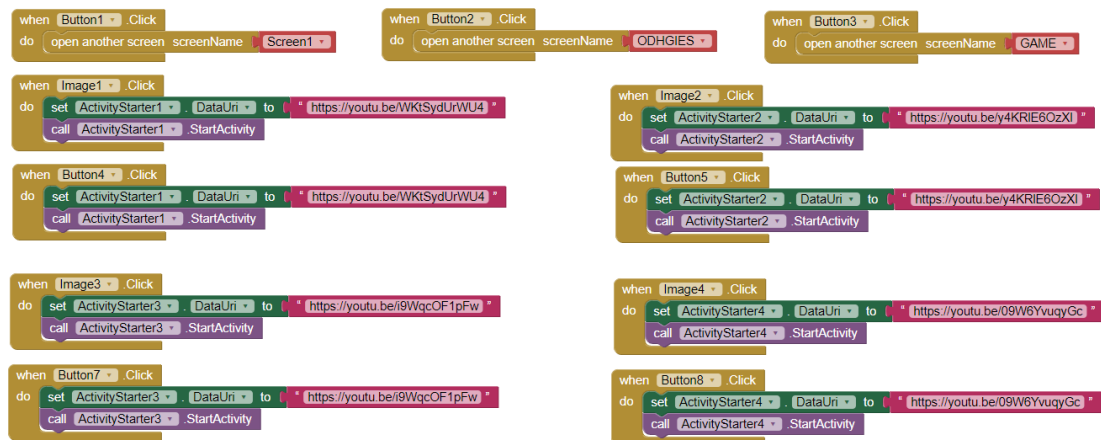
Δημιουργία και Αξιοποίηση μοντέλων Μηχανικής Μάθησης (Machine Learning) από μαθητές προσχολικής ηλικίας

«ΧΑΡΤΙ», δηλαδή στην οθόνη με τα βίντεο επαναχρησιμοποίησης χάρτινων συσκευασιών. Αντίστοιχα, εάν η τιμή για το «Πλαστικό» είναι μεγαλύτερη, θα ενεργοποιείται η οθόνη «ΠΛΑΣΤΙΚΟ» κ.ο.κ.



Εικόνα 26: Κώδικας Βασικής οθόνης

Δείγμα του κώδικα που χρησιμοποιήθηκε στις οθόνες με τα υλικά, φαίνεται στην εικόνα 27. Τα μπλοκ κώδικα ορίζουν ότι όταν ο χρήστης κάνει κλικ είτε στη μικρογραφία του βίντεο, είτε στο κουμπί που βρίσκεται κάτω από αυτή, θα ανοίγει το αντίστοιχο βίντεο στο Youtube. Αντίστοιχα, εάν πατηθεί και πάλι το κουμπί που έχει ως εικονίδιο τη φωτογραφική μηχανή, ο χρήστης θα μεταφέρεται στη βασική οθόνη, για να φωτογραφίσει ξανά κάποιο αντικείμενο.



Εικόνα 27: Μπλοκ κώδικα στις οθόνες υλικών

Οι μαθητές, όταν ολοκληρώθηκε η ανάπτυξη της εφαρμογής, είχαν την ευκαιρία να τη δοκιμάσουν, να έρθουν σε επαφή με τις λειτουργικότητες και τις δυνατότητές της, αλλά και να προτείνουν λύσεις για την πιθανή βελτίωση ή επέκτασή της.

4.3.1.4 ΦΑΣΗ 3^Η: ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ΜΕ ΤΗΝ AI CAMERA HUSKYLENS PRO ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΟ ΡΟΜΠΟΤ MAQUEEN PLUS

Στις δραστηριότητες που προηγήθηκαν, οι μαθητές εξοικειώθηκαν με την εκπαίδευση μοντέλων μηχανικής μάθησης, με δύο διαφορετικά ψηφιακά εργαλεία: α) τη δωρεάν διαδικτυακή εφαρμογή Google's Teachable Machine και β) το πρόσθετο για την εφαρμογή App Inventor, Personal Image Classifier.

Παράλληλα, μέσα από τη διαδικασία του ιδεοκαταιγισμού, διατύπωσαν τις ιδέες τους για τους τρόπους αξιοποίησης των εξαγόμενων μοντέλων, ώστε να συντελέσουν στην επίλυση του ζητήματος της κυκλικής οικονομίας, και πιο συγκεκριμένα στην ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση άδειων συσκευασιών, με τελικό παραγόμενο υλικό σε δύο διαφορετικούς μορφώτυπους, αφενός μεν μία εφαρμογή Scratch κι αφετέρου δε ένα application για κινητά και φορητές συσκευές, που δημιουργήθηκε μέσω του MIT App Inventor.

Κατά την 3^η φάση του πειράματος διδασκαλίας, η οποία ολοκληρώνει και το διδακτικό σενάριο, οι συμμετέχοντες μαθητές ήρθαν σε επαφή με πρακτικές δημιουργίας και εκπαίδευσης «έξυπνων ρομπότ», τα οποία δύνανται να χρησιμοποιήσουν αισθητήρες (π.χ. αισθητήρες απόστασης, κάμερες με ενσωματωμένα χαρακτηριστικά τεχνητής νοημοσύνης κ.λπ.), ώστε – ανάλογα με τα εισερχόμενα δεδομένα (input data) – να παραμετροποιούν τις αποκρίσεις τους (αλλάζοντας ταχύτητα, πορεία κ.λπ.).

Για το σκοπό αυτό, ως υλικοτεχνικός εξοπλισμός επιλέχθηκε μία κάμερα με λειτουργικότητες μηχανικής μάθησης (αναγνώριση προσώπου, αναγνώριση barcodes/ qr codes, λειτουργία κατηγοριοποίησης αντικειμένων κ.ά.), η οποία είναι εύκολη στη χρήση ακόμη και για μαθητές προσχολικής ηλικίας, που δεν έχουν κατακτήσει το μηχανισμό γραφής/ ανάγνωσης.

Κατά το πρώτο σκέλος της 3^{ης} φάσης, οι μαθητές – αφού εξοικειώθηκαν με τη λειτουργία εκπαίδευσης της κάμερας – δημιούργησαν ένα μοντέλο μηχανικής μάθησης, το οποίο κατηγοριοποιούσε τα εισερχόμενα δεδομένα σε α) κενό φόντο, β) χαρτί, γ) πλαστικό και δ) αλουμίνιο. Μέσα από τη διαδικασία αυτή, πειραματίστηκαν με τις λειτουργικότητες της κάμερας, αναγνώρισαν τη σημασία του λάθους κατά την εκπαίδευση μοντέλων μηχανικής μάθησης, ενώ διατύπωσαν ιδέες και απόψεις για τους τρόπους με τους οποίους θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν το ML μοντέλο που δημιουργήθηκε στη φάση αυτή.

Κάποιοι από τους μαθητές, όπως αναλυτικά περιγράφεται και στην ανάλυση των ερευνητικών δεδομένων, ήταν σε θέση να κατανοήσουν ότι το μοντέλο μπορεί να αξιοποιηθεί με σκοπό τη δημιουργία «έξυπνου» ρομπότ, αν και σε αυτό εσφαλμένα κάποιες φορές προσέδιδαν και ανθρώπινα χαρακτηριστικά.

Στο δεύτερο σκέλος της 3^{ης} φάσης, αφού ενσωματώθηκαν στο ρομπότ μηχανικοί βραχίονες τύπου «κλαρκ», αλλά και η AI κάμερα Huskylens Pro, μεταφέρθηκε και ο κώδικας προγραμματισμού της πλακέτας micro:bit, ο οποίος είχε δημιουργηθεί από την εκπαιδευτικό. Αν και οι μαθητές δεν είχαν ενεργό ρόλο στη διαδικασία δημιουργίας του κώδικα, μέσα από ανοιχτού τύπου ερωτήσεις φάνηκε να έχουν δημιουργήσει τις απαραίτητες νοηματοδοτήσεις για τη διαδικασία προγραμματισμού του ρομπότ, ώστε να εκδηλώνει συγκεκριμένες «συμπεριφορές», ανάλογα με τις εισροές που λαμβάνει από την κάμερα, μέσω εντολών της μορφής «εάν...τότε...».

Μετά τον προγραμματισμό του ρομπότ, οι μαθητές προέβησαν σε δοκιμή του τεχνουργήματος που δημιούργησαν και εντόπισαν σφάλματα στις αποκρίσεις του,

(πρακτικής φύσεων κυρίως), προτείνοντας ταυτόχρονα και τρόπους διόρθωσής τους. Για παράδειγμα, βλέποντας ότι τα αντικείμενα που τοποθετούν στο κλαρκ του ρομπότ πέφτουν, πρότειναν και ενσωμάτωσαν μία ειδική υποδοχή, ώστε να συγκρατούνται ακόμη και ογκώδη αντικείμενα επάνω στους μηχανικούς βραχίονες του ρομπότ.

Η 3^η φάση του πειράματος διδασκαλίας δομήθηκε με τρόπο που να έχει απόλυτη συνάφεια με τις προηγούμενες φάσεις, ενώνοντας στην ουσία τα παραγόμενα που είχαν προκύψει από αυτές. Πιο συγκεκριμένα, στην επιφάνεια κίνησης του ρομπότ και ειδικότερα στα άκρα που οριοθετούσαν το σημείο τερματισμού της κάθε διαδρομής, τοποθετήθηκαν χρωματιστοί κάδοι (κίτρινος για τα χαρτιά, μπλε για τα πλαστικά, κόκκινος για τα αλουμίνια), πάνω στους οποίους επικολλήθηκε ένας κωδικός γρήγορης απόκρισης (QR code), ώστε να κατευθύνει το χρήστη στην εφαρμογή «KIDS' A.I.R.», που αναπτύχθηκε κατά τη 2^η φάση του πειράματος διδασκαλίας.

Έτσι, αφού το ρομπότ μετέφερε το προς ανακύκλωση αντικείμενο στο σωστό κάδο, ο τελικός χρήστης είχε τη δυνατότητα να σκανάρει τον κωδικό γρήγορης απόκρισης, να εισέλθει στην εφαρμογή από μία φορητή συσκευή (tablet) ή ένα smartphone και να περιηγηθεί στις προτεινόμενες ιδέες επαναχρησιμοποίησης της άδειας συσκευασίας, αποφασίζοντας τελικά αν θα απορρίψει την άδεια συσκευασία στον κάδο ανακύκλωσης ή αν θα την ξαναχρησιμοποιήσει, μετατρέποντάς την σε ένα νέο, χρηστικό ή/και διακοσμητικό αντικείμενο.

Με τον τρόπο αυτό, εισήχθη ως παράγοντας στη μαθησιακή διαδικασία και η λήψη αποφάσεων, υπολογίζοντας το ανάλογο διακύβευμα για καθεμία από τις προτεινόμενες λύσεις.

Ο ρόλος της εκπαιδευτικού κατά τη διεξαγωγή του πρώτου σταδίου της 3^{ης} φάσης ήταν υποστηρικτικός, συνεργατικός και καθοδηγητικός, αφού – χωρίς να προτείνει συγκεκριμένες λύσεις στους μαθητές – μέσα από τις ανάλογες ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, στόχευε στο να συμβάλει στην καλλιέργεια της αποκλίνουσας σκέψης των μαθητών, αλλά και στο να δημιουργήσει ένα υποστηρικτικό πλαίσιο διερευνητικής μάθησης.

Παράλληλα, μολονότι οι μαθητές δεν ενεπλάκησαν στη δημιουργία κώδικα για την πλακέτα micro:bit, λόγω του ότι η προγραμματιστική πλατφόρμα makecode απευθύνεται σε μαθητές από 8 ετών και άνω και απαιτεί γνώσεις και δεξιότητες που οι μαθητές προσχολικής ηλικίας δεν έχουν ακόμη αποκτήσει ή αναπτύξει, δοκίμασαν και πρότειναν βελτιώσεις για το τελικό παραγόμενο, εντοπίζοντας πιθανά σφάλματα στον κώδικα και την ευρύτερη λειτουργικότητα του ρομπότ.

Πίνακας 7: Σύνοψη δραστηριότητας 3ης φάσης

Σύνοψη Δραστηριότητας 3^{ης} Φάσης	
Τίτλος Δραστηριότητας	AI Huskylens Pro και ρομπότ Maqueen Plus – Ανακύκλωση ή επαναχρησιμοποίηση άδειων συσκευασιών
Περιγραφή	- Εκπαίδευση μοντέλου μηχανικής μάθησης με τη χρήση της AI κάμερας Huskylens Pro

	<ul style="list-style-type: none"> - Προγραμματισμός του ρομπότ micro:bit Maqueen Plus, ώστε να ακολουθεί διαφορετική διαδρομή για κάθε κατηγορία inputs
Χρονική διάρκεια	1 διδακτική ώρα (45 λεπτά)
Υλικοτεχνικός εξοπλισμός	<ul style="list-style-type: none"> - Η λειτουργία Object Classification της AI κάμερας Huskylens Pro - Το ρομπότ Maqueen Plus - Πλακέτα micro:bit - Το πρόσθετο πακέτο εξαρτημάτων Maqueen Mechanic - Η εφαρμογή block-based προγραμματισμού makecode της micro:bit
Συμμετέχοντες μαθητές	6
Προαπαιτούμενες γνώσεις	<ul style="list-style-type: none"> - Αναγνώριση υλικών άδειων συσκευασιών - Κατανόηση της έννοιας της κατηγοριοποίησης
Στόχοι	<ul style="list-style-type: none"> - Να αναγνωρίζουν οι μαθητές τα υλικά κατασκευής άδειων συσκευασιών - Να προβαίνουν σε κατηγοριοποιήσεις, με γνώμονα ένα κοινό χαρακτηριστικό - Να εκπαιδεύσουν την AI κάμερα Huskylens Pro, ώστε να αναγνωρίζει συσκευασίες από χαρτί, πλαστικό και αλουμίνιο - Να προγραμματίσουν το ρομπότ Maqueen Plus, ώστε για κάθε τύπο εισροών (χαρτί, πλαστικό, αλουμίνιο), να παραμετροποιεί τη συμπεριφορά του και να ακολουθεί διαφορετική πορεία
Παραγόμενο υλικό	<ul style="list-style-type: none"> - Μοντέλο μηχανικής μάθησης που αναγνωρίζει το χαρτί, το αλουμίνιο και το πλαστικό (AI κάμερα Huskylens Pro) - Κώδικας για ρομπότ micro:bit Maqueen Plus, που κινείται σε 3 διαφορετικές κατευθύνσεις, ανάλογα με τον τύπο εισροών που λαμβάνει από την AI κάμερα

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΡΟΜΠΟΤ ΜΑQUEEN PLUS ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΗΣ AI ΚΑΜΕΡΑΣ HUSKYLENS PRO

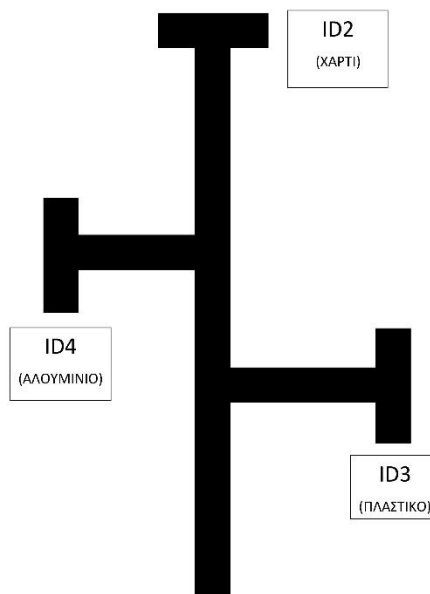
Οι ρομπωτικές διατάξεις που χρησιμοποιούνται για εκπαιδευτικούς σκοπούς ποικίλουν ως προς τη μορφή, τις λειτουργικότητες, αλλά ακόμη και το βαθμό πολυπλοκότητας στη διαδικασία του προγραμματισμού και του εν γένει χειρισμού τους.

Για παράδειγμα, οι μαθητές προσχολικής ηλικίας έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή με τον προγραμματισμό, μέσα από ρομπότ τα οποία διαθέτουν ενσωματωμένα πλήκτρα κατεύθυνσης (επάνω, κάτω, δεξιά και αριστερά) και λοιπών ενεργειών (επικύρωση ή διαγραφή του κώδικα), ενώ η μορφή τους παραπέμπει συνήθως σε κάποιο ζώακι, όπως η μελισσούλα Beebot, το ποντικάκι Colby κ.ά.. Οι δυνατότητές τους περιορίζονται στην εκτέλεση μίας διαδρομής επάνω σε ειδικά διαμορφωμένα δάπεδα κίνησης (mats), ενώ δε διαθέτουν περαιτέρω προηγμένες λειτουργίες.

Παρόλα αυτά, στην παρούσα διπλωματική, λόγω της φύσης του υπό διερεύνηση θέματος της μηχανικής μάθησης και της ανάγκης για ενσωμάτωση αισθητήρα με χαρακτηριστικά τεχνητής νοημοσύνης, το ρομπότ που επιλέχθηκε ήταν πιο σύνθετο ως προς την διαδικασία προγραμματισμού του, αφού προϋπέθετε τη χρήση της πλατφόρμας makecode, καθώς επίσης και προχωρημένες γνώσεις κωδικοποίησης.

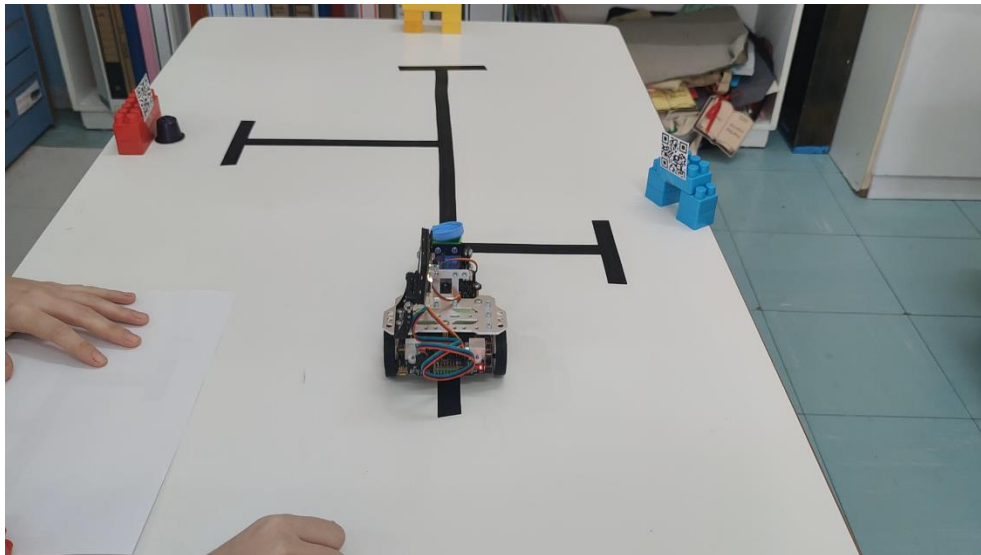
Για το λόγο αυτό, οι συμμετέχοντες στην έρευνα μαθητές ενεπλάκησαν μόνο κατά τη διάρκεια εκπαίδευσης της AI κάμερας και μετέπειτα της δοκιμής του κώδικα ο οποίος σχεδιάστηκε και μεταφορτώθηκε στο ρομπότ από την ερευνήτρια-εκπαιδευτικό, αφού σκοπός της έρευνας δεν ήταν να έρθουν οι μαθητές σε άμεση επαφή με τη διαδικασία προγραμματισμού, αλλά με τις δυνατότητες προσθήκης μοντέλων μηχανικής μάθησης σε ρομποτικές συσκευές, με σκοπό την επίλυση απλών ή σύνθετων περιβαλλοντικών ζητημάτων.

Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές εκπαίδευσαν αρχικά την AI κάμερα να αναγνωρίζει το χαρτί, το αλουμίνιο και το πλαστικό. Στη συνέχεια, με τη βοήθεια της ερευνήτριας, επάνω σε λευκό τραπέζι και χρησιμοποιώντας μαύρη ταινία, δημιούργησαν ένα σύνολο διαδρομών, στο κάθε άκρο των οποίων υπήρχε ένα ομοίωμα κάδου ανακύκλωσης.



Εικόνα 28: Διαδρομή ρομπότ Maqueen Plus

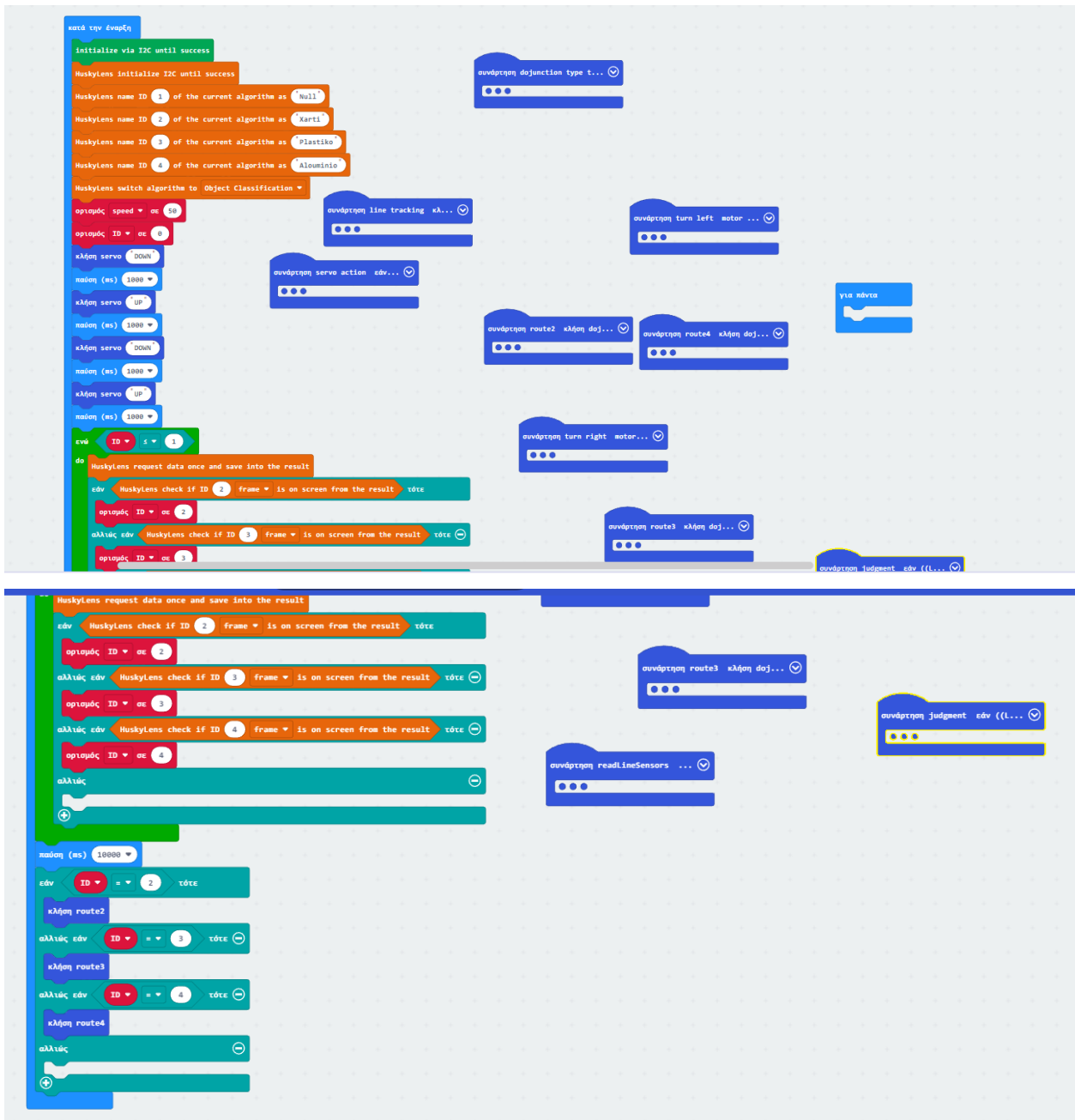
Επάνω σε κάθε κάδο είχε επικολληθεί ένας QR code, που θα μετέφερε το χρήστη στην εφαρμογή “KIDS’ A.I.R.”, η οποία είχε αναπτυχθεί κατά τη δεύτερη φάση του πειράματος διδασκαλίας.



Εικόνα 29: Διάδρομος κίνησης του ρομπότ Maqueen Plus

Με τη χρήση του ψηφιακού εργαλείου block-based προγραμματισμού, δημιουργήθηκε ο κώδικας κίνησης που φαίνεται στην εικόνα 30 με τις εξής λειτουργίες:

1. Το ρομπότ προγραμματίστηκε να ανιχνεύει και να κινείται επάνω σε μαύρες γραμμές.
2. Με το πάτημα του πλήκτρου ενεργοποίησης του ρομπότ, οι μηχανικοί βραχίονες (κλαρκ) ανέβαιναν και κατέβαιναν δύο φορές, ώστε να δείξουν στο χρήστη τη θέση ετοιμότητας στην οποία βρίσκεται το ρομπότ. Στο τέλος της διαδικασίας, οι βραχίονες ανυψώνονταν, ώστε να μπορούν να δεχθούν το προς ανακύκλωση αντικείμενο.
3. Η ενσωματωμένη κάμερα έμπαινε σε λειτουργία αναμονής λήψης δεδομένων εισροών (input data) για 10 δευτερόλεπτα. Στο διάστημα αυτό, ο χρήστης έπρεπε να κρατήσει σταθερά μπροστά στην κάμερα το αντικείμενο που θέλει να απορρίψει στους κάδους, μέχρι στην οθόνη να οριστικοποιηθεί η κατηγορία (cluster) στην οποία το αντικείμενο εντάσσεται (π.χ. ID2 το χαρτί, ID3 το πλαστικό και ID4 το αλουμίνιο).
4. Ακολούθως, ο χρήστης έπρεπε να τοποθετήσει στους υποδοχείς του κλαρκ το αντικείμενο, ώστε το ρομπότ να μεταφέρει: α) τα αντικείμενα με ID2 προς τα εμπρός, β) τα αντικείμενα με ID3 προς τα εμπρός και δεξιά και γ) τα αντικείμενα με ID4 προς τα εμπρός και αριστερά.
5. Τέλος, όταν το ρομπότ ανίχνευε τη λήξη της διαδρομής (που επισημαινόταν με μία γραμμή σχεδιασμένη σε σχήμα «T»), κατέβαζε το κλαρκ και άφηνε το αντικείμενο στον κάδο.



Εικόνα 30: Απόσπασμα κώδικα του Maqueen Plus

4.4 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

4.4.1 ΜΕΣΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Ο αρχικός σχεδιασμός της έρευνας προέβλεπε την άντληση δεδομένων από πολλαπλές πηγές, ώστε κατά την ανάλυσή τους, αφενός μεν να δημιουργηθούν πολυτροπικές καταγραφές και αφετέρου δε η ερευνήτρια να προβεί σε τριγωνοποίηση δεδομένων, προκειμένου να διασφαλιστεί η εσωτερική εγκυρότητα και αξιοπιστία της έρευνας (Bakker & Van EerDe, 2014).

Ωστόσο, τόσο οι χρονικοί περιορισμοί που είχαν εξαρχής τεθεί για την ολοκλήρωση της ερευνητικής διαδικασίας, όσο και οι αντικειμενικές δυσκολίες στο να συλλεχθούν και να αναλυθούν δεδομένα από πολλαπλές πηγές από έναν και μόνο ερευνητή, πολλώ δε μάλλον όταν το δείγμα αποτελούν μαθητές προσχολικής ηλικίας (μη αναγνώστες και με μεγαλύτερη ανάγκη παρεμβάσεων από την πλευρά του ερευνητή), επέβαλαν ουσιαστικά την ανάγκη περιορισμού των πηγών καταγραφής. Παράλληλα, απορρίφθηκε ο αρχικός σχεδιασμός για βιντεοσκοπική καταγραφή του πειράματος διδασκαλίας, με σκοπό την ανίχνευση τη μη λεκτικής επικοινωνίας μεταξύ των συμμετεχόντων, λόγω ενστάσεων και αντιρρήσεων που εγείρονταν από τους γονείς των μαθητών.

Για το λόγο αυτό, τα ερευνητικά εργαλεία που αξιοποιήθηκαν περιγράφονται παρακάτω:

- 1. RQ1:** Για τις ανάγκες του πρώτου ερευνητικού ερωτήματος, στο οποίο διερευνώνται οι λεκτικές αλληλεπιδράσεις των μαθητών, ώστε να διαπιστωθεί εάν είναι πρόθυμοι και δεκτικοί στο να εμπλακούν σε συνεργατικές διαδικασίες σχεδιασμού και δημιουργίας νέων προϊόντων και υπηρεσιών, βασισμένων σε ML συστήματα, ως μέσα συλλογής δεδομένων αξιοποιήθηκαν:
 - a. Αρχείο καταγραφής ήχου,** το οποίο λήφθηκε με εφαρμογή ηχογράφησης σε Android smartphone. Στο αρχείο ήχου κατεγράφησαν όλοι οι διάλογοι που διημείφθησαν μεταξύ των συμμετεχόντων μαθητών, αλλά και με την ερευνήτρια – εκπαιδευτικό, κατά τη διάρκεια εκπαίδευσης των ML μοντέλων, αλλά και δημιουργίας των εφαρμογών στις οποίες μετέπειτα αυτά ενσωματώθηκαν. Οι διάλογοι αναλύθηκαν με τον τρόπο που αναφέρεται στην [παράγραφο 4.5](#), με σκοπό να εντοπιστούν λεκτικές εκφράσεις που υποδηλώνουν διάθεση για συνεργασία και προθυμία συμμετοχής στο πείραμα διδασκαλίας.
 - b. Μίνι συνεντεύξεις των μαθητών.** Κατά τη διάρκεια εκπαίδευσης και αξιοποίησης των μοντέλων μηχανικής μάθησης, η ερευνήτρια – εκπαιδευτικός προέβη στη διεξαγωγή μίνι συνεντεύξεων, διάρκειας 20'' έως και 4', με σκοπό την άντληση πρόσθετων πληροφοριών, την αποσαφήνιση συγκεκριμένων σημείων, αλλά και την ανίχνευση των ιδεών και νοητικών αναπαραστάσεων των μαθητών.
- 2. RQ2:** Για τις ανάγκες του δεύτερου ερευνητικού ερωτήματος, το οποίο πρόκειται να καταδείξει εάν οι συμμετέχοντες μαθητές είναι σε θέση να κατανοήσουν ότι η εκπαίδευση ενός μοντέλου μηχανικής μάθησης είναι στην ουσία μια διαδικασία «διδασκαλίας και μάθησης» μεταξύ ανθρώπου και υπολογιστή, ως πηγή δεδομένων αξιοποιήθηκαν:
 - a. Αρχείο καταγραφής ήχου.** Το αρχείο λήφθηκε μέσω εφαρμογής ηχογράφησης smartphone, ενώ σε αυτό κατεγράφησαν όλοι οι διάλογοι μεταξύ παιδιών και εκπαιδευτικού, κατά τη διάρκεια πειραματισμού και

αλληλεπίδρασής τους με τα ψηφιακά εργαλεία και τις συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν για τις ανάγκες της έρευνας. Με τον τρόπο αυτό αποτυπώθηκε η λεκτική επικοινωνία μεταξύ των συμμετεχόντων στην έρευνα και αναζητήθηκαν λέξεις και φράσεις που υποδηλώνουν τη δημιουργία νοηματοδοτήσεων από τους μαθητές που παραπέμπουν σε βαθιά κατανόηση της διαδικασίας «εκπαίδευσης» του υπολογιστή.

- b. Μίνι συνεντεύξεις των μαθητών.** Κατά τη διάρκεια επενέργειας των μαθητών επάνω στα ψηφιακά εργαλεία, η ερευνήτρια – εκπαιδευτικός, στα σημεία όπου επιθυμούσε να εκμαιεύσει κάποιες επιθυμίες, ιδέες, πληροφορίες ή διευκρινίσεις από τα παιδιά, διεξήγαγε μίνι συνεντεύξεις διάρκειας 20’’ έως και 4’, οι οποίες επίσης κατεγράφησαν μέσω εφαρμογής ηχογράφησης smartphone.
3. **RQ3:** Δεδομένου ότι σκοπός του 3^{ου} ερευνητικού ερωτήματος είναι να εντοπίσει κατά πόσον οι μαθητές είναι σε θέση να σκεφτούν και να περιγράψουν δημιουργικές ιδέες αξιοποίησης των μοντέλων μηχανικής μάθησης, που θα έχουν στόχο να επιλύσουν ζητήματα της καθημερινότητας, ως πηγή δεδομένων αξιοποιήθηκαν:
- a. Αρχείο καταγραφής ήχου.** Χρησιμοποιώντας εφαρμογή ηχογράφησης Smartphone, η ερευνήτρια κατέγραψε τους διαλόγους των συμμετεχόντων μαθητών, ώστε να διερευνηθούν οι απόψεις τους για τις προοπτικές αξιοποίησης των παραγόμενων μοντέλων μηχανικής μάθησης, σε κάθε στάδιο της διαδικασίας.
- b. Μίνι συνεντεύξεις των μαθητών.** Και για τις ανάγκες αυτού του ερευνητικού ερωτήματος, αξιοποιήθηκε η τεχνική των μίνι συνεντεύξεων, κατά τη διάρκεια των οποίων η ερευνήτρια εστίασε στις απόψεις και αντιλήψεις των παιδιών, τόσο για τους τρόπους αξιοποίησης των μοντέλων που οι ίδιοι παρήγαγαν, όσο και τις πιθανές επεκτάσεις της μηχανικής μάθησης και σε άλλους τομείς της καθημερινότητας, με σκοπό την επίλυση απλών ή σύνθετων κοινωνικών, οικονομικών, ιατρικών και άλλων ζητημάτων
- c. Φύλλο εργασίας.** Με την ολοκλήρωση του πειράματος διδασκαλίας και αφού οι μαθητές είχαν δημιουργήσει μοντέλα μηχανικής μάθησης με τρία διαφορετικά ψηφιακά εργαλεία και τα είχαν αξιοποιήσει με ισάριθμους διαφορετικούς τρόπους, κλήθηκαν να ζωγραφίσουν σε φύλλο εργασίας πιθανές προοπτικές επέκτασης της μηχανικής μάθησης και σε άλλους τομείς. Στα φύλλα εργασίας αποτυπώθηκαν και γραπτώς – με τη βοήθεια της εκπαιδευτικού – οι ιδέες και αντιλήψεις των παιδιών, οδηγώντας σε ιδιαίτερα χρήσιμα συμπεράσματα.
4. **Ημερολόγιο καταγραφής:** Προκειμένου – κατά τη φάση της ανάλυσης δεδομένων – να καταστεί εφικτή η διαμόρφωση του προφίλ των συμμετεχόντων και δεδομένου ότι αυτοί δεν ήταν ικανοί αναγνώστες, ώστε να μπορέσουν να απαντήσουν σε κάποιο ερωτηματολόγιο, η ερευνήτρια - εκπαιδευτικός αξιοποίησε το ημερολόγιο που τηρούσε καθ’ όλη τη διάρκεια του σχολικού έτους και στο οποίο καταγράφονταν τα ταλέντα, οι προτιμήσεις και οι επιθυμίες του κάθε μαθητή ξεχωριστά.

4.4.2 ΘΕΜΑΤΑ ΗΘΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ

Λόγω της ιδιαιτερότητας της ποιοτικής έρευνας, αλλά και του δείγματος στο οποίο αυτή βασίστηκε (ανήλικοι μαθητές/-τριες προσχολικής ηλικίας), απαραίτητη ήταν η τήρηση των παρακάτω κανόνων δεοντολογίας (Willig, 2013):

- 1. Πληροφορημένη συγκατάθεση:** Αρχικά, και οι δύο γονείς καθενός από τους συμμετέχοντες ενημερώθηκαν πλήρως για το αντικείμενο, το περιεχόμενο, το σκοπό και τους στόχους τής έρευνας, ενώ παράλληλα τους ζητήθηκε και έγγραφη συγκατάθεση πριν τη συλλογή των δεδομένων. Όλο το πληροφοριακό υλικό και η δήλωση συγκατάθεσης καθενός εκ των συμμετεχόντων, θα τηρηθούν στο αρχείο της ερευνήτριας για χρονικό διάστημα 12 μηνών.
- 2. Εθελοντική συμμετοχή.** Η συμμετοχή στην έρευνα είναι εθελοντική. Πιο συγκεκριμένα, απαραίτητη προϋπόθεση για τη συμμετοχή των μαθητών/-τριών ήταν η εκδήλωση και διατήρηση του ενδιαφέροντος από την πλευρά τους, καθώς και η έγγραφη συγκατάθεση και των δύο γονέων/ κηδεμόνων τους.
- 3. Αποφυγή εξαπάτησης.** Τα ερευνητικά ερωτήματα, καθώς και ερωτήσεις, παρατηρήσεις, οδηγίες και επισημάνσεις που υποβλήθηκαν κατά τη διάρκεια διεξαγωγής τής έρευνας, τέθηκαν με τρόπο που να μπορούν να απαντηθούν, χωρίς να υπάρξει οποιαδήποτε εξαπάτηση των συμμετεχόντων.
- 4. Δικαίωμα υπαναχώρησης.** Οι συμμετέχοντες – δια μέσου των γονέων/ κηδεμόνων τους - ήταν ελεύθεροι να αποχωρήσουν από την έρευνα οποιαδήποτε στιγμή, ενώ μετά το πέρας αυτής και για 48 ώρες δικαιούνταν να αποσύρουν τη συμμετοχή τους.
- 5. Ενημέρωση.** Οι γονείς/ κηδεμόνες των συμμετεχόντων ενημερώθηκαν πλήρως για τους στόχους της έρευνας, ενώ – λαμβάνοντας τη συγκατάθεσή τους – η ερευνήτρια δεσμεύεται να τους κοινοποιήσει τα αποτελέσματα της έρευνας, καθώς και τυχόν δημοσιεύσεις που θα προκύψουν από αυτή.
- 6. Εμπιστευτικότητα.** Όλες οι πληροφορίες που αφορούν τους συμμετέχοντες και συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια της έρευνας, υπόκεινται σε κανόνες δεοντολογίας και ως εκ τούτου παραμένουν εμπιστευτικές. Τα δεδομένα που αντλήθηκαν δε, χρησιμοποιήθηκαν για ερευνητικούς και μόνον σκοπούς. Παράλληλα, κατά τη φάση της ανάλυσης δεδομένων, αντί των ονομάτων ή άλλων χαρακτηριστικών γνωρισμάτων των μαθητών, χρησιμοποιήθηκε κωδικοποίηση, που δεν παραπέμπει καθ' οιονδήποτε τρόπο στην ταυτότητα των συμμετεχόντων μαθητών (M1, M2, M3 κ.λπ.).

Τέλος, σύμφωνα με το άρθρο 46, παρ. 3 του Ν.4589/2019 και το άρθρο 212, παρ. 3 του Ν.4619/2019, λόγω του ότι η ερευνήτρια αποτελεί μέλος του Συλλόγου Διδασκόντων της συγκεκριμένης σχολικής μονάδας, δεν απαιτήθηκε εισήγηση του Ι.Ε.Π., παρά μόνο η έγγραφη έγκριση της προϊσταμένης της σχολικής μονάδας στην οποία υλοποιήθηκε η έρευνα αυτή.

4.5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Όπως προαναφέρθηκε, οι ελλιπείς βιβλιογραφικές αναφορές για την εκπαιδευτική αξιοποίηση της μηχανικής μάθησης σε μαθητές προσχολικής ηλικίας, κατέδειξαν ως ιδανική μέθοδο την **έρευνα με βάση το σχεδιασμό** (DBR), αφού σκοπός αυτής δεν ήταν να ελεγχθεί μία υφιστάμενη μεθοδολογία, παιδαγωγική πρακτική ή θεωρία, αλλά να τεθούν οι βάσεις για την ανάπτυξη ενός νέου θεωρητικού πλαισίου που θα διέπει την αξιοποίηση της μηχανικής μάθησης στο νηπιαγωγείο.

Για τον ίδιο ακριβώς λόγο, η ανάλυση των ερευνητικών δεδομένων που συλλέχθηκαν κατά την υλοποίηση του πειράματος διδασκαλίας πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις αρχές της **εμπειρικά θεμελιωμένης θεωρίας (grounded theory)**, η οποία χαρακτηρίζεται ως μια μέθοδος ανάλυσης δεδομένων κατάλληλη για την εξ αρχής δημιουργία θεωρητικών αρχών και όχι για τον έλεγχο μιας ήδη διατυπωμένης θεωρίας.

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ανάλυσης δεδομένων χρειάστηκε να τροποποιηθεί ο αρχικός σχεδιασμός που προέβλεπε τη χρήση τού εργαλείου atlas.ti, λόγω μη πρόσβασης της ερευνήτριας σε αυτό, και τελικά να αξιοποιηθεί το excel της σουίτας Microsoft Office, με τη βοήθεια του οποίου πραγματοποιήθηκε η αρχική μετεγγραφή των ερευνητικών δεδομένων, ο υπομνηματισμός και η μετέπειτα ανάλυσή τους.

Η πορεία που ακολουθήθηκε στη συνέχεια ήταν η εξής (Willig, 2013):

1. Αρχικά, τα αρχεία ήχου που προέκυψαν από τις καταγραφές του πειράματος διδασκαλίας και των μίνι-συνεντεύξεων, μετεγγράφηκαν με τη βοήθεια του Microsoft excel και διαχωρίστηκαν με τη μορφή διαλογικών επεισοδίων. Βρέθηκαν πιθανά θέματα και ακολούθησε υπομνηματισμός, ενώ χρειάστηκε η ερευνήτρια να προβεί σε πολλαπλές αναγνώσεις, προκειμένου να αποκτήσει ένα ικανοποιητικό βαθμό εξοικείωσης με τα δεδομένα. Με τον τρόπο αυτό, διεξήχθη η **ανοιχτή κωδικοποίηση (open coding)** και ορίστηκαν κάποιες βασικές κατηγορίες κωδίκων.
2. Εν συνεχεία, ακολούθησε η διαδικασία της **αξονικής κωδικοποίησης (axial coding)**, ώστε στις βασικές κατηγορίες να εντοπιστούν και μετέπειτα να συσχετιστούν υποκατηγορίες, ως δευτερεύοντες κώδικες.
3. Ακολούθως, αναζητήθηκαν οι συσχετισμοί μεταξύ βασικών κατηγοριών και υποκατηγοριών, οπότε και υλοποιήθηκε η **επιλεκτική κωδικοποίηση (selective coding)**.
4. Τέλος, από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε η κατασκευή της θεωρίας (Glaser & Strauss, 1967)

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

5.1 ΠΡΟΦΙΛ ΜΑΘΗΤΩΝ

Δεδομένου ότι το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 6 μαθητές προσχολικής εκπαίδευσης, οι οποίοι δεν έχουν ακόμη κατακτήσει το μηχανισμό γραφής και ανάγνωσης, και ως εκ τούτου καθίσταται ανέφικτη η πιθανή συμπλήρωση εισαγωγικού ερωτηματολογίου, ως εργαλείο ανίχνευσης του προφίλ των συμμετεχόντων, αξιοποιήθηκε το ημερολόγιο ημερήσιας καταγραφής της ερευνήτριας – εκπαιδευτικού, που διατηρεί σε ετήσια βάση, από το οποίο μπορούμε να εντοπίσουμε τα παρακάτω χαρακτηριστικά για καθέναν από τους συμμετέχοντες μαθητές:

Ο μαθητής M1 είναι ηλικίας 5 χρονών και 7 μηνών και απολαμβάνει τα παιχνίδια που προϋποθέτουν σωματική άσκηση. Παρόλο που ο ηλεκτρονικός υπολογιστής είναι καθημερινά διαρκώς ενεργοποιημένος και οι μαθητές έχουν άμεση πρόσβαση σε αυτόν, σπάνια θα κατευθυνθεί προς τα εκεί για να ασχοληθεί με κάποιο ψηφιακό παιχνίδι. Αντιθέτως, απολαμβάνει τις δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής, που συνήθως υλοποιούνται με το ρομπότ Thymio ή Edison V2, ενώ ταυτόχρονα πολλές φορές αναλαμβάνει και το ρόλο του «μέντορα» για τα λιγότερο εξοικειωμένα παιδιά της τάξης. Χαρακτηρίζεται από έντονα δημιουργική φαντασία και μπορεί να περιγράψει με πλούσιο λεξιλόγιο ρεαλιστικές ή μη ιδέες για κατασκευές, εφευρέσεις κ.λπ.. Λόγω του ότι έχει κατακτήσει το μηχανισμό γραφής και ανάγνωσης, πολλές φορές παράγει κείμενα μόνος του, αποκωδικοποιώντας τους ήχους των λέξεων που ακούει. Δείχνει να ενδιαφέρεται για την προστασία της φύσης και την ανακύκλωση, παίζοντας συχνά με κάδους και χρησιμοποιώντας ακόμη και την κατάλληλη ορολογία (π.χ. «κάδος για τα οργανικά»).

Η μαθήτρια M2 είναι ηλικίας 5 ετών και 6 μηνών και δείχνει ζωηρό ενδιαφέρον για την αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών στην καθημερινότητά της. Κατά τη διάρκεια των ελεύθερων δραστηριοτήτων συχνά επιλέγει να παίξει ψηφιακά παιχνίδια στο διαδραστικό πίνακα, όπως για παράδειγμα ruzzle και εκπαιδευτικά λογισμικά. Παράλληλα, ενθουσιάζεται με τις εφαρμογές προγραμματισμού σε πλατφόρμες όπως το kodable και το code.org. Όπως και ο M1, έχει κατακτήσει το μηχανισμό γραφής και ανάγνωσης, βοηθώντας συχνά τους συμμαθητές της με τα φύλλα εργασίας τους ή γράφοντάς τους σημειώματα. Έχει έντονα ανεπτυγμένη φαντασία, ενώ παράλληλα μπορεί να ισορροπεί άριστα ανάμεσα στο φαντασιακό και το πραγματικό, εκλογικεύοντας φαινόμενα και γεγονότα που άλλοι μαθητές απλά θεωρούν ανεξήγητα. Ασχολείται με τη φύση, κυρίως παρατηρώντας έντομα και φυτά, σεβόμενη όμως το χώρο τους και προσπαθώντας να μην παρεμβαίνει σε αυτόν.

Ο μαθητής M3 είναι ηλικίας 5 χρονών και 8 μηνών και κατά την ενασχόλησή του με τον υπολογιστή, προτιμάει τα παιχνίδια που εμπλέκουν προγραμματισμό και κωδικοποίηση, όπως για παράδειγμα το code.org και το Scratch Jr. Ενθουσιάζεται με τις δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής και έχει ιδιαίτερα ανεπτυγμένη χωροχρονική αντίληψη. Συνήθως επιλέγει να ασχοληθεί με παιχνίδια κατασκευών και λογικής, ενώ φαίνεται να μην προτιμά δραστηριότητες καλλιτεχνικής έκφρασης. Επίσης, του αρέσει να περιγράφει παιχνίδια και εφαρμογές που θα ήθελε να δημιουργήσει και οι οποίες θα είχαν ως αντικείμενο αυτοκινητάκια ή ζώα. Είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοποιημένος σε περιβαλλοντικά ζητήματα και έχει ανεπτυγμένες στάσεις και συμπεριφορές που αφορούν στην προστασία του πλανήτη.

Η μαθήτριά M4 είναι ηλικίας 6 ετών και 1 μηνός και η αγαπημένη της ενασχόληση είναι ο χορός. Δείχνει ζωηρό ενδιαφέρον για οτιδήποτε εμπειρίχει κίνηση και σωματική έκφραση, ενώ της αρέσει να αναλαμβάνει ηγετικό ρόλο, μεταλαμπαδεύοντας τις γνώσεις της στους υπόλοιπους συμμαθητές της. Δεν προτιμά ιδιαίτερα τις δραστηριότητες στις οποίες αξιοποιούνται οι ψηφιακές τεχνολογίες, παρά μόνο όταν πρόκειται να ζωγραφίσει, χρησιμοποιώντας κατάλληλες εφαρμογές (π.χ. tux paint). Κατά τις δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής ή κατά την επαφή της με ψηφιακά εργαλεία που δεν έχει χρησιμοποιήσει ξανά, εμφανίζεται αρκετά διστακτική και δεν αναλαμβάνει πρωτοβουλίες. Δε δείχνει κάποιο ενδιαφέρον για ανάληψη πρωτοβουλιών σχετικά με περιβαλλοντικά ζητήματα, αλλά είναι πρόθυμη να συμμετέχει σε δραστηριότητες που τα πραγματεύονται.

Η μαθήτριά M5 είναι 6 ετών και έχει έντονα ανεπτυγμένη την ενσυναίσθηση και το αίσθημα της προσφοράς. Συχνά αναλαμβάνει τη φροντίδα των μικρότερων παιδιών της τάξης, είτε δρώντας υποστηρικτικά προς αυτά κατά τη διάρκεια των καθημερινών εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων, είτε ακόμη και βοηθώντας τα σε πρακτικά θέματα. Αναφέρει ιδιαίτερα συχνά το tablet που έχει στο σπίτι της, ενώ και στο σχολείο, κατά τη διάρκεια των ελεύθερων δραστηριοτήτων, συχνά επιλέγει να παίξει με ψηφιακά παιχνίδια στο διαδραστικό πίνακα. Διασκεδάει και δείχνει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τις εφαρμογές οπτικού προγραμματισμού, ενώ προκαλεί ενδιαφέρον ο τρόπος με τον οποίο τις προσεγγίζει: χρησιμοποιεί κατάλληλη ορολογία, κάνει ερωτήσεις στην εκπαιδευτικό και φαίνεται να κατανοεί σε βάθος τα πλεονεκτήματα και τους περιορισμούς που η αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών ενέχει για τον άνθρωπο. Τέλος, αναλαμβάνει ενεργό ρόλο στις συζητήσεις, διατυπώνοντας με ακριβές και κατάλληλο λεξιλόγιο την άποψή της και τηρώντας τις συμβάσεις του προφορικού λόγου (π.χ. σεβασμός στο συνομιλητή, επιχειρηματολογία κ.λπ.).

Τέλος, η μαθήτριά M6 είναι ηλικίας 5 ετών και 9 μηνών και μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα παιδί με ιδιαίτερα ανεπτυγμένο λόγο, πλούσιο λεξιλόγιο, δημιουργικές ιδέες και σημαντικές δεξιότητες επιχειρηματολογίας. Προσεγγίζει τα ψηφιακά εργαλεία που αξιοποιούνται κατά τη μαθησιακή διαδικασία με διάθεση πειραματισμού και διερεύνησης, αν και προτιμά να ασχολείται με αυτά στις οργανωμένες κι όχι στις ελεύθερες δραστηριότητες. Έχει ηγετικές τάσεις και συχνά αναλαμβάνει να εξηγήσει στους συμμαθητές της πράγματα που αυτοί δε γνωρίζουν ή δεν έχουν επαρκώς κατανοήσει. Επεξηγεί πτυχές της τεχνολογίας χρησιμοποιώντας εντυπωσιακή – για την ηλικία της – ορολογία, όπως για παράδειγμα «θα στείλουμε στον υπολογιστή δεδομένα, δηλαδή μικρές – μικρές πληροφορίες».

Ως προς το συνολικό επίπεδο εξοικείωσης των συμμετεχόντων μαθητών με τις νέες τεχνολογίες, αξίζει να αναφερθεί ότι πρόκειται για ένα τμήμα με αρκετές προϋπάρχουσες εμπειρίες, αφού σε καθημερινή βάση η μαθησιακή διαδικασία εμπλουτίζεται τόσο με ψηφιακά εκπαιδευτικά εργαλεία, όσο και με δραστηριότητες προγραμματισμού και ρομποτικής, προσδίδοντας πρόσθετη παιδαγωγική αξία. Τέλος, οι μαθητές έχουν λάβει βραβεία στους διαγωνισμούς ανοιχτών τεχνολογιών στην εκπαίδευση, με φορέα διοργάνωσης την ΕΕΛ/ΛΑΚ.

5.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΝΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ

RQ1: Με ποιους τρόπους εκδηλώνουν οι μαθητές την προθυμία τους να συμμετέχουν σε συνεργατικές διαδικασίες σχεδιασμού και δημιουργίας νέων εφαρμογών

βασισμένων στη μηχανική μάθηση; (Στάση - παράδειγμα 246 DigComp2.2: «Είναι ανοιχτοί στο να εμπλακούν σε συνεργατικές διαδικασίες σχεδιασμού και δημιουργίας νέων προϊόντων και υπηρεσιών, βασισμένων σε συστήματα τεχνητής νοημοσύνης/μηχανικής μάθησης, με σκοπό να υποστηρίξουν και να ενισχύσουν τη συμμετοχή των πολιτών στην κοινωνία»)

Στο πρώτο ερευνητικό ερώτημα δόθηκε έμφαση στις αλληλεπιδράσεις που αναπτύσσουν οι μαθητές μεταξύ τους ή με την ερευνήτρια και που αποδεικνύουν τη διάθεσή τους για συνεργατικό σχεδιασμό και δημιουργία εφαρμογών, βασισμένων στη μηχανική μάθηση. Πιο συγκεκριμένα, για την εξαγωγή συμπερασμάτων τα οποία πρόκειται να εισφέρουν πληροφορίες στο πρώτο ερευνητικό ερώτημα, σχηματίστηκαν οι παρακάτω κώδικες και υποκατηγορίες:

Πίνακας 8: Κατηγορίες 1ου ερευνητικού ερωτήματος

ΒΑΣΙΚΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ	ΔΕΥΤΕΡΕΥΩΝ ΚΩΔΙΚΑΣ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ
Συνεργασία	Ιδεοκαταιγισμός	Ο μαθητής συμμετέχει σε ιδεοκαταιγισμό και εισφέρει τις δικές του ιδέες
	Μεταφορά πληροφοριών	Ο μαθητής μεταφέρει πληροφορίες προς τους συμμαθητές του ή/και την ερευνήτρια
	Συν-κατασκευή	Ο μαθητής συν-κατασκευάζει λύσεις μέσω της συνεργασίας
	Εμπλοκή	Ο μαθητής εμπλέκεται σε συζητήσεις, εκφράζει ιδέες και προτείνει λύσεις στους συμμαθητές του και την ερευνήτρια

RQ2: Πώς οι μαθητές κατανοούν και επεξηγούν ότι η εκπαίδευση ενός ML μοντέλου είναι στην ουσία μια διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης; (Γνώση - παράδειγμα 221 DigComp2.2: «Έχει επίγνωση ότι η AI είναι ένα προϊόν ανθρώπινης νοημοσύνης και λήψης αποφάσεων και ως εκ τούτου δε μπορεί να υπάρξει ανεξάρτητα από τους ανθρώπους»)

Το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα σκοπό έχει να διερευνήσει εκφράσεις, εκδηλώσεις και λεξιλόγιο που αποδεικνύουν ότι οι μαθητές κατανοούν ότι η διαδικασία εκπαίδευσης ενός μοντέλου μηχανικής μάθησης είναι στην ουσία μια διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης.

Η ανάλυση των δεδομένων κατέδειξε ότι οι μαθητές αφενός μεν αντιλαμβάνονται ότι η μηχανική μάθηση είναι προϊόν ανθρώπινης νοημοσύνης, και αφετέρου δε ότι

μπορούν να αναγνωρίσουν τη σημασία της λάθος ή/ και ελλιπούς πληροφορίας στη διαδικασία εκπαίδευσης του μοντέλου.

Προς το σκοπό αυτό, δημιουργήθηκαν οι βασικές κατηγορίες και οι υποκατηγορίες που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 9: Κατηγορίες 2ου ερευνητικού ερωτήματος

ΒΑΣΙΚΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ	ΔΕΥΤΕΡΕΥΩΝ ΚΩΔΙΚΑΣ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ
Λεξιλόγιο	Προγραμματισμός	Ο μαθητής χρησιμοποιεί λέξεις που παραπέμπουν σε προγραμματισμό
	Μάθηση	Ο μαθητής χρησιμοποιεί τη λέξη «μαθαίνω», ώστε να περιγράψει τη διαδικασία εκπαίδευσης του μοντέλου
	Γνώση	Ο μαθητής χρησιμοποιεί τη λέξη «γνωρίζει», ώστε να περιγράψει την απόκριση του υπολογιστή
Διαφορές με άνθρωπο	Αισθήσεις (ακοή, αφή κ.λπ.)	Ο μαθητής αιτιολογεί σφάλματα του μοντέλου, αποδίδοντάς τα στην έλλειψη αισθήσεων
	Εγκέφαλος	Ο μαθητής αιτιολογεί σφάλματα του μοντέλου, αποδίδοντάς τα στην έλλειψη εγκεφάλου
	Τεχνητή νοημοσύνη	Ο μαθητής χρησιμοποιεί τον όρο για να διαφοροποιήσει τη νοημοσύνη του ανθρώπου από αυτή του υπολογιστή
Έννοια του λάθους	Ελλιπή δεδομένα	Ο μαθητής κατανοεί το πρόβλημα παροχής ελλιπών δεδομένων προς το μοντέλο
	Λάθος δεδομένα	Ο μαθητής κατανοεί το πρόβλημα παροχής λανθασμένων δεδομένων προς τον μοντέλο
Ορολογία	Δεδομένα	Ο μαθητής χρησιμοποιεί τον όρο «Δεδομένα»

RQ3: Πώς οι μαθητές αντιλαμβάνονται τις προοπτικές αξιοποίησης των παραγόμενων μοντέλων, για την επίλυση προβλημάτων σε διαφορετικές πτυχές της καθημερινής ζωής, παράγοντας δημιουργικές ιδέες; **(Δεξιότητα - παράδειγμα 76 DigComp2.2: «Αναγνωρίζει περιοχές στις οποίες η AI μπορεί να προσφέρει ποικίλα οφέλη σε διαφορετικές πτυχές της καθημερινής ζωής»)**

Στον πίνακα 10 ακολουθεί συνοπτική καταγραφή των βασικών και δευτερευόντων κωδικών που εντοπίστηκαν κατά την ανάλυση των δεδομένων που αφορούσαν στο 3^ο ερευνητικό ερώτημα. Τα διαλογικά επεισόδια μεταξύ των μαθητών ή/και των μαθητών με την ερευνήτρια – εκπαιδευτικό αναλύθηκαν με τρόπο που να βρεθεί για κάθε ψηφιακό εργαλείο εκπαίδευσης μοντέλων μηχανικής μάθησης (Google’s Teachable Machine, Personal Image Classifier και AI camera Huskylens Pro), εάν οι μαθητές ήταν σε θέση να σκεφτούν πιθανούς τρόπους αξιοποίησης των παραγόμενων μοντέλων.

Οι απαντήσεις τους καταγράφηκαν τόσο πριν τη δημιουργία των αντίστοιχων εφαρμογών Scratch, App Inventor και Maqueen Plus (μέσω ηχητικής καταγραφής), εν είδει υποθέσεων ή προβλέψεων για την πιθανή ανάπτυξη λύσεων στο πρόβλημα της κυκλικής οικονομίας (ανακύκλωση/ επαναχρησιμοποίηση), αλλά και μετά την εμπλοκή τους με αυτά τα ψηφιακά εργαλεία (μέσω συνεντεύξεων και μέσω της συμπλήρωσης φύλλων εργασίας), για να διερευνηθούν πιθανές ιδέες τους για την επέκταση της μηχανικής μάθησης και σε άλλους τομείς της καθημερινότητας.

Πίνακας 10: Κατηγορίες 3ου ερευνητικού ερωτήματος

ΒΑΣΙΚΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ	ΔΕΥΤΕΡΕΥΩΝ ΚΩΔΙΚΑΣ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ
Αρνητική/ καθόλου απάντηση	Δεν απαντά	Ο μαθητής δεν απαντά στην ερώτηση
	Δεν αναγνωρίζει	Ο μαθητής δεν είναι σε θέση να σκεφτεί πτυχές της καθημερινότητας στις οποίες θα μπορούσε η τεχνητή νοημοσύνη/ μηχανική μάθηση να προσφέρει συγκεκριμένες λύσεις
Θετική απάντηση	Κατάφαση	Ο μαθητής απαντά καταφατικά αλλά δεν είναι σε θέση να αναπτύξει περισσότερο την άποψή του
	Κεντρική ιδέα	Ο μαθητής απαντά καταφατικά και αναπτύσσει την κεντρική ιδέα
	Εμβάθυνση	Ο μαθητής απαντά καταφατικά, αναπτύσσει την κεντρική ιδέα και αναφέρει τις λεπτομέρειες υλοποίησής της
	Δημιουργικότητα	Ο μαθητής απαντά καταφατικά, αναπτύσσει την κεντρική ιδέα, αναφέρει τις λεπτομέρειες υλοποίησής της και η ιδέα του χαρακτηρίζεται ως δημιουργική (προϊόν καινοτόμο, χρήσιμο, αποδεκτό)

5.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

RQ1: Με ποιους τρόπους εκδηλώνουν οι μαθητές την προθυμία τους να συμμετέχουν σε συνεργατικές διαδικασίες σχεδιασμού και δημιουργίας νέων εφαρμογών βασισμένων στη μηχανική μάθηση; (**Στάση - παράδειγμα 246 DigComp2.2: «Είναι ανοιχτοί στο να εμπλακούν σε συνεργατικές διαδικασίες σχεδιασμού και δημιουργίας νέων προϊόντων και υπηρεσιών, βασισμένων σε συστήματα τεχνητής νοημοσύνης/μηχανικής μάθησης, με σκοπό να υποστηρίξουν και να ενισχύσουν τη συμμετοχή των πολιτών στην κοινωνία»**)

Με γνώμονα το παράδειγμα 246 του DigComp2.2, στο οποίο αναγνωρίζεται η θετική στάση των πολιτών στο να εμπλακούν σε συνεργατικές διαδικασίες σχεδιασμού και δημιουργίας AI προϊόντων και υπηρεσιών, το πρώτο ερευνητικό ερώτημα καλείται να εντοπίσει ενδείξεις που φανερώνουν τη συνεργατική εμπλοκή των μαθητών στο πείραμα διδασκαλίας. Από την ανάλυση των δεδομένων, προέκυψε ότι οι μαθητές α) συμμετείχαν σε συνεργατικούς ιδεοκαταιγισμούς, εκφράζοντας τις ιδέες τους και εξελίσσοντας τις ιδέες των συμμαθητών τους, β) ήταν πρόθυμοι να μεταφέρουν τις γνώσεις που αποκόμισαν σε λιγότερο εξοικειωμένους συμμαθητές τους, γ) εμπλέκονταν στην συν-κατασκευή των εφαρμογών αξιοποίησης των παραγόμενων μοντέλων μηχανικής μάθησης που είχαν προηγουμένως εκπαιδεύσει, ενώ παράλληλα δ) εμπλέκονταν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία, συμμετέχοντας, προτείνοντας λύσεις και εκφράζοντας τις απόψεις τους.

Κατά την πρώτη φάση του πειράματος διδασκαλίας, οι μαθητές εκπαιδεύσαν το Google's Teachable Machine να αναγνωρίζει άδειες συσκευασίες και να τις κατηγοριοποιεί ανάλογα με το υλικό τους. Παρόλο που ήταν η πρώτη φάση της ενασχόλησής του με τη μηχανική μάθηση, τα παιδιά ήταν πρόθυμα να συμμετέχουν, ενώ παράλληλα φαίνεται να διασκέδαζαν κατά τη διάρκεια της διαδικασίας:

(Κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης του ML μοντέλου κι ενώ είχαν συμφωνήσει ότι η M6 θα πάρει το αλουμίνιο)

M5: Κυρία, τη Nutella τι θα την κάνουμε όταν τελειώσουμε με αυτά; (**εμπλοκή**)

E: Θα φέρω ψωμάκι και φρυγανίτσες να τη φάμε!

(Γελάνε)

M3: Αλήθεια;

M6: Ναι, όμως εγώ θα πάρω τη Nutella, μη μου την πάρετε (**εμπλοκή – εκφράζεται**)

M3: Μα αυτό (δείχνει ένα κουτί αναψυκτικού) είναι το αλουμίνιο. Η Nutella είναι γυαλί (**μεταφορά πληροφορίας, εμπλοκή – εκφράζεται**)

M6: Δεν είναι, έχει όλα τα υλικά, και χαρτί (δείχνει την ετικέτα), και πλαστικό (δείχνει το καπάκι)... (**εμπλοκή – εκφράζεται**)

Έπειτα, κλήθηκαν να δημιουργήσουν μία εφαρμογή με το Scratch, η οποία θα υποδεικνύει στο χρήστη το σωστό κάδο ανακύκλωσης για κάθε άδεια συσκευασία. Και στο στάδιο αυτό, οι μαθητές ενεπλάκησαν ενεργά και πρότειναν τις ιδέες τους, ενώ παράλληλα συν-δημιουργούσαν την εφαρμογή:

E: Εδώ τι θα μας εμφανίζει η εφαρμογή;

M5: Τα χρώματα, δηλαδή εκεί πέρα που μπαίνουν τα σκουπίδια (**εμπλοκή – συμμετέχει**)

M1: Τους κάδους (**μεταφορά γνώσης**)

M5: Ναι, τους κάδους. Πολύ ωραία M1 (**εμπλοκή – συμμετέχει**)

E: Όταν ο υπολογιστής δε γνωρίζει σε τι κάδο να βάλει τα σκουπίδια, τι χρώμα προτείνετε να εμφανίζεται;

M6: Εγώ λέω γκρι (**εμπλοκή – προτείνει λύσεις**)

M1: Ναι, γκρι. Κυρία να τον μεγαλώσουμε και λίγο; (**εμπλοκή – προτείνει λύσεις**)

E: Βέβαια. Θέλεις M2 να πατήσεις το 150 εδώ για να αλλάξει το μέγεθός του; Το 1, το 5 και το 0

M2: Ναι (**εμπλοκή – συμμετέχει**)

E: Πολύ ωραία. Ποιος θέλει να έρθει να επιλέξει τα υπόλοιπα χρώματα κάδων;

M6: Εγώ! (έρχεται). Να ανέβω εδώ για να φτάνω; (**εμπλοκή – εκφράζεται – συμμετέχει**)

E: Εννοείται! ... (αφού βάλει τους κάδους)

M4: Κυρία να πατήσουμε το πράσινο σημαϊάκι; (**εμπλοκή – εκφράζεται – συμμετέχει**)

E: Μπορείτε να το πατήσετε, αλλά μήπως πρέπει να σκεφτείτε τι μπορεί να κάνει το σημαϊάκι αυτό;

M2: Να ανοίγει την κάμερα (**ιδεοκαταιγισμός**)

M3: Να ξεκινάει (**ιδεοκαταιγισμός**)

M1: Ναι, να ξεκινάει το πρόγραμμα (**ιδεοκαταιγισμός**)

M5: Να σκέφτεται με αυτά που του μάθαμε (**ιδεοκαταιγισμός**)

M6: Ναι, να σκέφτεται δηλαδή με τις φωτογραφίες (**ιδεοκαταιγισμός**)

M4: Μου φαίνεται είμαστε πολύ κοντά (στο διαδραστικό πίνακα). Τα μάτια μου έχουν κουραστεί... (**εμπλοκή – εκφράζεται**)

Αντίστοιχα, κατά τη διάρκεια ενασχόλησής τους με το Image Classifier, οι μαθητές συμμετείχαν, πρότειναν τις ιδέες τους και μετέφεραν τη γνώση τους σε άλλους μαθητές, όταν αυτοί φαινόταν να μην έχουν κατανοήσει κάτι:

M5: Πρώτα πρέπει να φτιάξουμε τις καρτέλες (εννοεί τις κατηγορίες) και μετά να του δείξουμε τι μπαίνει στην κάθε καρτέλα (**μεταφορά πληροφορίας**)

E: Πολύ σωστά, θα φτιάξουμε τις καρτέλες, τις κατηγορίες

M1: Κυρία, φέρε το κινητό σου (**ιδεοκαταιγισμός**)

E: Τι να το κάνουμε καλέ το κινητό μου;

M6: Να του στείλουμε δεδομένα (**εμπλοκή – συμμετέχει**)

E: Στο κινητό μου;

M5: Ναι, να το συνδέσουμε (εννοεί το Image Classifier) με το κινητό σου και να βγάλουμε έτσι φωτογραφίες (**εμπλοκή – προτείνει λύσεις**)

M6: Ναι, αυτό ήθελα να πω! Μπράβο M5, διαβάζεις τη σκέψη μου! (**εμπλοκή – συμμετέχει**)

E: Τέλεια ιδέα! Μισό λεπτάκι, να το δοκιμάσω ευθύς αμέσως! Να βγάλω το κινητό μου... Δυστυχώς δε μπορεί να δουλέψει στο κινητό... Κρίμα...

M5: Α, να φέρω αύριο το δικό μου κινητό να δούμε άμα μπορέσει (**εμπλοκή – προτείνει λύσεις**)

M3: Του αδερφού μου αποκλείεται, επειδή αν το κάνουμε στου αδερφού μου, θα σβηστούν τα παιχνίδια του (**εμπλοκή – συμμετέχει**)

M6: Εντάξει, δεν είναι τα παιχνίδια για να παίζει όλη του τη ζωή... (**εμπλοκή – συμμετέχει**)

E: Τώρα που δε λειτουργεί στο κινητό, τι λέτε να χρειαστούμε για να το κάνουμε στον υπολογιστή;

M5: Την κάμερά σου με το μάτι! (**ιδεοκαταιγισμός**)

Στην τρίτη φάση του πειράματος διδασκαλίας, όταν κλήθηκαν να σχεδιάσουν μία διαδρομή με μαύρη ταινία, επάνω στην οποία θα κινείται το έξυπνο ρομπότ που εκπαίδευσαν, οι μαθητές και η ερευνήτρια έγιναν συνδημιουργοί, εκφράζοντας τους συλλογισμούς τους, μεταφέροντας τις γνώσεις τους στους συμμαθητές τους και εξελίσσοντάς ο καθένας την ιδέα του άλλου. Χαρακτηριστικός είναι ο διάλογος που ακολουθεί, στον οποίο οι μαθητές συν-κατασκευάζουν το δάπεδο κίνησης, ενώ παράλληλα εκφράζουν τις ιδέες τους και μεταδίδουν τις γνώσεις τους ο ένας στον άλλο:

(Φτιάχνουν ένα «T» με μαύρη ταινία)

M5: Σαν το «Του» είναι (μιλώντας για τα σημεία τερματισμού)

M2: Όμως πιο μεγαλύτερο (**ιδεοκαταιγισμός**)

M5: Το έψιλον τώρα (**ιδεοκαταιγισμός – συν-κατασκευή**)

M3: Το του; Τι είναι αυτό του Του;

M5: Άμα δεν υπήρχε αυτό (δείχνει το άκρο της διαδρομής), θα ήταν αυτό το έτσι (δείχνει την ίδια γραμμή) που κάνει έτσι. Και θα έπεφτε το ρομπότ. **(μεταφορά γνώσης)**

M6: Και μετά πώς θα τις ξεκολλήσουμε τις γραμμές;

M2: Με πολύ εύκολο τρόπο! Θα τις τραβήξουμε και θα τις ξεκολλήσουμε! **(εμπλοκή – προτείνει λύσεις)**

Σε άλλο σημείο της διαδικασίας, ένας μαθητής παίζει με τα αντικείμενα με τα οποία πρόκειται να εκπαιδεύσουν την κάμερα. Άλλη μαθήτριά του επισημαίνει το λάθος του, ενώ όλοι εμπλέκονται ενεργά στη διαδικασία εκπαίδευσης:

M6: Κύριε M1, σταμάτα να πειράζεις τα πράγματα! Πάρε τα και κράτα τα, όπως εμείς που τα έχουμε με μερικούς κανόνες **(εμπλοκή)**

(κοιτάζουν το δάπεδο κίνησης που δημιούργησαν)

M4: Ξέρετε σαν τι μου μοιάζει; Σα μικρή διώρυγα

M6: Ή σα δρόμος πάρκινγκ **(ιδεοκαταιγισμός)**

Όλοι: Σα δρόμος πάρκινγκ! **(εμπλοκή & ιδεοκαταιγισμός)**

Αντίστοιχα, κατά τη διάρκεια εκπαίδευση της AI κάμερας, οι μαθητές εμπλέκονταν ενεργά, υπέβαλαν ερωτήσεις, απαντούσαν σε ερωτήσεις άλλων και δρούσαν διερευνητικά προς την ανακάλυψη της γνώσης:

E: Τώρα τι θα πρέπει να κάνουμε; Το ρομπότ ξέρει τι είναι καθένα από αυτά τα υλικά;

M5: Όχι, πρέπει να τα φωτογραφίσουμε. Στον υπολογιστή φωτογραφίζαμε πρώτα το άδειο τραπέζι **(μεταφορά γνώσης)**

E: Πολύ ωραία! Πάμε να το κάνουμε κι εδώ.

(Προσπαθούν, αλλά δε μπορούν να εκπαιδεύσουν την κάμερα...)

M3: (μετακινεί κάποια αντικείμενα). Μάλλον «πιάνει» (η κάμερα) κι αυτά εδώ τα πραγματάκια και πρέπει να τα πάμε λίγο πιο κει. Αυτά εδώ τα χαρτάκια **(εμπλοκή – προτείνει λύσεις)**

M5: Όχι, δεν τα πιάνει. Τη βλέπω εγώ την κάμερα **(εμπλοκή – συμμετέχει)**

M6: Δεν πιάνει τα χαρτάκια, αλλά κυρία νομίζω κάτι γράφει εδώ **(εμπλοκή – εκφράζεται)**

E: Ναι, για να το δω

M6: Εννοώ ότι κάνει κάτι σήματα κυρία **(εμπλοκή – συμμετέχει)**.

M3: Κάτι γράφει, απλώς είναι μαύρο.

RQ2: Πώς οι μαθητές κατανοούν και επεξηγούν ότι η εκπαίδευση ενός ML μοντέλου είναι στην ουσία μια διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης; (*Γνώση - παράδειγμα 221 DigComp2.2: «Έχει επίγνωση ότι η AI είναι ένα προϊόν ανθρώπινης νοημοσύνης και λήψης αποφάσεων και ως εκ τούτου δε μπορεί να υπάρξει ανεξάρτητα από τους ανθρώπους»*)

Σκοπός του 2^{ου} ερευνητικού ερωτήματος ήταν να καταδείξει λέξεις, εκφράσεις και συμπεριφορές που να αποδεικνύουν ότι οι μαθητές κατανοούν πως η διαδικασία εκπαίδευσης ενός ML μοντέλου είναι ουσιαστικά μία διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης, η οποία μάλιστα δε μπορεί να υπάρξει χωρίς σε αυτή να εμπλέκονται οι άνθρωποι.

Η μετεγγραφή και ανάλυση των δεδομένων οδήγησε στη δημιουργία κωδίκων, οι οποίοι θα μπορούσαν να κατηγοριοποιηθούν σε 4 ομάδες: α) αναφορές λεξιλογίου που παραπέμπουν σε διδασκαλία και μάθηση, β) εντοπισμός διαφορών κατά τη σύγκριση ανθρώπου – υπολογιστή, γ) η σημασία των ελλিপών ή λανθασμένων δεδομένων εκπαίδευσης και δ) η χρήση της λέξης «δεδομένα», ώστε να οριστούν οι προσλαμβανόμενες από το μοντέλο πληροφορίες

Αρχικά, θα πρέπει να τονιστεί ότι οι μαθητές – ήδη από πολύ νωρίς – χρησιμοποίησαν όρους όπως μαθαίνω, προγραμματίζω, γνωρίζει (ο υπολογιστής). Πιο συγκεκριμένα, η λέξη «προγραμματίζω» και παράγωγά της αναφέρονται 15 φορές από τους μαθητές, η λέξη «μαθαίνω» και παράγωγά της 132 φορές και η λέξη «γνωρίζει» 45 φορές.

Για παράδειγμα, η λέξη «προγραμματίζω» χρησιμοποιήθηκε για να περιγραφεί η διαδικασία κατά την οποία οι μαθητές εκπαίδευσαν τον υπολογιστή να αναγνωρίζει το υλικό κατασκευής των άδειων συσκευασιών, όπως φαίνεται και στο παρακάτω απόσπασμα:

E: ...Το ξέρει από μόνος του; Αν εγώ ρωτήσω ας πούμε τον υπολογιστή «E, υπολογιστή, αυτό εδώ τι είναι;», θα μου απαντήσει ότι είναι χαρτί;

M3: Όχι

E: Άρα τι πρέπει να κάνουμε M3;

M3: Να τον προγραμματίσουμε

Ταυτόχρονα, οι μαθητές αλληλεπιδρούσαν με τα ψηφιακά εργαλεία ή απαντούσαν στις ερωτήσεις της ερευνήτριας, χρησιμοποιώντας αρκετές φορές τη λέξη «μαθαίνω» και παράγωγα αυτής.

E: Θα μπορούσαμε να κάνουμε κάτι, ώστε να γνωρίζει ο υπολογιστής ότι αυτό για παράδειγμα είναι χαρτί;

M3: Ναι, να του έλεγες εσύ τι είναι αυτό και μετά να του έκανες μάθημα και να σου απαντά.

Και στο τέλος της διαδικασίας...

E: Θα μπορούσατε να μου εξηγήσετε τι έχουμε φτιάξει εδώ; Φτιάξαμε ένα πρόγραμμα για τον υπολογιστή που τι ακριβώς κάνει;

M2: Μάθαμε στον υπολογιστή να ξεχωρίζει τα χρώματα

E: Τα χρώματα;

M2: Όχι τα χρώματα, τα ανακυκλώσιμα υλικά.

Κατά τη διαδικασία ελέγχου του παραγόμενου μοντέλου μηχανικής μάθησης, και ενώ οι μαθητές το είχαν εκπαιδεύσει ώστε να αναγνωρίζει τα υλικά κατασκευής των άδειων συσκευασιών, οι μαθητές πρότειναν να τοποθετήσουν περισσότερα από ένα αντικείμενα στην κάμερα, ώστε να ελέγξουν την απόκριση του μοντέλου, δίνοντας την ευκαιρία στην ερευνήτρια να αποσαφηνίσει τις απόψεις τους.

Μέσα από τις κατάλληλες ερωτήσεις, οι μαθητές φάνηκε να αντιλαμβάνονται το ρόλο των δεδομένων και τη σύνδεσή τους με την απόκριση που λαμβάνουμε από το μοντέλο μηχανικής μάθησης. Πιο συγκεκριμένα, όπως φαίνεται και στο παρακάτω απόσπασμα, οι μαθητές κατανόησαν ότι οι αποκρίσεις που λαμβάνουμε από τον υπολογιστή σχετίζονται άμεσα με τα δεδομένα και τον τρόπο με τον οποίο τα εισάγουμε σε αυτόν, κατά τη διαδικασία της εκπαίδευσης:

E: Αν βάζαμε M5 όλα αυτά τα αντικείμενα μαζί, ο υπολογιστής θα τα έβρισκε; Θα μας έλεγε από τι υλικό είναι καθένα από αυτά;

M5: Όχι, θα μπερδεύοτανε

E: Εσύ M2 τι πιστεύεις;

M2: Πιστεύω ότι θα μπερδεύοτανε

E: Γιατί θα μπερδεύοτανε πιστεύετε;

M2: Γιατί είναι όλα μαζί. (έννοια του λάθους)

M3: Ή γιατί είναι πάρα πολλά

E: M3 πιστεύεις ότι θα μπερδεύοτανε επειδή είναι πολλά μαζί;

M3: Ναι. Πρέπει να του τα δείχνουμε ένα – ένα για να μπορεί να τα βρει

E: Γιατί;

M3: Γιατί έτσι του τα μάθαμε. Του τα δείχναμε ένα - ένα και τώρα δε θα καταφέρει να τα βρει όλα μαζί.

Μία ακόμη σημαντική πτυχή που κατανόησαν οι μαθητές, ήταν το αποτέλεσμα που προκύπτει εάν τροφοδοτήσουμε το μοντέλο μηχανικής μάθησης με λάθος δεδομένα. Ειδικότερα, οι μαθητές εξέφρασαν την πεποίθηση ότι αν χορηγήσουμε λάθος δεδομένα στον υπολογιστή, αυτός θα εκπαιδευτεί με λάθος πληροφορίες:

E: Εάν την ώρα που τραβούσατε φωτογραφίες, κάνατε λάθος κι αυτό εδώ αντί να το βάλετε στην κατηγορία με το γυαλί, το βάζατε στην κατηγορία με το αλουμίνιο, ο υπολογιστής θα καταλάβαινε ότι αυτό δεν είναι αλουμίνιο ή θα πίστευε ό,τι του λέτε εσείς;

M1: Θα πίστευε αυτό που του λέγαμε εμείς

E: Γιατί πιστεύετε ότι ο υπολογιστής θα μάθαινε αυτό που του λέγαμε εμείς;

M5: Γιατί θα μπερδεύοτανε

E: Για ποιο λόγο;

M5: Γιατί ο υπολογιστής μαθαίνει αυτό που του λέμε εμείς, άσχετα αν είναι σωστό ή λάθος.

Όταν μάλιστα κλήθηκαν να αιτιολογήσουν περαιτέρω την απάντησή τους αυτή, φάνηκε αρχικά να αποδίδουν τη διαφορετική «συμπεριφορά» του υπολογιστή στο ότι δεν έχει αισθήσεις (ακοή, όραση κ.λπ.), ενώ εν συνεχεία έθεσαν το ζήτημα της μη ύπαρξης εγκεφάλου, θέλοντας πιθανόν να εκφράσουν με τον τρόπο αυτό την απουσία κριτικής σκέψης του υπολογιστή. Έτσι, ενώ έλεγχαν την εγκυρότητα του μοντέλου που δημιούργησαν, τοποθέτησαν πολλά αντικείμενα μαζί μπροστά στην κάμερα και διημιέφθη το παρακάτω διάλογος:

E: Η M6 τι πιστεύει;

*M6: Άμα του δείξουμε πολλά, **μπερδεύεται**. Του δείχνουμε τόσα πολλά... Δείτε τι μας λέει. Τα λέει μπουρδουκλωμένα! Μα τι έπαθες αγόρι μου (απευθύνεται στον υπολογιστή);*

E: (Ενώ οι μαθητές δείχνουν ένα αντικείμενο...). Τώρα μας τα δείχνει σωστά. Γιατί;

*M1: Γιατί εμείς του **τα μάθαμε ένα – ένα***

E: Άρα τι πιστεύετε ότι λείπει από τον υπολογιστή και κάποιες φορές μπερδεύεται;

*M5: Τα **χέρια**, το **σώμα** και τα **μάτια***

E: Τα μάτια του δε θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι η κάμερα;

M5: Ναι, αλλά χρειάζεται δύο μάτια

E: Τι άλλο του λείπει;

*M5: **Αυτιά**;;;*

E: M6, τι πιστεύεις εσύ ότι λείπει από τον υπολογιστή για να μπορεί να καταλάβει δύο υλικά μαζί;

*M6: **Ο εγκέφαλος!***

Σε άλλο απόσπασμα, διαπιστώνεται εμβάθυνση στις διαφορές μεταξύ ανθρώπου – υπολογιστή και γίνεται αναφορά και στον όρο «τεχνητή νοημοσύνη». Έτσι, έχοντας πατήσει το κουμπί “train” του Personal Image Classifier και περιμένοντας να ολοκληρωθεί η εκπαίδευση του μοντέλου, οι μαθητές συζητούν:

M5: Α, γιατί περιμένουμε τόσες ώρες;

*M3: Γιατί; Εσένα σου είναι εύκολο **να μάθεις** κάτι; Ούτε στον υπολογιστή είναι. Πρέπει να σκεφτεί πάρα πολλές ώρες για να μάθει κάτι.*

*M6: Σωστά, αυτός δεν έχει ούτε αυτιά ούτε μάτια. Του είναι πιο **δύσκολο να μάθει** κάτι.*

E: Για πείτε μου τι εννοείτε...

M6: Ο υπολογιστής δεν έχει αυτιά και μάτια. Είναι τεχνητή νοημοσύνη. Ενώ εμείς δεν είμαστε το ίδιο, που πηγαίνουμε και σχολείο.

E: Εμείς τι νοημοσύνη έχουμε;

M6: Έχουμε τον εγκέφαλο.

E: Α, κι ο υπολογιστής τι νοημοσύνη έχει;

M3: Τα καλώδια.

E: Τα καλώδια λες;

M6: Έχει την τεχνητή νοημοσύνη

Τέλος, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι, παρόλο που η λέξη αυτή δεν είχε αναφερθεί από την ερευνήτρια, κάποιοι μαθητές ανέφεραν τη λέξη «δεδομένα», θέλοντας να περιγράψουν τον τύπο πληροφοριών που εισήγαγαν στο μοντέλο μηχανικής μάθησης. Αναλυτικά:

E: ...Πώς θα το δουλέψει; Από μόνος του;

M6: Ναι. Θα του βάλουμε ειδικά δεδομένα!

E: Δεδομένα θα του βάλουμε M6; Τι είναι αυτά τα δεδομένα; Τρώγονται; (Γελάνε)

M6: Με τίποτα δεν τρώγονται! Αλλά είναι μικρές – μικρές πληροφορίες, ένα είδους μεταφορά, που τα στέλνεις στον υπολογιστή, αλλά ο υπολογιστής θα τα μάθει σιγά – σιγά.

RQ3: Πώς οι μαθητές αντιλαμβάνονται τις προοπτικές αξιοποίησης των παραγόμενων μοντέλων, για την επίλυση προβλημάτων σε διαφορετικές πτυχές της καθημερινής ζωής, παράγοντας δημιουργικές ιδέες; (**Δεξιότητα - παράδειγμα 76 DigComp2.2: «Αναγνωρίζει περιοχές στις οποίες η ΑΙ μπορεί να προσφέρει ποικίλα οφέλη σε διαφορετικές πτυχές της καθημερινής ζωής»**)

Στο 3^ο ερευνητικό ερώτημα στόχος ήταν να διερευνηθεί εάν οι μαθητές, μετά την εκπαίδευση ενός μοντέλου μηχανικής μάθησης, είναι σε θέση να σκεφτούν και να περιγράψουν δημιουργικές ιδέες αξιοποίησης του μοντέλου αυτού, προς επίλυση του περιβαλλοντικού ζητήματος της κυκλικής οικονομίας (ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση άδειων συσκευασιών). Η ερώτηση αυτή αξιοποιήθηκε τόσο **σε επίπεδο προβλέψεων**, δηλαδή μετά την εκπαίδευση κάθε μοντέλου και πριν την αξιοποίησή του σε άλλη εφαρμογή, όσο και **σε επίπεδο επεκτάσεων**, αφού δηλαδή οι μαθητές είχαν έρθει σε επαφή με πολλαπλούς τρόπους αξιοποίησης των ML μοντέλων, ώστε να ανιχνευθεί εάν και κατά πόσο είναι σε θέση να μεταφέρουν τις γνώσεις και τις εμπειρίες που απέκτησαν και σε άλλο πλαίσιο, εκτός κυκλικής οικονομίας.

Όπως προέκυψε από την ανάλυση των ηχητικών καταγραφών, κατά την έναρξη του πειράματος διδασκαλίας οι μαθητές φάνηκε να μην κατανοούν τον τρόπο με τον οποίο τα παραγόμενα μοντέλα θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν. Για το λόγο αυτό, αρχικά

αρνούσαν να απαντήσουν ή απαντούσαν μονολεκτικά, διατυπώνοντας την πεποίθηση ότι δε θα μπορούσαμε να κάνουμε κάτι περισσότερο με αυτά. Εν συνεχεία, και ενώ η ερευνήτρια προσέθετε επιπλέον πληροφορίες και λεπτομέρειες στην ερώτηση, οι μαθητές φάνηκε να δημιουργούν κάποιες νοηματοδοτήσεις, χωρίς απαραίτητα η λύση που πρότειναν να σχετίζεται με την ανακύκλωση. Έτσι, κάποιοι εξ αυτών εξέφρασαν μία κεντρική ιδέα, αλλά δεν ήταν σε θέση να δώσουν περισσότερες λεπτομέρειες για αυτή. Χαρακτηριστικός είναι ο διάλογος που ακολουθεί:

E: Εσύ έχεις σκεφτεί M6 κάτι που θα μπορούσαμε να κάνουμε στον υπολογιστή; Του μάθαμε να ξεχωρίζει αυτά τα 4 υλικά: το πλαστικό, το αλουμίνιο, το γυαλί και το χαρτί. Πώς θα μπορούσαμε να το χρησιμοποιήσουμε αυτό; Να φτιάξουμε για παράδειγμα ένα πρόγραμμα στον υπολογιστή που να κάνει τι;

*M6: Να μας δείχνει κι εμάς κάποια αντικείμενα από αυτά τα 4! Να του δείχνουμε δηλαδή ένα πλαστικό και να μας δείχνει κι αυτός άλλα πλαστικά. Να του δείχνουμε ένα γυαλί, μετά να μας δείχνει κι αυτός κι άλλο γυαλί. **(κεντρική ιδέα – λεπτομέρειες)***

Σε άλλες περιπτώσεις, οι μαθητές φάνηκε να μπορούν να περιγράψουν την ιδέα τους σε μεγαλύτερο βάθος:

E: Ο M1;

*M1: Να το βάζαμε στην κάμερα, να το φωτογραφίζαμε και μετά να μας έβγαζε πάλι αυτό που φωτογραφίσαμε, αλλά σε χαρτί. **(κεντρική ιδέα – λεπτομέρειες)***

E: Α, να μας το εκτυπώνει δηλαδή σε χαρτί;

*M1: Ναι, να μας βγάζει δηλαδή στο χαρτί το σήμα της Coca Cola! **(κεντρική ιδέα – λεπτομέρειες)***

Κάποιοι μαθητές ωστόσο, μπόρεσαν να περιγράψουν με περισσότερη ακρίβεια την ιδέα μιας εφαρμογής, η οποία θα αξιοποιεί το παραγόμενο ML μοντέλο, για να συμβάλει στην επίλυση του προβλήματος της ανακύκλωσης. Δεδομένου μάλιστα ότι η ιδέα αυτή χαρακτηρίζεται από **καινοτομία** και **χρηστικότητα**, μπορεί να χαρακτηριστεί ως **δημιουργική** (Vernon, 1989):

E: Τι θα μπορούσαμε όμως να μάθουμε στον υπολογιστή τώρα που κάνουμε ανακύκλωση;

M6: Να του μάθουμε τους κάδους ανακύκλωσης

E: Και μετά να κάνει τι;

M3: Να ξεχωρίζει τα χρώματα των κάδων

E: Ωραία, να μάθουμε στον υπολογιστή τα χρώματα των κάδων και να μας λέει τι ο υπολογιστής;

*M3: Αν είναι χαρτί, ότι πρέπει να πάει στον κίτρινο κάδο, αν είναι πλαστικό στο μπλε... **(κεντρική ιδέα – λεπτομέρειες - δημιουργικότητα)***

Στην περίπτωση αξιοποίησης του μοντέλου μηχανικής μάθησης για τη δημιουργία εφαρμογής για smartphones και φορητές συσκευές, αυτό που φάνηκε να απασχολεί περισσότερο τους μαθητές και το οποίο προκάλεσε αντιπαράθεση επιχειρημάτων και ιδεών, ήταν ο τρόπος απόδοσης της διαθέσιμης πληροφορίας στο χρήστη. Οι διάλογοι που ακολούθησαν παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον:

(αφού έχουν σκεφτεί την κεντρική ιδέα και έχουν αναλύσει τις λεπτομέρειες της εφαρμογής...)

E: Τι θα ήταν πιο εύκολο για εσένα; Με ποιο τρόπο θα ήταν πιο εύκολο να σου δείχνει η εφαρμογή πώς να φτιάξεις την κατασκευή;

*M6: Ξέρεις πώς θα μου ήταν πιο εύκολο; Άμα την έβλεπα σε εικόνες. Επειδή στο βίντεο τα δείχνουμε τόσο γρήγορα, που δεν το καταλαβαίνουμε και τα κάνουμε κάτι λάθος **(κεντρική ιδέα - λεπτομέρειες)***

E: Ναι, αλλά στο βίντεο έχεις τη δυνατότητα να το σταματήσεις και να το ξαναξεκινήσεις, σωστά;

M6: Ναι όμως εγώ προτιμώ τις φωτογραφίες

E: Ωραία. Ο M1 με τη M6 είπαν ότι καλύτερα θα ήταν να έβλεπαν τις προτάσεις κατασκευών με κείμενο. Εσείς θα μπορούσατε να το διαβάσετε;

*M1: Ναι, θα φόραγα αυτά τα καθρεφτάκια που κάνουν έτσι (εννοεί μεγεθυντικό φακό) και θα τα διάβαζα **(κεντρική ιδέα - λεπτομέρειες - δημιουργικότητα)***

Όπως προαναφέρθηκε, όταν ολοκληρώθηκε η εκπαίδευση και αξιοποίηση ML μοντέλων κι οι μαθητές είχαν ήδη αποκτήσει εμπειρίες για τους ποικίλους τρόπους με τους οποίους μπορούν αυτά να συμβάλλουν στην επίλυση του περιβαλλοντικού προβλήματος που αποτελούσε το αντικείμενο του διδακτικού σεναρίου, διενεργήθηκαν μίνι συνεντεύξεις των μαθητών, διάρκειας 20" έως και 4 λεπτών, ώστε να ανιχνευθεί η δυνατότητας μεταφοράς της νέας γνώσης σε άλλο πλαίσιο. Κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων, οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν εάν είχαν τη δυνατότητα να εκπαιδεύσουν ένα έξυπνο ρομπότ, προς την επίλυση ποιου προβλήματος θα το χρησιμοποιούσαν.

Οι απαντήσεις τους και σε αυτό το στάδιο, κατηγοριοποιήθηκαν ανάλογα με το εάν περιγράφουν την κεντρική ιδέα, εάν παρέχουν λεπτομέρειες για την ιδέα τους και εάν η ιδέα τους αυτή μπορεί να χαρακτηριστεί ως δημιουργική.

Για παράδειγμα, ο μαθητής M1 πρότεινε μία λύση η οποία θα μπορούσε να αξιοποιηθεί στο εμπόριο, προσδίδοντας στο έξυπνο ρομπότ χαρακτηριστικά αυτόματου πωλητή.

*M1: Δηλαδή, να ήταν (το ρομπότ) σε ένα μαγαζί που είχε αυτοκινητάκια, να τα έπαιρνε από τα ράφια, να τα έβαζε στο ταμείο και εμείς να τα πληρώναμε **(κεντρική ιδέα - λεπτομέρειες)***

E: Ναι, αλλά ποιο πρόβλημα θα μας έλυne έτσι το ρομπότ;

*M1: Θα μας βοηθούσε να αγοράσουμε αυτό που θέλουμε. **(κεντρική ιδέα - λεπτομέρειες - δημιουργικότητα)***

Στον αντίποδα, η μαθήτρια M2 σκέφτεται τη δημιουργία ενός έξυπνου ρομπότ, το οποίο θα μπορούσε να αξιοποιηθεί στην εκπαίδευση:

E: Εσύ M2, αν μπορούσες να εκπαιδεύσεις ένα έξυπνο ρομπότ, τι θα ήθελες να του μάθει να κάνει;

M2: Να μας βοηθάει στις εργασίες μας (κεντρική ιδέα)

E: Και πώς θα μπορούσε να γίνει αυτό;

M2: Να του έχουμε μάθει πολλά πράγματα, να έχει πολλές γνώσεις και όταν κάνουμε λάθος την εργασία μας, να μας τη σκίζει και να την πετάει στα σκουπίδια... (κεντρική ιδέα – λεπτομέρειες - δημιουργικότητα)

Αρκετές ωστόσο ήταν και οι προτάσεις για την αξιοποίηση των έξυπνων ρομπότ στον τομέα της εστίασης. Για παράδειγμα:

E: Να μου πει ο M3;

M3: Να το έχουμε μάθει να έρχεται στην κουζίνα και να φτιάχνει φαγητό (κεντρική ιδέα).

E: Αυτό το συγκεκριμένο ρομπότ πιστεύεις θα μπορούσε να φτιάχνει φαγητό;

M3: Θα μπορούσε. Αν του βάλουμε ξύλινους βραχίονες για να πιάνει τα πράγματα και κάτι από κάτω για να το κάνουμε πιο ψηλό (κεντρική ιδέα – λεπτομέρειες)

E: Και πώς θα ήξερε π.χ. ποιο υλικό είναι η ντομάτα, ποιο το κρεμμύδι κ.λπ.;

M3: Θα του φωτογραφίζαμε πρώτα άσπρο σκέτο (εννοεί το φόντο), μετά θα φωτογραφίζαμε το κάθε υλικό και θα μάθαινε με ποιο υλικό να μας φτιάξει φαΐ (κεντρική ιδέα – λεπτομέρειες - δημιουργικότητα)

Ωστόσο, πλέον των ηχητικών καταγραφών των μίνι-συνεντεύξεων, αξιοποιήθηκε και ένα φύλλο εργασίας, στο οποίο οι μαθητές ζωγράφισαν τις ιδέες τους για τη δημιουργία ενός έξυπνου ρομπότ, ενώ επάνω σε αυτό η ερευνήτρια σημείωσε την κεντρική ιδέα και τις πιθανές τεχνικές λεπτομέρειές της, όπως τις περιέγραψαν οι μαθητές.

Στο στάδιο αυτό, κάποιοι μαθητές απέδιδαν στο ρομπότ χαρακτηριστικά οικιακού βοηθού, όπως για παράδειγμα οι μαθητές M1, M2 και M5.

Πιο συγκεκριμένα, ο μαθητής M1 δήλωσε ότι «θα εκπαιδεύα το ρομπότ να ξεχωρίζει τα πατίνια, τα αυτοκινητάκια και τις βάρκες και να τα συγυρίζει στις θέσεις τους» (κεντρική ιδέα – λεπτομέρειες - δημιουργικότητα).



KIDS' A.I.R. (ARTIFICIAL INTELLIGENCE RECYCLING)
Κυκλική Οικονομία – Επαναχρησιμοποίηση & Ανακύκλωση Άδερων Συσκευασιών
«ΔΕΝ ΠΕΤΩ – ΑΝΑΚΥΚΛΩΝΩ – ΞΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩ»
#etwinning #machinelearning #recycling



Αποστολή 8η: Επεκτάσεις μηχανικής μάθησης



Εικόνα 31: Πρόταση για τη δημιουργία έξυπνου ρομπότ από το μαθητή M1

Ενώ η μαθήτρια M2 «..να μας τακτοποιεί τα πράγματα στο δωμάτιο και να μας μαζεύει τα αρκουδάκια» (κεντρική ιδέα – λεπτομέρειες)



KIDS' A.I.R. (ARTIFICIAL INTELLIGENCE RECYCLING)
Κυκλική Οικονομία – Επαναχρησιμοποίηση & Ανακύκλωση Άδερων Συσκευασιών
«ΔΕΝ ΠΕΤΩ – ΑΝΑΚΥΚΛΩΝΩ – ΞΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩ»
#etwinning #machinelearning #recycling



Αποστολή 8η: Επεκτάσεις μηχανικής μάθησης



Εικόνα 32: Πρόταση για τη δημιουργία έξυπνου ρομπότ από τη μαθήτρια M2

Η μαθήτρια Μ5, ίσως επηρεασμένη από την καθημερινότητά της, σκέφτεται τη δημιουργία έξυπνου ρομπότ που «...να τακτοποιεί τα ρούχα (χειμωνιάτικα από καλοκαιρινά)».
(κεντρική ιδέα – λεπτομέρειες)

Αποστολή 8η: Επεκτάσεις μηχανικής μάθησης



Εικόνα 33: Πρόταση για τη δημιουργία έξυπνου ρομπότ από τη μαθήτρια Μ5

Παρά το γεγονός όμως ότι οι μισοί μαθητές περιέγραφαν τη δημιουργία ενός έξυπνου ρομπότ, το οποίο όμως θα εξυπηρετεί καθαρά ατομικούς σκοπούς, οι άλλοι 3 μαθητές φάνηκε να λαμβάνουν υπόψιν τους την έννοια του κοινωφελούς σκοπού, αναλύοντας ιδέες που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν σε τομείς όπως η ιατρική, η αυτοκίνηση ή ακόμη και τα extreme sports!

Εάν μάλιστα συνυπολογιστεί και το γεγονός ότι οι ιδέες τους είναι **καινοτόμες** (κάποιες από αυτές δεν έχουν καν αναπτυχθεί, ενώ κάποιες ήδη αξιοποιούνται με κάποια μορφή στην καθημερινότητα), **χρήσιμες** (λύνουν σημαντικά ζητήματα) και **αποδεκτές** (ρεαλιστικές και χωρίς να παραβιάζουν τα ηθικά όρια), τότε μπορούν να χαρακτηριστούν ως **δημιουργικές** (Vernon, 1989).

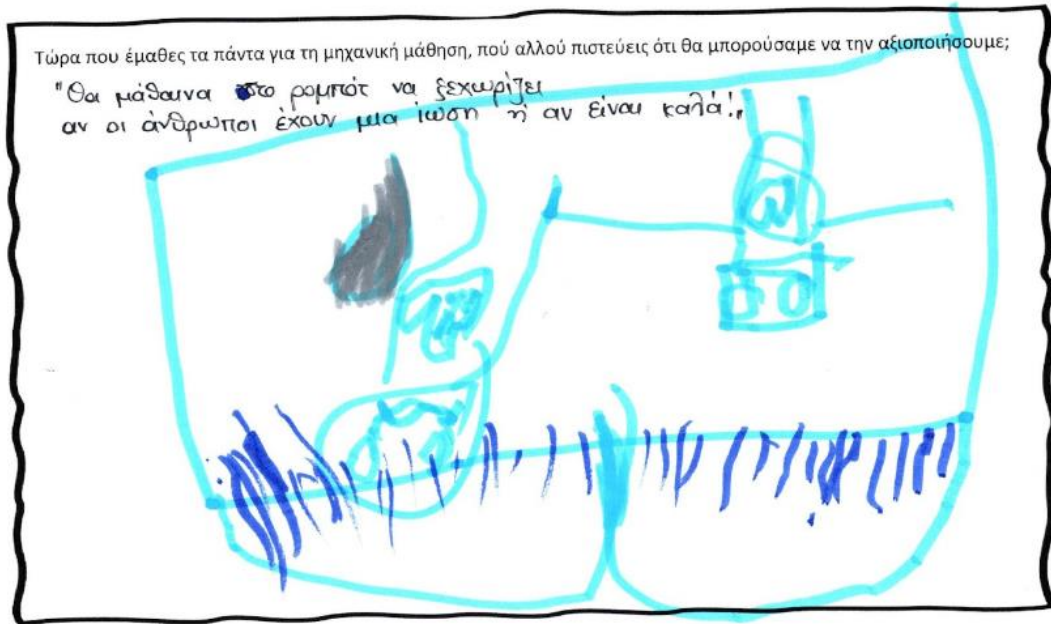
Για παράδειγμα, ο μαθητής Μ3, προτείνοντας μία λύση που εντάσσεται στον τομέα της ρομποτικής ιατρικής, δήλωσε ότι «...θα μάθαινα στο ρομπότ να ξεχωρίζει αν οι άνθρωποι έχουν μια ίωση ή αν είναι καλά». **(κεντρική ιδέα – λεπτομέρειες - δημιουργικότητα)**



KIDS' A.I.R. (ARTIFICIAL INTELLIGENCE RECYCLING)
Κυκλική Οικονομία – Επαναχρησιμοποίηση & Ανακύκλωση Αδελών Συσκευασιών
«ΔΕΝ ΠΕΤΩ – ΑΝΑΚΥΚΛΩΝΩ – ΞΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩ»
#etwinning #machinelearning #recycling



Αποστολή 8η: Επεκτάσεις μηχανικής μάθησης



Εικόνα 34: Πρόταση δημιουργίας έξυπνου ρομπότ από το μαθητή Μ3

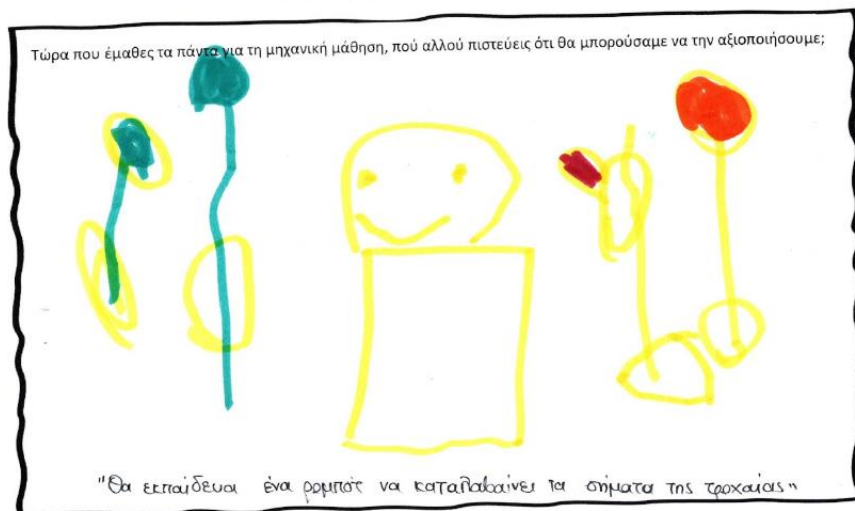
Αντίστοιχα, η μαθήτρια Μ4 είπε ότι «Θα εκπαιδεύα ένα ρομπότ να καταλαβαίνει τα σήματα της τροχαίας», αποτυπώνοντας με πολύ απλό λεξιλόγιο την ιδέα δημιουργίας ενός έξυπνου οχήματος! (κεντρική ιδέα – λεπτομέρειες - δημιουργικότητα)



KIDS' A.I.R. (ARTIFICIAL INTELLIGENCE RECYCLING)
Κυκλική Οικονομία – Επαναχρησιμοποίηση & Ανακύκλωση Αδελών Συσκευασιών
«ΔΕΝ ΠΕΤΩ – ΑΝΑΚΥΚΛΩΝΩ – ΞΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩ»
#etwinning #machinelearning #recycling

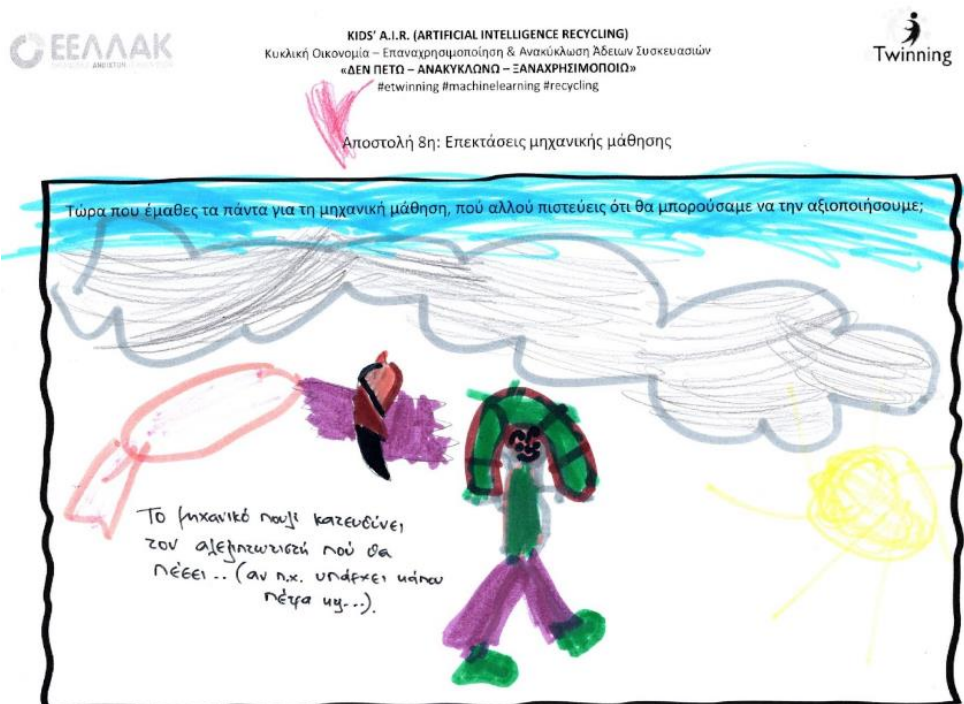


Αποστολή 8η: Επεκτάσεις μηχανικής μάθησης



Εικόνα 35: Πρόταση για τη δημιουργία έξυπνου ρομπότ από τη μαθήτρια Μ4

Τέλος, η μαθήτρια Μ6 θα χρησιμοποιούσε το έξυπνο ρομπότ στα extreme sports, αφού δήλωσε ότι «*Το μηχανικό πουλί θα κατευθύνει τον αλεξιπτωτιστή που θα πέσει (αν δηλαδή υπάρχει κάποια πέτρα κ.λπ...)*» **(κεντρική ιδέα – λεπτομέρειες - δημιουργικότητα)**



Εικόνα 36: Πρόταση για τη δημιουργία έξυπνου ρομπότ από τη μαθήτρια Μ6

Όπως συνάγεται από τις παραπάνω απαντήσεις των μαθητών, εφόσον η ενασχόλησή τους με τη μηχανική μάθηση δεν περιοριστεί μόνο σε επίπεδο εκπαίδευσης μοντέλου, αλλά συνδεθεί ταυτόχρονα με την άμεση αξιοποίησή του σε κάποια εφαρμογή, ενδέχεται να βοηθάει τους μαθητές, αφενός μεν να αναγνωρίζουν τις περιοχές στις οποίες η ΑΙ μπορεί να προσφέρει ποικίλα οφέλη κι αφετέρου δε, να επεκτείνουν την προσλαμβανόμενη πληροφορία, εξελίσσοντάς τις ιδέες τους και δίνοντάς τους χαρακτηριστικά δημιουργικότητας και καινοτομίας.

Κάτι όμως που θα πρέπει να τονιστεί, είναι ότι – παρά το γεγονός ότι κατά την προσχολική ηλικία είναι δύσκολη η κατανόηση γενικών και πιο αφηρημένων εννοιών – οι συμμετέχοντες μαθητές φάνηκε να μπορούν να αποτυπώσουν κάποιες πρωτόλειες ιδέες για ζητήματα ηθικής ή και περιορισμούς που ανακύπτουν κατά την αξιοποίηση τεχνολογιών βασισμένων στην τεχνητή νοημοσύνη:

Ε: Μ3, θα θέλαμε μια ιδέα κι από εσένα!

Μ3: Να προγραμματίσουμε το ρομπότ να μας ακολουθεί κι όπου πηγαίνουμε εμείς, να πηγαίνει κι αυτό! Και να κάνει ό,τι κάνουμε κι εμείς. (κεντρική ιδέα – λεπτομέρειες)

Ε: Πολύ ωραία ιδέα κι αυτή! Να προγραμματίσουμε το ρομπότ κι όπου πηγαίνουμε, να πηγαίνει κι αυτό. Κι όταν σταματάμε να σταματάει! Πάρα πολύ έξυπνη ιδέα!

M2: Δε νομίζω ότι είναι ωραία ιδέα... Άμα το προγραμματίζαμε να κάνει τη συμπεριφορά μας την ίδια, πώς θα «αντιληβόταν» το θυμό μας όμως; Ή τι κακά πράγματα κάνουμε; Δε θα μπορούσε να καταλάβει αν κάτι που κάνουμε είναι κακό και θα το έκανε το ίδιο έτσι κι αλλιώς.

E: Και τι θα μπορούσε να έχει ως αποτέλεσμα αυτό;

M2: Θα μπορούσε να κάνει ό,τι κάνουμε εμείς, να πηδάει από τον καναπέ, να σκαρφαλώνει, να μιλάει με κακό τρόπο και να μην ξέρει ότι δεν πρέπει και να αντιγράφει ακόμη και τις αταξιούλες μας.

E: Άρα, τα ρομπότ είναι στ' αλήθεια έξυπνα;

M2: Ε, δεν έχουν και πάάάάρα πολύ... (δείχνει με το δάχτυλο το μυαλό της). Απλά μπορούν να κάνουν αυτά που τα προγραμματίζουμε.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα έρευνα, έχοντας ως στόχο να εισάγει μαθητές προσχολικής ηλικίας στην δημιουργία και αξιοποίηση μοντέλων μηχανικής μάθησης, με σκοπό την επίλυση περιβαλλοντικών ζητημάτων (κυκλική οικονομία: ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση άδειων συσκευασιών), εστίασε στο αν η ενασχόληση αυτή μπορεί να συμβάλλει στην καλλιέργεια γνώσεων, στάσεων και δεξιοτήτων που συνδέονται με το «Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Ψηφιακών Ικανοτήτων για Πολίτες – DigComp 2.2», το οποίο προέκυψε ως απότοκο της αλματώδους εξέλιξης της τεχνητής νοημοσύνης και των εφαρμογών της.

Σε μια ψηφιακά διαμεσολαβούμενη κοινωνία, όπου οι μαθητές έρχονται σε καθημερινή επαφή με την τεχνητή νοημοσύνη και τη μηχανική μάθηση, άλλοτε συνειδητά και άλλοτε όχι (Druga, Vu, Likhith, & Qiu, 2019), απαραίτητος κρίνεται ο ψηφιακός εγγραμματοπισμός τους, με στόχο την κατανόηση των διαφόρων πτυχών της AI και ML, των προοπτικών αξιοποίησης, αλλά και των ηθικών ζητημάτων που προκύπτουν από την τεχνολογία αυτή.

Μέσα από μία μικρής διάρκειας έρευνα σχεδιασμού (DBR), 6 μαθητές προσχολικής ηλικίας ήρθαν σε επαφή με ψηφιακά εργαλεία εκπαίδευσης μοντέλων μηχανικής μάθησης και μετέπειτα τα ενσωμάτωσαν σε εφαρμογές, υπό το πρίσμα της επίλυσης του περιβαλλοντικού ζητήματος της κυκλικής οικονομίας.

Όπως κατέδειξαν τα αποτελέσματα της έρευνας, οι μαθητές ήταν πρόθυμοι να εμπλακούν σε συνεργατικές δραστηριότητες δημιουργίας και κατασκευής προϊόντων και υπηρεσιών βασισμένων στην μηχανική μάθηση, συμμετέχοντας ενεργά, εκφράζοντας τις απόψεις τους, συν-δημιουργώντας, αλλά και μεταφέροντας τη γνώση τους στους συμμαθητές τους.

Παράλληλα, από πολύ νωρίς κατανόησαν ότι η εκπαίδευση ενός μοντέλου μηχανικής μάθησης είναι στην ουσία μια διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης, κάτι που αποδεικνύεται τόσο από το λεξιλόγιο που χρησιμοποίησαν, όσο κι από τις αναφορές τους στην αναγκαιότητα παρουσίας ανθρώπου για την υλοποίηση της διαδικασίας αυτής.

Τέλος, αν και οι μαθητές αρχικά φάνηκε να μη μπορούν να συνδέσουν τα μοντέλα που δημιούργησαν με μια πιθανή αξιοποίησή τους, ολοκληρώνοντας τις hand-on δραστηριότητες ενσωμάτωσης των ML μοντέλων σε εφαρμογές, εισέφεραν πολύ ενδιαφέρουσες απόψεις, κάποιες εκ των οποίων θα έλυναν προσωπικά προβλήματα των παιδιών – χαρακτηριστικό του εγωκεντρικού σταδίου το οποίο διέρχονται ακόμη στην ηλικία αυτή - κάποιες όμως εκ των οποίων είχαν έντονο το στοιχείο της κοινωνικής προσφοράς και της ενσυναίσθησης.

Δεδομένου ότι η μηχανική μάθηση, τουλάχιστον στην Ελλάδα, ερευνάται για πρώτη φορά εντός σχολικού πλαισίου, με μαθητές προσχολικής ηλικίας και με συγκεκριμένα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα, σκοπός της έρευνας είναι να καταδείξει την ανάγκη δημιουργίας ενός υποστηρικτικού πλαισίου, στο οποίο οι μαθητές θα μπορούν να αντιληφθούν όχι μόνο βασικές έννοιες, αρχές και διαδικασίες της μηχανικής μάθησης, αλλά θα μπορούν να κατανοήσουν και τις προοπτικές αξιοποίησης της τεχνολογίας αυτής, προς την επίλυση απλών ή σύνθετων καθημερινών ζητημάτων.

Συμπερασματικά, η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση μπορούν να αποτελέσουν διδακτικό αντικείμενο στην προσχολική αγωγή, υπό την προϋπόθεση να ενταχθεί σε ένα γενικότερο θεωρητικό και μεθοδολογικό πλαίσιο βιωματικής και διερευνητικής μάθησης, να αφορά στα ενδιαφέροντα των μαθητών, να αξιοποιηθεί με σκοπό την επίλυση ενός

απλού ή σύνθετου καθημερινού προβλήματος και να στοχεύει στην επίτευξη συγκεκριμένων μαθησιακών αποτελεσμάτων.

6.1 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Κατά τη διεξαγωγή της παρούσας έρευνας περιορισμοί ως προς το δείγμα, τις μεθόδους ή/ και τα εργαλεία που προέβλεπε ο αρχικός σχεδιασμός, επέβαλαν τον επανασχεδιασμό της έρευνας υπό νέες συνθήκες.

Αρχικά, όπως προαναφέρθηκε, το δείγμα της έρευνας επιλέχθηκε με δειγματοληψία ευκολίας (convenience sampling), αφού σε αυτή συμμετείχαν οι μαθητές/-τριες της ερευνήτριας - εκπαιδευτικού. Αν και η μέθοδος αυτή γενικά θεωρείται η λιγότερο επιθυμητή στρατηγική στρατολόγησης (recruitment) στην ποιοτική έρευνα (Patton, 2002), θεωρήθηκε κατάλληλη για την παρούσα DBR, δεδομένου ότι η ερευνήτρια θα έπρεπε παράλληλα να έχει και το ρόλο της εκπαιδευτικού. Επομένως, γνωρίζοντας ήδη προσωπικά τους συμμετέχοντες στην έρευνα μαθητές, κατέστη εφικτός ο σχεδιασμός ενός ίσως πιο αποτελεσματικού και συνάμα πιο σύντομου πειράματος διδασκαλίας, αφού παρακάμφθηκε το διάστημα εξοικείωσης ερευνητή και μαθητών που θα ήταν απαραίτητο υπό άλλες συνθήκες.

Ταυτόχρονα, αν και αρχικά εκδήλωσαν ενδιαφέρον για συμμετοχή στην έρευνα 8 μαθητές, από τους γονείς των οποίων ελήφθησαν και οι απαραίτητες δηλώσεις συγκατάθεσης, λόγω απουσιών των δύο εξ αυτών, το πείραμα διδασκαλίας τελικά διεξήχθη με έξι μαθητές.

Συμπληρωματικά, διαφοροποιήσεις σε σχέση με τον αρχικό σχεδιασμό υπήρξαν και ως προς τα μέσα συλλογής δεδομένων, αφού οι γονείς των συμμετεχόντων μαθητών διατύπωσαν τις ενστάσεις τους για το ενδεχόμενο βιντεοσκόπησης των παιδιών, προκειμένου να αποτυπωθούν οι εκφάνσεις της μη λεκτικής επικοινωνίας. Απόρροια τούτου, ήταν να αναδιαμορφωθεί και το 1^ο ερευνητικό ερώτημα, το οποίο αρχικά εστίαζε στα είδη των αλληλεπιδράσεων (λεκτική επικοινωνία, μη λεκτική επικοινωνία, αλληλεπίδραση ανθρώπου – υπολογιστή) και το οποίο χρειάστηκε να αναδιατυπωθεί και να αναπροσαρμοστεί στα διαθέσιμα δεδομένα. Σε κάθε περίπτωση, στην πράξη αποδείχθηκε ότι θα ήταν ιδιαίτερα δύσκολη η αξιοποίηση πολλαπλών μεθόδων καταγραφής, από ένα και μόνο ερευνητή, τόσο κατά τη διάρκεια του πειράματος διδασκαλίας (αφού λόγω της μικρής ηλικίας των συμμετεχόντων, η εκπαιδευτικός χρειαζόταν να παρεμβαίνει αρκετά συχνά), όσο και κατά τη διάρκεια της ανάλυσης, αφού θα απαιτείτο πολύ περισσότερος χρόνος για την μετεγγραφή, την ανάλυση και τον συνδυασμό και συσχετισμό πολυτροπικών καταγραφών.

Παράλληλα, ιδιαίτερες δυσκολίες προέκυψαν κατά τη διαδικασία έγκρισης της έρευνας, αφού – λόγω εσφαλμένης ερμηνείας τού υφιστάμενου νομοθετικού πλαισίου – ζητήθηκε από την ερευνήτρια έγκριση διεξαγωγής έρευνας από το ΙΕΠ (η οποία ωστόσο αφορά σε μεγάλης κλίμακας έρευνες) και εν συνεχεία γραπτή βεβαίωση διεξαγωγής έρευνας από το ΠΑΔΑ, κάτι το οποίο άλλαξε εντελώς το χρονοπρογραμματισμό της ερευνήτριας, δημιουργώντας μη αναμενόμενες καθυστερήσεις.

Τέλος, οι χρονικοί περιορισμοί που τέθηκαν για την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας, δεν άφησαν περιθώριο για τη συμμετοχή μεγαλύτερου δείγματος, ούτε όμως και για την υλοποίηση δύο ή και περισσότερων επαναληπτικών κύκλων της έρευνας

σχεδιασμού, κάτι όμως που στην παρούσα φάση δεν ήταν απαραίτητο, αφού – ελλείψει άλλων ερευνητικών δεδομένων – μας έδωσε ούτως ή άλλως τη δυνατότητα για μία εις βάθος έρευνα της διδακτικής αξιοποίησης της μηχανικής μάθησης σε μαθητές προσχολικής ηλικίας.

Παρόλα αυτά, το ερευνητικό θέμα παραμένει ιδιαίτερα επίκαιρο, ενδιαφέρον, καινοτόμο και με προοπτικές να αποτελέσει το θεμέλιο λίθο για νέες ερευνητικές και διδακτικές προσεγγίσεις.

6.2 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Λόγω των χωροχρονικών και λοιπών περιορισμών που αναλυτικά περιγράφονται στην προηγούμενη ενότητα, η παρούσα έρευνα υλοποιήθηκε σε ένα ιδιαίτερα μικρό δείγμα (6 μαθητές), ακολουθώντας τη μεθοδολογία της έρευνας σχεδιασμού, χωρίς όμως να καταστεί εφικτή η διενέργεια επαναληπτικών κύκλων και η τριγωνοποίηση μέσω άντλησης δεδομένων από πολλαπλές πηγές.

Δεδομένου ότι η αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι ένα πολύ νέο – ερευνητικά – πεδίο, με ελλιπείς βιβλιογραφικές αναφορές και ιδιαίτερα γόνιμο ερευνητικό έδαφος, θα ήταν εξαιρετικά ενδιαφέρον η παρούσα έρευνα να υλοποιηθεί μελλοντικά σε μεγαλύτερο δείγμα ή ακόμη και σε παιδιά πρώτης σχολικής ηλικίας.

Ταυτόχρονα, θα ήταν σημαντική η υλοποίησή της σε διαφορετικό χρονικό ορίζοντα, προκειμένου να διεξαχθούν επαναληπτικοί κύκλοι που θα συμβάλλουν στον ακριβή καθορισμό των θεωρητικών αρχών που θα διέπουν τη διδακτική αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης στο νηπιαγωγείο.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η μεταστροφή του ερευνητικού ενδιαφέροντος από την απόκτηση γνώσεων στην ανάπτυξη ικανοτήτων (competences) και δεξιοτήτων (skills) φέρνει στο φως την ανάγκη για εκσυγχρονισμό των αναλυτικών προγραμμάτων, ώστε να καταστεί εφικτή η μετάβαση από την κατακερματισμένη - σε γνωστικά αντικείμενα - γνώση, στην υιοθέτηση διαθεματικών και διεπιστημονικών πρακτικών.

Ήδη με την εισαγωγή των Εργαστηρίων Δεξιοτήτων από την προσχολική εκπαίδευση έως και το Γυμνάσιο καλλιεργήθηκε το έδαφος για την εφαρμογή προγραμμάτων, που - μέσα από σύγχρονες και καινοτόμες μεθοδολογικές πρακτικές - θα στοχεύουν στη βιωματική πρόσκτηση της γνώσης, με την ταυτόχρονη καλλιέργεια δεξιοτήτων και ικανοτήτων, και όχι στην στείρα απομνημόνευση πληροφοριών.

Αρωγός στην προσπάθεια αυτή είναι οι νέες τεχνολογίες, είτε αυτές αποτελούν το μέσο για την επίτευξη των προσδοκώμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων, είτε ακόμη και το ίδιο το αντικείμενο της εκπαιδευτικής πράξης.

Με γνώμονα τη δημιουργία πλούσιων σε ερεθίσματα περιβαλλόντων μάθησης, όπου ο μαθητής θα είναι στο επίκεντρο της μαθησιακής διαδικασίας, θα πειραματίζεται, θα ερευνά, θα ανακαλύπτει, θα διερευνά προβλήματα και θα τα επιλύει, η μηχανική μάθηση

Δημιουργία και Αξιοποίηση μοντέλων Μηχανικής Μάθησης (Machine Learning)
από μαθητές προσχολικής ηλικίας

και η τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να είναι μέρος της εμπειρίας αυτής, σε ένα εκπαιδευτικό σύστημα που αγαπά την καινοτομία και προσαρμόζεται σε αυτή...

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Ackermann, E. K. (2004). Constructing Knowledge and Transforming the World. Στο M. Tokoro, & L. Steels, *A Learning Zone of One's Own. Sharing Representations and Flow in Collaborative Learning Environments* (σσ. 15-37). The Netherland. Ανάκτηση από https://www.researchgate.net/publication/263087010_Constructing_knowledge_and_transforming_the_world
- Bakker, A., & Van EerDe, D. (2014, September). An introduction to Design-Based research with an Example From Statistics Education. *Doing qualitative research: methodology and methods in mathematics education*. doi: http://dx.doi.org/10.1007/978-94-017-9181-6_16
- Barnett, S. W. (1998, March). Long-Term Cognitive and Academic Effects of Early Childhood Education on children in Poverty. *Preventive Medicine*, 27(2), σσ. 204-207. doi:<https://doi.org/10.1006/pmed.1998.0275>
- Barnett, W. S. (χ.χ.). Preschool education and its lasting effects: Research and policy implications. Boulder and Tempe: Education and the Public Interest Center & Education. Ανάκτηση από <http://epicpolicy.org/publication/preschool-education>
- Barron, F., & Harrington, D. F. (1981). Creativity, intelligence, and personality. *Annual review of psychology*, 32(1), σσ. 439-476.
- Brito, R., Dias, P., & Oliveira, G. (2018). Young Children, Digital Media and Smart Toys: How perceptions Shape Adoption and Domestication. *British Journal of Educational Technology*. doi:10.1111/bjet.12655
- Brooker, L., & Siraj-Blatchford, J. (2002). 'Click on Miaow!': how children of three and four years experience the nursery computer. *Contemporary Issues in Early Childhood*(3(2)), σσ. 251-273.
- Cebola - Boado, H., Radl, J., & Slazar, L. (2017). Preschool education as the great equalizer? A cross-country study into the sources of inequality in reading competence. *Acta Sociologica*, 60(1), σσ. 41-60. doi:<https://doi.org/10.1177%2F0001699316654529>
- Data-Pop Alliance. (2015, October). Beyond Data Literacy: Reinventing Community Engagement and Empowerment in the Age of Data. Ανάκτηση από <https://datapopalliance.org/wp-content/uploads/2015/11/Beyond-Data-Literacy-2015.pdf>
- Drigas, A., & Kokkalia, G. (2014, March). ICTs in Kindergarten. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. doi:<http://dx.doi.org/10.3991/ijet.v9i2.3278>
- Druga, S., Vu, S. T., Likhith, E., & Qiu, T. (2019). Inclusive AI literacy for kids around the world. *Proceedings of FabLearn*, σσ. 104-111. doi:10.1145/3311890.3311904
- El-Nasr, M. S., & Smith, B. K. (2005, January). Learning through Game Modding. *Computers in Entertainment*. doi:10.1145/1111293.1111301

- European Education and Culture Executive Agency, Eurydice. (2019). *Key data on early childhood education and care in Europe*. Publications Office. doi:<https://data.europa.eu/doi/10.2797/958988>
- Giannakas, F., Troussas, C., Vogiatzis, I., & Sgouropoulou, C. (2021). A deep learning classification framework for early prediction of team-based academic performance. *Applied Soft Computing*(106). doi:<https://doi.org/10.1016/j.asoc.2021.107355>
- Glaser, B., & Strauss, A. (1967). *The Discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. New York: Aldine de Gruyter.
- Grover, S., & Pea, R. D. (2017, December). Computational Thinking: A competency whose time has come. Στο S. Grover, & R. D. Pea, *Computer Science Education*. doi:10.5040/9781350057142.ch-003
- Guilford, J. P. (1967). Creativity: Yesterday, today and tomorrow. *The journal of creative behaviour*, 1(1), σσ. 3-14.
- Hakkarainen, K., & Matti, S. (2002). Interrogative Model of Inquiry and Computer Supported Collaborative Learning. *Science and Education*, 11, σσ. 25-45. doi:10.1023/A:1013076706416
- Haskins, R. (1989). Beyond metaphor: The efficacy of early childhood education. *American Psychologist*, 44(2), σσ. 274-282. doi:<https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0003-066X.44.2.274>
- Hedegaard, M. (2012). Analyzing Children's Learning and Development in Everyday Settings from a Cultural – Historical Wholeness Approach. *Mind, Culture and Activity*, 19(2), σσ. 127-138.
- Hilppö, J. (2016). *Children's Sense of Agency : a Co-Participatory Investigation (Doctoral dissertation)*. University of Helsinki.
- Holmes, W., Hui, Z., Miao, F., & Ronghuai, H. (2021, November 30). *IA et éducation: Guide pour les décideurs*. UNESCO. Ανάκτηση από https://books.google.gr/books?hl=en&lr=&id=JKZVEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=info:26QqqxkjBk4J:scholar.google.com&ots=06_wwl4zaU&sig=FjYcfl32qjKZLAaDQ77VGLtTZY&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Janakiram, M. (2020, 11 29). *Teachable Machine From Google Makes It Easy To Train And Deploy ML Models*. Ανάκτηση από <https://www.forbes.com/sites/janakirammsv/2020/11/29/teachable-machine-from-google-makes-it-easy-to-train-and-deploy-ml-models/?sh=77ce348964f2>
- Johnston, J. (2009). What does the skill of observation look like in young children? *International Journal of Science Education*(31), σσ. 2511-2525. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/09500690802644637>
- Kanetaki, Z., Stergiou, C., Bekas, G., Troussas, C., & Sgouropoulou, C. (2021). *Creating a Metamodel for Predicting Learners' Satisfaction by Utilizing an Educational Information System During COVID-19 Pandemic*. doi:10.3233/FAIA210085
- Kanetaki, Z., Stergiou, C., Bekas, G., Troussas, C., & Sgouropoulou, C. (2022). A Hybrid Machine Learning Model for Grade Prediction in Online Engineering Education. *Int. J. Eng. Pedagog.*(12). doi:10.3991/ijep.v12i3.23873

- Kewalramani, S., Kidman, G., & Palaiologou, I. (2021). Using Artificial Intelligence (AI)-interfaced robotic toys in early childhood settings: a case for children's inquiry literacy. *European Early Childhood Education Research Journal*(29:5), pp. 652-668. doi:10.1080/1350293X.2021.1968458
- Kramer, A. D., Guillory, J. E., & Hancock, J. T. (2014, June). Experimental evidence of massive-scale emotional contagion through social networks. *PNAS*, 111(24), σσ. 8788-8790. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1073/pnas.1320040111>
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J., & Tsatsarelis, C. (2001). Multimodal Teaching and Learning: rhetorics of the science classroom. doi:10.1080/00131910123753
- Lewis, T. G., & Denning, P. J. (2018, December). Learning machine learning. *Communications of the ACM*, 61(12), σσ. 24-27. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1145/3286868>
- Litman, M., Ajunwa, I., Berger, G., Boutilier, C., Currie, M., & Doshi-Velez, F. (2021, November). Gathering Strength, Gathering Storms: The one hundred year study on Artificial Intelligence (AI100). *2021 Study Panel Report*. Ανάκτηση από <http://ai100.stanford.edu/2021-report>
- Livingstone, S., & Bulger, M. E. (2013, September). *A global agenda for children's rights in digital age: Recommendations for Developing UNICEF's Research Strategy*. Ανάκτηση από <https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/lse%20olol%20final3.pdf>
- Makkarainen, K., & Matti, S. (2002). Interrogative Model of Inquiry and Computer-supported collaborative learning. *Science & Education*, 11, σσ. 25-43. doi:10.1023/A:1013076706416
- Moore, E., Mäeots, M., & Smyrniou, Z. (2014). Scaffolding for Inquiry Learning in Computer-Based Learning Environments. Corfu.
- Mumford, M. D. (2003). Where have we been, where are we going? Taking stock in creativity research. *Creativity research journal*, 15(2-3), σσ. 107-120.
- Ou, S.-R., & Reynolds, A. J. (2004). Preschool Education and School Completion. Στο *Encyclopedia of Early Childhood Development* (σσ. 1-10). Waisman Center, University of Wisconsin-Madison. Ανάκτηση από https://www.researchgate.net/profile/Suh-Ruu-Ou/publication/254532890_Preschool_Education_and_School_Completion/links/0deec537e1885c0088000000/Preschool-Education-and-School-Completion.pdf
- Papert, S. (1980). *Children, Computers,*. Ανάκτηση από <http://kvantti.kapsi.fi/Documents/LCL/mindstorms-chap1.pdf>
- Patel, D., Hall, G. L., Broadhurst, D., Smith, A., Schultz, A., & Foong, R. E. (2021, December). Does machine learning have a role in the prediction of asthma in children? *Paediatric Respiratory Reviews*(40). doi:10.1016/j.prrv.2021.06.002
- Patton, M. (2002). *Qualitative research and evaluation methods*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Plomp, T. (2013). Educational Design Research: An introduction. *Educational Design Research - Part A: An introduction*, 10-51.

- Polsley, S., Powell, L., Kim, H.-H., Thomas, X., Liew, J., & Hammond, T. (2021, October). Detecting Children's Fine Motor Skill Development using Machine Learning. *Int J Artif Intell Educ*. doi:10.1007/s40593-021-00279-7
- Prentzas, J. (2013). Artificial Intelligence Methods in Early Childhood Education. *Artificial Intelligence, Evolutionary Computing and Metaheuristics. Studies in Computational Intelligence*(427). doi:10.1007/978-3-642-29694-9_8
- Redecker, C. (2017). European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. (Y. Punie, Συντάκτης) Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi:10.2760/178382
- Rodríguez, J., Moreno-León, J., Román-González, M., & Robles, G. (2020, April). LearningML: A Tool to Foster Computational Thinking Skills Through Practical Artificial Intelligence Projects. *Revista de Educación a Distancia*(20). doi:10.6018/red.410121
- Rogoff, B. (1990). Apprenticeship in Thinking: Cognitive Development in Social. *Oxford University Press*. doi:<http://dx.doi.org/10.5860/choice.28-0612>
- Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (2003). *Key Competencies for a Successful Life and a Well-Functioning Society*. Göttingen: Hogrefe & Huber Publishers. Ανάκτηση από <https://www.deseco.ch>
- Schiff, D. (2021, September 2). Education for AI, not AI for Education: The Role of Education and Ethics in AI Policy Strategies. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00270-2>
- Seyhan, G. B., Karabay, S. O., Tuncdemir, T. B., Greenburg, M. T., & Domitrovic, C. (2019, February). The effects of Promoting Alternative Thinking Strategies Preschool Program on teacher–children relationships and children's social competence in Turkey. *International Journal of Psychology*, 54(1), σσ. 61-69. doi:<https://doi.org/10.1002/ijop.12426>
- Shamir, G., & Levin, I. (2021). Teaching machine learning in elementary school. *International Journal of Child-Computer Interaction*. doi:10.1016/j.ijcci.2021.100415
- Su, J., & Yang, W. (2022). Artificial intelligence in early childhood education: A scoping review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*(3). Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100049>
- Tang, D. (2019, June). Empowering Novices to Understand and Use Machine Learning with Personalized Image Classification Models, Intuitive Analysis Tools and MIT App Inventor. Ανάκτηση από <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/7582>
- Torrance, E. P. (1961). Factors affecting creative thinking in children: An interim research report. *Merrill-Palmer Quarterly of Behavior and Development*, 7(3), σσ. 171-180.
- Touretzky, D., Gardner-McCune, C., Martin, F., & Seehorn, D. (2019). Envisioning AI for K-12: What should every child know about AI? *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 33(01), σσ. 9795-9799. doi:<https://doi.org/10.1609/aaai.v33i01.33019795>

- Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2021). Improving Learner-Computer Interaction through Intelligent Learning Material Delivery Using Instructional Design Modeling. *Entropy*, 23(6). doi:<https://doi.org/10.3390/e23060668>
- Troussas, C., Krouska, V., & Virvou, M. (2020). Using a Multi Module Model for Learning Analytics to Predict Learners' Cognitive States and Provide Tailored Learning Pathways and Assessment. *Machine Learning Paradigms. Intelligent Systems Reference Library*(158), σσ. 9-22. doi:10.1007/978-3-030-13743-4_2
- Valagkouti, I., Troussas, C., Krouska, A., Feidakis, M., & Sgouropoulou, C. (2022, May 2). Emotion Recognition in Human–Robot Interaction Using the NAO Robot. *Computers*, 11(5). doi:<https://doi.org/10.3390/computers11050072>
- Valtonen, T., Tedre, M., Makitalo, K., & Vartiainen, H. (2019). Media literacy education in the age of machine learning. *Journal of media literacy education*, 11(2), σσ. 20-36. doi:<https://doi.org/10.23860/JMLE-2019-11-2-2>
- Vartiainen, H., Tedre, M., & Valtonen, T. (2020). Learning machine learning with very young children: Who is teaching whom? *International Journal of Child-Computer Interaction*. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2020.100182>
- Vasalou, A., & Kalantari, S. (2020). Designing for oral storytelling practices at home: A parental perspective. *International Journal of Child-Computer Interaction*. doi:10.1016/j.ijcci.2020.100214
- Vernon, P. E. (1989). The nature-nurture problem in creativity. Στο P. E. Vernon, *Handbook of Creativity* (σσ. 93-110). Springer US.
- Virvou, M., Alepis, E., & Troussas, C. (2021). A mobile expert system for tutoring multiple languages using machine learning. *International Conference on E-Learning and E-Technologies in Education (ICEEE)*. doi:10.1109/ICELeTE.2012.6333376
- Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens - With new examples of knowledge, skills and attitudes. Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi:10.2760/490274
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press. doi:<https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4>
- Wang, P. (2020). On defining Artificial Intelligence. *Journal of Artificial General Intelligence*, 11(2), σσ. 73-86.
- Williams, R., Park, H., Oh, L., & Breazeal, C. (2019). PopBots: Designing an Artificial Intelligence Curriculum for Early Childhood Education. *EAAI Symposium: Full Papers*, 33(01), σσ. 9729-9736. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1609/aaai.v33i01.33019729>
- Williamson, B. (2021). Digital policy sociology: software and science in data-intensive precision education. *Critical studies in Education*, 62(3). doi:<https://doi.org/10.1080/17508487.2019.1691030>
- Willig, C. (2013). *Introducing Qualitative Research in Psychology*. Open University Press.
- Wing, J. (2011). Research Notebook: Computational thinking -what and why? *The Link Magazine*, σσ. 20-23.

- Yang, W. (2022). Artificial Intelligence education for young children: Why, what, and how in curriculum design and implementation. *Computers and Education: Artificial Intelligence*(3). Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100061>
- Yelland, N. (2018). A Pedagogy of Multiliteracies: Young Children and Multimodal Learning with tableets. *British Journal of Educational Technology*, 49(5), σσ. 847-858. doi:10.1111/bjet.12635
- Γεωργούλη, Α. (2015). Μηχανική Μάθηση. Στο Γ. Α., *Τεχνητή Νοημοσύνη*. Αθήνα: Κάλλιπος, Ανοιχτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. Ανάκτηση από <http://hdl.handle.net/11419/3382>
- Ίσαρη, Φ., & Πουρκός, Μ. (2015). *Ποιοτική μεθοδολογία έρευνας - Εφαρμογές στην Ψυχολογία και στην Εκπαίδευση*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.
- Σμυρναίου, Ζ. (2018). *Νέες εξελίξεις στις σύγχρονες θεωρίες μάθησης στη διδασκαλία και στη μάθηση διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων*. Ηρόδοτος.
- Σμυρναίου, Ζ. (2022). Εκπαίδευση στην ψηφιακή εποχή: προκλήσεις, ευκαιρίες και διδάγματα για τον σχεδιασμό σύγχρονων σεναρίων βασισμένων στις δεξιότητες: από την αντιμετώπιση των ψευδών ειδήσεων στην ανάπτυξη εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης για όλα τα μαθησιακά αντικείμενα. *7ο Εθνικό Συνέδριο eTwinning*.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ

Ξενόγλωσσος όρος	Ελληνικός Όρος
Artificial Intelligence	Τεχνητή Νοημοσύνη
Design-based research	Έρευνα βασισμένη στο σχεδιασμό
Educational Robotics	Εκπαιδευτική Ρομποτική
Educational Technology	Εκπαιδευτική Τεχνολογία
Grounded theory	Θεμελιωμένη θεωρία
Information and Communications Technology	Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνίας
Machine Learning	Μηχανική Μάθηση

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ – ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

AI	Artificial Intelligence
DBR	Design Based Research
DeSeCo	Definition and Selection of Competencies
DigComp	Digital Competencies (Digital Competencies)
DigCompEdu	Digital Competencies Education (Digital Competencies στην Εκπαίδευση)
HLT	Hypothetical Learning Trajectory
ML	Machine Learning
TM	Teachable Machine
ΑΠΣ	Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών
ΔΕΠΠΣ	Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών
ΜΜ	Μηχανική Μάθηση
ΠΤΜ	Πραγματική τροχιά μάθησης
ΤΝ	Τεχνητή Νοημοσύνη
ΤΠΕ	Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνίας
ΥΤΜ	Υποθετική Τροχιά Μάθησης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι



KIDS' A.I.R. (ARTIFICIAL INTELLIGENCE RECYCLING)
Κυκλική Οικονομία – Επαναχρησιμοποίηση & Ανακύκλωση Άδειων Συσκευασιών
«ΔΕΝ ΠΕΤΩ – ΑΝΑΚΥΚΛΩΝΩ – ΞΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩ»
#etwinning #machinelearning #recycling



Αποστολή 8η: Επεκτάσεις μηχανικής μάθησης

Τώρα που έμαθες τα πάντα για τη μηχανική μάθηση, πού αλλού πιστεύεις ότι θα μπορούσαμε να την αξιοποιήσουμε;

Εικόνα 37: Φύλλο εργασίας - Επεκτάσεις μηχανικής μάθησης